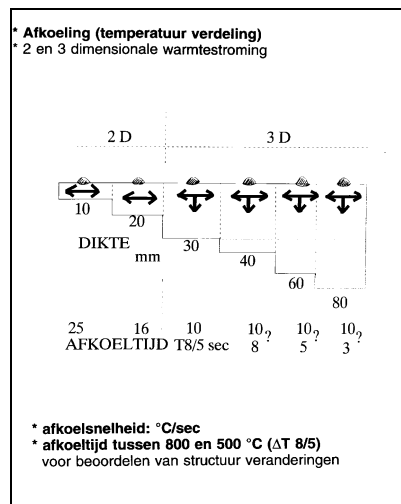


Practicum Lastechniek

Deel 1a Lasbaarheid van staal

Samengesteld door F. Schat

2017



Af (Afkoeling)

Practicum lasbaarheid Deel 1a Lasbaarheid staal

Onderwerpen

- 1.1 Belangrijke normen voor volgende onderwerpen zijn ?
 - WPS
 - WPQR
 - LK
 - Las coördinatie
 - KB
- 1.2 Welke soort defecten komen voor in lasconstructies?
- 1.3 Laspositie aanduidingen: PA, PB, PC, PD ?
Lasaanduidingen **Nieuw EN ISO 2553:2014**,
Lasprocessen: 111, 121, 131, 135, 136, 141?
- 1.4 Poreusheid
Oorzaken: Algemeen ?
 Specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces?
- 1.5 Bindingsfouten specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces, oorzaken?
- 1.6 Specifieke fouten bij het Onder Poederdek ?
- 1.7 Lasbaarheid, algemeen
- 1.8 Lasbaarheid van staal : An? + Af?
Koudscheuren : An? + Af? + Ah?
- 1.9 Af → verschil 2D—3D?
Koelt de las sneller af dan de WBZ naast de las ?
- 1.10 An → Vergelijk staaltypen
- 1.11 Microstructuur en hardheid van staaltipe Fe540 = S355, na lassimulatie
- 1.12 Hardheid in WBZ, afhankelijk van ?
Indeling staalsoorten per type ?
Lasbaarheid N staal t.o.v. M staal of Q staal !
- 1.13 M- (TMCP) staal, (moderne staalsoort), vervaardiging
- 1.14 Lasbaarheidprobleem 12 mm tov 35 mm dikte, staaltipe S355
- 1.15 Warmscheuren, typen?
Liquation Metal Embrittlement ?
- 1.16 Lamellaire scheurvorming ?
Z-richting is ?
- 1.17 Koudscheuren, factoren ?
- 1.18 Bronnen van waterstof ?
- 1.19 Invloed klimaat op waterstofgehalte van lasmetaal?
- 1.20 Opslag lastoevoegmaterialen (richtlijnen)
- 1.21 Software voor het voorspellen van lasbaarheid?

1.1 Algemeen

Lassen is een bijzonder proces

Hoe zeker zijn we dat we het productie proces beheersen

Leverancier

Aantonen dat het lassen onder beheerste omstandigheden plaats vindt door

- opgestelde werkprocedures
- bewaking van de werkprocedures
- eisen stellen aan het vakmanschap
- vooraf kwalificatie proef
- aantonen reproduceerbaar

Nodig

- goed opgeleide lassers
- juiste keuze van techniek
- juiste werk omstandigheden en hulpmaterialen
- goede werkinstructies
- gekalibreerde meetapparatuur

Lasaspecten in voorschriften en normen

Normen voor :

- WPS /LMB
- WPQ/ LMK
- LK
- Lascoördinatie
- KB

Overzicht lasnormen

Proces	Booglassen	Autogeen lassen
Algemene regels	<u>EN ISO 15607</u>	EN ISO 15607
Richtlijn voor materiaalgroepsindeling	<u>CR ISO/TR 15608</u>	CR ISO/TR 15608
WPS/LMB voor het booglassen	<u>EN ISO 15 609-1</u>	EN ISO 15609-2
Geteste lastoevoegmaterialen	EN ISO 15 610	EN ISO 15 610
Eerder opgedane ervaring	EN ISO 15 611	EN ISO 15 611
Standaardprocedure	EN ISO 15 612	EN ISO 15 612
Productie voorproeven	EN ISO 15 613	EN ISO 15 613
<u>Lasmethode beproeving</u> LMK WPQ	<u>EN ISO 15 614</u> Part 1 Staal/Nikkel Part 2 Aluminium Part 3 Gietijzer Part 4 Giet aluminium Part 5 Ti en Zr Part 6 Cu Part 7 Oplassen Part 8 Pijp-pijpplaat Part 9 Nat hyperbaar lassen Part 10 Droog hyperbaar lassen	EN ISO 15 614 Part 1 Staal/Nikkel Part 3 Gietijzer Part 6 Cu Part 7 Oplassen
<u>Lasserskwalificatie</u>	NEN EN ISO 9606-1 NEN EN ISO 9606-2	Deel 1 Staal Deel 2 Aluminium

<p>EN ISO 14731 EN ISO 3834-1 EN ISO 3834 2-4 EN ISO 3834 5 NPR CEN ISO 3834 6</p> <p>EN ISO 5817 EN ISO 10042:2004</p> <p>NEN EN 1011-1</p> <p>NEN EN 1011-2 NEN EN 1011-3 NEN EN 1011-4</p> <p>EN 1090 1-2-3-4</p>	<p>Lascoördinatie Richtlijnen kwaliteitseisen Laskwal. eisen: 2-streng, 3-gem, 4-elem Verplichte documenten Richtlijnen invoering 3834</p> <p><u>Acceptatie criteria lasdefecten Staal</u> Acceptatie criteria lasdefecten Aluminium</p> <p>Aanbevelingen voor het lassen van metallische materialen Algemene leidraad voor booglassen Lassen van ferritische materialen Lassen van austenitische materialen Lassen van aluminium legeringen</p> <p>Vervaardiging van Staal- en Al constructies</p>
---	--

1.2 Welke soort defecten komen voor in lasconstructies?

Ontstaan van defecten

Tijdstip

- Tijdens fabricage
- Na enige tijd in bedrijf

Soort defecten

Defecten in gelaste constructies door

- Lasfouten
 - **bindingsfouten**
 - onvolkomen doorlassing / negatieve hoekinbranding
 - randinkarteling
 - poreusheid
 - slakinsluitels
 - Scheuren
 - kraterscheuren
 - **koudscheuren**
 - warmscheuren
 - scheuren in hechten

Defecten in gelaste constructies door

- corrosie
 - spleetcorrosie
 - spanningscorrosie
 - knife line attack en weld decay (interkristallijne corrosie)
- slijtage

