

Lasbaarheid van staal en corrosievaststaal

Voorbeelden van proefstukken en foto's met vragen.

Samengesteld door F. Schat EWE
2016 rev dec



Diffundeerbare waterstof uit lasmetaal (staal)

Overzicht voorbeelden van proefstukken/foto's met vragen dec 2016

1 Lasprocessen, snijden, gutsen		
2 Destructief onderzoek		
3 Kennis van risico's van scheuren / breuken bij toepassingen		
Statisch belasting Overbelasting	Te hoge belasting /korte hechten, te zwak	
Schokbelasting	Hoge hardheid vermijden, las/wbz	Machine staal etc
Wisselende belasting Vermoeiing	Dynamische belasting, Locaties: kerf, overgang dun-dik	
Vermoeiing, thermische	temperatuurverschillen Staal+RVS	RVS is er gevoelig voor
Brosse breuk	Slechte staalkwaliteit, Spanningstoestand bij kerf Begint vanaf kerf, scheurtje	Kerfslagproef/ OT CTOD proef Fitness for purpose
Kruip (warmvast staal)	Rekken bij >400 °C,	legeren Mo of Mo+Cr
4 Brosse breuk	Slechte staalkwaliteit, Spanningstoestand bij kerf Begint vanaf kerf, scheurtje	Kerfslagproef/ OT CTOD proef Fitness for purpose
5 Kennis van lasbaarheid, gevoeligheid voor scheurvorming		
Koudscheuren (staal) (corrosievaststaal: - martens. chroomstaal, - duplex)	3 aspecten: H2 /harde structuur/ spanningen Voorzorgsmaatregelen beoordelen 3x A: Analyse + Afkoeling + Aw , aanwezig H2	Staal type N Q Lasmetaal Q, M, Re > 690 Temper bead t.a.v. hardheid in HAZ
Warmscheuren (Ferro/ Non ferro)	P, S, dwarskrimp, laag smeltende fasen Cu /Zn in lasmetaal	
Reheat cracking	Kruipvaststaal in WBZ	
6 Verwerking van corrosievaststaal		
7 Kennis van materiaal problemen , uitleg		
7.1 Segregatie	P en S , ongekalmteerd staal	Midden plaatdikte
7.2 Dubbelingen	Zowel ongekalmteerd/gekalmteerd staal kopse kant van gewalste plaat	Midden plaatdikte Steekproef d.m.v. UT
7.3 Lamellair tearing Terrassen breuk	WBZ van T-verbindingen + krimpspanning + + Platte MnS insluitels, Z-richting	Lassen bufferlaag techniek keuze van Z-kwaliteit staal
7.4 Veroudering	Vrije C en N +koude vervorming +20 tot 300 °C	
8 Kennis van problemen bij toepassingen , uitleg		
Corrosie		
8.1 Reactie met omgeving	Ongewenste aantasting mogelijk bij -1 metaal - Combinatie 2 metalen	Natte corrosie
8.2 Spanningsreeks Normaalspanning	Onedel: anode t.o.v. edelste: kathode Fe Cu Zn Fe	Natte corrosie
8.3 Corrosie vormen	Put-/spleet-/galvanische-/IK-corrosie	
8.4 Corrosie voorkomen	Staal: Kathodische bescherming met Zn RVS: Spleten vermijden Oppvl. Schoon werken Schuren/ polijsten of Beitsen+ passiveren	
8.5 Erosie corrosie	Oxidehuid continu weg stralen/spoelen	
8.6 Spanningscorrosie	b.v. RVS met spanningen > 40°C + Cl ;	
9 Slijtage		
Indeling voor vormen van slijtage	<ul style="list-style-type: none"> • Abrasieve slijtage • Adhesieve slijtage • Erosieve slijtage <ul style="list-style-type: none"> - cavitatie erosie • Vermoeiingsslijtage • Corrosieve slijtage • Corrosievermoeiing • Fretting, schavielslijtage • Erosie corrosie 	•

Proefstukken/foto's met vragen

Overzicht

1 Lasprocessen, snijden, gutsen

- 1.1 Welke processen zijn dit ? a,b,c
- 1.2 Welke type defect, welk las proces is er gevoelig voor ? a,b,c,d
- 1.3 Welk hulpmiddel is hier toegepast ?
- 1.4 Lasproces 111.Noem de eigenschappen van het elektrode type en van het lasmetaal 1 en 2
- 1.6 Welke verbindingstechnieken worden hier toegepast: a.... b..... c.....
- 1.7 Oplassen van staal met RVS door middel van proces
- 1.8a/b Laserlassen, voorbeelden van rvs, staal
- 1.9 Titaan lasverbindingen, welke is acceptabel? a..... b..... c.....
- 1.10 AL op staal , welk lasproces?
- 1.11 Type lasverbinding?
- 1.12 Welk snijproces is toegepast bij a..... en bij b
- 1.13 Gutsen met koolstaaf , Wat is hierbij belangrijk?

2 Destructief onderzoek

- 2.1 Welke 2 methoden voor hardheidsmetingen zijn hier getoond.
- 2.2 Welke methoden a,b,c voor ,hardheidsmetingen worden hier getoond.
- 2.3 Trekproef, hoe wordt in de praktijk de rek gemeten en daarna uitgerekend .
- 2.4 Trekproef, langs- en dwarsrekstaaf. Verschil tussen de resultaten ?
- 2.5 Kerfslagproef, Welk type kerfslagstaaf wordt voor lasonderzoek toegepast?
- 2.6 Gebroken kerfslagstaven, beoordelen van 2 breukoppervlakken
- 2.7 Voorbeeld van a: zijbuigstaaf cladding., b: gebogen plaat, breuk door
- 2.8 Welke buigproef voor oplassing van RVS ?
- 2.9 Oppervlak van RVS trekstaaf, kenmerk ?
- 2.10 Z-richting ? Staal gevoelig voor
- 2.11 Verschil in mechanische eigenschappen tussen warmgewalst plaat en gesmeed materiaal, zo ja welke.
- 2.12 Wat voor type buigproef is dit ?
- 2.13 Koudbuigen, welke proef is dit?
- 2.14 Wat is een zwavelprint
- 2.15 Voorbeeld van rekristallisatie door koude vervorming van AL.

3 Kennis van risico's van scheuren / breuken bij toepassingen

Statisch belasting Overbelasting	Te hoge belasting /korte hechten, te zwak	
Schokbelasting	Hoge hardheid vermijden, las/wbz	Machine staal etc
Wisselende belasting Vermoeiing	Dynamische belasting, Locaties: kerf, overgang dun-dik	
Vermoeiing, thermische	temperatuurverschillen Staal+RVS	RVS is er gevoelig voor
Brosse breuk	Slechte staalkwaliteit, Spanningstoestand bij kerf Begint vanaf kerf, scheurtje	Kerfslagproef/ OT CTOD proef Fitness for purpose
Kruip (warmvast staal)	Rekken bij >400 °C,	legeren Mo of Mo+Cr

Statisch belasting

- 3.1 Foto van gebroken harpsluiting, breuk door ?

Wisselende belasting

- 3.2 Wat is ongunstig voor vermoeiing? 1,2,3,4
- 3.3 Vermoeiingsbreuk,geef de kenmerken van het oppervlak

4 Brosse breuk	Slechte staalkwaliteit, Spanningstoestand bij kerf Begint vanaf kerf, scheurtje	Kerfslagproef/ OT CTOD proef Fitness for purpose
-----------------------	---	--

- 4.1 Typen breuk ? Kenmerk ? Taai/bros

5 Kennis van lasbaarheid, gevoeligheid voor scheurvorming		
Koudscheuren (staal) (corrosievaststaal: - martens. chroomstaal, - duplex)	3 aspecten: H2 /harde structuur/ spanningen Voorzorgsmaatregelen beoordelen 3x A: Analyse + Afkoeling + Aw , aanwezig H2	Staal type N Q Lasmetaal Q, M, Re > 690 Temper bead t.a.v. hardheid in HAZ
Warmscheuren (Ferro/ Non ferro)	P, S, dwarskrimp, laag smeltende fasen Cu /Zn in lasmetaal	
Reheat cracking	Kruipvaststaal in WBZ	

Lasbaarheid staal

- 5.1 Koudscheur, locaties, welke factoren: 3x?
- 5.2 Voorbeeld van koudscheur in T-verbinding. Oorzaak ?
- 5.3 Bronnen voor waterstof zijn, belangrijke factor bij koudscheuren.
- 5.4 Waterstof diffusie bij kamertemperatuur vanaf 0 tot dagen.
- 5.5 Na uur is NDO toegestaan.
- 5.6a Aanleiding van diffusie?.
- 5.6b Ook bij RVS diffusie?
- 5.7 Visoog ontstaat door :.....Voorkomen door ?.
- 5.8 Soort onderzoek? Variabelen? Uitspraak ?
- 5.9 Gevolgen door arcstrike zijn ?
- 5.10a Invloed van klimaat op lasbaarheid ?
- 5.10b Is vacuümverpakking nuttig ?
- 5.11 Wanneer condenseert het vocht op de plaat/draad.
- 5.12 Dauwpunt is de temperatuur, waarbij ...
- 5.13 Lassen op niet lasbaar staal, Is lassen op een bout toegestaan ?
- 5.14 Wat voor soort defect is hier zichtbaar?
- 5.15 Vraag, heeft de afkoeltijd 800-500 °C een relatie met de lasparameters ?

Warmscheuren (staal)

- 5.16. Veroorzaakt zink liquid metal embrittlement in staal ?
- 5.17 Veroorzaakt koper liquid metal embrittlement in staal ? Bronnen van Cu kunnen zijn ?
- 5.18 Risico's bij verzinken van gebogen staal d.m.v. thermisch (dompel) verzinken,
 - 1 Oorzaak van schade aan bochtstuk ?
 - 2 Wat verstaat men onder "Lötrissigheid"
 - 3 Oorzaak van de dikkere zinklaag?

6 Verwerking van corrosievaststaal

Lasbaarheid corrosievaststaal

- 6.1 Welk beschermgas type is toegepast bij RVS las 6.1 en las 6.3. Oorzaak van de bolle las ?
- 6.2 MAG-lassen van RVS met Pulsboog. Voordeel is ?
- 6.3 MAG-lassen van RVS met Kortsluitboog. Nadeel is ?
- 6.4 TIG-lassen van RVS met een TIG-toorts, voorzien van een gaslens, wat is de functie van de gaslens?
- 6.5 Na het buigen blijkt, dat de bovenste las scheurt. Oorzaak is ?
- 6.6 Na het buigen blijkt, dat de las scheurt. Oorzaak is ?
- 6.7 Oorzaak breuk in WBZ staal?
- 6.8 Doorlassing RVS, wat is er fout gegaan?
- 6.9 Voorbeelden van macro's van RVS lassen (X-las en pijp-pijpplaat verbindingen)
- 6.10 Voorbeeld van Orbitaal lassen
- 6.11 Aanloopkleuren rvs las, voorbeeld van passiveren en polijsten
- 6.12 Macro RVS lasverbinding, welk lasprocessen zijn hier toegepast.
- 6.13 Wanneer wordt deze gasmeter toegepast.
- 6.14 Gebruik van speciale slijp- of schuur schijven wordt aanbevolen. Is dit juist ?
- 6.15 Magnetisme
 - o Deformatie van RVS, veroorzaakt dat het RVS licht magnetisch wordt ja/nee ?
 - o RVS lassen zijn heel licht magnetisch door het ferriet gehalte, klopt dat?
 - o Duplex RVS is heel sterk magnetisch, ja/nee?
- 6.16 Invloed elementen S en Zn bij RVS
 - o Invloed element S op inbranding bij RVS? Ja/nee
 - o Invloed van S atmosfeer op RVS toegepast op hoge temperatuur? Ja/nee
 - o Zink in contact met RVS, geeft dat problemen? Ja/nee
- 6.17 Voorbeeld van spanningscorrosie
- 6.18 RVS bout/moer, aanduidingen. Wat betekent A2 -70?
- 6.19 Trekproef van gegoten RVS: breuktype? / oppervlakte trekstaaf is kenmerk voor ?
- 6.20 RVS cladding op staal d.m.v het onderpoederdek lasproces met laspoeder en band (60x0,5 mm)

1 Lasprocessen, snijden, gutsen

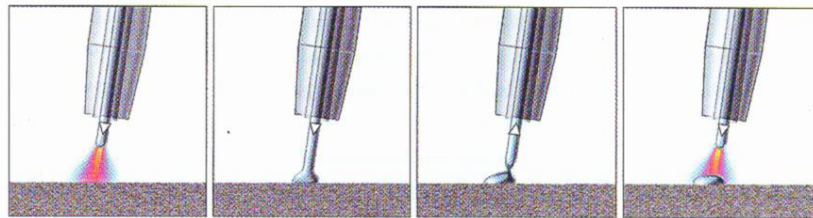
1.1 Welke processen zijn dit ? a,b,c

Nieuwe ontwikkelingen in de lastechniek:

a Boog-/ las-solderen

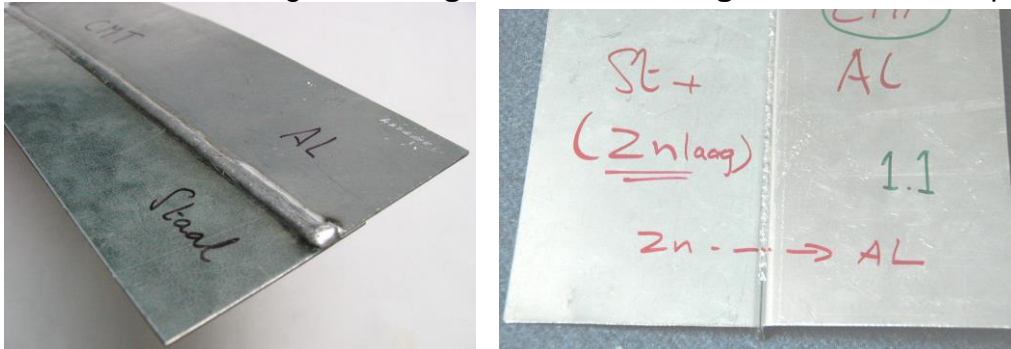


b CMT (MIG/MAG proces, cold metal transfer). Kan Al aan staal ? **Ja kan alleen via zink laag**

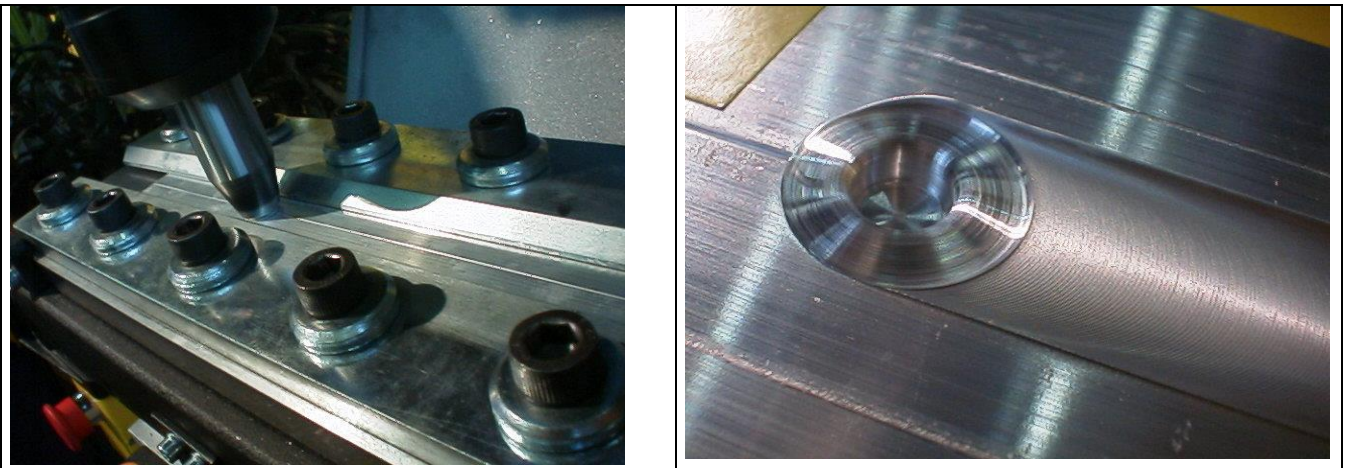


Figuur 4 - Schematische weergave van het terugtrekken van de draad om het materiaaltransport naar het lasbad te vergemakkelijken bij het CMT-proces.

