

METAALBESCHERMING

READER



Mathieu Peters

Fontys PTH Eindhoven

Studentennummer: 2073444

2015 – 2016

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Algemeen	5
2.1	Wat is metaal?	5
2.2	Aantasting van metalen.....	5
2.3	Indeling metalen.....	6
3	Corrosie en metalen	7
3.1	Wat is corrosie	7
3.2	Twee soorten corrosie.....	7
4	Elektrochemische corrosie	9
4.1	Ingrediënten voor corrosie (roest).....	9
4.2	De positieve of negatieve lading van een molecuul	10
4.3	De galvanische reeks	11
4.4	Het elektrolyt	12
5	Corrosie bestrijding	13
6	Corrosievormen	14
6.1	6 soorten corrosie	14
6.2	Uniforme (gelijkmatige) corrosie en lokale corrosie	15
6.3	Galvanische corrosie / contact corrosie	16
6.4	Putcorrosie	17
6.5	Spleetcorrosie	17
6.6	Stresscorrosie / spanningscorrosie.....	18
6.7	Interkristallijne corrosie.....	19
7	Fabricage van Staal	20
7.1	Het productieproces	20
7.2	Walshuid	22
8	Staalsoorten en legeringen	24
8.1	Koolstofstaal.....	24
8.2	Roest Vast Staal	26
8.3	Cortenstaal.....	28
8.4	Aluminium	29
8.5	Zink	30
9	Kathodische en Anodische bescherming	31
9.1	Kathodische bescherming	31
9.2	Anodische bescherming	31

10	Metallische deklagen	32
10.1	Galvaniseren	32
10.2	Verzinken	33
10.3	Thermal spray	34
11	Anorganische deklagen	37
11.1	Conversielagen	37
11.2	Fosfateren / passiveren	37
11.3	Anodiseren	37
11.4	Emaileren	38
11.5	Keramische deklagen	38
12	Constructie detaillering t.b.v. corrosiewering	39
12.1	Vochtophoping	39
12.2	Capillaire werking	40
12.3	Randafwerking	41
12.4	Toegankelijkheid / bereikbaarheid	42
12.5	Combinatie van materialen (galvanische corrosie)	42
13	Voorbehandelen van metaal	44
13.1	Chemisch ontroesten	44
13.2	Ontvetten	45
13.3	Mechanisch (hand) ontroesten	46
13.4	Machinaal reinigen / ontroesten	47
13.5	Straalmiddelen	48
13.6	Reinheidsgraden	50
14	Coating applicatie methodes	51
14.1	Meest voorkomende methodes	51
14.2	Verneveltechnieken	52
15	Test methodes	54
15.1	Bresle test	54
15.2	Laagdikte metingen	55
15.3	Hechtingstesten	56
15.4	Straalruwheid	58
15.5	Klimatologische omstandigheden	60
16	Verfsysteem bepalen m.b.v. ISO 12944	61
16.1	De atmosferische corrosiebelasting	61
16.2	Duurzaamheid van het verfsysteem	62
16.3	Bepalen van het bindmiddeltipe	62

16.4	Selecteer het ISO 12944 geschikte systeem	63
17	Eigenschappen per bindmiddel	64
18	Terminologie	66

1 Inleiding

In deze reader heb ik de lessen metaalbescherming uitgewerkt. Het betreft de uitwerking van mijn aantekeningen, de uitwerking van de power points en de relevante zaken m.b.t. de opdracht die we moesten uitwerken.

2 Algemeen

2.1 Wat is metaal?

Een metaal is een stof, een scheikundig element.

Zuurstof - dat wij inademen - en chloor - dat zwembadwater schoonhoudt - zijn ook voorbeelden van elementen, maar dat zijn weer geen metalen. Metalen kunnen veel van elkaar verschillen. Toch hebben zij een aantal belangrijke dingen gemeen.

Metaal wordt net als hout en steenachtige materialen vooral voor constructiedoeleinde gebruikt.

Metalen bezitten een aantal eigenschappen (fysische en chemische) die met elkaar overeenkomen:

- Ze zijn goede geleiders voor warmte en elektriciteit
- Ze kunnen in elkaar oplossen waarbij mengsel kunnen worden gemaakt.

Metalen verschillen onderling in:

- Mechanische eigenschappen.
De atomen zijn volgens een bepaald patroon gerangschikt. Deze kristalstructuren kunnen sterk verschillen in grootte, vorm of regelmaat, afhankelijk van de afkoeling tijdens de bereiding of de nabehandeling. De kristalopbouw oefent een grote invloed uit op eigenschappen als hardheid, slijtvastheid, treksterkte, vervormbaarheid enz.
- Dichtheid
Naar gelang de dichtheid worden metalen verdeeld in lichte, halfzware en zware metalen. Lichte metalen zijn bijvoorbeeld magnesium en aluminium, zware metalen zijn bijvoorbeeld goud en platina.

2.2 Aantasting van metalen

De meeste metalen worden aangetast wanneer ze in een onbeschermd toestand aan zuurstof, lucht of het water worden blootgesteld. Ze gaan daarbij over in allerlei metaalverbindingen.

ijzer gaat over in roest



koper gaat over in koperoxide



Zink gaat over in zinkoxide (witte roest)



Edele en onedele metalen:

Edele metalen worden niet aangetast omdat ze als zodanig voorkomen in de natuur. De edele metalen zijn; Goud, zilver en platina.

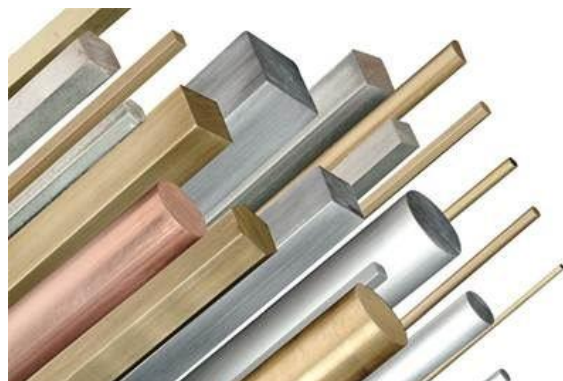
Alle andere metalen behoren tot de onedele metalen, zij zijn dus gevoelig voor aantasting.

2.3 Indeling metalen

Metalen worden ingedeeld in 2 groepen:

- Ferro metalen ijzerhoudende metalen
- Non – ferro metalen Niet ijzerhoudende metalen

De Ferro metalen worden in de techniek het meest toegepast.



3 Corrosie en metalen

3.1 Wat is corrosie

Corrosie is een ongewenste aantasting van een materiaal ten gevolge van chemische of elektrochemische reacties met componenten uit de omgeving.