Defecten door verkeerde materiaalkeuze, zoals

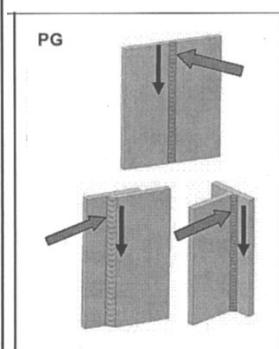
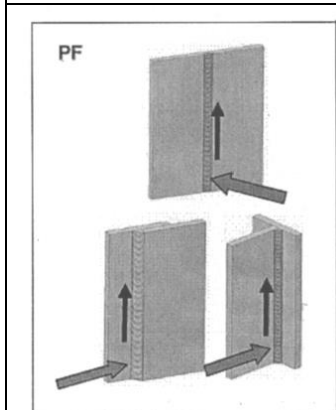
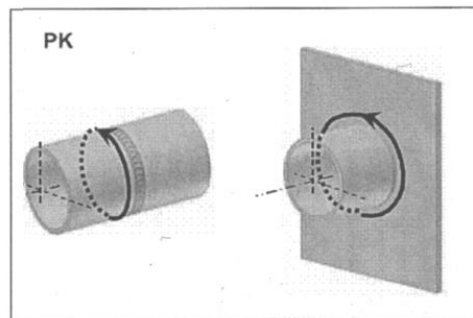
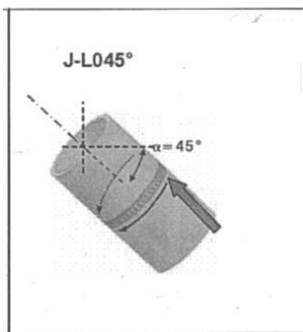
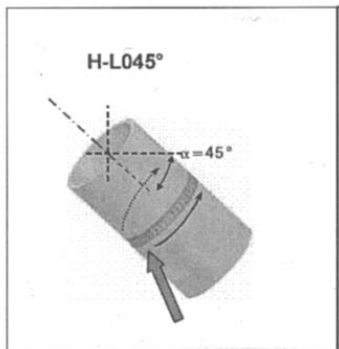
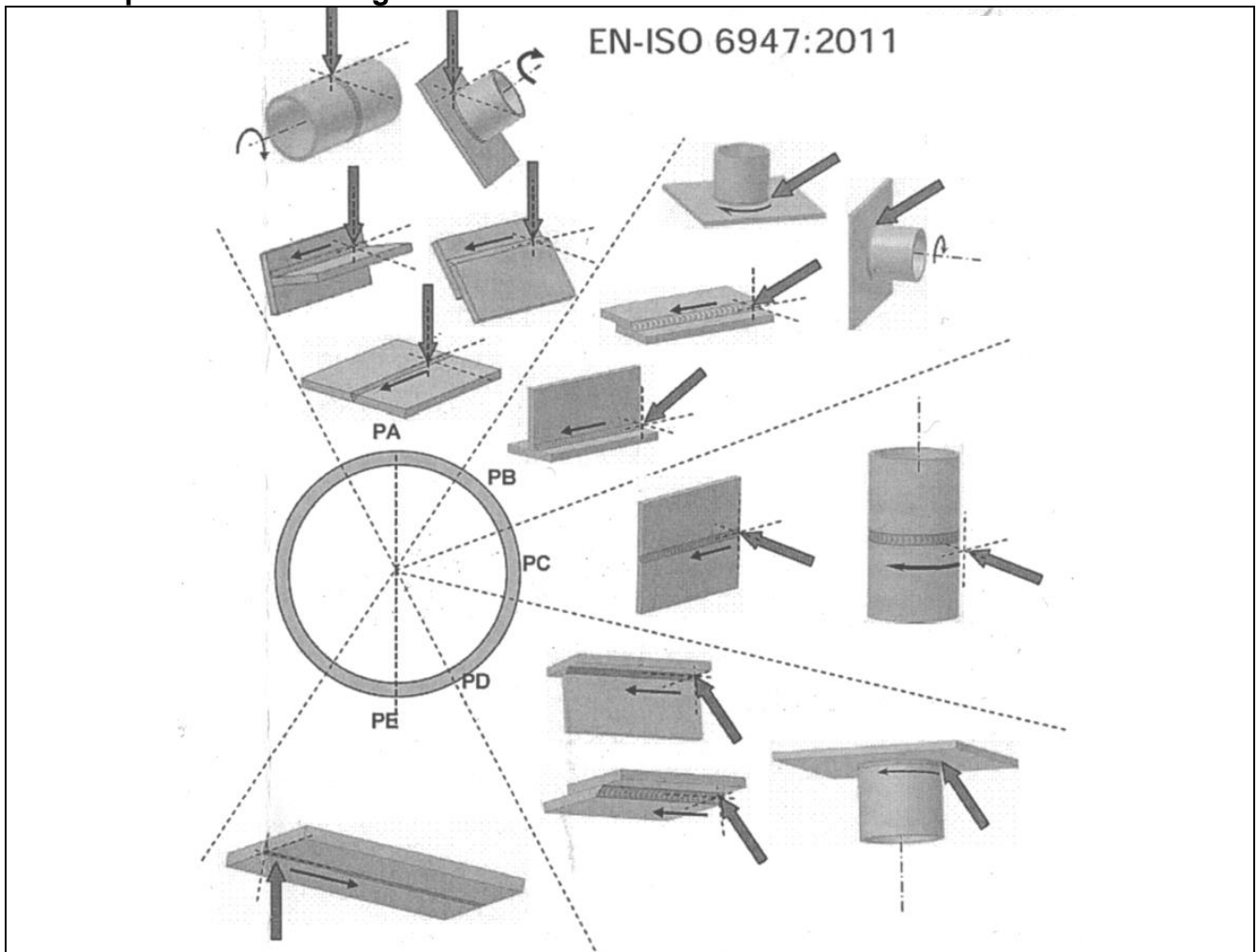
- brosse breuk
- lamellaire scheurvorming

Defecten door te hoge belastingen, zoals

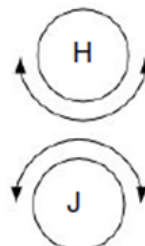
- scheuren door overbelasting, taaie breuk
- vermoeiingsscheuren

Breuken/scheuren ten gevolge van lassen op niet lasbaar materiaal (hardingsgevoelig)

1.3 Laspositie aanduidingen



Specifieke lasposities voor pijpen (pijp ingeklemd)



H-L045

H = opgaand

J-L045

J = neergaand

045 betekent pijpas onder 45°.

1.3a Lasaanduidingen ? EN ISO 2553:2014, Nieuw 2 systemen: A en B (spiegelbeeld) of ander systeem

- Key
 1 arrow line
 2 reference line
 3 tail

NOTE This symbol is often used to indicate the location of tack welds.

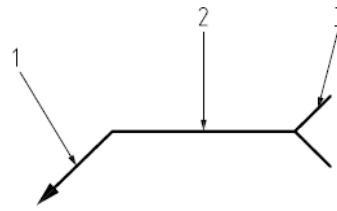
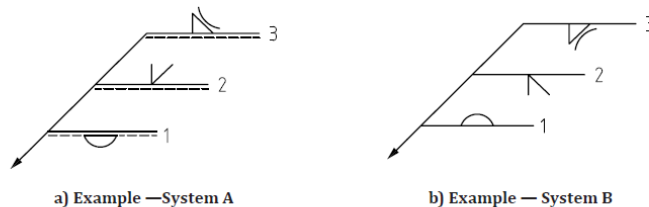
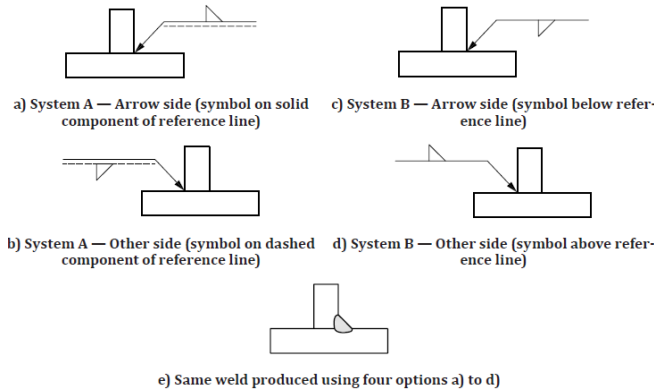
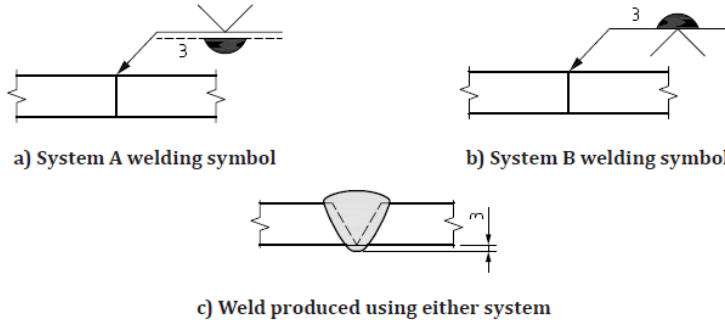


Figure 1 — Basic welding symbol (joint details and type not specified)



- Key
 1 first operation
 2 second operation
 3 third operation

1, 2 and 3 are shown to indicate the order of the welding operations and are not to be included on drawings.

Figure 6 — Multiple reference lines

A closed tail shall only be used to indicate reference to a specific instruction e.g. reference to a welding procedure specification (WPS), welding procedure qualification record (WPQR) or other document [see Figure 7 b)].

Repetition of additional information on symbols on a drawing shall be avoided. A single general note on the drawing shall be used instead.

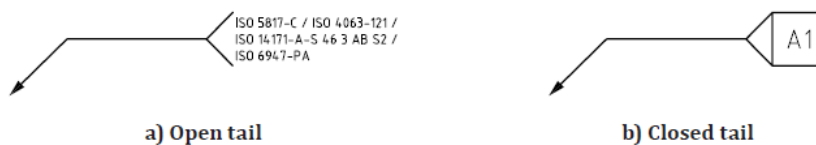
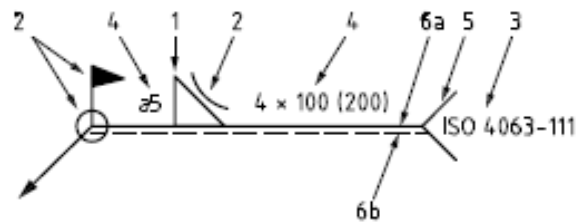
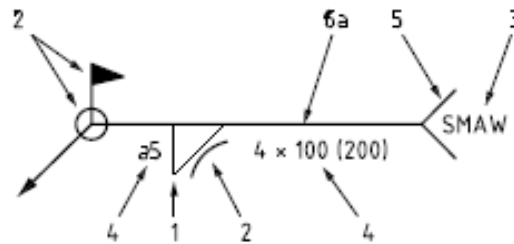


Figure 7 — Examples of the use of a tail on welding symbols

3b Lasaanduidingen ? EN ISO 2553:2014,
 Nieuw 2 systemen: A en B (spiegelbeeld)



a) Example of a comprehensive welding symbol in accordance with system A



b) Example of comprehensive welding symbol in accordance with system B

Key

- 1 elementary symbol (fillet weld)
- 2 supplementary symbol (concave fillet weld contour, field weld, weld all-around)
- 3 complementary information (shielded metal arc welding (SMAW)/process 111 in accordance with ISO 4063)
- 4 dimensions (5 mm nominal throat thickness intermittent fillet weld, composing 4 weld elements 100 mm in length with 200mm spacing between elements)
- 5 tail
- 6a reference line (continuous)
- 6b dashed line (identification line) — system A only

Figure A.1 — Examples of comprehensive welding symbols (5 mm nominal throat thickness intermittent fillet weld, composing 4 weld elements 100 mm in length with 200mm spacing between elements)

1.3 Lasprocessen: 111, 121, 131, 135, 136, 141 ?

Afkortingen voor lasprocessen

Lasprocessen worden meestal niet met hun complete naam aangegeven.