AL met **Al** toevoegmateriaal **gelast aan zinklaag** van verzinkt staalplaat



c Nieuwe ontwikkelingen lastechniek: Wrijvingslassen/ "Friction stir welding", o.a.. toepassing bij aluminium



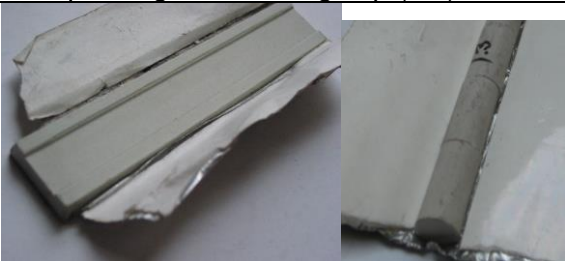



1.2 Welke type defect en welk lasproces is er gevoelig voor ?

Bindingsfouten, a,b,c, d



 <p>las a staal</p>	<p>Bindingsfouten Vooral bij het Mig/mag lasproces. Het is een gevolg van een foutieve lasuitvoering.</p>  <p>las b AL</p>
 <p>las c staal</p>	 <p>d buigproef staal, bindingsfout in grondlaag</p>

1.3 Welk hulpmiddel is hier toegepast ?

Toepassing van backingstrip (mb)

	<p>Doorlassing ondersteunen op</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Keramische backing strip, zie foto's</u> ○ Koperen strip ○ Laspoeder ○ Glasvezel lint
 <p>Keramische backing strip na lassen</p>	
 <p>laszijde van proefstuk</p>	 <p>tegen zijde met doorlassing</p>

Lasmetaalkunde:Invloed van het zuurstofgehalte**1.4 Lasproces 111. Noem de eigenschappen van het elektrode type en van het lasmetaal.**

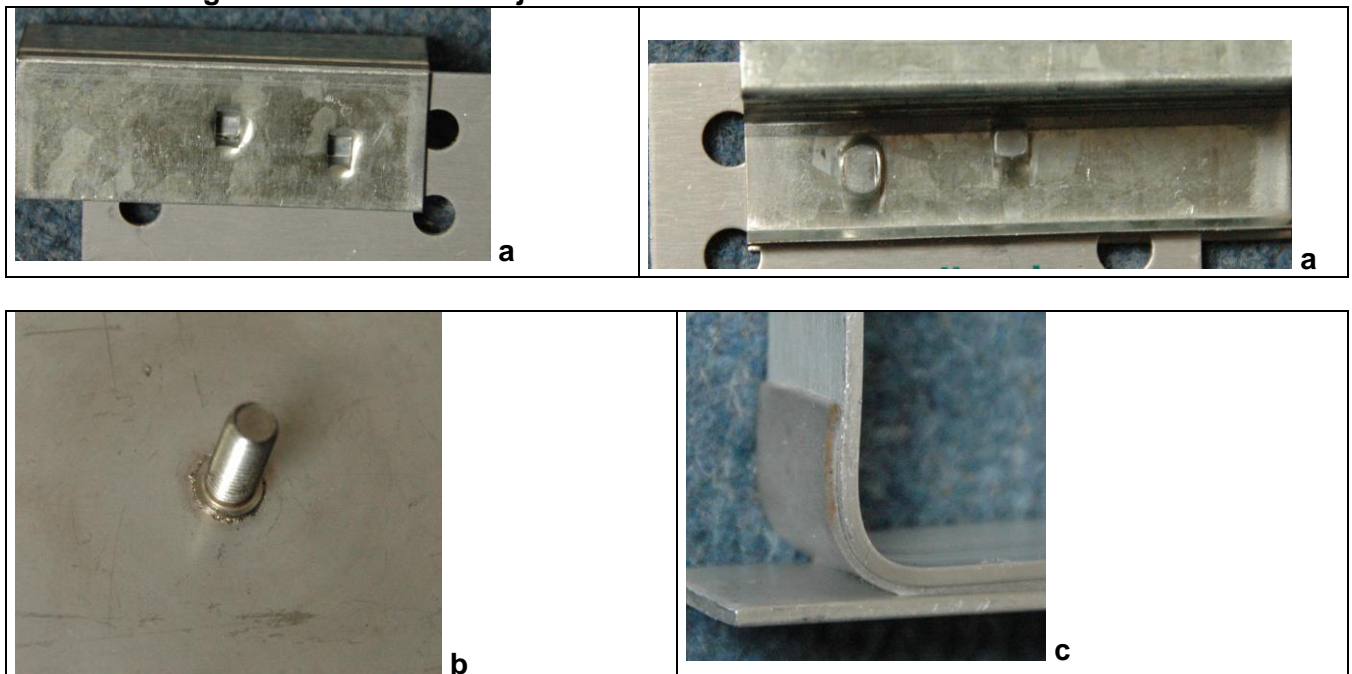
	1		2
<p>1 Hoeklas, PA, type elektrode R, A <u>R- rutiel of A- zure beklede electrode</u> uiterlijk vlakke las</p>		<p>2 Hoeklas, PA, type elektrode B <u>B basische beklede elektrode</u> uiterlijk bolle las</p>	

Laag zuurstof gehalte, weinig oxide insluitsels, hoge taatheid, bolle las, zie het ook het effect bij het lassen met basische beklede elektrode type, n.l. hierbij behoort ook een laag H₂-gehalte!

Hoog zuurstof gehalte, veel oxide insluitsels, lagere taatheid, vlakkere las, zie het ook het effect bij het lassen met rutiel of zure beklede elektroden typen, n.l. hierbij behoort ook een hoog H₂-gehalte !.

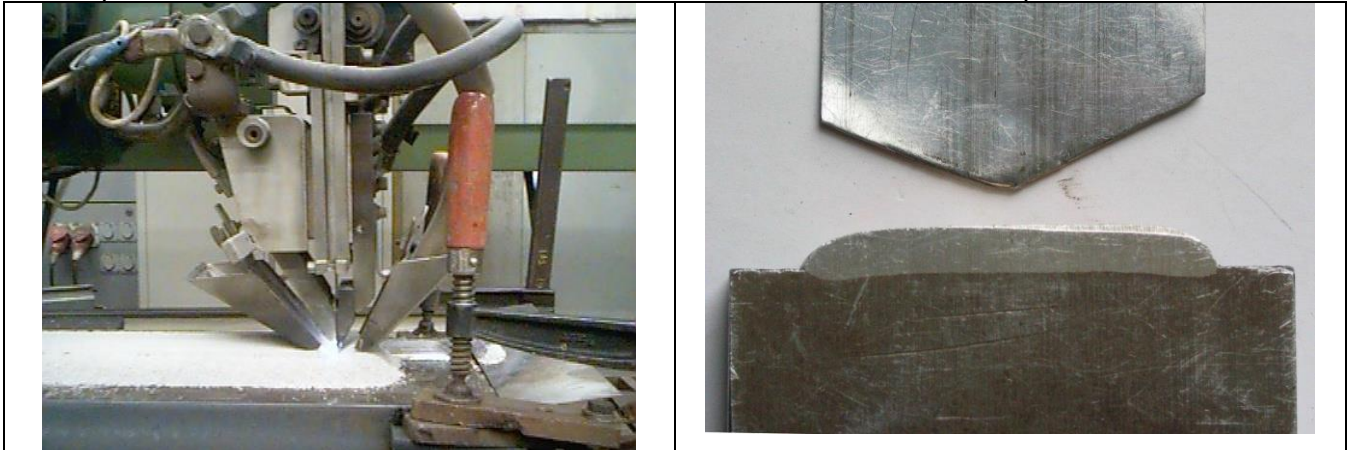
1.6 Welke verbindingstechnieken worden hier toegepast:

a drukvoegen b stiflasssen c lijmen



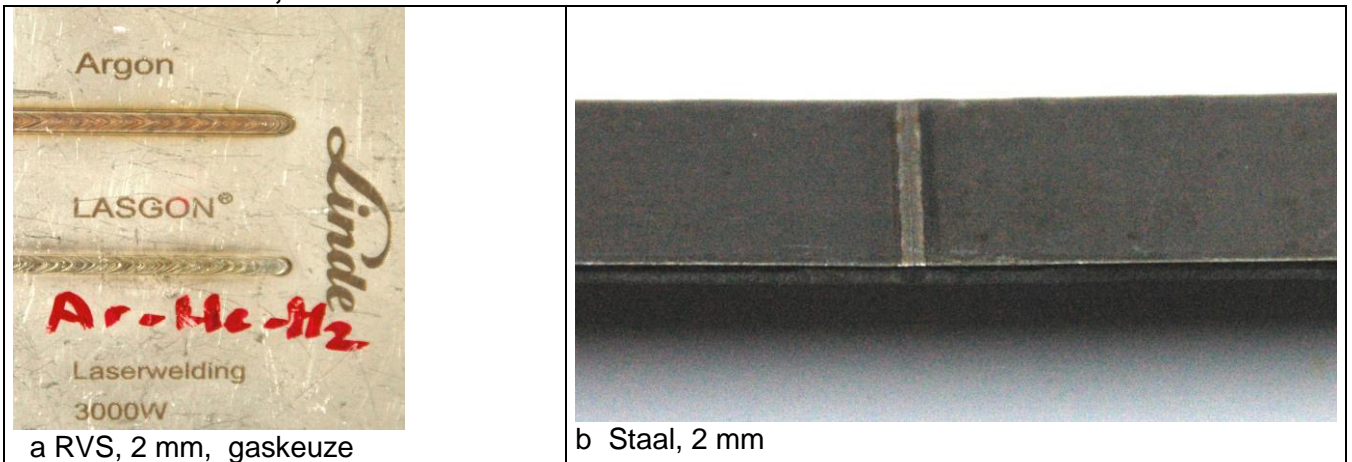
1.7 Oplassen van staal met RVS door middel van proces

Oplassen van staal met RVS of monel of inconel door middel van bandoplassen



Oplassen van staal door een variant van het Onder Poederdek lasproces:
OP bandoplassen of OP Electroslak bandoplassen met RVS strip 60 (100) x 0,5 mm

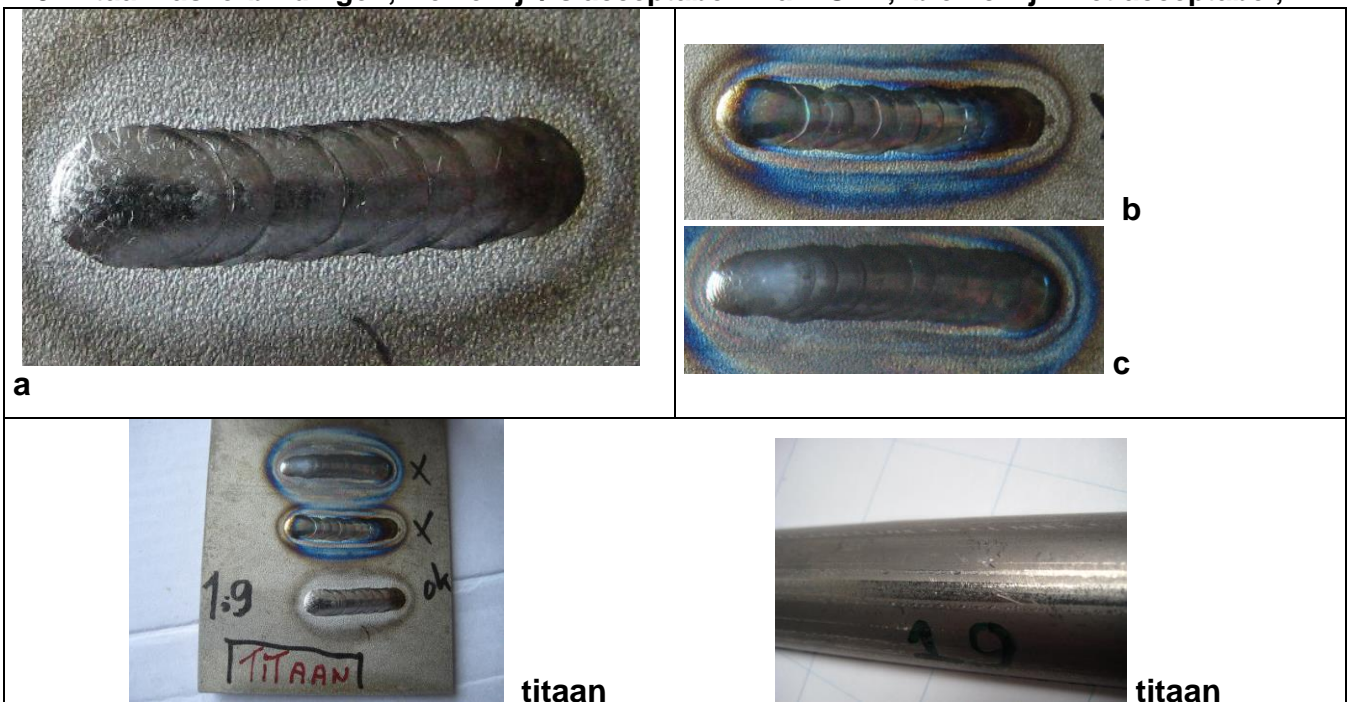
1.8a/b Laserlassen, voorbeelden van RVS en staal



a RVS, 2 mm, gaskeuze

b Staal, 2 mm

1.9 Titaan lasverbindingen, welke zijn/is acceptabel? a = OK ; b en c zijn niet acceptabel;



a

b

c

titaan

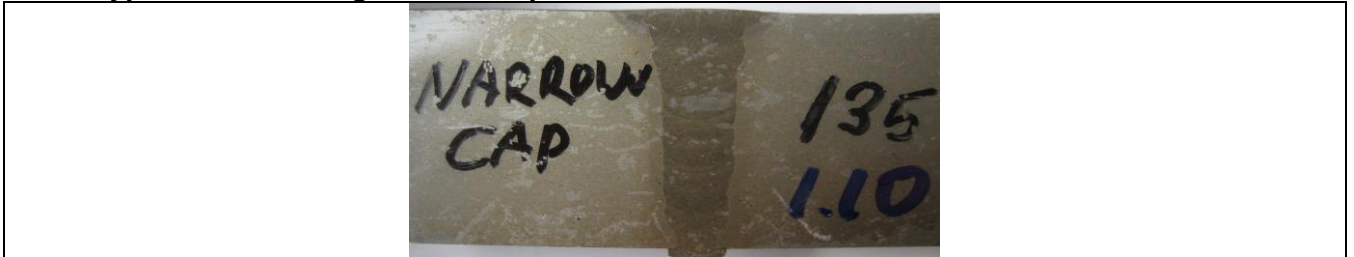
titaan

1.10 AL op staal (lasproces?)



Al op staal verbonden d.m.v.
explosie lassen

1.11 Type lasverbinding: Narrow cap lassen



1.12 Welk snijproces is toegepast bij a = waterstraal snijden en bij b= plasmasnijden



a









b



b

1.12 Voorbeelden van snijden

1		<p>Laser</p>
2	  <p>detail</p>	<p>Laser naadvorm is haaks !</p>
3	  <p>detail</p>	<p>Plasma naadvorm is hol/bol</p>
4		<p>Waterstraal</p>

1.13 Gutsen met koolstaaf en perslucht

Wat is belangrijk?

Het doel van het gutsen is hoofdzakelijk het verwijderen van grondlagen (voordat met het lassen aan de keerzijde wordt begonnen) en het verwijderen van lasfouten. Bij het elektrisch gutsen wordt een boog getrokken tussen een koolstaaf en het werkstuk.

Een luchtstraal onder de koolstaaf blaast het gevormde smeltbad weg.





Van belang is dat het proces

- eerst gestart wordt met de luchtstraal en
- dan de elektrische boog ontstoken wordt.

Zonder lucht gutsen:

- opname van koolstof met als gevolg lokaal gietijzer met **scheuren** in het staaloppervlak

Gutsen met koolstaaf en perslucht	
	
<p>Fout , zonder luchtstraal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opkoling • Scheuren • Niet lasbaar 	<p>Goed met luchtstraal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gegutste naad met slak • Slak verwijderen naad schoonslijpen • Goed lasbaar

Mogen restanten gutsslak in de naad opgenomen worden in het lasmetaal?