Staal heeft van nature de neiging terug te keren naar de oorspronkelijke ertstoestand, doordat die een lagere energietoestand vertegenwoordigt. Structuren desintegreren tot de laagste energie-inhoud bereikt is. Het komt volgens de wetten van de thermodynamica niet voor dat uit een onordelijke verzameling elementen vanzelf een bouwwerk voortkomt. De richting is: van gestructureerde naar vervallen toestand. Een algemeen bekend voorbeeld hiervan is het corroderen ofwel roesten van staal, waarbij de energie die toegevoerd is om van het erts staal te maken weer vrijkomt en het materiaal desintegreert.

Om een corrosieproces opgang te brengen heeft men **metaal, milieu en fysische condities** nodig. De mate van deze drie factoren bepalen de corrosiesnelheid. Men zegt dan ook niet van: “dat type metaal corrodeert sneller dan de ander”. Het ligt er maar helemaal aan in welke omgeving de bepaalde metalen zijn toepast. De metaal –milieucombinatie moet men dus in ogenschouw nemen.

3.2 Twee soorten corrosie

Chemische corrosie: “Droge corrosie”. Oxidehuid op koper en aluminium gevormd bij zeer hoge temperaturen.

Ontstaat door de directe inwerking van zuurstof dat met metaal een chemische reactie aangaat, vaak bij verhoogde temperatuur. Hierbij ontstaan corrosieproducten. Typische voorbeelden hiervan zijn:

- Het ontstaan van walshuid (ijzeroxide) op warm gewalst staal.
- Een fotoflitslamp wordt ontstoken en door de felle verbranding van een dun magnesiumdraadje in een zuurstof atmosfeer ontstaat wit poeder: magnesiumoxide.
- Tijdens het smelten en gieten van messing (koper en zinklegering) ontstaan dikke witte wolken zinkoxide.
- Bij het lassen van roestvast staal ontstaan als gevolg van de lokale verhitting rond de lasnaad lasverkleuringen door de vorming van oxiden.

Elektrochemische corrosie: “Natte Corrosie”. Het vocht (elektrolyt) zorgt voor de elektronen overdracht, van anode naar kathode.

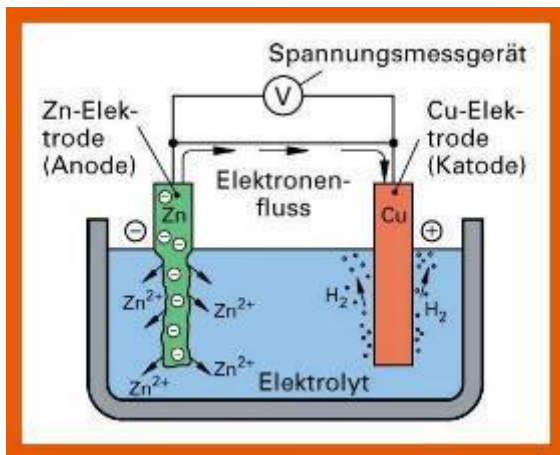
Wanneer twee verschillende metalen met elkaar worden gekoppeld kan er in aanwezigheid van een elektrolyt (geleider van ionen) een elektrische stroom gaan lopen door de stroomkring, die wordt gevormd via de twee metalen en het elektrolyt. Dit gaat gepaard met corrosie, waarbij het minst edele metaal verroest (corrodeert).



4 Elektrochemische corrosie

4.1 Ingrediënten voor corrosie (roest)

- Anode negatief geladen deeltje dat zich kan verplaatsen.
- Kathode positief geladen deeltje dat anode aantrekt (reductie)
- Zuurstof voor de reactie in het oxidatieproces
- Elektrolyt vocht of corrosief medium dat het transport van elektronen toelaat via ionen.
- Gesloten stroomkring Er dient altijd een gesloten stroomkring te bevatten om tot corrosie over te gaan.



Op deze afbeelding is te zien dat

- 1 Het koperstaafje is de Kathode
- 2 Het Zinkstaafje is de anode
- 3 Door beide in contact te brengen met een elektrolyt (vocht) ontstaat een stroomkring. Deze is te meten met een spanningsmeter.
- 4 Een zinkmolecuul is negatief geladen en de elektronen gaan zich verplaatsen richting de anode.
- 5 Een kopermolecuul is positief geladen en trekt de negatief geladen elektronen aan.
- 6 Het zinkt "offert" zich op voor het koper. Er vindt zichtbaar afbraak van het materiaal plaats door de elektronenstroom.

Met een anode wordt de pool of elektrode bedoeld, waar de elektronen uitkomen. De tegengestelde pool wordt de kathode genoemd en is dus de pool of elektrode waar de elektronen ingaan.

(dit proces is een vorm van kathodische bescherming. De kathode wordt beschermd door de afbraak van de anode).

4.2 De positieve of negatieve lading van een molecuul

Een molecuul of molecule is het kleinste deeltje van een moleculaire stof dat nog de chemische eigenschappen van die stof bezit.

Een molecuul is opgebouwd uit atomen.

Moleculen zijn op hun beurt weer onderverdeeld in kleinere deeltjes: atomen.

Zo is een watermolecuul opgebouwd uit twee waterstofatomen en een zuurstofatoom. Er zijn ongeveer 100 soorten atomen. Een atoom bevat een bepaald element. Zo heb je het element waterstof dat 'in' een waterstofatoom zit.

Atomen bestaan ook weer uit deeltjes:

- protonen p Positief geladen
- neutronen n Geen lading (neutraal)
- elektronen e Negatief geladen

het atoom

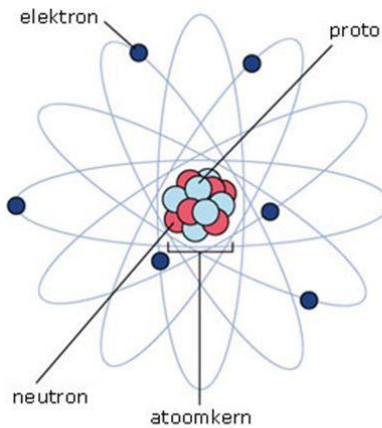
Het atoom is neutraal, doordat er evenwicht in lading is

De atoomkern is positief en bestaat uit protonen en neutronen

De protonen zijn positieve ladinkjes

De neutronen hebben geen lading (zijn neutraal)

De elektronen zijn negatief ladinkjes




elektron

proton

neutron

atoomkern



Wanneer een atoom protonen (+) of elektronen (-) opneemt of afstaat word het atoom positief of negatief geladen. Het atoom word dan een ion genoemd.