Voor alle processen zijn afkortingen bedacht die vaak in normen en voorschriften zijn vastgelegd.

Afkomstig uit de ASME Code:

SMAW	Shielded Metal Arc Welding	- booglassen met beklede elektroden
GTAW	Gas Tungsten Arc Welding	- TIG-lassen
GMAW	Gas Metal Arc Welding	- MIG/MAG-lassen met massieve draad
FCAW	Flux Cored Arc Welding	- MIG/MAG-lassen met gevulde draad
SAW	Submerged Arc Welding	- onderpoeder lassen
ESW	Electro-Slag Welding	- elektroslaklassen
PAW	Plasma Arc Welding	- plasmalassen
EGW	Electro-Gas Welding	- elektrogalassen
EBW	Electron Beam Welding	- elektronenbundellassen
OFW	Oxyfuel Gas Welding	- autogeen lassen

Afkomstig uit het Duitse taalgebied:

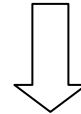
UP	Unter Pulver	- Onderpoeder lassen
WIG	Wolfram Inert Gas	- TIG-lassen
MAGC	Metall Aktiv Gas	- MAG-lassen met CO ₂ -gas
MAGM	Metall Aktiv Gas	- MAG-lassen met menggas

Indeling van enkele lasprocessen

In onderstaand overzicht is de indeling van lasprocessen opgenomen zoals die is vastgelegd in de Europese norm EN 24063.

- 1 Booglassen
- 111 Booglassen met beklede elektroden
- 114 Booglassen met gevulde draad zonder gasbescherming

- 121 Onderpoederlassen met draadelektrode
- 122 Onderpoederlassen met bandelektrode



(NEN) EN ISO 4063 versie 2000	Proces omschrijving	(NEN) EN ISO 4063 versies 2009 en 2010
13	Gasbooglassen met afsmeltende elektrode	13
131	MIG-lassen met massieve draad onder bescherming van een inert gas	131
-	MIG lassen met poeder gevulde draad	132
-	MIG lassen met metaal gevulde draad	133
135	MAG-lassen met massieve draad onder bescherming van een actief gas	135
136	MAG-lassen met gevulde draad	-
-	MAG-lassen met poeder gevulde draad	136
137	MIG-lassen met gevulde draad onder bescherming van een inert gas	-
-	MAG-lassen met metaalpoeder gevulde draad onder bescherming van een actief gas	138
14	Gasbooglassen met niet-afsmeltende elektrode	14
141	TIG-lassen met massieve draad	141
-	TIG-lassen zonder toevoeging van materiaal	142
-	TIG-lassen met gevulde draad	143
-	TIG-lassen met massieve draad in een reducerend beschermgas	145
-	TIG-lassen met gevulde draad in een reducerend beschermgas	146
-	TIG-lassen met een wolfram-elektrode onder bescherming van een actief gas (TAG)	147

Materiaal overdracht MIG/MAG lasproces:

Voorbeeld EN 4063: 135- D of G of S of P

D kortsluitboog **G** globulaire boog **S** Sproeiboog **P** pulsboog

- 3 Autogeen lassen
- 311 Autogeen lassen met zuurstof-acetyleen gasmengsel

1.4 Poreusheid

Oorzaken: Algemeen

Poreusheid, veel voorkomende lasfout (let op: 5x V's)

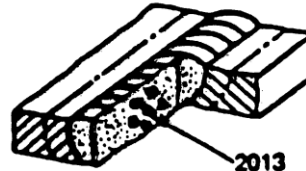
Algemeen:

- Oppervlakte gesteldheid
VUIL VET VERF VERROEST VOCHT
- Verstoring van de gasbescherming
- Spleet bij/in de lasnaad

Lasproces afhankelijk



gasholten

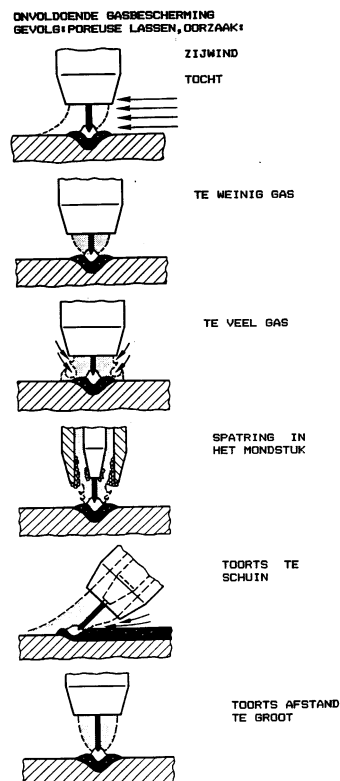


gasnest

1.4 Poreusheid

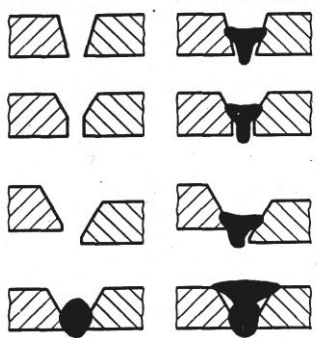
Oorzaken: Specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces

Poreusheid specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces, oorzaken



1.5a Bindingsfouten, specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces, oorzaken

**DOORZAKEN BINDINGSFOUTEN (1)
OOK WEL PLAKFOUTEN GENOEMD.**



OPENINGSHOEK TE KLEIN
GOED IS 50-60 GRADEN

STAANDEKANT IS TE GROOT
VOOROPENING IS TE KLEIN

NIET GOED AANGEBOND

GRONDLAAG IS TE BOL

AANHECHTINGSFOUT

DUS

SLIJPEN

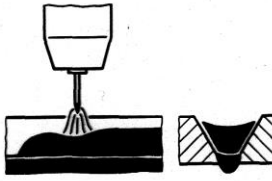
DAN

LASSEN

**DOORZAKEN BINDINGSFOUTEN (2)
OOK WEL PLAKFOUTEN GENOEMD.**

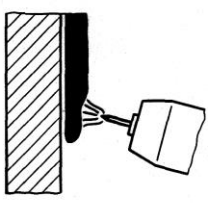
VOOR DE BOOG LOPEND SMELTBAD

WANNEER!

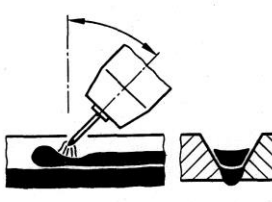


LASSNELHEID IS TE LAAG
OF DE NEERSMELTSNELHEID
IS TE HOOG

DUS NIET TE DIKKE RUPSEN
LASSEN



BIJ NEERGAAND LASSEN
NIET TEVEEL LASMATERIAAL
NIET TE LANGZAAM
NAAR BENEDEN LOPEN

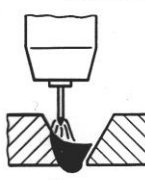
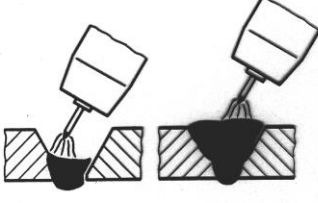
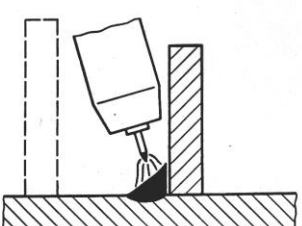


LASTOORTS TE VEEL STEKEND

**DOORZAKEN BINDINGSFOUTEN (3)
OOK WEL PLAKFOUTEN GENOEMD.**

VERKEERDE LASPISTOOLSTAND
(BOOG RAAKT EEN NAADFLANK)

WANNEER!