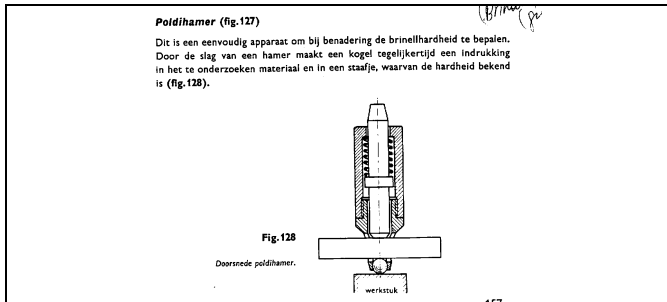
Antwoord: nee, te hoog C% in lasmetaal, gevolg hoge hardheid. kans op scheurvorming

2. Destructief onderzoek
Lasonderzoek

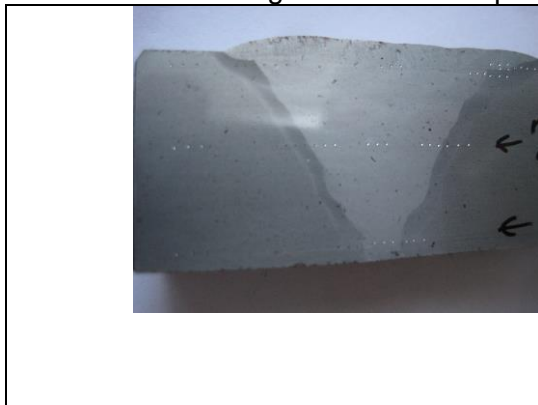
2.1 Welke 2 methoden voor hardheidsmetingen zijn hier getoond.

2.1 a Poldihamer

2.1 b Equotip, alleen op foto



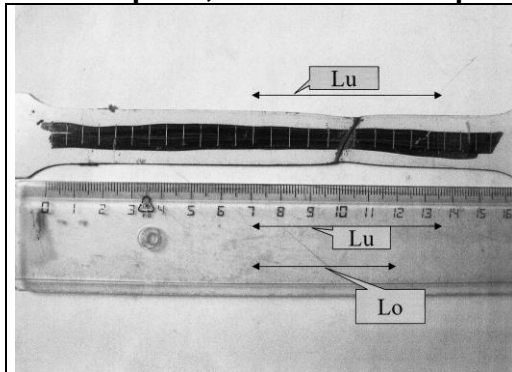
2.2 Hardheidsmetingen Vickers HV op macro, dwarsdoorsnede



- o dwarsdoorsnede van las na schuren, polijsten en etsen
- o ligging van de laslagen, beoordelen op defecten,
- o uitvoeren van hardheidsmetingen Hardheid HV volgens Vickers



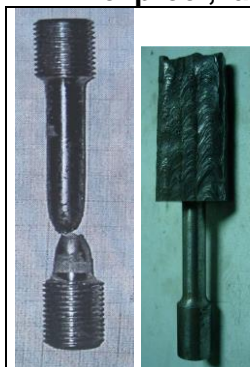
2.3 Trekproef, hoe wordt in de praktijk de rek gemeten en daarna uitgerekend?



Bepalen van rek
 Strip aftekenen met lijnen op afstand van 10 mm
 Lengte $L_0 = 5x$ zone van 10 mm
 Meten van verlenging L_u , $5x$ zone na verlenging

$$\text{Rek} = \frac{(L_u - L_0)}{L_0} \times 100\%$$

2.4 Trekproef, langs- en dwars trekstaaf. Verschil tussen de resultaten ?



Trekproef, langs- /vollastrekstaaf


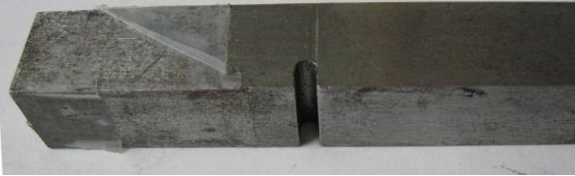


staal rvs duplex Al
Trekproef, dwars trekstaaf

Rechts
 Trekproef dwars trekstaven
 Onderzoek van lasverbinding
 Geen:
 Re rekgrens / A rek
 Wel: locatie breuk

Links
 Trekproef vollaststaaf
 Onderzoek van zuiver lasmetaal
 voor R_m , R_e , A, Z

2.5 Kerfslagproef, welke typen zijn er? Welk type wordt voor lasonderzoek toegepast

	
<p>Kerfslag staaf type Charpy-V <i>Toegepast bij lasonderzoek</i></p>	<p>Kerfslag staaf met U-groef toegepast bij gietijzer</p>

2.6 Gebroken kerfslagstaven (alleen de foto's), beoordelen van 2 breukoppervlakken

	<p>Breukoppervlak</p> <p>Bovenste staaf Brosse breuk Geen laterale expansie (= zijdelingse verdikking/verlenging)</p> <p><u>Onderste staaf</u> Taaie breuk Zichtbaar zijn de z.g. "shearlips" Veel laterale expansie</p>
---	--

2.7 a: Zij buigstaaf / buigen

	<p>b: Breuk door ?</p> <p>b Gebogen plaat Hoge rekgrensstaal Re= 960 d=4 mm plaatdikte</p> <p>Rek in opp. is: $(d/(d+D)) \times 100\%$ Door buigen wordt meer rek gevraagd, dan dat het materiaal kan leveren.</p> <p>Dus grotere buigradius nemen</p>
--	---

2.8 Welke buigproef voor oplassing van RVS ?

	<p>Buigproef van oplassing</p> <p>Zijbuigproef</p>
---	---

2.9 Oppervlak van RVS trekstaaf, kenmerk ?

	<p>RVS Trekstaaf van RVS Na de trekproef is op het vervormde / gerekte roestvaststaal een ruw oppervlak waarneembaar.</p> <p>Dit is de z.g. sinaasappelhuid, die karakteristiek is voor alle austenitische materialen en zichtbaar wordt na vervorming.</p> <p>Het RVS heeft een micro structuur met een <u>zeer grove korrel</u>. Vooraf merkbaar bij het US onderzoek</p>
---	---

2.10 Z-richting ? Staal gevoelig voor Lamellar tearing / terrassen breuk

	<p>Trekproef in de Z-richting (dikterichting)</p> <p>Geen insnoering, Z waarde laag, 0% Gevoelig voor Lamellar tearing/ <u>Terrasvormige breuk</u></p> <p>Hoge insnoering, Z waarde hoog, 15-20% Niet gevoelig voor lamellair tearing Taaie breuk, staaf is ingesnoerd</p>
--	---

2.11 Verschil in mechanische eigenschappen tussen warmgewalste plaat en gesmeed materiaal. zo ja welke.

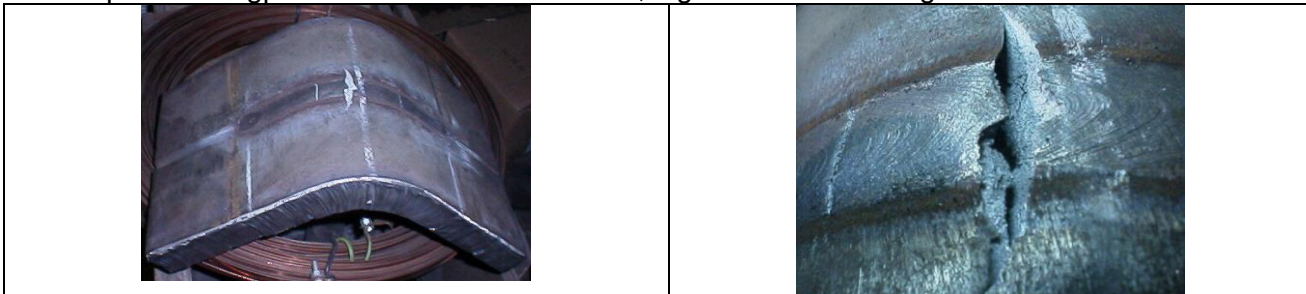
Opmerking t.a.v. textuur:

Textuur, vezelrichting van materiaal

- Warmgewalst plaat
Verschil in mechanische eigenschappen walsrichting / dwars op de walsrichting en dikte (Z)
- Gesmeed materiaal
Geen verschil in mechanische eigenschappen, alzijdig gelijke mechanische eigenschappen

2.12 Wat voor type buigproef is dit ? (alleen op foto)

Speciale buigproef i.v.m. lasbaarheid staal, z.g. Aufschweissbiegeversuch



Aufschweissbiegeversuch volgens het Duitse SEP blatt 1390,

Onderzoek alleen nodig voor constructie staal vanaf 30 mm.

Plaat met oppervlaktegroef

Groef vollassen (proces 111, B), las scheurt bij de buigproef en wordt gebruikt als crackstarter om het materiaal te onderzoeken op scheurstoppend vermogen.

Rek buitenste vezel buigproef:= $\frac{\text{dikte}}{\text{dikte} + \text{dikte buigdoorn}}$ in procenten.

De buigproef vraagt een hogere rek%, dan dat het lasmetaal kan leveren, vandaar de crackstarter.

2.13 Koudbuigen. Welke proef is dit?

Zakdoekproef, speciale proef voor onderzoek van koude vervormingsmogelijkheden



Betreft staaltype M



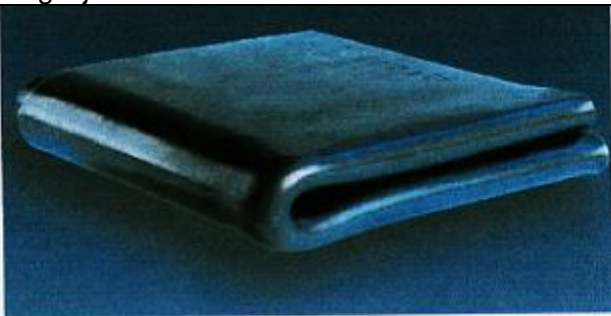
Betreft staaltype M

Zakdoekproef

Onderzoek van vervormingsmogelijkheden van materialen d.m.v. **zakdoek** vouwen .

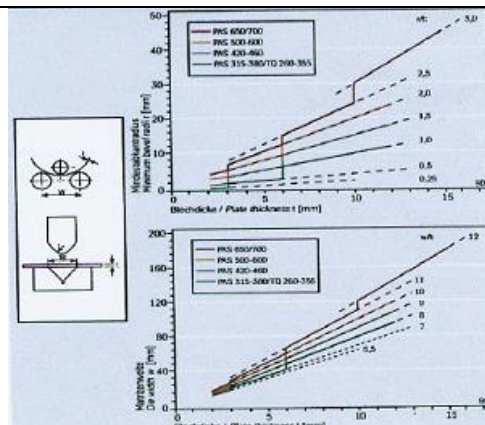
Voorbeeld van gevouwen type M staalplaat 5 mm dikte, betreft uitgezaagd deel afkomstig van de gevouwen hoekpunt.

Mogelijkheden:



12. Empfohlene Abkantroden in Anlehnung an DIN EN 10 149 und Matrizenweiten
Recommended bevel radii according to DIN EN 10 149 and die widths

Betreft staaltype M



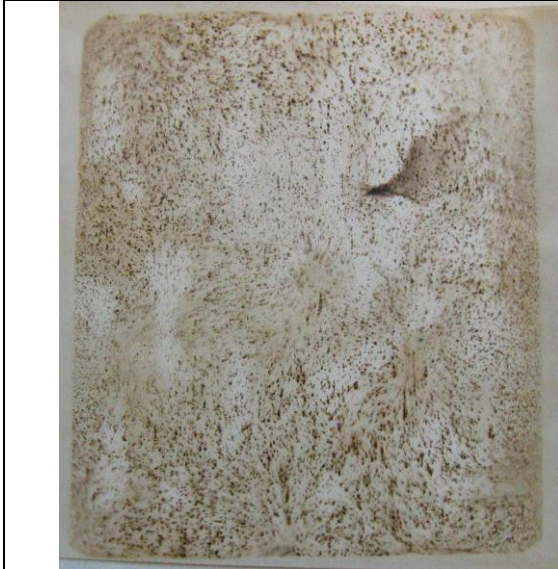
2.14 Wat is een zwavelprint (alleen ter informatie)

Zwavelprint volgens methode van Baumann

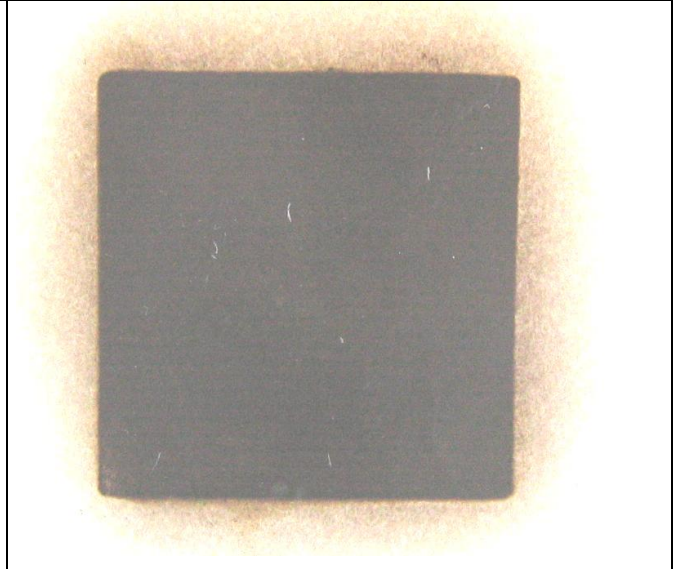
Aantonen van zwavel insluitsels in staal

- Gepolijst metaaloppervlak
bedekken met
- Vel fotografisch afdrupapier (zilverzout in emulsie)
gedrenkt in een 5% oplossing van zwavelzuur
na 2- 10 minuten fotopapier verwijderen
- Plaatsen met sulfiden → reactie, ontwijkt **H₂S**
- **H₂S** reageert met het zilverzout uit de fotografische emulsie
→ een zwarte neerslag van zilversulfide op het fotopapier

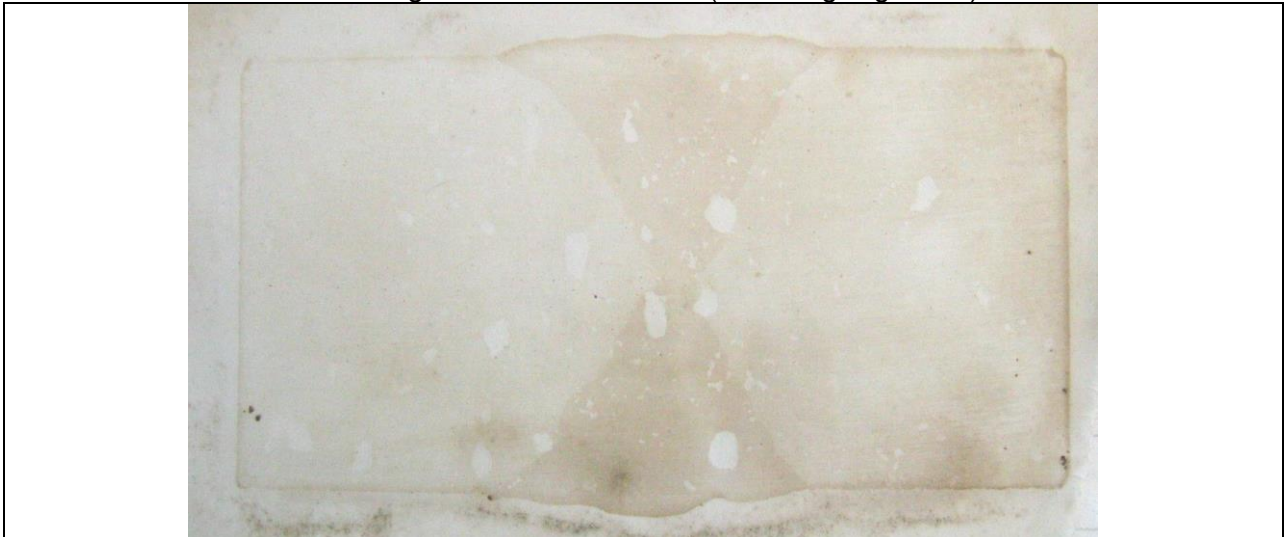
S235/St 37 (laag S gehalte)