Als er twee metalen met elkaar in aanraking komen (in dit geval d.m.v. een elektrolyt) Dan komt er een stroomkring (elektrische spanning) op gang. Deze stroomkring word geactiveerd door het potentiaalverschil tussen de twee metalen.

Een potentiaalverschil treed op wanneer er een verschil is tussen de hoeveelheid elektronen van beide metalen.

De stroomkring die ontstaat is m.b.v. een spanningsmeter af te lezen in Volt !

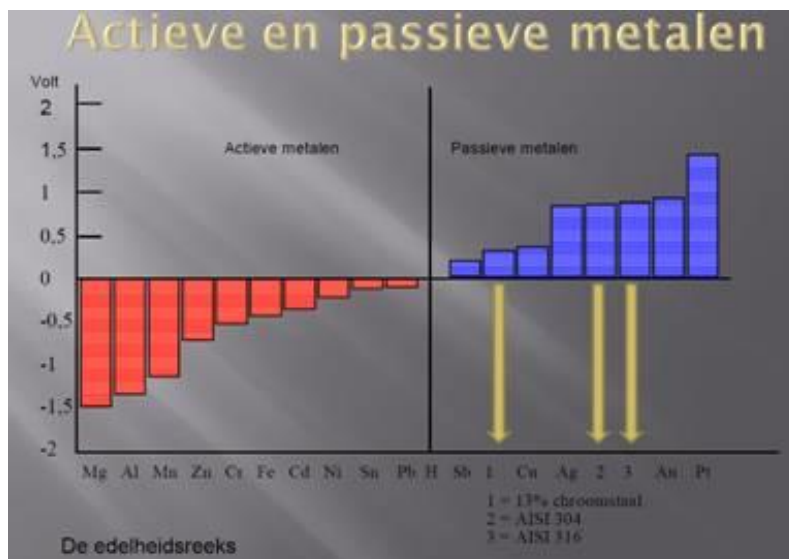
4.3 De galvanische reeks

Ieder metaal heeft een potentiaal, dit is af te lezen in een edelheidsreeks / spanningsreeks / galvanische reeks.

Waterstof (H) is neutraal

Na	Mg	Al	Zn	Cr	Fe	Sn	Pb	H	Cu	Ag	Au
-2,7	-2,4	-1,7	-0,76	-0,56	-0,44	0,14	0,12	0,00	+0,34	+0,8	+1,36

De negatieve metalen zijn de actieve metalen en de positieve metalen zijn de passieve metalen. De elektronenstroom zal altijd lopen van actief naar passief, van – naar +



De galvanische reeks, geldig voor zeewater

↑ Toenemend edel (kathodisch)	Grafiët
	Platina
	Goud
	Titaan
	Zilver
	AISI 316 (passief)
	AISI 304 (passief)
	Inconel® (70Ni - 13 Cr - 7 Fe) (passief)
	Nikkel (passief)
	Monel® (70Ni - 30Cu)
	Koper-nikkellegeringen
	Brons
	Koper
	Messing
Inconel® (actief)	
Nikkel (actief)	
↓ Toenemend onedel (anodisch)	Tin
	Lood
	AISI 316 (actief)
	AISI 304 (actief)
	Gietijzer
	Ijzer en staal
	Cadmium
	Aluminiumlegeringen
	Zilver aluminium
	Zink
	Magnesium

4.4 Het elektrolyt

Elektrische geleidbaarheid van water ontstaat als er genoeg elektronen in het water aanwezig zijn om een elektrische stroom te laten lopen. Lossen we stoffen op in water, dan zullen deze zich splitsen in positief geladen deeltjes en negatief geladen deeltjes. Er is nu sprake van een elektronen stroom in het water. Hoe meer geladen deeltjes in het water, hoe hoger de geleiding.

In puur gedestilleerd water zijn dus erg weinig vrij elektronen aanwezig. Puur water heeft daarom een slechte geleiding en een hoge elektrische weerstand. Zeewater daarentegen heeft een zeer goede geleiding, omdat er (uiteraard) veel zouten in opgelost zijn.

Dit is de reden waarom metalen sneller aangetast worden aan de kust, of in het zeewater.

5 Corrosie bestrijding

Corrosie kan op de volgende manieren bestreden worden:

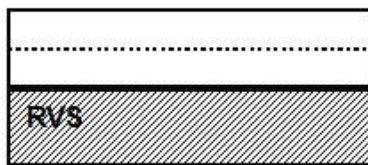
1. Coaten / conserveren
2. Vocht Elektrolyt uitsluiten
 - Onder de 40% Relatieve vochtigheid is het corrosie proces nihil. In de woestijn zal nauwelijks
3. Zuurstof verdringen
 - Pijpleidingen zet men onder stikstofdruk, zodat zuurstof wordt verdrongen.
4. Metalen traject afsluiten
 - Het isoleren van twee verschillende metalen door kunststof ringen. Ofwel contactcorrosie bestrijden door contact af te breken.

6 Corrosievormen

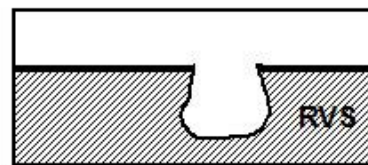
6.1 6 soorten corrosie

- Uniforme (gelijkmatige) corrosie en lokale corrosie
- Galvanische corrosie (Contact corrosie)
- Putcorrosie
- Spleetcorrosie
- Stresscorrosie
- Interkristallijne corrosie

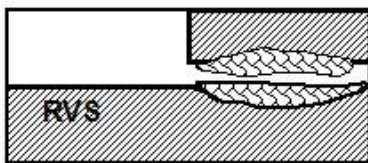
Gelijkmatige corrosie



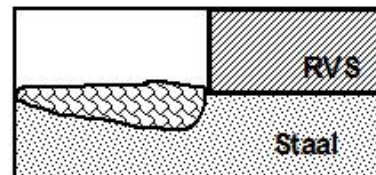
Putcorrosie



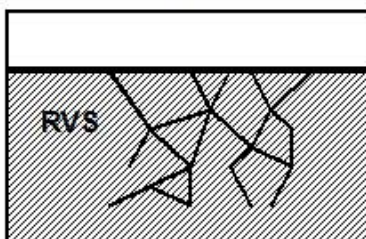
Spleetcorrosie



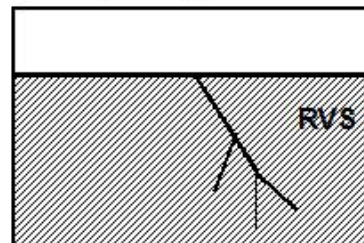
Galvanische corrosie /
contactcorrosie



Interkristallijne corrosie



Spanningscorrosie



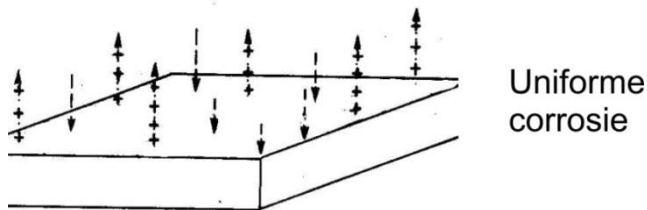
6.2 Uniforme (gelijkmatige) corrosie en lokale corrosie

De aantasting door corrosie kan uniform (gelijkmatig) zijn of lokaal.