TOORTS UIT HET MIDDEN

TOORTS TE SCHUIN GERICHT

BEPERKTE TOEGANGS-
MOGELIJKHEID


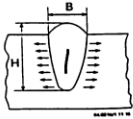
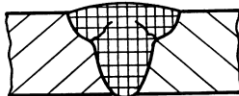

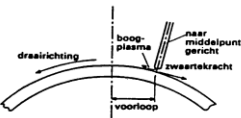
HET SMELTBAD BEZIT TE WEINIG WARMTE OM DE NAADFLANKEN TE
SMELTEN. DE DIRECTE BOOG HEEFT GENOEG WARMTE.
ALS DE BOOG NIET DE NAADFLANKEN RAAKT, DAN ONTSTAAN
BINDINGSFOUTEN

1.5b Bindingsfouten, specifiek bij het Mig-/Mag-lasproces, oorzaken

	<p>Macro's van lassen met bindingsfouten door foutieve lasuitvoering MIG/MAG-lassen</p>
	<p>Ander voorbeeld</p>

1.6 Specifieke fouten bij het Onder Poederdek-lasproces zijn:

Specifieke fouten O.P. lasproces

- Doorlassingsfout
 
- H/B scheurvorming
 
- "schouder scheuren"
 
- Gasdeuken
 
- lasuiterlijk rondnaden voorloop
 

1.7 Lasbaarheid, algemeen

Lasbaarheid

Executive

-het lassen zonder fouten

Metallurgische

-de lassen bezitten de geëiste eigenschappen in las en WBZ
hoge hardheid/ lage taaigheid

Constructieve

-de lassen bieden weerstand aan las- en bedrijfsspanningen

Lasbaarheid wordt bepaald door

-de chemische samenstelling
-de lasuitvoering

Eisen van een lasverbinding

-voldoende sterkte
-voldoende taaigheid
-zonder onacceptabele fouten
.lasfoutjes
.metaalkundige foutjes WS KS

Lasprocedure

Altijd aantonen
-sterkte
-taaiheid

1.8 Lasbaarheid van staal : $An? + Af?$ → martensiet ? Koudscheuren : $An? + Af? + Ah?$

Eigenschappen worden bepaald door de microstructuur

De Microstructuur wordt bepaald door de combinatie van

An, Analyse

Belangrijke aspecten zijn

- chemische samenstelling
- reacties tussen smelt en slak of beschermgas
- vermenging tussen moedermateriaal en lasmetaal.

Af, Afkoeling

Belangrijke aspecten zijn

- warmtehuishouding
- temperatuurveld
- materiaalsoort
- afkoelsnelheid

Lasbaarheid staal

Koudscheurgevoeligheid wordt bepaald door de combinatie van

- Microstructuur ($An + Af$ → harde brosse structuur)
- Aanwezigheid van waterstof **Ah**

1.9 Af → verschil 2D tussen 3D afkoeling?

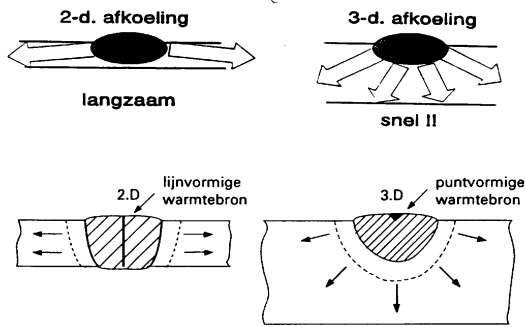
Vraag : koelt de las sneller af, dan de WBZ naast de las ?

Antwoord: beide koelen net zo snel af

Lasbaarheid (Af) AFKOELING van lassen

* Afkoeling (temperatuur verdeling)

* 2 en 3 dimensionale warmtestroming

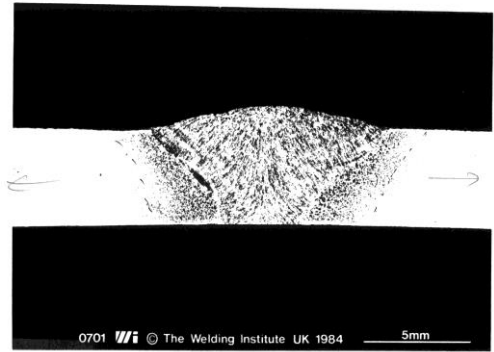


* afkoelsnelheid: °C/sec

* afkoeltijd tussen 800 en 500 °C (ΔT 8/5) voor beoordelen van structuur veranderingen

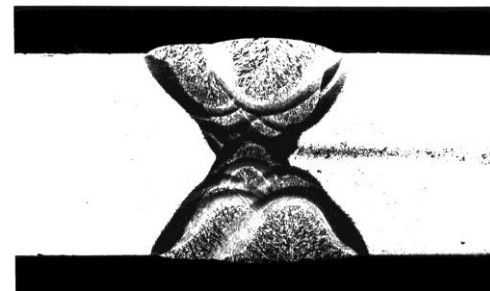
SINGLE PASS WELDS

2D



MULTIPASS WELDS

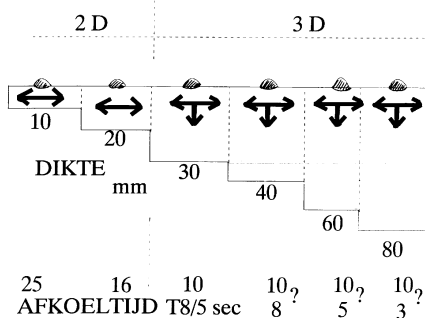
3D



Overgangsdikte bij welke plaatdikte?

* Afkoeling (temperatuur verdeling)

* 2 en 3 dimensionale warmtestroming



* afkoelsnelheid: °C/sec

* afkoeltijd tussen 800 en 500 °C (ΔT 8/5) voor beoordelen van structuur veranderingen

Transition thickness

The transition thickness d_t is the plate thickness at which the transition from three-dimensional to two-dimensional heat flow takes place. In that case $F_2 = F_3$ and both values of $t_{8/5}$ are equal, also:

$$d_t = \sqrt{\frac{(4300 - 4,3 \times T_0) \times 10^5}{6700 - 5 \times T_0} \times Q \times \left(\frac{1}{500 - T_0} + \frac{1}{800 - T_0} \right)}$$

Some values of the transition thickness (in mm) are below:

Q.	Preheating temperature		
	20 °C.	100 °C.	200 °C.
0,5	10.4	11.1	12.3
1	14.7	15.7	17.4
1,5	18	19.2	21.3
2	20.7	22.2	24.6
2,5	23.2	24.8	27.5
3	25.4	27.1	30.1

Overgang 2D-3D is afhankelijk van de warmte-inbreng en voorwarmtemperatuur. Bijvoorbeeld bij 1,5 kJ/mm bij T_v 100°C ligt de overgang 2D naar 3D bij 19,2 mm.

Conclusie ? De lassen van dikte plaat 100 mm koelen net zo snel af bij een plaatdikte 19,2 mm gelast met 1,5 kJ/mm!

1.10 An → Vergelijk staaltypen

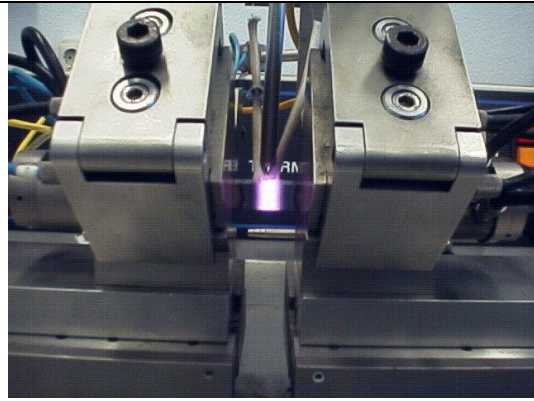
Lasbaarheid (An) ANALYSE/ chemische samenstelling van basismaterialen

: Analyse volgens normen

	Chemische samenstelling (gev. %)					
	Eisen volgens norm		onderzochte stalen			
	Euronorm 25-72 Fe510	DIN17102 StE355	10	8	6	1
C	≤ 0,20	≤ 0,20	0,07	0,08	0,11	0,17
Mn		0,9-1,65	1,44	1,47	1,50	1,44
P	≤ 0,040	≤ 0,035	0,006	0,012	0,019	0,015
S	≤ 0,040	≤ 0,030	0,002	0,003	0,007	0,015
Si		0,10-0,50	0,21	0,41	0,48	0,42
Al		> 0,020		0,027	0,06	0,029
Ni		≤ 0,30	0,38	0,26	0,027	0,05
Cr		≤ 0,30	0,02	0,076	0,03	
Cu		≤ 0,20	0,11	0,25	0,02	0,04
Mo		≤ 0,08		0,022	0,002	
Ti			0,01			
Nb				0,027	0,031	0,025
V		≤ 0,10				
N		≤ 0,020	0,0023	0,0078		
Nb+Ti+V		≤ 0,12				
C			0,07	0,08	0,11	0,17
Ceq			0,35	0,38	0,37	0,42
Ceq(Si)			0,36	0,40	0,39	0,43
PCM			0,16	0,19	0,20	0,26
CEN			0,23	0,26	0,31	0,42
Rm N/mm ²	490-630	510-610	518	484	525	546
Re N/mm ²	min 355	min 355	424	348	368	367
A5 %	min 22	min 22	29	33	31	28

Vergelijk staaltypen 1 met staaltypen 10 (C %)
Conclusie?