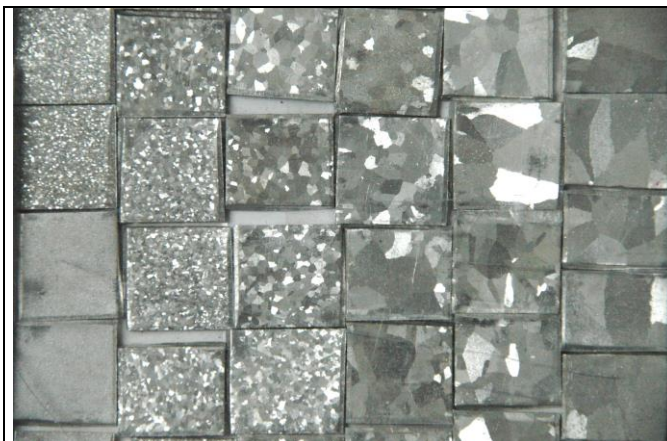
Automatenstaal (hoog S gehalte)



Hoge sterkte staal S690 (zeer laag S gehalte)



2.15 Voorbeeld van rekristallisatie na koud vervormen van AL



Rekristallisatie van aluminium
fijn → grof of fijn

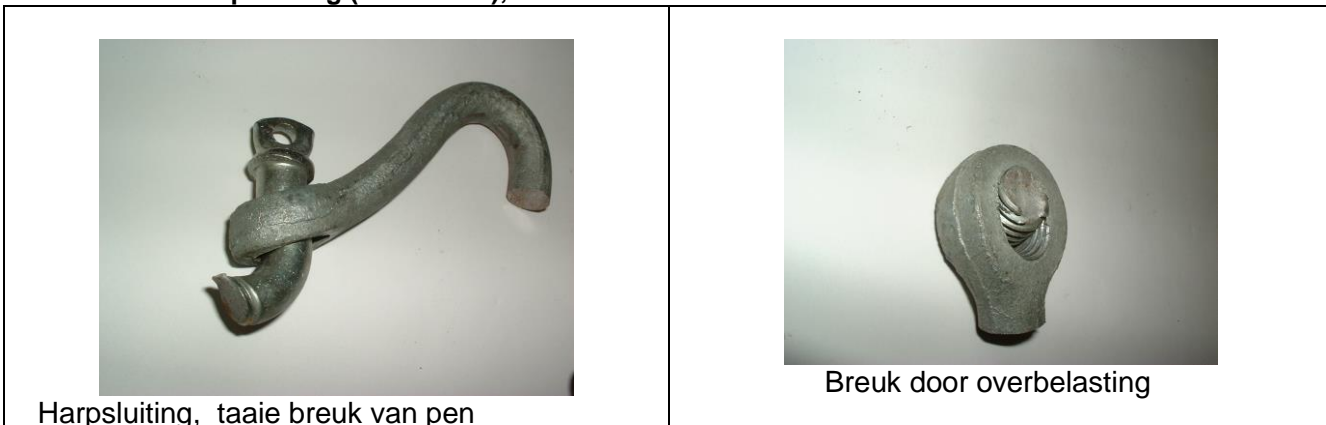
Afhankelijk van:

deformatiegraad
en
gloeitemperatuur

3 Kennis van risico's van scheuren / breuken bij toepassingen		
Statisch belasting Overbelasting	Te hoge belasting /korte hechten, te zwak	
Schokbelasting	Hoge hardheid vermijden, las/wbz	Machine staal etc
Wisselende belasting Vermoeiing	Dynamische belasting, Locaties: kerf, overgang dun-dik	
Vermoeiing, thermische	temperatuurverschillen Staal+RVS	RVS is er gevoelig voor
Brosse breuk	Slechte staalkwaliteit, Spanningstoestand bij kerf Begint vanaf kerf, scheurtje	Kerfslagproef/ OT CTOD proef Fitness for purpose
Kruip (warmvast staal)	Rekken bij >400 °C,	legeren Mo of Mo+Cr

Statisch belasting

3.1 Gebroken harpsluiting (alleen foto), breuk door ?



Wisselende belasting

3.2 Wat is ongunstig voor vermoeiing:

Dit zijn:

1. Kerven
2. Bolle las
3. randinkarteling
4. slijpgroeven langs/dwars

Kerven verhogen de gevoeligheid voor vermoeiingsbreuk.

Bij een kerf worden de (belasting)spanningen geconcentreerd.

Kerflocaties:

- Scherpe overgang las-basismateriaal (bolle las, randinkarteling)
- Overgang in constructie van star → elastisch
- Slijpgroeven, slijpgroeven uitvoeren // met de richting van vermoeiingsbelasting!

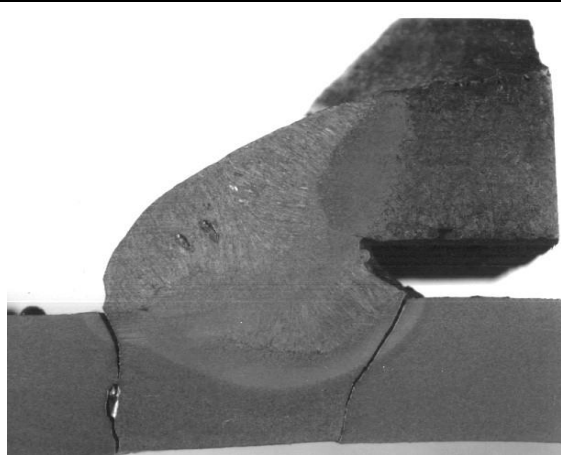
Kerf bij lasverbindingen

Kerf → inleiding voor een (brosse) breuk

→ inleiding voor vermoeiingsbreuk

Vermoeiing wordt ook wel metaalmoeheid genoemd, (begrip bij vliegtuigen)

3.2 Vermoeingsbreuken a en b , foto's van voorbeelden



Overgang las-plaat is kerfgevoelig, initiatie voor vermoeiingsscheur.



3.2a



3.2b

Overgang las-plaat is kerf gevoelig, initiatie voor een vermoeiingsscheur.



3.2c Vermoeiingsbreuk naast hecht las.
De breuk initieert vanaf deze las.

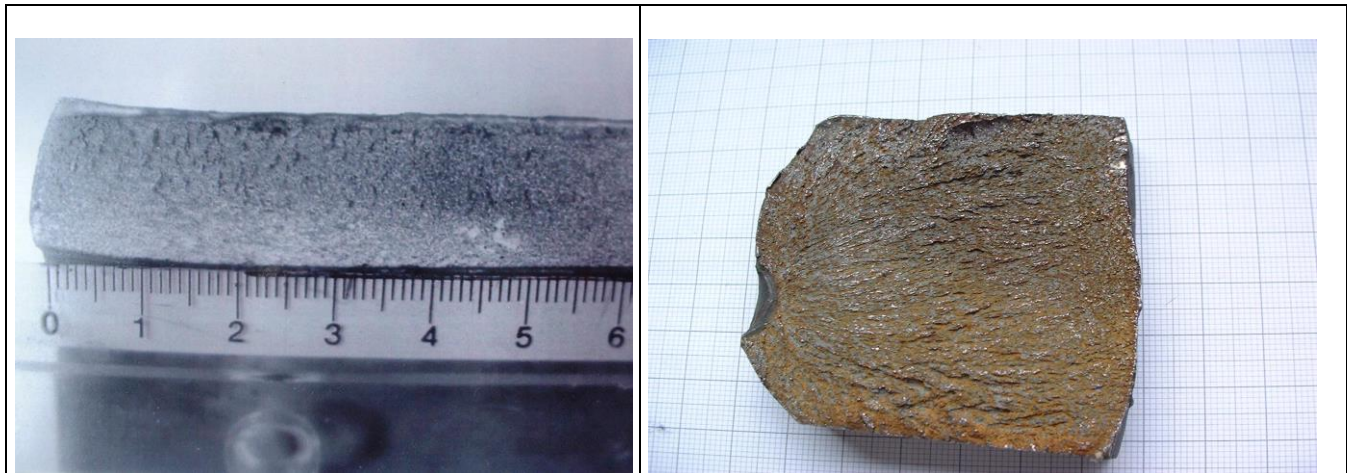
3.3 Vermoeiingsbreuk, geef de kenmerken. (proefstuk niet aanwezig)



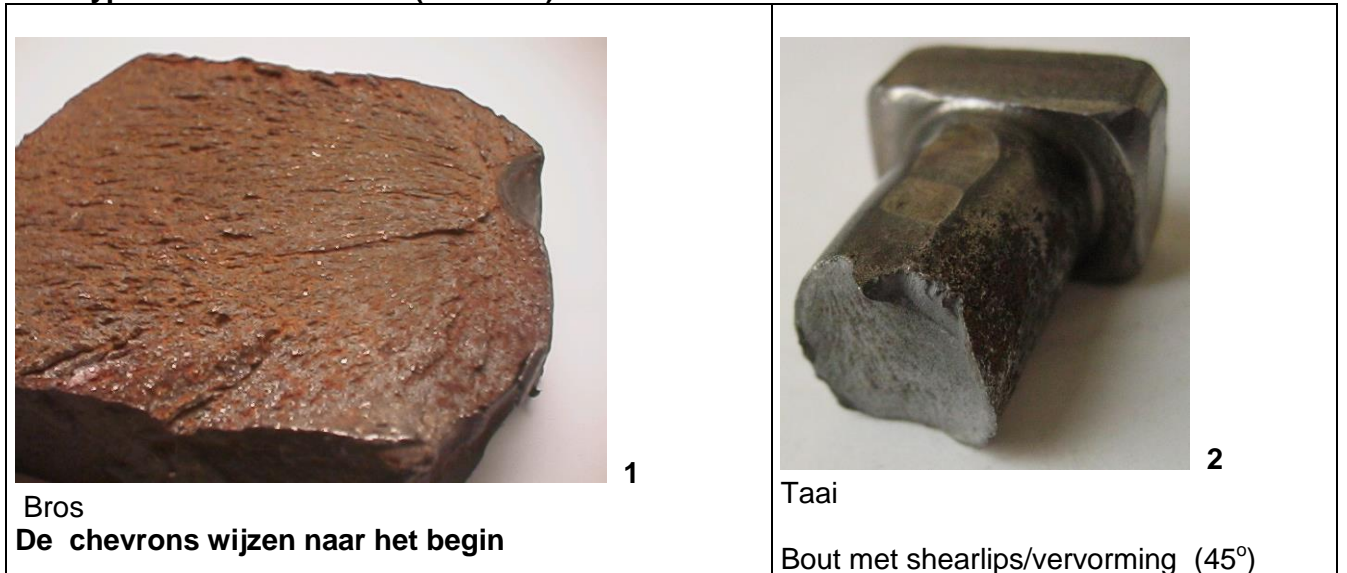
Vermoeiingsbreuk in bout , breuk vanaf onderzijde
De scheurgroeilijnen worden "beach mark/striations" genoemd.
Rest breuk bovenzijde

4 Breuken
Definitie:
Brosse breuk, breuk zonder vervorming
Taaie breuk, breuk met vervorming

Voorbeelden:
 Brosse breuk



4.1 Type breuk ? Kenmerk (taai/bros) van 1- 2- 3a/3b ?



1
 Bros
 De chevrons wijzen naar het begin

2
 Taai
 Bout met shearlips/vervorming (45°)





3a/3b
 Gebroken kerfslagstaven,
 3a boven **Bros, geen vervorming**
 3b onder **Taaie, vervorming**

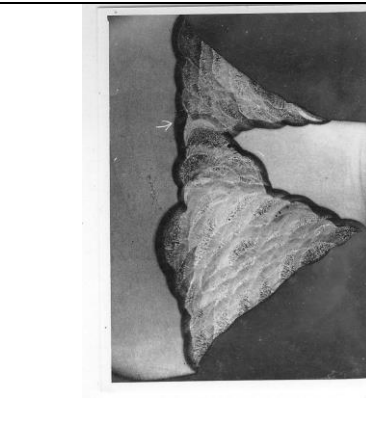

5 Kennis van lasbaarheid, gevoeligheid voor scheurvorming		
Koudscheuren (staal) (corrosievaststaal: - martens. chroomstaal, - duplex)	3 aspecten: H2 /harde structuur/ spanningen Voorzorgsmaatregelen beoordelen 3x A: Analyse + Afkoeling + Aw , aanwezig H2	Staal type N Q Lasmetaal Q, M, Re > 690 Temper bead t.a.v. hardheid in HAZ
Warmscheuren (Ferro/ Non ferro)	P, S, dwarskrimp, laag smeltende fasen Cu /Zn in lasmetaal	
Reheat cracking	Kruipvaststaal in WBZ	

Locatie koudscheur

5.1 Koudscheur ,locaties, factoren: welke 3 factoren?

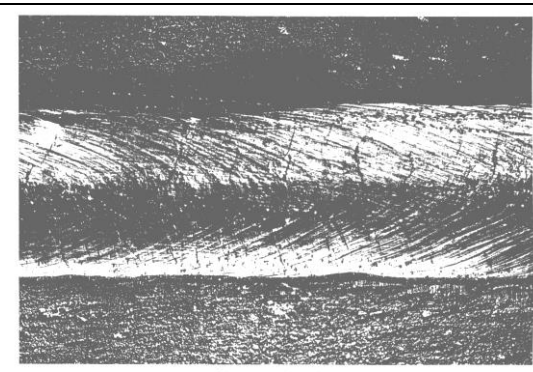

 2x 5.1 in WBZ	<ul style="list-style-type: none"> Meestal als langsscheuren <p>Koudscheur in WBZ naast de las</p> <p>Factoren</p> <ul style="list-style-type: none"> H₂ Harde brosse structuur Spanningen
 5.1 in lasmetaal	<p>maar ook als</p> <ul style="list-style-type: none"> Dwarsscheur in de las <p>Kenmerk bij HOGE STERKTE STAAL HOGE REKRENS STAAL <u>Type Q stalen</u></p>

5.2 Voorbeeld van koudscheur in T-verbinding S355N. Oorzaak ?

 Fe 510 V = 1,2 x	 V = 6x Koudscheur in de WBZ V = 50x Oorzaak: niet voorgewarmd
--	---

Locatie koudscheuren (alleen foto's)

- Als dwarsscheuren in lasmetaal/WBZ bij de hoge sterkte materialen Re >690 MPa

 Dwarsscheuren in de las	 Hoeklas is gedeeltelijk weggeslepen, de dwarsscheurtjes zijn nog zichtbaar in het basismateriaal.
--	---

5.3 Bronnen voor waterstof ?

Bronnen van waterstof, belangrijke factor bij *koudscheuren*

- o Lastoevoegmateriaal
- o Omgeving las: contact met 5 V's: Vocht Vet Verroest Verf Vuil
- o Luchtvochtigheid/ condensvorming, 5% verschil RLV → condensvorming → vocht opname
- o Opslag lastoevoegmaterialen, let op opname van vocht
- o Type basisch beklede elektrode, zeer laag H₂, is vochtgevoelig, (relatie zuurstof- /H₂-gehalte) Vergelijk
- o Type rutiel beklede elektrode, hoog H₂, minder vochtgevoelig, (relatie zuurstof- /H₂-gehalte).

Bronnen van waterstof bij *waterstofbrosheid/spanningscorrosie*

- o Beitsen, waterstof opname
- o Corrosie, waterstof opname
- o Elektrochemisch aanbrengen van metaallaag, waterstof opname

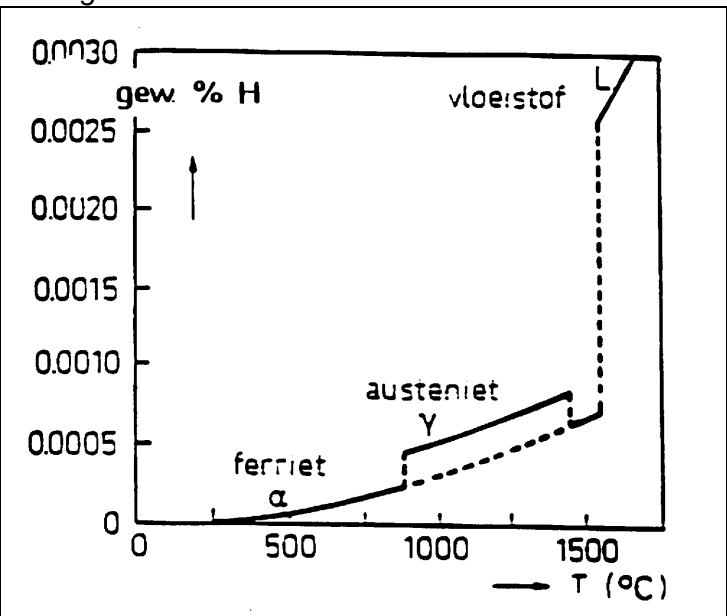
5.4 Diffusie bij kamertemperatuur vanaf 0 tot 3 da gen (ca 90-95%).