Uniforme corrosie:

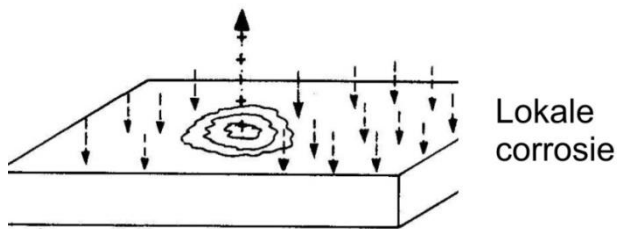
Door de reactie met zuurstof wordt het hele oppervlak bedekt met een bruine laag.

Bij uniforme corrosie wisselen de plaatsen eigenlijk continu, anders gezegd: door het achter blijven van de elektronen is de ene plaats dan weer anode en dan weer kathode is.



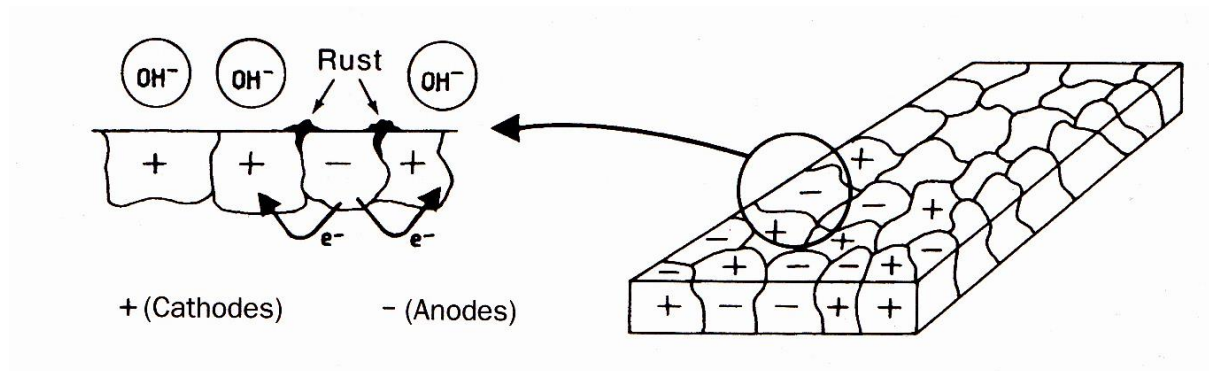
Lokale corrosie:

De lokale corrosie komt vaker voor. Dit is ook meteen gevaarlijker, omdat het moeilijker waarneembaar is.



Ijzer bestaat uit meerdere bestanddelen en die hebben allemaal hun eigen lading. Sommige van die deeltjes zijn edel en vormen een kathode, waardoor corrosie kan beginnen met andere deeltjes (anode).

Bij lokale corrosie is sprake van een anode en kathode op constant dezelfde plaats.

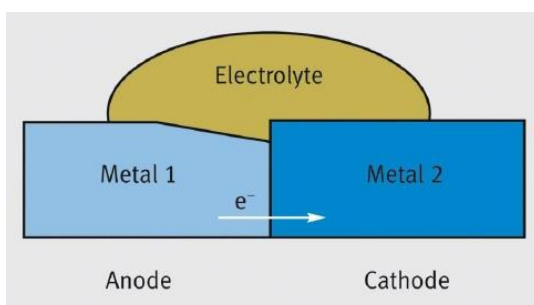


6.3 Galvanische corrosie / contact corrosie

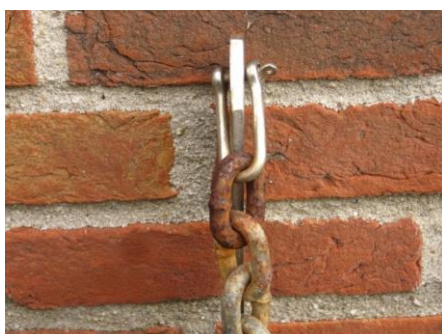
Ontstaat veelal door verkeerde materiaaltoepassing!

Galvanische corrosie treedt enkel op bij de aanwezigheid van volgende elementen;

- Potentiaal verschil van twee **metalen** (zie galvanische reeks).
- Deze metalen hebben elektrisch contact met elkaar
- Beide metalen hebben elektrisch contact met één en dezelfde elektrolyt



Basisprincipe van galvanische corrosie



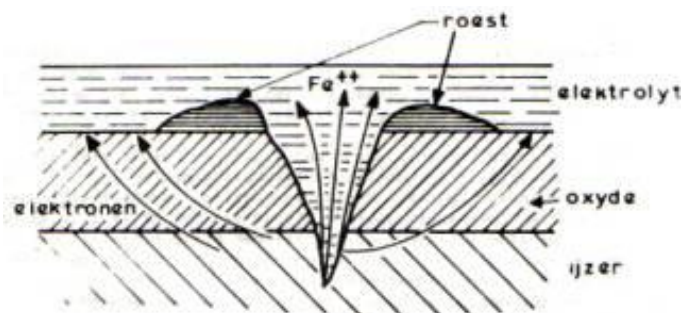
Voorbeeld van galvanische corrosie op een (anodische) ketting

6.4 Putcorrosie

Treed voornamelijk op bij metalen met een oxidehuid, waar de oxidehuid is beschadigd.

Dit is een sterk lokale aantasting van het ijzer. Deze vorm van corrosie is herkenbaar aan de diepe aantasting van het ijzer, manifesteert zich in de vorm van putjes die snel dieper en breder worden. Bij aluminium legeringen is putcorrosie of pitting een van de meest voorkomende corrosievormen.

Putcorrosie kan de sterkte van een constructie zeer nadelig beïnvloeden.



Deze aantasting is sterk lokaal en ontstaat doordat de passieve laag (oxidehuid) op zwakke plekken wordt doorbroken door chlorides of andere sulfaten. Op die plek ontstaat een anode en het overige oppervlak dient als kathode. Door het kleine oppervlak van de anode en het grote oppervlak van de kathode is bij de anode de stroomdichtheid groot en de corrosiesnelheid van het materiaal hoog.