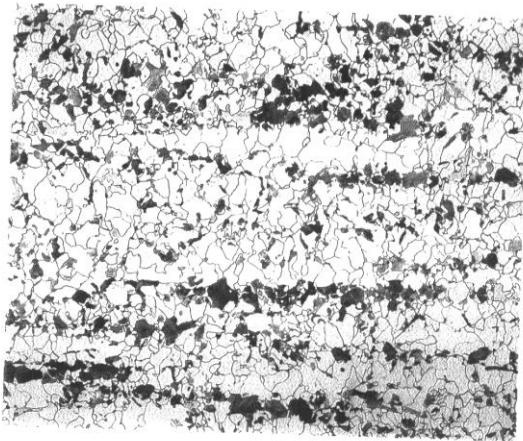
1.11 Microstructuur en hardheid van staaltype Fe540 = S355, na lassimulatie



Lassimulatie onderzoek

Foto 's

- basismateriaal
- basismateriaal +
Piektemperatuur 1350 °C +
afkoeltijd 8/5 : 4,2 sec
- basismateriaal +
Piektemperatuur 1350 °C +
afkoeltijd 8/5: 50 sec



basismateriaal
V=200x
Hardheid 157HV10



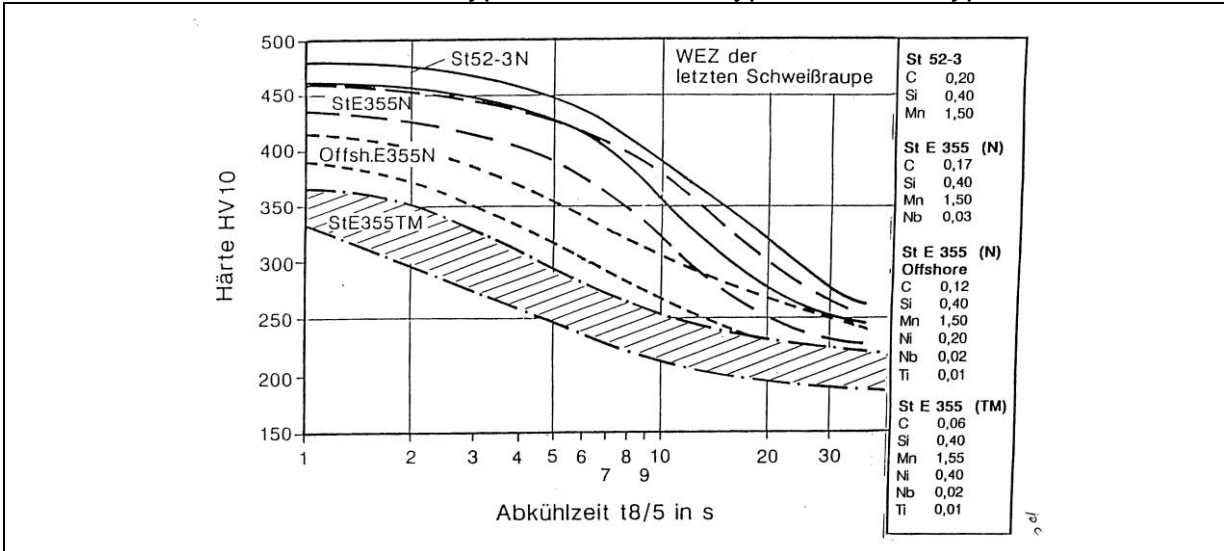
1350 ↓
Afkoeltijd 8/5=4,2 sec
V=200x
Hardheid 411HV10



1350 ↓
Afkoeltijd 8/5 =50 sec
V=200x
Hardheid 253HV10

1.12 Hardheid in WBZ, afhankelijk van ?

- (Af) Afkoeling en (An) Analyse/chemische samenstelling, zie de lasbaarheid type N staal t.o.v. type M staal of type Q staal



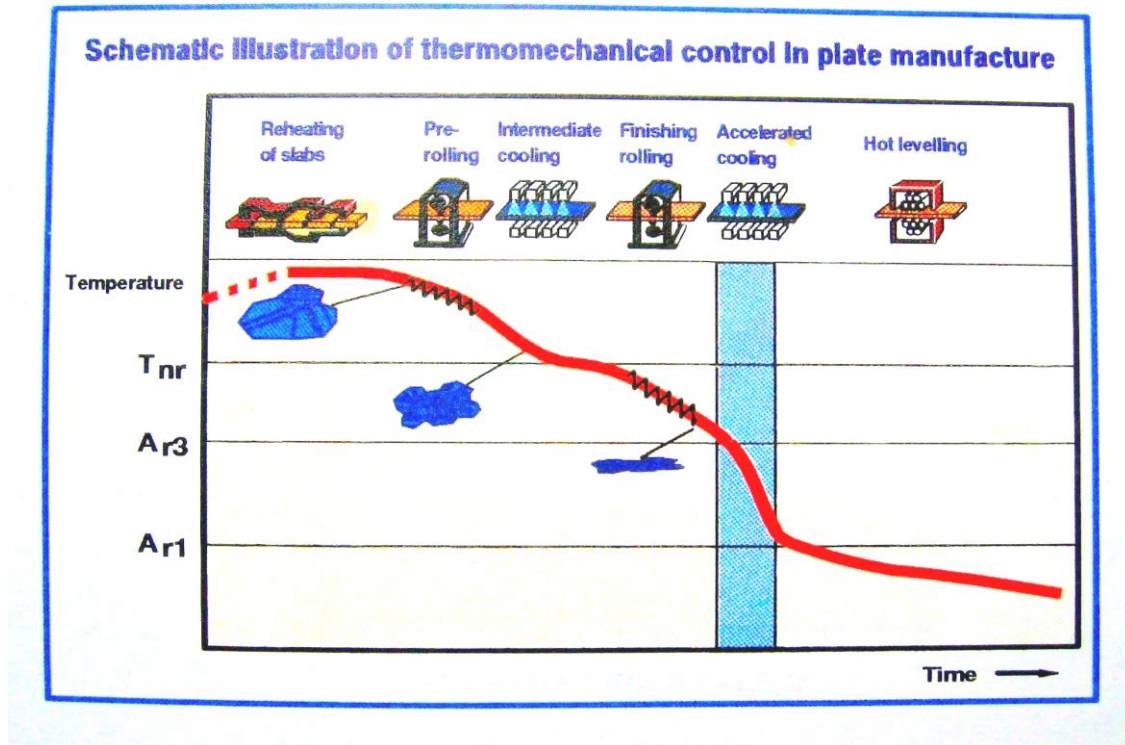
- **Staaltype N**
Normaal gegloeide constructie staalsoort C: 0,12-0,17 %
- **Staaltype M**
Thermo Mechanisch behandelde staalsoort C: 0,06 %

Indeling staalsoorten per type constructie staal

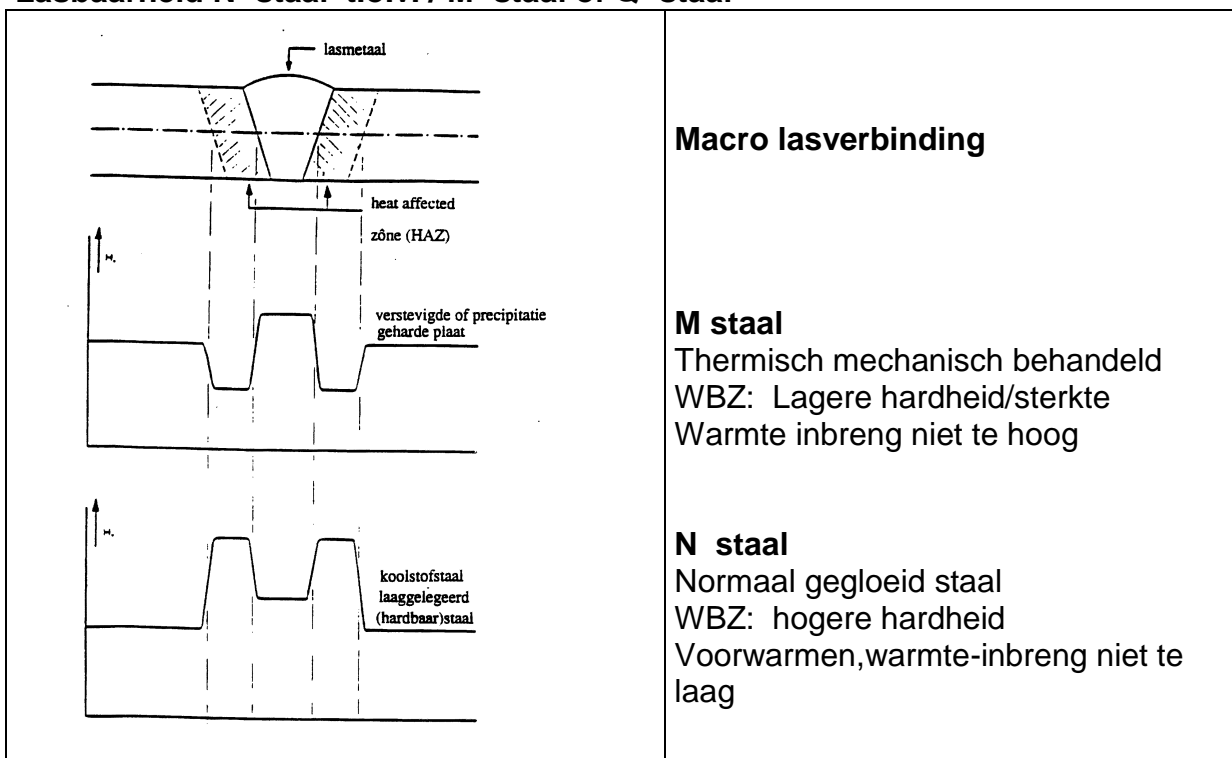
S355	<ol style="list-style-type: none"> Als gewalst N TMCP AC/AcC QT QST HSM 	<ol style="list-style-type: none"> Nauwelijks eisen aan kerfslageigenschappen Conventionele vervaardigingsproces. Grote diktes mogelijk, relatief hoog gehalte aan legeringselementen. Zeer laag gehalte aan legeringselementen (zeker indien versneld gekoeld, dikte afhankelijk van leverancier, tot circa 100 mm) Wordt niet toegepast Wordt toegepast voor balken en profielen, zeer laag gehalte aan legeringselementen. Grote flensdiktes mogelijk. Wordt voornamelijk toegepast voor staal dat speciaal geschikt is voor het buigen met kleine kromtestraal. Dikte tot circa 15 mm.
S460	<ol style="list-style-type: none"> Als gewalst N TMCP AcC QT QST HSM 	<ol style="list-style-type: none"> Wordt niet toegepast. Bovengrens van sterkte niveau dat mogelijk is. Grote diktes mogelijk, relatief hoog gehalte aan legeringselementen. Relatief laag gehalte aan legeringselementen (zeker indien versneld gekoeld), diktes afhankelijk van leverancier, tot circa 80 mm. Gehalte aan legeringselementen is ongeveer gelijk aan TM staal van hetzelfde sterkte-niveau. Grote diktes mogelijk. Wordt toegepast voor balken en profielen, zeer laag gehalte aan legeringselementen. Grote flensdiktes mogelijk. Wordt voornamelijk toegepast voor staal dat speciaal geschikt is voor het buigen met kleine kromtestraal. Dikte tot circa 12 mm.
S700	<ol style="list-style-type: none"> Als gewalst N TMCP AcC QT QST HSM 	<ol style="list-style-type: none"> Niet mogelijk Niet mogelijk Dikte is (in verband met kerfslageigenschappen op halve plaatdikte) beperkt tot circa 10 mm. Gehalte aan legeringselementen is dan laag. Gehalte aan legeringselementen is hoger dan van TMCP staal. Grote diktes mogelijk Wordt niet toegepast. Wordt voornamelijk toegepast voor staal dat speciaal geschikt is voor het buigen met kleine kromtestraal. Dikte tot circa 10 mm.