Waterstof diffundeert uit lasmetaal (staal) na afkoeling

De diffusie wordt zichtbaar gemaakt in een bakje met glycerine of dunne olie.



Waterstof diffundeert uit lasmetaal (staal)
Diffusie vanaf 0 tot 3 dagen (ca 90-95%)
Na 48-72 uur is NDO toegestaan



5.5 Na 48 uur is NDO toegestaan.

5.6 a Aanleiding van diffusie ????

Verminderde oplosbaarheid in staal

5.6 b Waterstof blijft **wel** oplosbaar in austenitisch RVS

5.7 Visoog ontstaat door :.....; Oplossing ?.....

Break in vallasstaaf met visoog



Breek vallasstaaf met visoog

Visoog ontstaat tijdens de trekproef t.g.v. waterstofdiffusie naar een locatie met insluitsels. Staaf breekt zonder enige rek.

Oorzaak



Hoog waterstofgehalte in lasmetaal en te snelle beproeving na lassen.

Oplossing

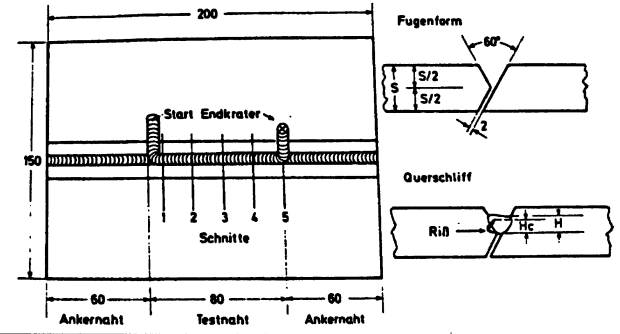

Lasproefplaat na lassen waterstofarm gloeien (2 uur op 200 °C).

Komt **ook** voor bij *smeedstukken*, als vlokken, gegloeid in een waterstofrijk ovenatmosfeer, om oxidatie te voorkomen.

5.8 Soort koudscheur onderzoek ?

 <p style="text-align: center;">las-naad met ankerlassen</p>	<p>Soort onderzoek ? Variabelen: ?; Uitspraak: ?</p> <p>Doorsnede</p> 
--	--

Koudscheurproeven (o.a. Tekkenproef)

	 <p style="text-align: center;">Koudscheur vanaf WBZ naar de las</p>
---	---

Proefplaat met krimpverhinderend, onderzoek bij welke voorwarmtemperatuur er geen koudscheuren ontstaan.

3 Variabelen: materiaaltype, dikte en voorwarmtemperatuur

Uitspraak: Scheurvrij is afhankelijk van hoogte van voorwarmtemperatuur en van elektrode keuze.

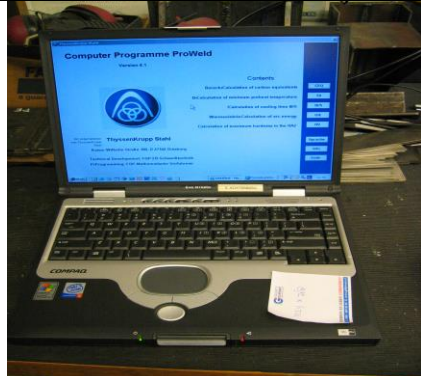
Andere aspecten lasbaarheid

Schijnindicaties

- Harde structuren in de WBZ/HAZ veroorzaken schijnindicaties bij het MPI onderzoek,

Afkoelsnelheid

- Afkoelsnelheid na lassen (volgens Rykalin) en hardheid in WBZ is theoretisch te voorspellen

	<p>Software lasprogramma "Proweld van Thyssen Krupp Stahl (freeware)" Verkrijgbaar bij Bohler Thyssen te Haarlem Berekenen van</p> <ul style="list-style-type: none"> • voorwarmtemperatuur en • afkoeltijd, • hoogste hardheid in WBZ
---	--

Beitsen

- Waterstofverbrossing is ook mogelijk via beitsen/ zuur chemisch milieu/ corrosie. Wel in de combinatie met een **harde brossen microstructuur**.

5.9 Gevolgen van arcstrike zijn ?

Aanstrijken van een beklede elektrode op plaatmateriaal

	<p>Door aanstrijken met beklede elektrode op het basismateriaal ontstaan er smeltverschijnselen en na afkoeling oppervlakteharding. Na buigen scheuren worden de scheurgevoelige plaatsen zichtbaar.</p> <p>Dus alleen aanstrijken in de lasnaad, de smeltverschijnselen worden later bij het lassen weer omgesmolten.</p>
	<p>OP foto</p> <p>Gevolg: voorbeeld van schade</p> <p>Afkeur van de lasuitvoering kan het gevolg zijn.</p>

5.10 a Invloed klimaat op lasbaarheid ?

Vochtigheid in Nederland

In de zomer, hoog RLV vochtgehalte mogelijk, zichtbaar door condensvorming in de koele ruimtes. Klacht in deze periode kan zijn: lassen worden poreus

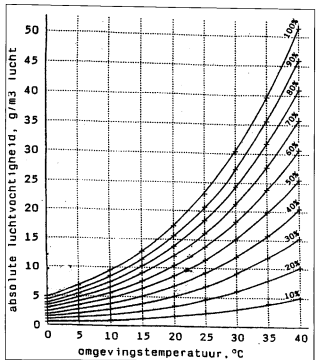
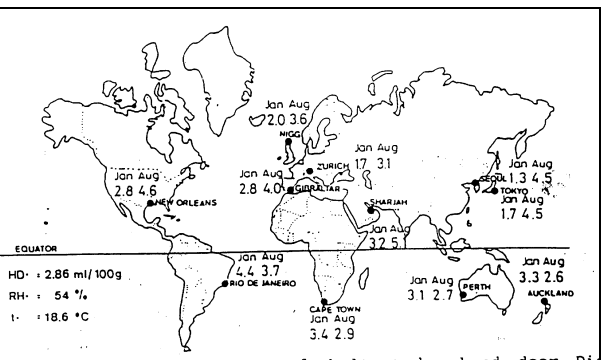
Lassen in de tropen ?

Bij het lassen met beklede elektrode (111) wordt het waterstofgehalte in het lasmetaal voor een deel bepaald door de bijdrage van het waterstof, afkomstig na dissociatie van het vocht uit de atmosfeer.

Conclusie:

Waterstofgehalte wordt beïnvloed door de plaatselijke vochtigheid van de atmosfeer. In Nederland lassen zonder problemen, in warme vochtige gebieden kans op lassen met koudscheur problemen, bij gelijke procedures.

Invloed van klimaat op lasbaarheid

 <p>Relatie tussen RLV (Relatieve Lucht Vochtigheid) en hoeveelheid vocht in de lucht</p>	 <p>Resultaten waterstofgehalten, berekend door Dierckx, uitgaande van metingen te Zürich.</p> <p>Waterstofgehalten van lasmetaal van basische elektrode gelast op verschillende locaties, zie het effect van de luchtvochtigheid.</p>
--	--

5.10b Is vacuümverpakking nuttig ?

Voorkomen van vocht opname lastoevoegmaterialen bij opslag

	<p>Droge opslag van lastoevoegmaterialen is vereist. Gebruik van droogstoffen. Bij beklede elektroden bijvoorbeeld gebruik van vacuümverpakking.</p>
---	--

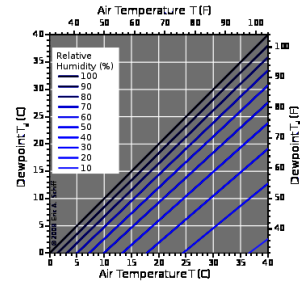
5.11 Wanneer condenseert het vocht op de plaat/ lasdraad.

Wordt bepaald door de RLV (Relatieve Lucht Vochtigheid) of ook wel in het engels RH (Relative Humidity) :

Voorbeeld:

Lucht temperatuur 20°C
 Bij 60% RLV / RH mag het verschil tussen luchttemperatuur (hoog) en metaaltemperatuur (laag) maximaal 6 graden zijn.

Bij 7 graden en meer (kouder), condenseert het vocht op de koude plaat/draad. (DAUWPUNT)



5.12 Dauwpunt is de temperatuur, waarbij

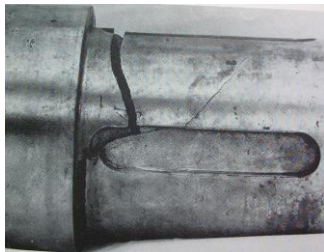
Dauwpunt is de temperatuur, waarbij vocht in het gas door water- of ijsvorming aangetoond wordt. Des te lager de temperatuur, des te droger is het gas.

Voorbeeld dauwpunt van beschermgas type Ar is -50°C

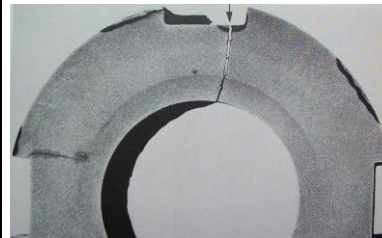
5.13 Lassen op niet lasbaar staal (alleen foto's zijn beschikbaar)

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

Reparatielas in spiebaan (assenstaal, gelegeerd, niet lasbaar)



Gerepareerde spiebaan, oppervlak na breuk



Gerepareerde spiebaan, dwarsdoorsnede, initiatie scheur bij reparatielas

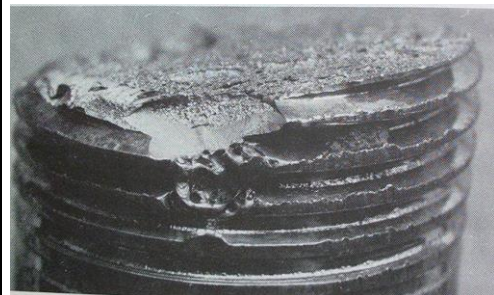
Breken/scheuren ten gevolge van lassen op een bout, is dit toegestaan ?

Alleen foto's zijn beschikbaar

Voorbeeld van hechtglas op bout (veredeld materiaal, gelegeerd, niet lasbaar)



Bout, breukvlak, bovenaanzicht



Bout, breukvlak, zijaanzicht



Bout, doorsnede, zichtbaar is een deel van een hechtglas (licht geëtst)

Hechtglas op boutmateriaal
 Breuk is geïnitieerd bij de hechtglas

5.14 Wat voor defect is hier zichtbaar?

Dubbeling / overwalsing

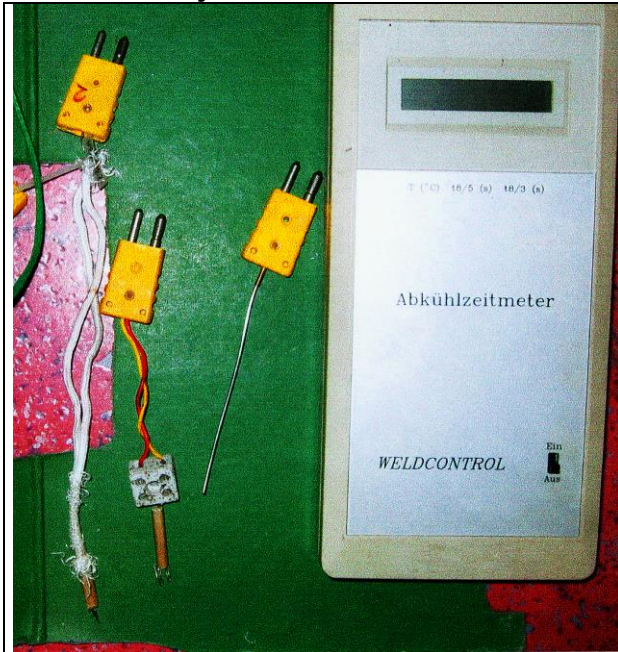


5.15 Lasbaarheid, afkoeltijd 800-500°C

De afkoeltijd wordt bepaald door de

- Laswarmte-inbreng
- Voorwarmtemperatuur
- Plaatdikte (2D-3D)
- Naadtype
- Materiaaltype

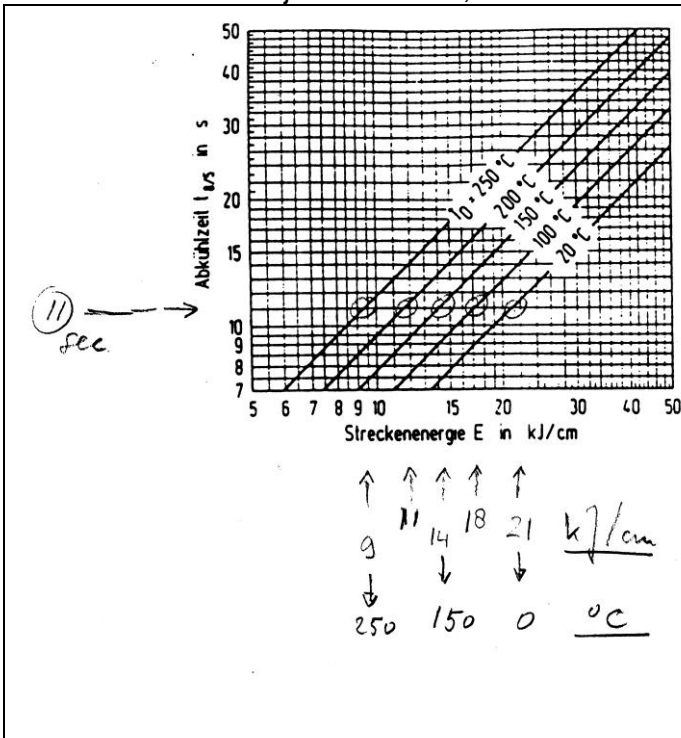
Info Afkoeltijdmeteter



De werkelijke afkoeltijd van de lasverbinding de tussen de 800 en 500°C kan gemeten worden met een speciaal ontwikkelde afkoeltijdmeteter van Weldcontrol Essen, Dld.

Tijdens het lassen wordt een thermokoppel in het stollende lasmetaal gestoken. De afkoeltijdmeteter registreert tijdens het afkoelen de tijd tussen de 800-500°C in sec.

Theoretische afkoeltijd 800-500 °C, relatie met de lasparameters

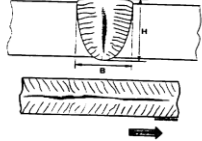

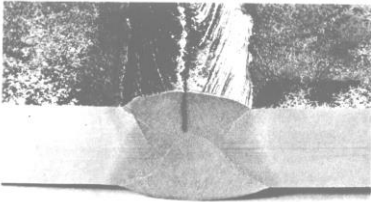



Tabel afkomstig van het Duitse normblad SEW 088 blatt 3. ausgabe.

Voorbeelden
 Wanneer bereikt men een afkoeltijd van 11 sec?
 Bij 20 °C en een warmte-inbreng van 21kJ/cm
 Bij 150 °C voorwarmen en een warmte-inbreng van 14 kJ/cm.

Omgekeerd:
 Bij 150 °C voorwarmen bij een warmte-inbreng van 14 kJ/cm is de afkoeltijd 11 sec.

5.16 Warmscheuren, typen ?

<p>WARMSCHEUREN</p> <p>* Stolscheuren ----> (groot) stoltraject ----> fasediagram</p> <p>* Smeltscheuren ----> segregatie ----> laag smeltende fasen - fosfor + zwavel - andere verontreinigingen</p> <p>In : lasmetaal en WBZ</p>	 <p>H/B-scheur</p> 
	

5.16 Veroorzaakt Zn liquid metal embrittlement in staal ?.....ja

Verzinkte constructie in contact met RVS, RVS toegepast op hoge temperatuur, mag dat? **nee**

Gesmolten zink in aanraking met austeniet structuur veroorzaakt scheurvorming
 Combinatie van

- trekspanningen
- Zink in aanraking met staal (>750°C) of austenitische RVS (>419°C ?)
 Ook Nikkel legeringen, incoloy, hastelloy, monel (>750°C ?)