Kustgebieden (chlorides) en industriële milieus (zwavel) zijn door de hoge concentraties de meest agressieve milieus.

De gevoeligheid voor putcorrosie neemt toe bij:

- Bij toenemende concentratie chloride (bijvoorbeeld zeewater),
- Bij toenemende temperatuur
- Bij toenemende zuurgraad (lagere PH).

6.5 Spleetcorrosie

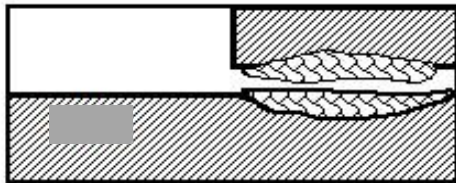
Spleetcorrosie is intensieve plaatselijke corrosie die optreedt in dunne spleten van enkele μm of andere afgedekte plaatsen van één enkel metaal, die is blootgesteld aan een elektrolyt.

De spleet dient groot genoeg te zijn om het elektrolyt te laten binnenstromen, maar ook klein genoeg om deze vloeistof vast te houden. Door dit elektrolyt ontstaat een kleine anodische plaats in de spleet en een groot kathodisch gebied buiten de spleet. Hierdoor is de corrosiesnelheid over het algemeen vrij hoog. Deze corrosievorm komt dikwijls voor bij

passieve materialen zoals RVS. Door de afwezigheid van O₂ in de spleet kan er geen nieuwe passivatielaag worden gevormd.



Spleetcorrosie

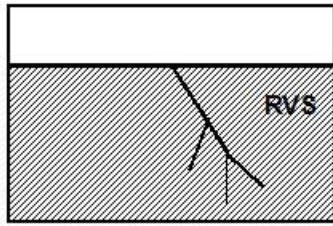


6.6 Stresscorrosie / spanningscorrosie



Spanningscorrosie treedt op in corrosief milieu, bij een materiaal onder invloed van een mechanische trekspanning

Voorbeeld van een metaaldraad onder lichte belasting waar corrosie is opgetreden



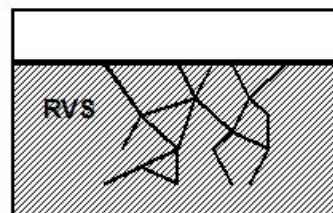
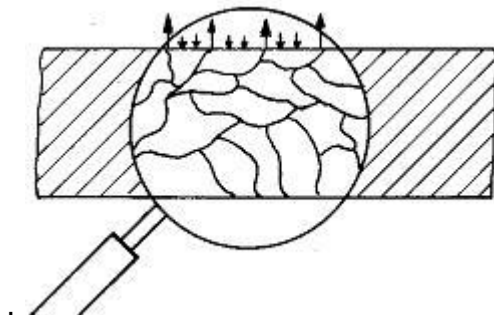
Enkele voorbeelden van corrosief milieu - materiaal combinaties waarbij spanningscorrosie optreedt:

- Chloridehoudend milieu - austenitisch RVS
- NaOH – Koolstofstaal
- Ammoniak - Koper

6.7 Interkristallijne corrosie

Deze corrosievorm, waarvan aan het oppervlak vaak niets te zien is, is gevaarlijk. De corrosie vindt plaats langs de kristalgrenzen, waarbij de kristallen van het metaal zelf onaangetast blijven. De verbindingen worden verbroken, zodat het metaal letterlijk als los zand aan elkaar komt te hangen. Bij interkristallijne corrosie hoeft slechts een kleine hoeveelheid metaal te worden gecorrodeerd om toch een grote schade aan de sterkte van de constructie teweeg te brengen. Interkristallijne corrosie leidt tot breuk

Deze corrosie ontstaat vaak wanneer het materiaal een lange tijd op relatief hoge temperatuur wordt gehouden, bijvoorbeeld bij het lassen kan op enige afstand van de lasnaad deze corrosievorm ontstaan.



7 Fabricage van Staal

7.1 Het productieproces

Het productieproces van staal verloopt via een keten van verschillende stappen. De belangrijkste processtappen zijn:

Van erts tot ruwijzer

Het maken van ruwijzer omvat drie processen. Het eerste proces is de 'vergassing' van steenkool tot cokes (koolstof). De steenkool wordt door deze behandeling poreuzer en daarmee geschikt voor gebruik in de hoogovens. Een deel van de steenkool wordt overigens tot poederkool vermalen. Dit fijne kool wordt ter vervanging van cokes rechtstreeks in de hoogovens geïnjecteerd.

De inhoudstoffen van staal zijn dus:

- Ijzererts (ijzeroxyde)
- Cokes (koolstof)
- Kalksteen

Het tweede proces is het 'voorbakken' van fijn ijzererts tot brokken en knikkers, die sinter en pellets worden genoemd. Daarna begint de eigenlijke productie van ruwijzer. Uit cokes, sinter en pellets ontstaat in de hoogovens vloeibaar ruwijzer, dat met een temperatuur van circa 1500 °C uit de hoogoven wordt getapt. Bij de productie van ruwijzer wordt slakzand gevormd, dat als grondstof dient voor de cementindustrie.

Van ruwijzer tot ruwstaal

IJzer omzetten in staal betekent vooral het verlagen van het koolstofgehalte. Ruwijzer bevat veel koolstof, waardoor het gestolde materiaal bros is en niet is te lassen, smeden of vervormen. In de staalfabriek wordt de koolstof uit het vloeibare ijzer gebrand door er met grote kracht zuurstof op te blazen. De temperatuur loopt daarbij op tot circa 2000 °C. Om de temperatuur niet verder te laten stijgen wordt schroot toegevoegd aan het vloeibare ijzer. Schroot is gebruikt staal, dat via de schroothandel en huisvuilverbrandingsinstallaties opnieuw wordt gebruikt bij de productie van nieuw staal (recycling).

Van ruwstaal tot gewalst staal

warmwalsen

Het staal wordt op twee manieren verder verwerkt. Het grootste deel wordt tot een 22,5 centimeter dikke plak gegoten en vervolgens in de warmbandwalserij bij een temperatuur van circa 1200 °C gewalst tot een dikte tussen de 1,5 en 25 millimeter



Toepassing:

Diverse profielen kunnen uit warmgewalst staal worden gemaakt, bv: platstaal en stripfen, rondstaal, vierkantstaal, hoekstaal (gelijkzijdig en ongelijkzijdig), T-staal (gelijkzijdig en ongelijkzijdig), klein U-staal en balkstalen

Van dun naar dunner

De koudbandwalserijen walsen het warmgewalste staal verder uit.