- **N** Normaal gegloeid
- **M** *Thermo Mechanisch* Controlled Processing
- **QT** Quench and Temper
- **QST** Quench Self Temper
- **HSM** Hot Strip mill warmband ~ Quench Self Temper

1.13 M- (TMCP) staal, (moderne staalsoort), vervaardiging



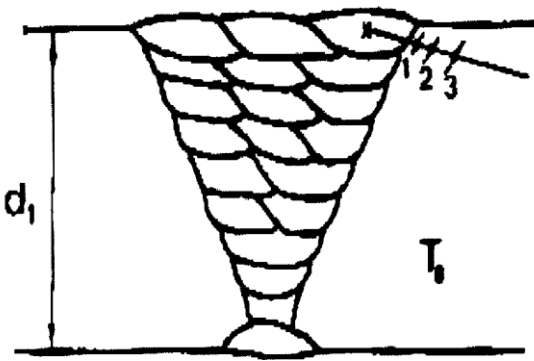
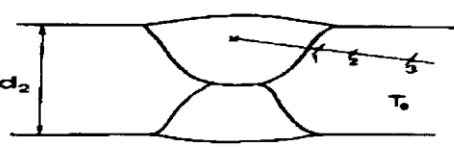
Lasbaarheid N- staal t.o.v. / M- staal of Q- staal



1.14 Lasbaarheidsprobleem 12 mm t.o.v. 35 mm dikte, staaltype S355

Gelast met het Onder Poederdek lasproces (121)

LASBAARHEID

	<p>Plaatdikte 35 mm, type S355J2</p> <p>Onder poederdek lassen Meerlagen techniek:</p> <ul style="list-style-type: none">• 600 A- 31 V- 50 cm/ min• HI=22 kJ/cm <p>Goede kerfslagwaarden in las en WBZ bij -40 °C</p>
	<p>Plaatdikte 12 mm, type S355J2</p> <p>Onder poederdek lassen 2 lagen-techniek</p> <ul style="list-style-type: none">• 600 A-31 V- 50 cm/ min• HI= 22 kJ/cm <p>Lage kerfslagwaarden in las en WBZ bij -40 °C</p>

- Gevraagd wordt om de oorzaak vast te stellen van de lage kerfslagwaarden in las en WBZ bij de 12 mm plaat t.o.v. de 35 mm plaat.
- *Voor beide plaatdikten zijn identieke lasdraden en laspoeders gebruikt!.*
- *Warmte inbreng is voor beide platen gelijk .*

Conclusie ?

verschil tussen

- 2-D afkoeling (langzaam, korrelgroei, lagere kerfsalgwaarden)
- en
- 3-D afkoeling (snel)

1.15 Warmscheuren, typen ?

WARMSCHEUREN

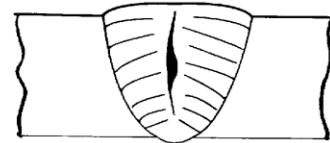
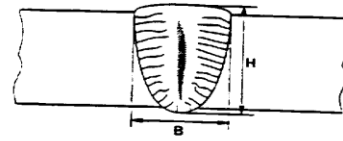
* Stolscheuren

- > (groot) stoltraject)
- > fasediagram

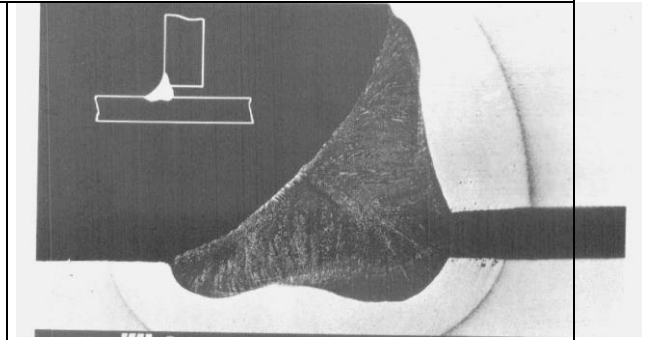
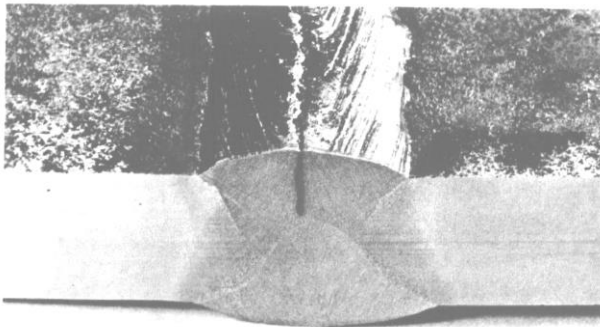
* Smeltscheuren

- > segregatie
- > laag smeltende fasen
 - fosfor + zwavel
 - andere verontreinigingen

H/B-scheur



In : lasmetaal en WBZ



Ook warmscheuren bekend als:

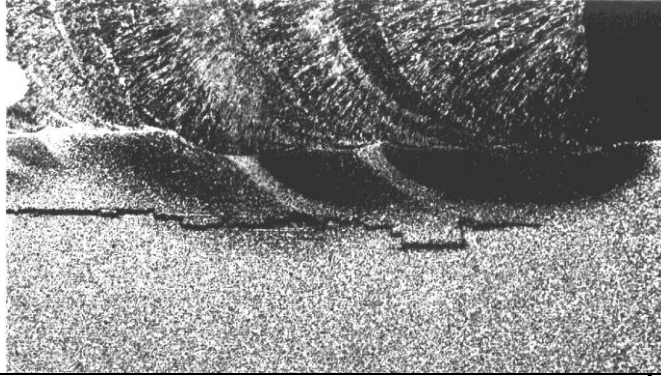
“Liquation Metal Embrittlement” door de metalen:

- Cu in staal, in RVS
- Zn in RVS (austeniet structuur is gevoelig)

Warmscheuren in RVS door

S in verbrandingsgassen, vorming van laag smeltende Ni-Sulfide

1.16 Lamellaire scheurvorming ?



Lamellaire scheurvorming 1 (Terrassen breuk)

Oorzaak

Samenstelling:

Staal bevat een weinig S zwavel

Staalbereiding:

Bij het stollen ontstaat een verbinding tussen Mangaan (Mn) en zwavel (S) tot MnS.

Warmwalsen

MnS insluitsels worden uitgewalst tot platte schijfjes // plaatoppervlak

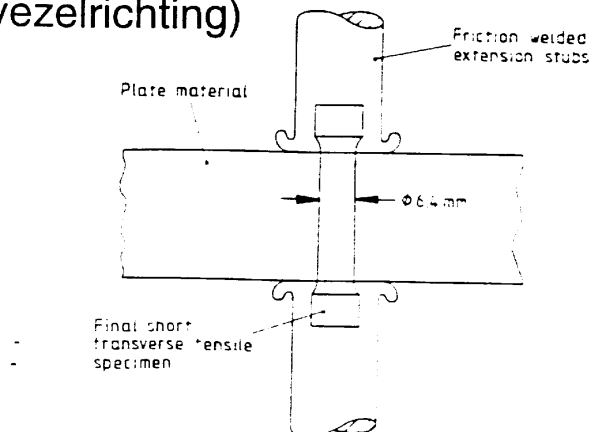
Eigenschappen

(Z-richting van de plaat)

Sterkte eigenschappen en vervormbaarheid
in de richting \perp plaatoppervlak

verminderen door de platte schijfjes.