Bron:

Zink op oppervlak door

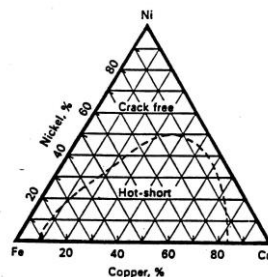
- zinkverf
- door contact met verzinkt stellingmateriaal
- thermisch verzinken
- smelten tgv brand, afkomstig van verzinkte constructies

Nooit lassen, branden en slijpen aan RVS bedekt met zink

5.17 Veroorzaakt koper liquid metal embrittlement in staal ? Warmscheuren bij lassen en solderen

Lasproef met Cu	
 <p>Koper in las</p> <p>Lasrups met bewust meegesmolten koper</p>	<p>Risico indien cu in las komt.</p> <p>Lasproefje met cu</p> <p>Las is gescheurd, zowel voor als na buigen zichtbaar</p>
 <p>mondstuk met spatring</p>	<p>Gasmondstuk van robot MAG pistool.</p> <p>Na verloop van tijd is de rand van het gasmondstuk door hitte en Fe spatten gesmolten. Spatring cu/fe valt in lasbad.</p> <p>Gevolg warmscheuren in las, (zichtbaar door dwars/langsscheuren)</p>
Hardsolderen	
	<p>HARDsolderen met Culegering onder trekspanning</p> <p>boven staal</p> <p>onder RVS</p>

Verklaar wat er aan de hand is.; Warmscheuren t.g.v. Liquid metal embrittlement



Ook Cu in staal (door smeltverschijnselen) bij Lastechniek

- losse overgang van aardklem bij lassen
- overgang van cu contact probes bij het magnetisch onderzoek
- MIG/Mag lassen, smelten van stroomcontacttip, bij gemechaniseerd lassen
- Onder poederdek lassen, smelten van stroomcontacttip, door overslag lasstroom in nauwe lasnaden
- te dunne koperen backing of ongekoelde koperen backing
- Gesmolten gasmondstuk van en robot MAG-laspistool

Hardsolderen

- Metaal onder trekspanning

5.18 Risico's bij verzinken van een gebogen staal strip d.m.v. thermisch (dompel) verzinken (temperatuur +/- 450°C)

5.18-1 Verzinken en verbrossing bij ongekalkmeerd staal (hoog stikstofgehalte in staal)

- Gebogen materiaal
- Verbrossing door **veroudering** van het gedeformeerd staal door de hoge (verzinkt) temperatuur.

Oorzaak van schade aan bochtstuk

	
<p>Historie : Koude vervorming (buigen) + hoge temperatuur 200-300°C (→ thermisch verzinken)</p>  <p style="text-align: center;">Breuk door veroudering na buigen + verwarming</p>	
<p>UITLEG van veroudering Betreft stikstof/ N veroudering → verbrossing en lagere taaiheid Wanneer</p> <ul style="list-style-type: none"> • --Koude vervorming (buigen) en • --hoge temperatuur 200-300°C zoals → WBZ bij lassen of thermisch verzinken <p>Invloed van staalfabricage (lucht blazen)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Type Bessemer staal, hoog gehalte S, P, en N (stikstof). ○ Type Thomas staal, convertor met basische bekleding, laag S en P, wel N, <p>Voorbeeld brosse breuken</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bros gebroken klinknagels van de Titanic ○ Breuken in gedeformeerd verzinkt verouderingsgevoelige stalen producten <p>Komt niet voor bij Al - gekalkmeerd staal</p>	

15.8-2 Kans op "Lötrissigkeit" (waterstofbrosheid na thermisch verzinken)

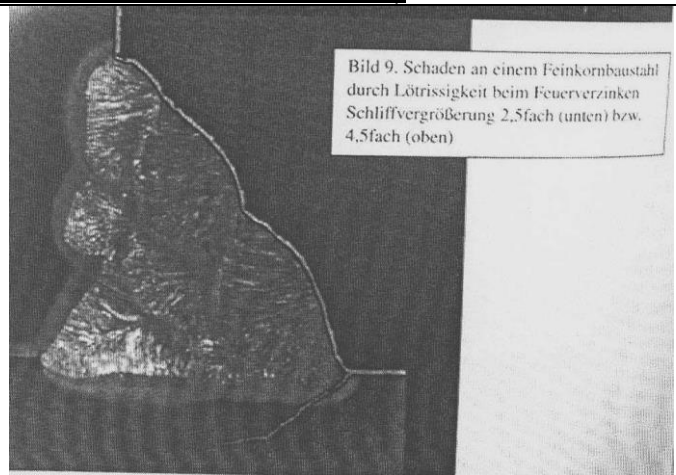
Oorzaak: A+B

- A door beitsen waterstof opname
- B harde structuur in WBZ, HV > 340

Wordt achteraf zichtbaar, doordat het zink in de scheur loopt



identiek geval



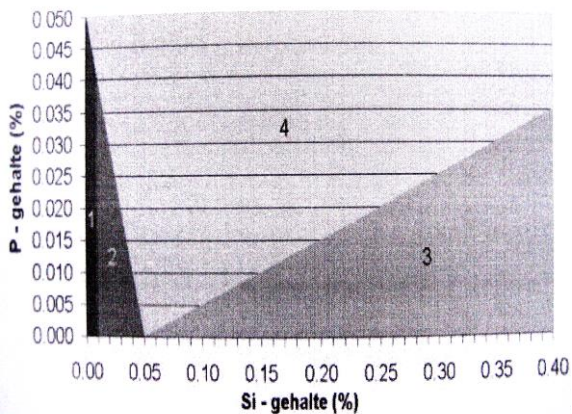
15.8-3 Zinkgroei

Zinkaangroei op staal en/of (las)metaal na het thermisch verzinken

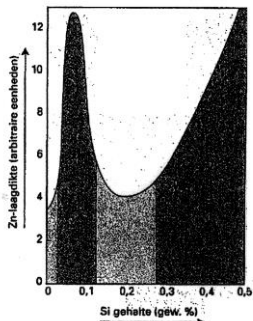
Het staal vertoont een reactiefgedrag bij een bepaald gehalte aan silicium en fosfor.

Deze laag is bros en hecht relatief slecht op het element Si% in staal

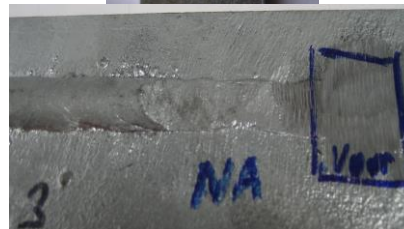
In EN ISO 1461 is de formule van Sandelin weergegeven om de reactiviteit van het staal van te voren vast te stellen.



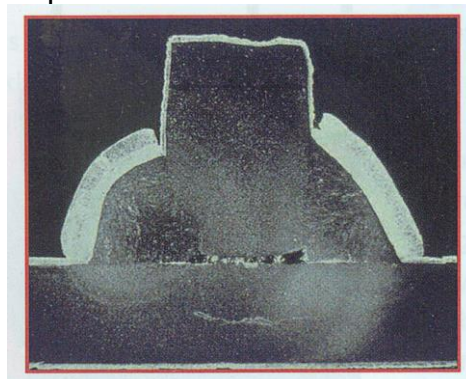
- 1 slecht verzinkbaar
- 2 goed verzinkbaar (Si+P < 0,05)
- 3 goed verzinkbaar (Si-10x P > 0,05) (Si < 0,4)
- 4 slecht verzinkbaar



Relatie zinklaagdikte en Si% in lasmetaal/plaatmateriaal



Voorbeeld van zichtbare zinkaangroei op vlakgeslepen lasmetaal



Zinkaangroei

6 Verwerking van corrosievaststaal

Enkele aspecten o.a.
 Beschermgas
 Boogtypen bij Mag-lassen
 Zwartwit-verbindingen

AG- of MIG-lassen van RVS

6.1 Welk beschermgas wordt toegepast bij RVS las 6.1/ a-b-c

Oorzaak van de bolle las 6.1a ?



a bollere lasuiterlijk
 Argon gas, inert gas
131 MIG lassen niet bruikbaar bij RVS



b vlakkere lasuiterlijk
135 Actieve gasmengsel (Ar+ CO₂/ O₂)



RVS met vlakke las, zie 6.3

c
 RVS wordt altijd gelast met een **actiefgas**:
 type Argon gas met CO₂ of Argon met O₂.

Door de vrijkomende zuurstof in de boog, tijdens het lassen, vloeit/bevochtigt het lasmetaal beter t.o.v. het pure argongas(6.1).

MAG lassen is geschikt

Beschermgaskeuze bij het MIG-/MAG lassen

- MIG-lassen
 Inerte gassoorten (Ar, He) : lassen van Al, Cu, Ti legeringen
- **MAG-lassen**
 Actieve gasmengsels (Ar+ CO₂/+ O₂) : lassen van staal en **RVS**
 Effect van het actieve gas;
 Zuurstof gehalte is hoog, effect → dun vloeibare smeltbad, vlakke las
 Laag zuurstofgehalte → bolle las, zie ook lasuiterlijk van basische beklede elektrode

6.2 MAG-lassen van RVS met Pulsboog. Voordeel ?




RVS 6.2


MAG-lassen van RVS met Pulsboog.
 Voordeel

- geen spatten,
- minder laswarmte
- minder vervorming

6.3 MAG-lassen van RVS met KSB-Kortsluitboog. Nadeel is ?

	<p>RVS 6.,3 MAG-lassen van RVS met Kortsluitboog.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nadeel is het spatten.
---	---

6.4 TIG-lassen van RVS, gelast met een TIG-toorts, voorzien van een gaslens. Wat is de functie van de gaslens?

 <p>Standaard tip voor gastoevoer in TIG toorts</p>	 <p>Alleen een foto beschikbaar TIG-lassen van RVS met een TIG-toorts, voorzien van een gaslens.</p>	<p>TIG-toorts, voorzien van een gaslens.</p>  <p>Voordeel van een gaslens is, is een betere bescherming, vooral bij een langere boog, .</p>
--	---	--

RVS legering oplassen op staal

6.5 Na het buigen blijkt, dat de bovenste las scheurt. Oorzaak is ????



	<p>RVS oplassen van staal met bij de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bovenste las: een lastoevoegmateriaal type 308 (=304) of 316. De samenstelling komt overeen met ca 18%Cr/8%Ni. • Onderste las: een lastoevoegmateriaal type 309S. De samenstelling komt overeen met ca 25%Cr/10%Ni.
---	--

Na het buigen blijkt, dat de bovenste las scheurt.

Oorzaak is dat het lasmetaal van de bovenste las, na opmenging met het staal, bestaat uit een structuur van austeniet, ferriet en martensiet (martensiet = zeer bros). Zie ook het Schaefflerdiagram. Hierdoor kan de las geen vervorming opnemen bij de buigproef.

Oplossing: Het staal oplassen met alleen in de grondlaag een lastoevoegmateriaal type 309S. De samenstelling komt overeen met ca 25%Cr/10%Ni.

RVS-strip is opgelast een ferritische lastoevoegmateriaal
6.6 Na het buigen blijkt, dat de las scheurt. Oorzaak ?

	<p>RVS-strip is opgelast met (<i>per ongeluk</i>) een ferritisch lastoevoegmateriaal (lastoevoegmateriaal voor staal).</p> <p>Na het buigen blijkt, dat de las scheurt. Oorzaak is, dat het lasmetaal, na opmenging met de RVS strip, bestaat uit een structuur van austeniet, ferriet en martensiet Martensiet = zeer bros, zie het Schaeffler diagram.</p>
<p>Pijpllas staal gelast met RVS</p> 	<p>Conclusie: RVS alleen lassen met het lastoevoegmateriaal, dat geschikt is voor het type RVS.</p>

Voorbeeld

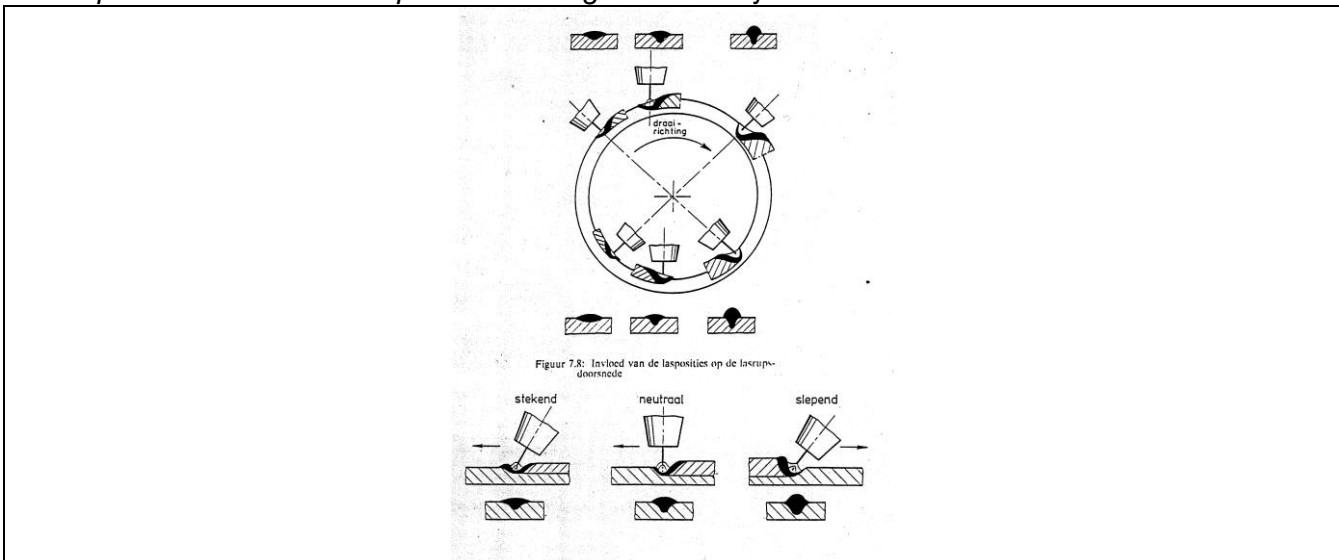
MAG-oplassen van staal met RVS met juiste lasdraden, maar toch gaat het fout

<p>Uiterlijk van schade na buigproef</p> <p>Plaat : C-Mn staal</p> <p>Lasmetaal : Grondlaag RVS Buffer Vullaag RVS</p> <p>Lasproces : MIG/MAG</p>	 
<p>Acceptabel procedure, echter de lasuitvoering is niet acceptabel.</p>	<p>Vraag: Oorzaak van de gescheurde buigstaven? Aanwijzing : let op de inbranding</p>

Oorzaak

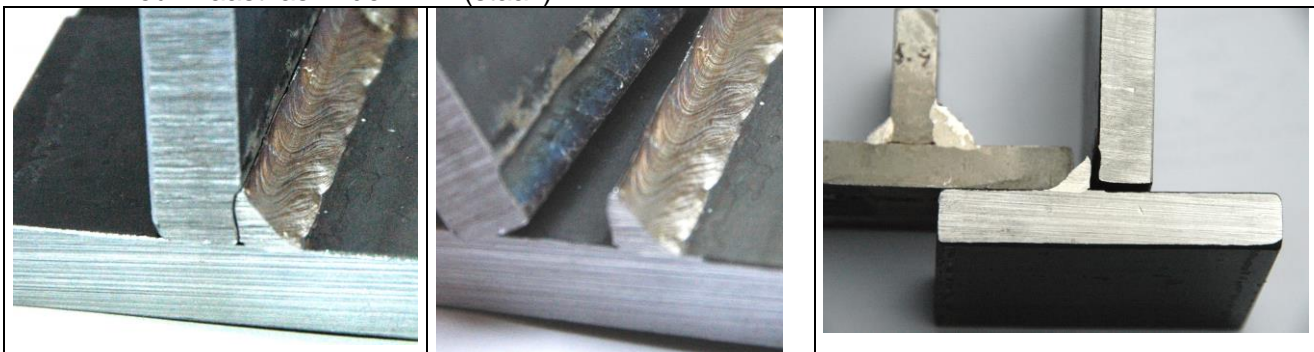
- meer inbranding door toortspositie wijziging (zie het effect er van in Schaeffler diagram)
- Het veranderen van de toortspositie heeft invloed op de inbranding en dus ook op de opmenging lasmetaal/basismateriaal!

Toortspositie heeft invloed op de inbranding en lasuiterlijk!!!