Koudwalsen van staal wordt gedaan om dunne maar harde staalplaten te vervaardigen. Hier gaat het proces van warmwalsen van staal aan vooraf. Warmgewalst staal is buigzamer en taaier dan koudgewalst staal. Voor sommige toepassingen is het echter van belang om stalen platen van voldoende hardheid te voorzien. Dit wordt gedaan nadat de warmgewalste platen zijn afgekoeld. De plaat wordt tussen walsen gelegd die de plaat steeds dunner walsen. Hierbij wordt de ruimte tussen de walsen verkleind.

Koudwalsen van staal wordt gebruikt voor de vervaardiging van blik voor conservenblikken. Daarnaast wordt het proces ook toegepast voor plaatstaal van oliedrums en auto's.



Afbeelding: Ongerold, koud gewalst staal.

Koudgewalste platen zijn harder dan warmgewalste platen. Een nadeel is echter dat de platen wel minder taai en elastisch zijn. Dunne koudgewalste platen kunnen daardoor niet vaak verbogen worden omdat dan vermoeiing optreedt. Dit wordt ook wel metaalmoeheid genoemd.

Koudgewalst staal wordt dus vervaardigd door warmgewalst staal koud na te walsen. Het verschil tussen het koud of warm walsen van staal, het verschil zit dus in het eindproduct.

Van onbekleed naar bekleed

Bekledingslijnen geven het koudgewalste staal een dun laagje metaal dat bescherming biedt tegen roest. Bij verpakingsstaal gaat het om tin of chroom. Veel plaatmateriaal voor de automobiellindustrie krijgt een laagje zink. Voor gebruik in de bouw wordt staal vaak eerst verzinkt en eventueel van een verflaag voorzien.

7.2 Walshuid

Walshuid is een blauw/zwarte oxidatievorm (Magnetisch ijzeroxyde Fe_3O_4) welke ontstaat bij productie van nieuw warm gewalst staal.

Walshuid heeft een laagdikte welke doorgaans varieert van 50 tot 500 micrometer, afhankelijk van de walscondities van het staal. Indien walshuid niet volledig wordt verwijderd en dus wordt overgeschilderd met een conserveringssysteem, zal na verloop van een aantal jaren (afhankelijk van expositieklimaat) hevige corrosie ontstaan onder het verfsysteem.

De reden hiervoor is dat walshuid zich kathodisch gedraagt ten opzichte van staal. Oxydelaag dat edeler is dan staal en glashard. Hierin ontstaan scheurtjes waar vocht intreedt en zo zal corroderen.



Afbeelding: Blauwgrijze walshuid die nog niet gecorrodeerd is.



Afbeelding: De walshuid word van he oppervlakte gestraald.



8 Staalsoorten en legeringen

Metaal word onderverdeeld in:

Ferro	IJzerhoudende metalen
Non – Ferro	Niet ijzerhoudende metalen

Hieronder worden 5 staalsoorten en legeringen behandeld:

- Koolstofstaal
- Roest Vast Staal
- Cortenstaal
- Aluminium
- Zink

8.1 Koolstofstaal

Koolstofstaal heeft een samenstelling van ijzer en koolstof. Koolstof is het belangrijkste legeringselement in staal! Het koolstof geeft het staal een hogere treksterkte en maakt het staal harder.

Het percentage koolstof is lager dan 2%, anders spreken we over gietijzer.



Warmgewalst Staalwalsdraad

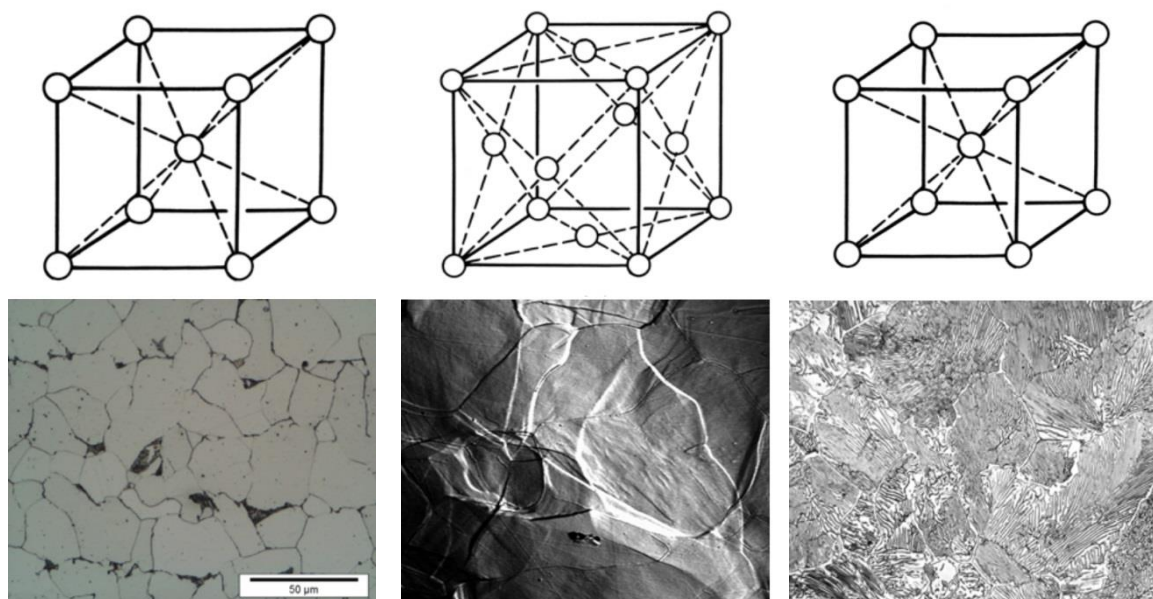


Koolstofstaal platen

De verbinding van het ijzer (Fe) en het koolstof C wordt ook wel cementiet genoemd en wordt gevormd tot ijzercarbide (Fe_3C).

Staal is opgebouwd uit kristallen, waarbij ijzeratomen afhankelijk van de temperatuur zich in een patroon gaan rangschikken. Bij vervaardigen van dit cementiet met een temperatuur tot 910°C ontstaat er een Ferriet Kristal. Bij een temperatuur tussen de 910°C en 1400°C ontstaat een Austeniet kristal. De koeling van de smelt, verloopt dus in hoofdzaak van de austeniet- naar de ferriet- fase.