(invloed textuur : vezelrichting)

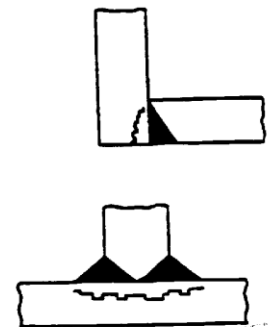
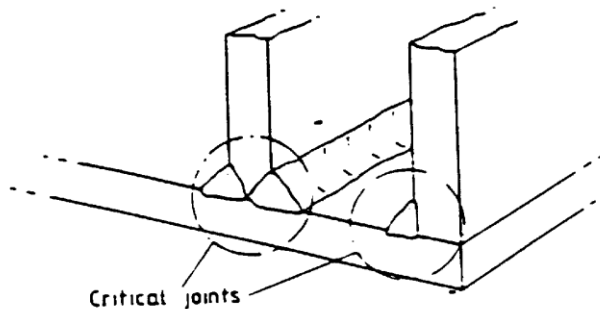
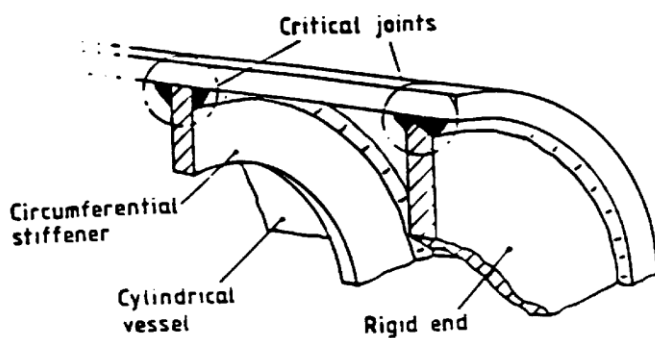
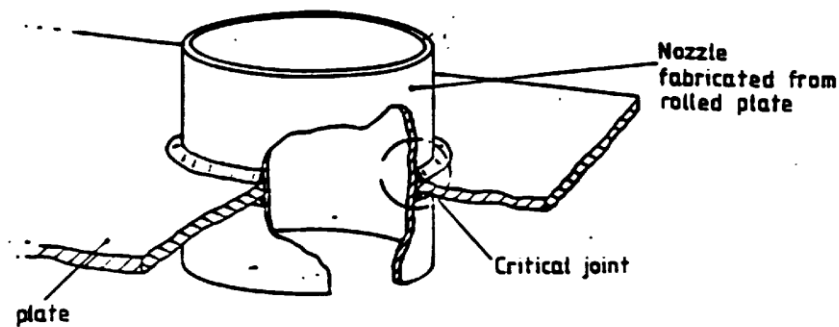


Z-richting is dikterichting van de plaat

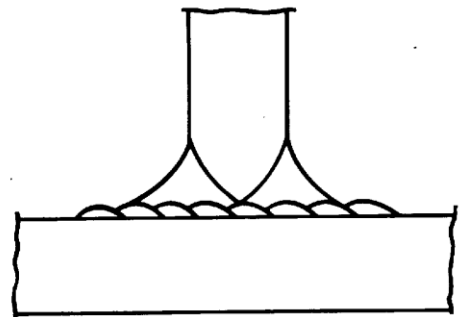
Lamellaire scheurvorming 2

Risico bij het lassen

Als gevolg van de **krimpspanningen** bij een **zware lasverbinding** van een plaat \perp op een doorlopende plaat (**T-verbinding**) kan het staal **scheuren** langs de uitgewalste platte **mangaansulfiden**.