6.7 Oorzaak breuk in WBZ staal?

- Staal gelast met een geschikte RVS lastoevoegmateriaal (buffer draad)
- Breuk naast las in de WBZ (staal)



Uitleg

Lassen van RVS (309) hoeklas op ongekaldmeerd stripmateriaal
(stripmateriaal zoals ook gebruikt wordt op de lasopleidingen)

Keuze lastoevoegmateriaal bij o.a. reparatielassen, pantserstaal lassen

Gebruik van **RVS/ austenitische** lastoevoegmateriaal,

Voordeel is: niet voorwarmen

Probleem

Gebruik van **RVS/ austenitische** lastoevoegmateriaal in combinatie met **ongekaldmeerd staal**,
Warscheuren in WBZ staal t.g.v. krimpspanningen+ **Cu verontreinigingen** in het stripmateriaal

6.8

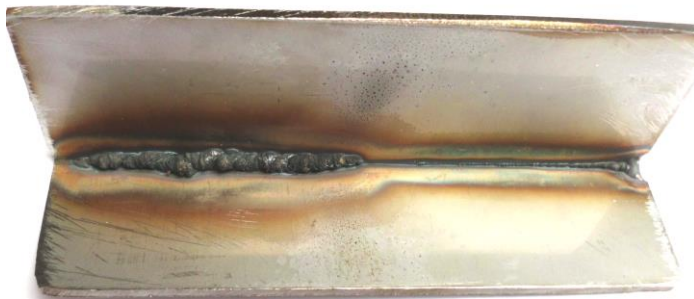
Doorlassing RVS

Geen gasbescherming andere zijde

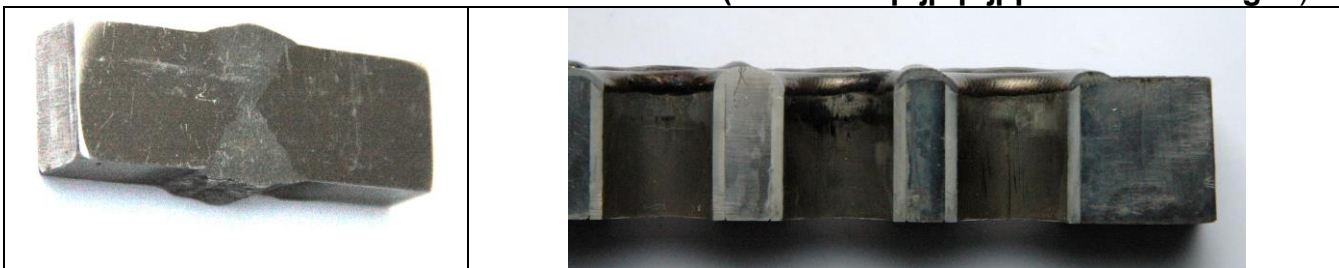
Het lasmetaal is verbrand

Vorming van bloemkolen

Groter volume t.g.v. Cr- en Ni oxiden



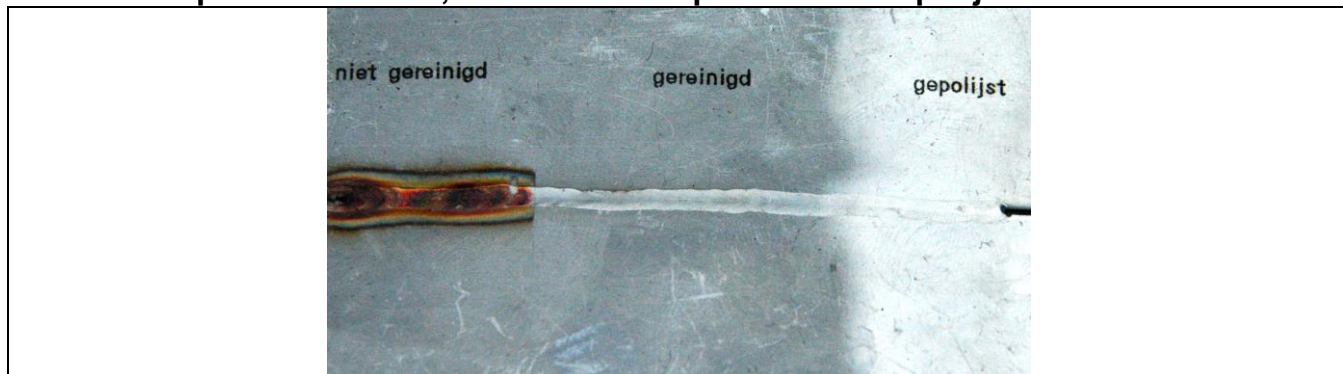
6.9 Voorbeelden van macro's van RVS lassen (X-las en pijp-pijpplaat verbindingen)



6.10 Voorbeeld van Orbitaal lassen



6.11 Aanloopkleuren rvs las, voorbeeld van passiveren en polijsten



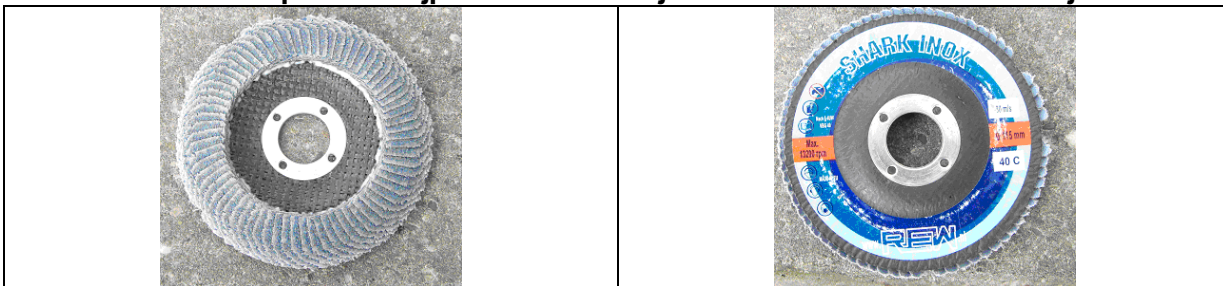
6.12 a/b/c Macro RVS lasverbinding en, welke lasprocessen?

		<p>Welk lasproces is hier toegepast</p> <p>MAG-lasproces, kenmerkend is hierbij de vingervormige inbranding</p>
		<p>Welk lasproces is hier toegepast</p> <p>Onderpoederdek lassen (121) laag/tegen laag techniek</p>
		<p>Oplassing Welk lasproces is hier toegepast 2 lagen</p> <p>MAG-lasproces, kenmerkend is hierbij de vingervormige inbranding</p>

6.13 Wanneer wordt deze gasmeter toegepast

		<p>Meten van beschermgasdebiet op de toorts</p>
--	--	---

6.14 Gebruik van speciale slijp- of schuurschijven wordt aanbevolen. Is dit juist?



Gebruik van speciale slijp- of schuur schijven wordt aanbevolen.

<p><i>NLS high-tech marker</i> Korrosions- und halogenarme Spezialtusche (entspricht Luftfahrtnorm LN 9051) zur permanenten Beschriftung in fast allen metallverarbeitenden Industrien z. B. Luft- und Kraftfahrzeugbau, Schiff- und Kernanlagenbau Special low-corrosion ink with low halogen content (conforms to the German aviation industry standard LN 9051) for permanent marking in most industries involved with the use of metals e.g. aircraft and automobile manufacture, shipbuilding and power station construction. <i>Only special pens conforming to the high content of halogenes (regulamenta le norme aeronautica LN 9051) e solo penne conformi al</i></p> <p><i>NLS high-tech marker</i> Korrosions- und halogenarme Spezialtusche (entspricht Luftfahrtnorm LN 9051) zur permanenten Beschriftung in fast allen metallverarbeitenden Industrien z. B. Luft- und Kraftfahrzeugbau, Schiff- und Kernanlagen</p>	<p>Viltstift voor merken RVS, Aleen chloorvrije inktstift</p>
---	--

6.15 Magnetisme

- Veroorzaakt deformatie van RVS, dat het RVS licht magnetisch wordt **ja** / nee ?
- RVS lassen zijn heel licht magnetisch door het ferriet gehalte, klopt dat? **JA**
- Duplex RVS is heel sterk magnetisch, **ja** / nee?

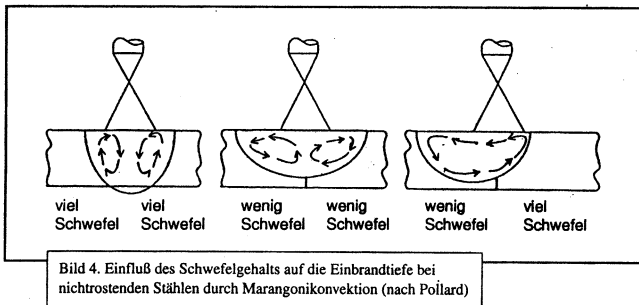
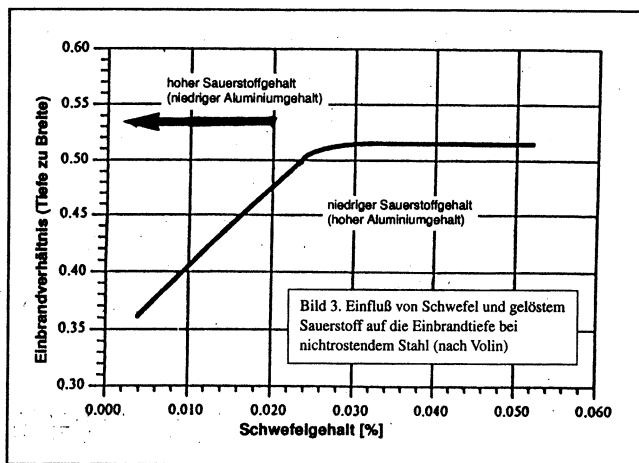


duplex

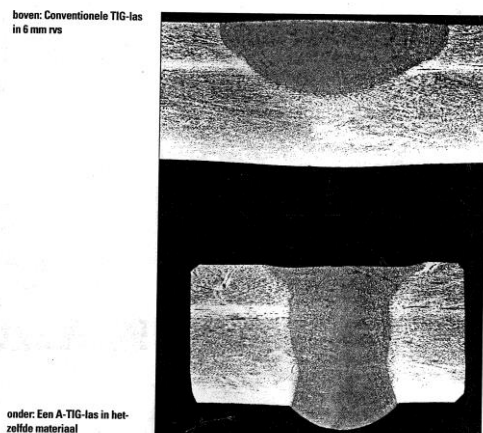
6.16 Invloed van elementen S en Zn

- o Invloed element S op inbranding bij RVS? **Ja**
- o Invloed van S atmosfeer op RVS toegepast op hoge temperatuur? **Ja**
- o Zink in contact met RVS, geeft dat problemen? **Ja, zie 4.2**

Invloed elementen S en andere elementen op inbranding bij het TIG lassen, **ter informatie**



Het S-gehalte heeft invloed op de inbranding door het effect van de Marangoni convectie



BWI heeft het A-TIG lasmethode op de markt gebracht. Op het lasoppervlak wordt een dun laagje materiaal aangebracht, waarbij na het TIG-lassen van 6 mm plaat de inbranding verzekerd is.

Hier de invloed van bepaalde elementen (zie octrooi) op de inbranding door het effect van de Marangoni convectie.

Zie Lastechniek april 1996 blz 21-22

Ander aspect van S bij RVS toepassingen:

Austenitisch RVS toegepast in S-atmosfeer scheurt/corrodeert door de vorming van de laag smeltende NiS verbindingen. Vermijden door toepassing van RVS type chroomstaalsoorten.

6.17 Voorbeeld van spanningscorrosie



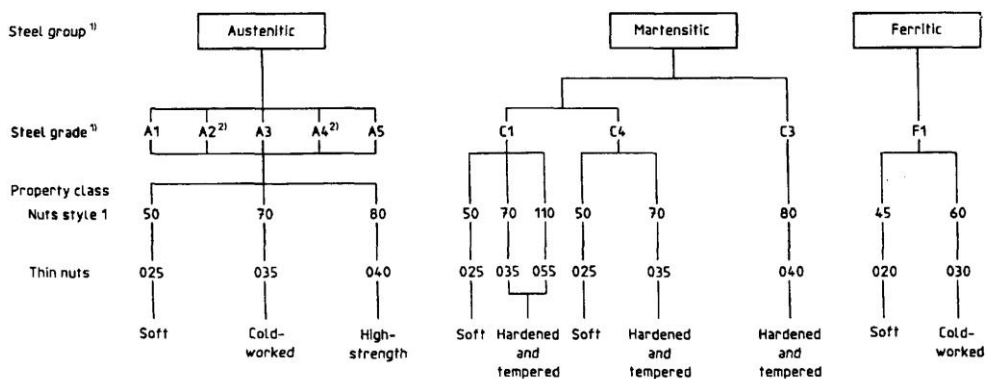
6.18 RVS bout/moer codering



Aanduidingen RVS bouten/moeren

Wat betekent A2 -70?

- A** = Austenitisch roestvaststaal
- 2** = legeringstype in de klasse A
- 70** = min. treksterkte: **700 N/mm²**
- = koudvervormd, zie tabel hieronder



1) The steel groups and steel grades classified in figure 1 are described in annex A and specified by the chemical composition given in table 1.

2) Low carbon stainless steels with carbon content not exceeding 0,03 % may additionally be marked with an L.

Nieuwe aanduiding volgens EN ISO3506/1/2

6.19 Trekproef van gegoten RVS: breuk type? / oppervlakte staaf is gekenmerkt door?



Trekproef van gegoten RVS

-- taaie breuk, afschuiving 45°


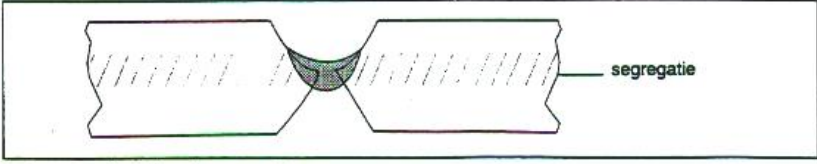
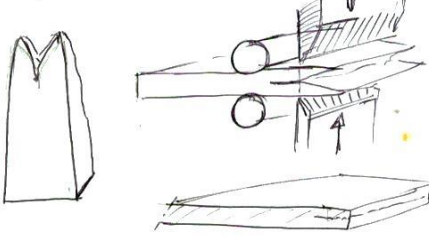
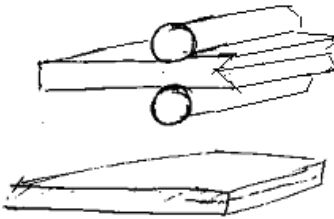

Dit is de z.g. sinaasappelhuid, die karakteristiek is voor alle austenitische materialen en zichtbaar wordt na vervorming.

“Sinaasappel huid” is een kenmerk voor grofkorrelige structuur.