In het vaste staal treffen we ook nog een Perlietstructuur aan, die vervaardigd wordt uit een mengsel van ferriet en cementiet. Deze drie kristalvormen maken de basisstructuur van alle andere legeringen. Door toevoeging van andere metalen aan deze kristallen, kunnen er metaallegeringen ontstaan die sterk bestand zijn tegen corrosie, hitte en slijten. Dit kan door toevoeging van chroom en nikkel gemaakt worden. Deze metalen dienen als basis voor Roest Vast Staal.



Koolstofstaal wordt vervaardigd als platen of op rol gevlakt in de gewenste dikte wanneer het staal nog warm is of nadat het is afgekoeld.

De verschillen in de processen resulteren in producten die zich onderscheiden in kosten, kwaliteit en mechanische eigenschappen.

Warmgewalst staal

Warmgewalst staal is minder duur en wordt in diktes van 1.2mm en dikker geproduceerd.

Warmgewalst en koudgewalst staal zijn het meeste vatbaar voor corrosie. De meeste kwaliteiten kunnen beschermd worden tegen corrosie door nadien te galvaniseren (warmbad verzinken) of door uiteenlopende behandelingen met een coating.

Koudgewalst staal

Koudgewalst staal biedt hogere toleranties en betere oppervlaktebehandelingen. Hoewel het in bijna alle diktes kan worden geproduceerd, is het meestal beschikbaar in diktes van 0.3 – 3 mm. Dit materiaal kan elektrolytisch verzinkt worden, nadien gegalvaniseerd of beschermd worden door een coating.

8.2 Roest Vast Staal

Er bestaan zeer veel soorten RVS, maar de belangrijkste zijn de chroom-nikkelstalen. Dit is een legering van IJzer (Fe), Chroom (Cr) en Nikkel (Ni). Deze legering heeft haar corrosiebestendigheid te danken aan het chroom, dat door zuurstof een oxidelaagje vormt.



RVS kraan



De spits van het Chrysler Building in New York City is van roestvast staal gemaakt

Om van roestvast staal te kunnen spreken, is minimaal 11 tot 12% chroom en maximaal 1,2% koolstof nodig. Verder zijn in veel soorten roestvast staal ook de elementen molybdeen, titanium, mangaan, stikstof en silicium aanwezig.

Wanneer het chroom met zuurstof in aanraking komt, vormt het een onzichtbaar laagje chroomoxide; de oxidehuid.

De oxidehuid van een roestvast materiaal sluit het onderliggende materiaal goed af,

waardoor in bepaalde gevallen geen verdere roestvorming zal plaatsvinden of deze roestvorming vertraagd wordt.

In de praktijk zijn er twee gevallen waarbij RVS toch kan roesten:

- Het corrosie werende Chromoxide is niet bestand tegen Chlorides (Zeewater en Strooizout)
- Het corrosie werende Chromoxide is niet bestand tegen zuren.

Om het RVS zuurbestendig te maken voegt men nikkel toe. Je zult bedenken dat de eigenschappen van het RVS kunnen variëren door de ijzer, chroom en nikkel gehalten. Deze gehalten zijn onder te verdelen in RVS hoofdgroepen, namelijk:

- Austenitisch

Austenitisch roestvast staal ontstaat door het toevoegen van nikkel aan de ijzerchroomlegering en heeft de structuur van γ -ijzer met een dichtere atoomstapeling dan ferriet. De samenstelling die de basis van austenitisch roestvast staal vormt bestaat uit gemiddeld 18% chroom en 8% nikkel. Deze hoeveelheid nikkel is nodig om bij kamertemperatuur de austenitische structuur te behouden. Zo wordt Molybdeen toegevoegd om de weerstand tegen put- en spleetcorrosie te vergroten. Titanium maakt het materiaal vaster, doordat het koolstof beter bindt dan chroom. Hierdoor kan er tijdens bewerkingen bij temperaturen tussen de 450 en 800 °C, bijvoorbeeld tijdens het lassen, geen vorming van chroomcarbiden optreden. Het koolstofgehalte in austenitisch RVS bedraagt minder dan 0,08% en voor L grades (lastype met laag C gehalte) zelfs minder dan 0,03%. L grades worden aanbevolen om lasbederf te voorkomen. Bij lasbederf treedt vorming van chroomcarbiden op. Door stabilisatie met titanium is dit ook te voorkomen. De corrosiebestendigheid van koud vervormd austenitisch roestvast staal is minder dan voor oplossend gegloeid austenitisch roestvast staal. Austenitisch roestvast staal wordt vanwege de goede corrosieresistentie en door het harde en gladde oppervlak gebruikt in de chemische en farmaceutische industrie, in ziekenhuizen en voor nucleaire installaties.

- Ferritisch

Ferritisch roestvast staal heeft een maximum koolstofgehalte van 0,08%. Naast chroom (Cr) worden andere elementen zoals molybdeen (Mo), titanium (Ti) of niobium (Nb) toegevoegd. Door het toevoegen van kleine hoeveelheden stikstof (N) nemen de sterkte en de corrosieweerstand toe; de taatheid neemt hierdoor echter wel af. Lassen van ferritisch roestvast staal kan problemen als korrelgroei opleveren. Door de goede corrosie-eigenschappen en de weerstand tegen spanningcorrosie zijn toepassingen van ferritisch roestvast staal: containers, heetwatertanks, bekleding van stalen tanks, afwasmachines en keukengerei

- Martentisch

Martensitisch roestvast staal kan worden gehard door een warmtebehandeling. Het koolstofpercentage moet dan liggen tussen de 0,2% en 1,2%. De legering reageert op zeer snelle afkoeling (schrikken). Schrikken houdt in dat het materiaal zeer snel wordt afgekoeld, zodat de koolstofatomen niet de gelegenheid krijgen zich af te scheiden. Door het schrikken ontstaat martensiet op een soortgelijke wijze als bij koolstofijzer Door warmtebehandeling

verkrijgt martentisch roestvast staal een hoge hardheid (spanning in het kristalrooster) en sterkte (tot ongeveer 1800 N/mm²). Wat betreft de overige mechanische eigenschappen, zoals de taaiheid en de corrosieweerstand, presteren zij minder goed dan de andere soorten RVS. Vanwege het hoge koolstofpercentage is martentisch RVS minder bestand tegen corrosie als ferritisch en austenitisch roestvast staal. Een verhoogd percentage nikkel en molybdeen verbetert de corrosieweerstand. Martentisch roestvast staal wordt niet gelast. Typische toepassing – gelet op de hoge sterkte en hardheid – zijn turbinebladen en messen voor huishoudelijk en industrieel gebruik