B. Het opbutteren van het plaatoppervlak ter voorkoming van lamellar tearing.



1.17 Koudscheuren, 3 factoren zijn:

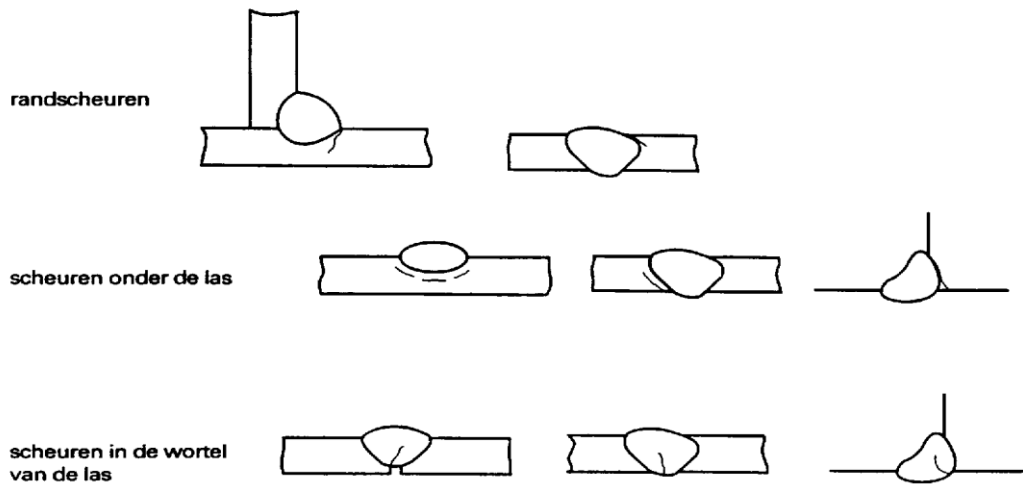
Koudscheuren

Samenwerkende invloedsfactoren

- trekspanningen
- een scheurgevoelige structuur
- aanwezigheid van waterstof

Scheuren ontstaan onder de 130°C tussen de 0 en 72 uur

Plaatsen van scheuren



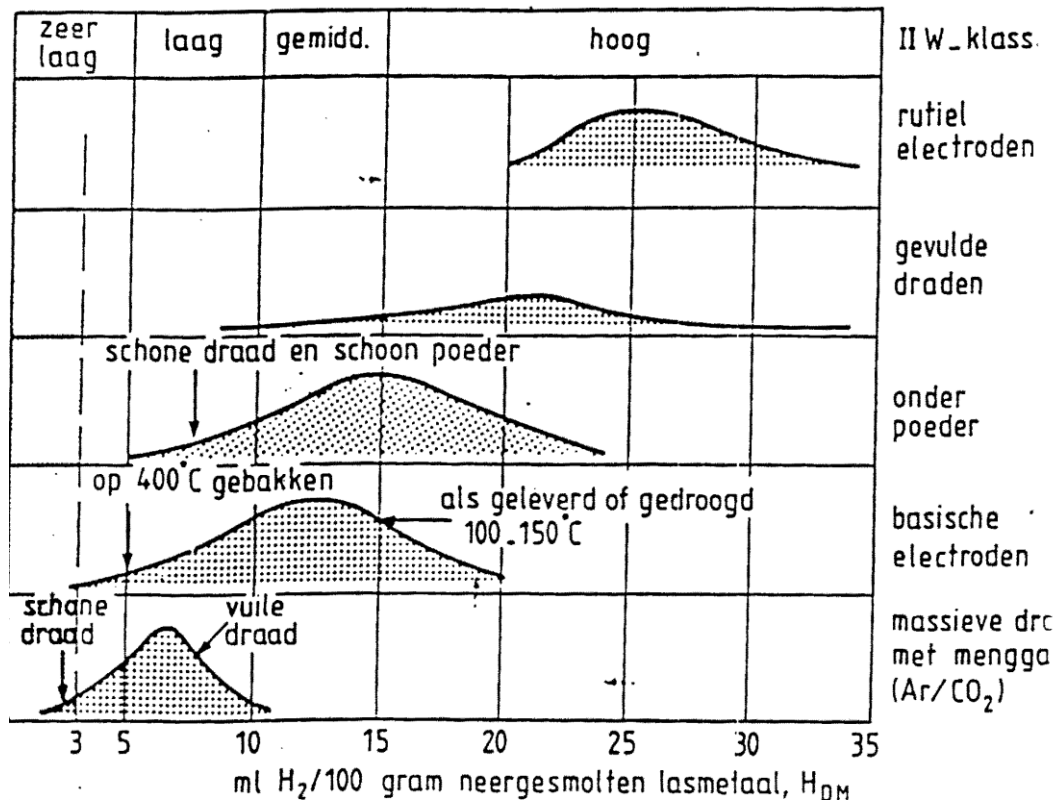
Oorzaak

Koudscheuren → Af + An + Ah., Aanwezigheid van H₂ in lasmetaal

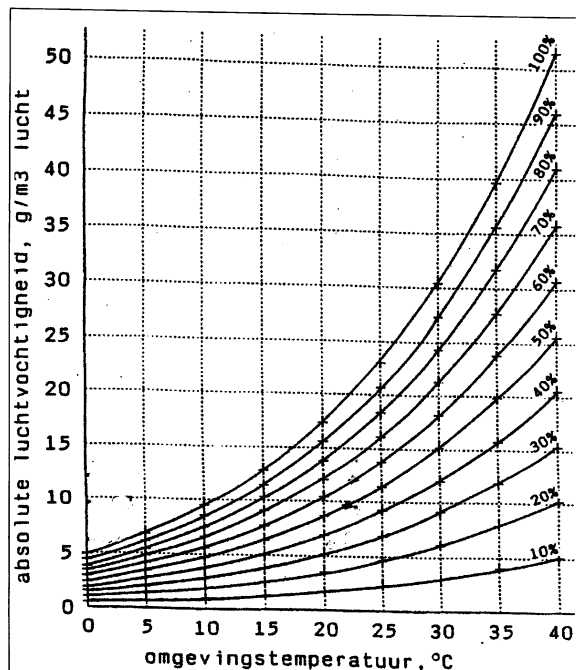
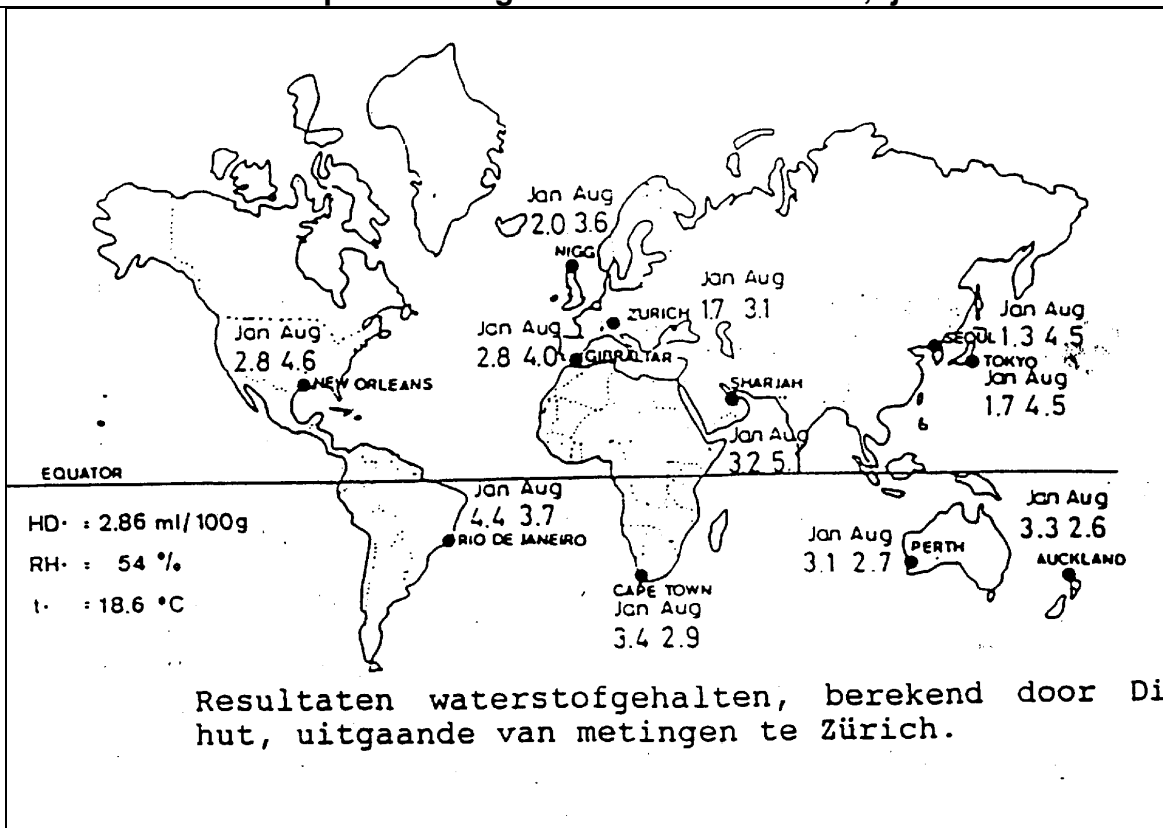
1.18 Factor : Waterstof /waterstofgehalte, bronnen?

Begrippen:		c. Aanwezigheid van waterstof Bronnen -(kristal) water en vocht in bekleding laspoeder 5 x V's: -Vocht in de lucht, (atmosfeer) -Vuil / vet / verroest / verf
Begrip	Toestand	
Vocht, water:	vloeistof, damp	
Kristalwater:	vast, chemisch gebonden water	
Waterstof :	gas, lost op in lasmetaal	
Vocht/kristalwater splitst in de lasboog tot WATERSTOF		

Waterstofgehalte lastoevoegmaterialen



1.19 Invloed klimaat op waterstofgehalte van lasmetaal ? , ja zeker .



Relatie tussen RLV (Relatieve Lucht Vochtigheid) en hoeveelheid vocht in de lucht

1.20 Opslag lastoevoegmaterialen (richtlijnen)

Opslag van lastoevoegmaterialen (bektele elektroden/ laspoeder/ massieve/ gevulde draden) volgens 3 lasfirma's. Als bronnen zijn de folders van lasfirma's gebruikt.(2004)

Lastoevoegmateriaal	Lincoln Electric	Esab	Thyssen
Elektroden, verpakt Alle typen	Opslag 1)	Opslag 1)	Opslag 1) First in, first out
Kartonnen doos	17-27°C RLV max. 60% 27-37°C RLV max, 50%	5-15°C RLV max 60% 15-25°C RLV max, 50% > 25°C RLV max, 40%	18-25°C RLV max.60% 22-35°C RLV max. 50%
Vacuüm pack	Geen, Sahara ready pack	Geen, vac pack	
Elektroden, los			
Type Rutiel	Droogkast 10-20 °C boven de omgevingstemperatuur		
Type Basisch	Droogkast 120-180 °C, max. 1 jaar Droogkoker 120-125 °C, max. 10h	Droogkast 120-150 °C, < 24h Droogkoker min. 70 °C, < 8h	
Laspoeder, verpakt			
Papieren zakken met/of alleen plastic zakken	15-35°C RLV max. 70%	20 +/- 10°C, RLV max 60%	
Laspoeder, los		Droogoven 150°C +/- 25 °C	
Gevulde draad Spoel, verpakt		Gevulde/massieve draden Spoel verpakt	
In plastic zak of Vacuüm verpakking	17-27°C RLV max 60% 27-37°C RLV max. 50%	10-30°C RLV < 65%	18-25°C RLV max. 60% 25-35°C RLV max. 50%
Losse spoelen	Max. 72 uur onbeschermd	Verpakking/doos op temperatuur laten komen, vóór openen van verpakking	
<i>Aluminium draad</i>		<i>Verpakking/doos 24 uur opslaan in de te lassen ruimte, vóór het lassen</i>	
		<i>Lasruimte geconditioneerd 2) dauwpunt lasgas -57 ° C of lager</i>	
<p>1) RLV (Relatieve Lucht Vochtigheid) of ook wel in het engels RH (Relative Humidity) : Voorbeeld: bij 60% RLV /RH mag het verschil tussen luchttemperatuur en metaaltemperatuur (kouder) maximaal 5 graden zijn. Bij 6 graden en meer (kouder), <u>condenseert het vocht op de plaat/draad.</u></p> <p>2) Dauwpunt is de temperatuur, waarbij vocht in het gas aangetoond wordt. Des te lager de temperatuur, des te droger is het gas.</p>			

1.21 Software voor het voorspellen van lasbaarheid

A Software lassen voor berekenen van voorwarmtemperatuur, te verkrijgen bij CVNT / Hoge School Utrecht

Berekenen van de voorwarmtemperatuur volgens EN 1011 en AWS D.1.1

Welding Temperature Cycle - input data

Preheat temperature	To	°C	20
Peak temperature	Tm	°C	1300
Thermal conductivity	lambda	J/m²K	0,024
Specific heat	rho-c	J/m³K	0,008
Cooling time from T1 to T2	delta-t	s	10
Temperature T1		°C	800
Temperature T2		°C	500
2 or 3 dimensional			3
Plate thickness		mm	20
Time axis of graph		sec	100

Calculation of CE, CET or Pcm

CE (method A) CET (method B) Pcm (Jo and Beppo)

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{20}$$

The carbon equivalent CE for steels within the following range of composition:

C	0,05 - 0,32
Mn	0,5 - 1,9
Si	0,8 max
Cr	1,5 max

Composition of material

start

Methods for calculation of the preheating temperature

- A For mild steel and low alloy steel and low alloyed steels (calculation of CE)
- B For unalloyed and low alloyed (high strength) steels from group 1.4 CR ISO/TR 15688 (calculation of CET)
- C For heat resisting (creep resisting) steels and for low-temperature steels
- D Determining preheating temperature according to AWS D1.1 (calculation of Pcm)

OK

B Software lasprogramma "Proweld van Thyssen Krupp Stahl (freeware)"

Verkrijgbaar bij Bohler Thyssen te Haarlem

Berekenen van

- voorwarmtemperatuur en
- afkoeltijd,
- hoogste hardheid in WBZ