6.20 RVS cladding

Oplassing d.m.v. het Onderpoederdek lasproces (122) met laspoeder en band (60x0,5 mm)



7.1 Segregatie	P en S , ongekalmdeerd staal	Midden plaatdikte
<p>^e 1 Segregatie</p> <ul style="list-style-type: none"> aanwezig bij onrustigstaal / ongekalmdeerd staal op $\frac{1}{2}$ plaatdikte van <u>staalplaat/profielen</u> door sterke P en S verontreinigingen <p>Kans op</p> <ul style="list-style-type: none"> gasvorming/scheurvorming bij lassen <p>Oplossing</p> <p>basisch lassen, Mn bindt de S tot MnS insluitsel</p>		
		
7.2 Dubbelingen	Zowel ongekalm./gekalmdeerd staal kopse kant van gewalste plaat	Midden plaatdikte Steekproef d.m.v. UT
<p>^e 2 a Dubbelingen t.g.v. de oude methode gietmethode</p> <p>Bij rustig staal/ <u>gekalmdeerd</u> staal gegoten in stalen blokken/coquille</p> <ul style="list-style-type: none"> op $\frac{1}{2}$ plaatdikte staalplaat walsfout uitgewalste slinkholte afkomstig van de kop van het blok 		
<p>2^e b Dubbelingen, bij nieuwe gietmethode, t.g.v. Het walsen:</p> <p>Bij rustig staal/gekalmdeerd staal, continu gegoten</p> <ul style="list-style-type: none"> op $\frac{1}{2}$ plaatdikte staalplaat door walsfout uitwalsing kopse kant plaat <p>Nodig: aanvullend NDO</p>		
		

<p>7.3 Lamellar tearing Terrassen breuk</p>	<p>WBZ van T-verbindingen + krimpspanning + + Platte MnS insluitsels, Z-richting</p>	<p>Lassen bufferlaag techniek keuze van Z-kwaliteit staal</p>
---	--	---

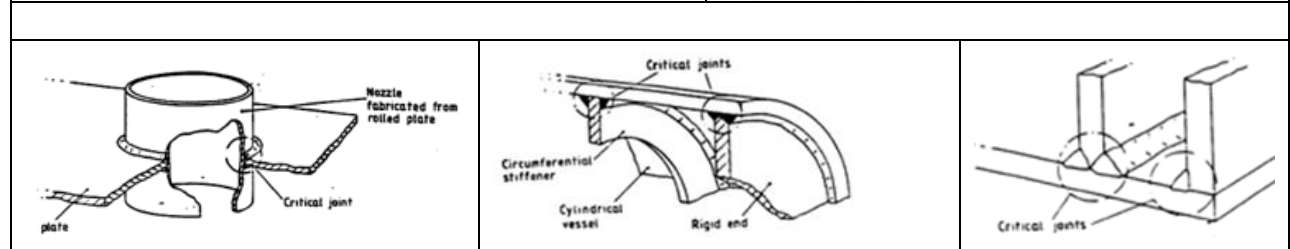
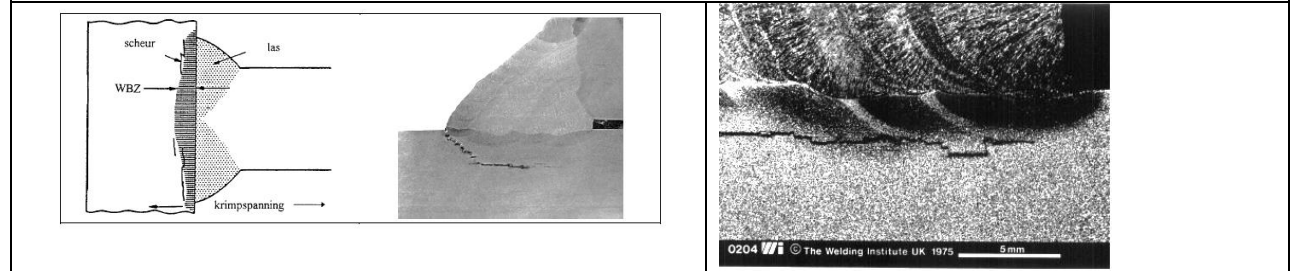
3^e Lamellaire scheuren
of Lamellar tearing of ook Terrassen breuk

- Geldt voor de (dikkere) constructie stalen

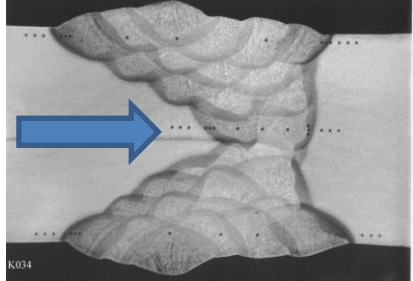


- Aanwezige **trekspanningen door (dwars) krimp van de T-lasverbinding**
- de matrix scheurt onder het oppervlak langs de platgewalste MnS insluitsels .
- de scheur springt over naar een ander platgewalste MnS insluitsels

Praktijk voorbeelden van locaties met T-verbindingen



Eigenschappen
(Z-richting van de plaat)
Sterkte eigenschappen en vervormbaarheid
in de richting \perp plaatoppervlak
verminderen door de platte schijfjes.
(invloed textuur : vezelrichting)

7.4 Veroudering	Vrije C en N +koude vervorming +20 tot 300 °C	
<p><u>Rek veroudering (staal) /Strain ageing</u> Wanneer bij ? Plaat <u>Combinatie van</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Koudvervorming van plaat (trek / stuik) <u>Buigen / walsen</u> - geschikte (verhoogde) temperatuur <u>natuurlijke veroudering</u> bij 20 °C kunstmatige veroudering 100 - 300 °C - type staal lucht geblazen, on- /half-gekalmeerd 		
<p>Oorzaak Interstitieel opgeloste atomen N en C blokkeren de mobiele dislocaties. Dislocaties zijn gunstig voor verplaatsen van de atomen t.g.v. het vervormen</p>		
<p>Gevolg</p> <ul style="list-style-type: none"> - hogere sterkte (rekgrens en treksterkte) - lagere rek, lagere vervormbaarheid - lagere kerfslagtaaiheid / hogere Overgangstemperatuur OT 		
<p>Praktijk Lasverbindingen, V-X-K lasnaad Grondlaag (root), <u>combinatie van</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - stikstof, opname tijdens lassen (lasproces 111/135) - krimpvervorming, rek/stuik - lastemperatuur, Tv, Ti 		
<p>Voorbeeld Grondlaag/root V-naad / X-naad</p>		
<p>1^e grondlaag X-naad gevoelig voor veroudering door :</p> <ul style="list-style-type: none"> - N₂ opname tijdens lassen - krimpvervorming (rek/stuik) - lastemperatuur <p>Gevolg</p> <ul style="list-style-type: none"> - lagere kerfslagwaarden in de grondlaag 		
<p>Onderzoek Strain ageing / rekveroudering anno 2000 <u>Staalsoorten plaatmateriaal offshore kwaliteit EN 10225</u> Voor staaltype S355 / S420 / S460 ACTIE</p> <p>1^e Plaatmateriaal Keuze voor o.a. <u>Optie 12 Onderzoek gevoeligheid voor Strain ageing t > 12,5 mm</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Onderzoek d.m.v. kunstmatige veroudering bij een vervormingspercentage = 5% • Controle op afname van kerfslagtaaiheid <p>2^e Koudvervormen van plaatmateriaal Wordt het plaatmateriaal koudvervormd toegepast, dan worden voor de extra proeven op 5 - 7,5 - 10 % vervorming onderzocht op strain ageing Controle d.m.v. proeven, zie optie 12</p>		

Kennis van problemen bij toepassingen

8 Corrosie

Corrosie

- ongewilde aantasting van metalen
- ongewilde oplossing van metalen door chemische invloeden

Basisvormen

- Chemische corrosie
Droge corrosie (in lucht of gasatmosfeer)
- Elektrochemische corrosie
Natte corrosie (in stroom geleidende vloeistof)

8.1 Reactie met omgeving	Ongewenste aantasting mogelijk bij -1 metaal - Combinatie 2 metalen	Natte corrosie
---------------------------------	---	----------------

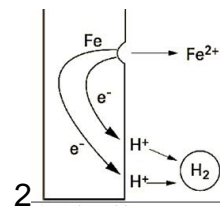
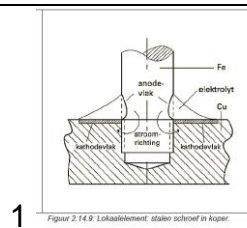
Corrosie door lokaalelement

Lokaalelement is combinatie van

- Edel (metaal) =kathode
- Onedel (metaal) =anode (gaat in oplossing)
- geleidende vloeistof =elektrolyt

Mogelijkheden lokaalelementen

- 1 **twee verschillende metalen**
- 2 **één metaal met verschillende concentraties in vloeistof door verschil in beluchting (zuurstof concentratie)**



8.2 Spanningsreeks Normaalspanning	Onedel: anode t.o.v. edelste: kathode Fe Zn	Cu Fe	Natte corrosie
---	---	----------	----------------

<p>↑</p> <p>toenemend edel (kathodisch)</p>	platina goud grafiet titaan zilver AISI 316 (passief) AISI 304 (passief) Inconel (70 Ni - 13 Cr - 7 Fe) (passief) nikkel (passief) Monel (70 Ni - 30 Cu) koper-nikkel legeringen brons (Cu-Sn legeringen) koper messing (Cu-Zn legeringen) Inconel (actief) nikkel (actief) tin lood
<p>↓</p> <p>toenemend onedel (anodisch)</p>	AISI 316 (actief) AISI 304 (actief) gietijzer ijzer en staal aluminium legeringen cadmium zuiver aluminium (handelskwaliteit) zink magnesium

Tabel 2.14.2: De galvanische serie.

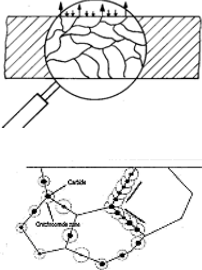
8.3 Corrosie vormen	Put-/spleet-/galvanische-/IK-corrosie	Natte corrosie
----------------------------	---------------------------------------	----------------

<p>8.3.1 Putcorrosie/ pitting <u>Lokale beschadiging/onderbreking</u> van beschermende oxidehuid</p> <ul style="list-style-type: none"> • uithollingspatroon <p>Aantasting</p> <ul style="list-style-type: none"> • t.g.v. lokaal <u>galvanisch element</u> • plaatselijke <u>beschadigingen</u> • van wand tot wand <p>Putvormige corrosie</p> <p>Gevoelige plaatsen zijn</p> <ul style="list-style-type: none"> • naast de las en ruwere lasoppervlak • achterblijvende ingebedde slakresten 	
--	--


<p>8.3.2 Spleetcorrosie of beluchttingscorrosie</p> <p>Aantasting</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plaatselijk • Geconcentreerd op spleten tussen metaaloppervlak 	
<p>Spleetcorrosie</p> <p>a: In het begin overal gelijkmatige aantasting. b: Later concentreert de corrosie zich in de spleet. Spleetcorrosie treedt vooral op</p> <ul style="list-style-type: none"> • in passieveerbare metalen (legeringen), zoals Al en RVS in een milieu met Cl⁻. <p>Bij niet-passiveerbare metalen</p> <ul style="list-style-type: none"> • veel eerder algemene corrosie (staal) 	

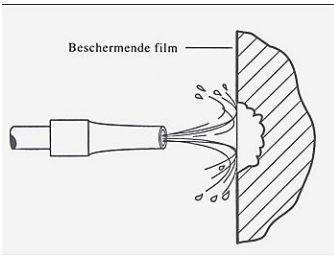
<p>8.3.3 Galvanische corrosie of contactcorrosie</p> <p>Schematische voorstelling van galvanische corrosie</p> <p>Aantasting</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van een elektrochemische cel • Twee metalen in contact • Verschillende plaatsen in de spanningsreeks • De anode ondergaat galvanische corrosie 	
--	--

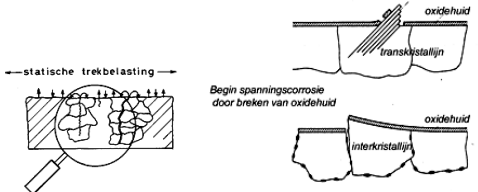
<p>Galvanische corrosie positieve toepassing= kathodische bescherming</p> <p>Zink verbonden aan staal</p>	<p>Zink corrodeert, beschermt het staal, zie spanningsreeks</p>
--	--

<p>8.3.4 Interkristallijne corrosie (IK) Aantasting</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorm van galvanische corrosie op microschaal • korrelgrens is de anode (uitscheidingen op korrelgrenzen) • het kristalvlak is de kathode. • corrosie via de korrelgrens <p>twee vormen van IK corrosie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lasbederf van roestvaststaal (Weld Decay) • Knife Line Attack 	 <p>Uitscheiding van chroomcarbiden op de korrelgrenzen</p>
--	---

<p>8.4 Corrosie voorkomen</p>	<p>Staal: Kathodische bescherming met Zn</p> <p>RVS: Spleten vermijden</p> <p>Oppvlak . Schoon werken Schuren/ polijsten of Beitsen+ passiveren</p>	<p>Natte corrosie</p>
--------------------------------------	---	-----------------------

<p>8.4.1 Beitsen en passiveren Passiviteit; passiveren Een metaal</p> <ul style="list-style-type: none"> • dat gemakkelijk reageert noemt men actief <p>Een metaal</p> <ul style="list-style-type: none"> • dat niet reageert in milieus noemt men passief <p>Verdwijning oxidehuid maakt het metaal weer actief</p> <p>Passiveren</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorming van dunne oxidehuid <p><u>Beitsen / passiveren</u> Beitsen : verwijderen oxidehuid (zoutzuur) Passiveren : dichte oxidehuid chemisch aanbrengen (salpeterzuur)</p>	
---	--

<p>8.5 Erosie corrosie</p>	<p>Oxidehuid continu weg stralen/spoelen</p>	
<p>Erosie beschadiging van beschermende oxidehuid van het materiaal door relatieve beweging met gas of vloeistof</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druppelslag-erosie • Vloeistof-vaste deeltjes erosie • Vloeistof erosie • Cavitatie- erosie <p>Druppelslag-erosie Aantasting</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inwerking van vloeistofstroom • Verwijdering van beschermende oxidehuid 		

<p>8.6 Spanningscorrosie</p>	<p>b.v. RVS met spanningen > 40°C + Cl ;</p>	
<p>Scheurvormende Spanningscorrosie Aantasting Schade niet door aantasting maar door</p> <ul style="list-style-type: none"> • scheurvorming <p><u>Scheurvorming</u> bij aanwezigheid van:</p> <ul style="list-style-type: none"> - trekspanningen in het materiaal - Cl (bij austenitisch roestvast staal) <p>Scheuren</p> <ul style="list-style-type: none"> • lopen zowel interkristallijn als ook transkristallijn • algemeen loodrecht op de spanningsrichting • vormen meestal een wijd vertakt netwerk. 		

9 Slijtage

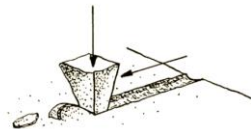
Indeling voor vormen van slijtage

- Abrasieve slijtage
- Adhesieve slijtage
- Erosieve slijtage
 - cavitatie erosie
- Vermoeingslijtage
- Corrosieve slijtage
- Corrosievermoeiing
- Erosie corrosie

9.1 Abrasieve slijtage

Slijtage

- verspanende werking van relatief harde deeltjes beklemd of ingebed tussen twee oppervlakken
- kenmerkend beeld: diepe doorlopende groeven



Figuur 2.16.5: Schematische weergave van abrasieve slijtage (high stress)



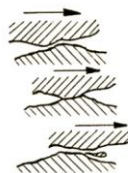
Figuur 2.16.6: Abrasieve slijtage (high stress)

9.2 Adhesieve slijtage

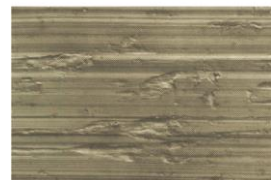
Slijtage

Onder invloed van belasting en wrijvingskrachten

- plaatselijke overbelasting
- voortdurend proces van **vastlassen** en losbreken van materiaal uit de loopvlakken.



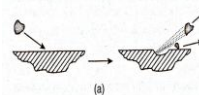
Figuur 2.16.9: Schematische weergave van adhesieve slijtage



Figuur 2.16.10: Adhesieve slijtage

9.3a Erosie

- schade aan oppervlak door
 - inslag van vaste deeltjes
 - aangevoerd door gas / luchtstroom



9.3b Cavitatie erosie

Cavitatie is aantasting

- aan oppervlak door inwerking inklappende **gasbellen**

Gasbellen ontstaan door

- stromingsverschillen
- en
- onderdruk dampbellen

Cavitatie treedt op

- bij uittreden van vloeistof, (vloeistof laat los van een vast oppervlak) in pomphuizen, pompwaaiers, sloopsschroeven



Een bel klappt in en er ontstaat een straalstroompje van vloeistof

9.4 Vermoeiingsslijtage Oppervlaktevermoeiing

Slijtage

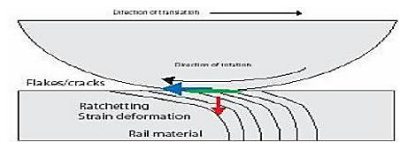
- verwijdering van deeltjes uit het oppervlak
- losgemaakt door vermoeiing
- gevolg van periodieke belastingsvariaties op dat oppervlak.

Treedt op

- bij rollende oppervlakken zoals op flanken van
 - tanden van tandwielen (het pitten)
 - walsrollen,
 - **spoorstaven** enz.



Figuur 2.16.14: Schematische weergave van vermoeiingsslijtage



9.5 Corrosieve slijtage

Slijtage

- voortdurende vorming en verwijdering van oxiden of andere chemische reactieproducten.

Gewone corrosie.

- Geen mechanisch contact



9.6 Corrosieve vermoeiing

Versneld optreden van vermoeiing door corrosie

9.6 Erosie corrosie

Ontstaan door

- Snelstromende gassen / vloeistoffen met vaste deeltjes