- Duplex

Duplex roestvast staal heeft een gemengde austeniet-ferriet structuur. De goede eigenschappen van austenitisch en ferritisch roestvast staal zijn in deze soort gecombineerd. Dus een zeer hoge corrosieweerstand in combinatie met een hoge sterkte. De spanning waarbij een blijvende rek van 0,2% ontstaat, is tweemaal zo hoog als van austenitisch roestvast staal. Duplex roestvast staal is minder gemakkelijk te fabriceren dan austenitisch roestvast staal en daardoor duurder. Duplex roestvast-staalsoorten bevatten lage percentages koolstof (minder dan 0,03%) en hebben een uitstekende bescherming tegen putcorrosie, spleetcorrosie en spanningscorrosie. Vooral de goede weerstand tegen spanningscorrosie door de gedeeltelijke ferritische structuur is een groot voordeel van duplex roestvast staal. Belangrijk bij het lassen is het toe te passen lasmetaal. Om in de las ook dezelfde verhouding tussen austeniet en ferriet te handhaven is het van belang dat het lastoevoegmetaal voldoende stikstof (0,15- 0,20%) en nikkel (7-9%) bevat. Duplex roestvast staal wordt toegepast voor opslagtanks in de papier-, chemische, petrochemische en offshore industrie.

8.3 Cortenstaal

Cortenstaal is bekend als weer vast staal of COR-TEN staal. Het staal bestaat uit een metaallegering van ijzer waaraan koper, fosfor, silicium, nikkel en chroom zijn toegevoegd.

De sterkte is vergelijkbaar met die van andere gelegeerde staalsoorten zoals roestvast staal (RVS). Het bijzondere kenmerk van dit soort staal is de bruine roestkleur waarin het uiterlijk veranderd in verloop van tijd.

De roestkleurige en zeer dichte oxidehuid sluit het dieper liggende materiaal af van zuurstof waardoor het materiaal niet verder corrodeert. Door deze oxidehuid is het niet nodig het materiaal te schilderen.



Cortenstaal heeft vooral een esthetische functie.

8.4 Aluminium

Aluminium (Al) heeft bauxiet als grondstof. Australië is een grote leverancier, maar ook een land als Suriname. Bauxiet bestaat grotendeels uit aluminiumhydroxide en bevat daarnaast andere verbindingen, van titanium, ijzer of silicium. Dat is afhankelijk van de herkomst van de bauxiet.

De belangrijkste reden voor toepassing:

- Zeer laag gewicht
- Hoge sterkte
- Bestand tegen hoge temperaturen
- Onedel in de galvanische reeks, wordt daarom ook als anode toegepast. Bijv. Thermal Spray



Aluminiumfolie



Frisdrankblikjes



Profielen

Aluminium is een onedel metaal dat in contact met zuurstof uit de lucht spontaan oxideert. Hierbij wordt het aluminium bedekt met een oxidehuid van aluminiumoxide. Deze natuurlijke oxidehuid beschermt het onderliggende aluminium tegen corrosie. Dit proces van natuurlijke oxidatie met de vorming van een oxidehuid noemt men passiveren.

8.5 Zink

Zink is het vierde meest gebruikte metaal in de wereld na staal, aluminium en koper. Zink wordt al millennia gebruikt om te legeren met tin tot brons.

Zink komt als element (Zn) veel voor in de aardkorst. Het zit het meest in ertsen. Overal ter wereld zijn zinkmijnen. De grootste zinkmijnen kun je vinden in Ierland en Zweden.

Toepassing:

- Als bouw materiaal namelijk voor de bekleding van daken en gevels.
- Als opofferingsmetaal op ijzer / staal (bijvoorbeeld schooperen)
- Als opofferingsblok in de scheepsbouw (anodeblok) Het offerblok zal na verloop van tijd geheel opgelost zijn en wordt vervangen.

Zink is zeer geschikt als opofferingsmetaal omdat het zeer onedel is in de galvanische reeks.



Anodeblok van zink in de scheepsbouw



Verzinkte gevelbekleding



Thermisch verzinkt staal op kolommen

9 Kathodische en Anodische bescherming

9.1 Kathodische bescherming

Kathodische bescherming wordt wereldwijd toegepast voor bescherming van schepen, ondergrondse leidingen, opslagtanks, en vele andere koolstofstalen objecten. Er zijn twee soorten kathodische beschermingsmethoden:

- M.b.v. opofferingsanodes (zink- of aluminiumlegeringen)

Dit wordt vooral toegepast bij schepen en damwanden

- M.b.v. opgedrukte stroom

Dit wordt vooral toegepast bij ondergrondse leidingen. Er wordt stroom op de leidingen gezet (millivolts) zodat het potentiaal neutraal wordt.

9.2 Anodische bescherming

Anodische bescherming van koolstofstaal komt niet voor omdat de corrosie eigenschappen van koolstofstaal zich hier niet voor lenen.

Anodische bescherming komt wel voor bij RVS. In principe biedt het chroomoxide een beschermlaag maar wanneer dit niet voldoende is omdat het RVS bloot staat aan een omgeving met zuren of chloriden is een andere manier van bescherming nodig. In dit geval wordt dan stroom opgedrukt. Het potentiaal van de anode bestanddelen in het RVS wordt aangepast zodat er geen elektronenstroom gaat ontstaan.

10 Metallische deklagen

Bij metallische deklagen worden onedelere metalen ingezet als deklaag om edelere metalen te beschermen. Met name metalen als zink en aluminium worden hiervoor gebruikt.

Het aanbrengen van deze deklagen gebeurt door:

- Galvaniseren (elctrolytisch verzinken)
- Verzinken (thermisch verzinken)
- Shooperen / vlamboog / Thermal spray (gasgestuurd of elektro)

10.1 Galvaniseren

(elctrolytisch verzinken)

Galvaniseren is een methode die gebruik maakt van elektriciteit om een voorwerp te bedekken met een laagje onedeler metaal.

- Verchromen Cr
- Vernikkelen Ni
- Verzinken Zn

Door middel van galvaniseren kan bijvoorbeeld een stalen voorwerp worden voorzien van een laagje zink (elektrolytisch verzinken), nikkel (vernikkelen) of chroom (verchromen) om het meer corrosiebestendig te maken of mooier te laten glanzen.

In het spraakgebruik wordt 'galvaniseren' heel vaak gebruikt als synoniem voor verzinken. Verzinken kan echter met twee totaal verschillende processen worden uitgevoerd, elektrolytisch verzinken en thermisch verzinken. Dat laatste is eigenlijk helemaal geen galvaniseren, omdat het geen gebruik maakt van elektrische stroom.

Nadelen:

- De dunne laagdikten van ca. 5 tot maar ca. 40 μm
- Met name het optreden van het effect van de kooi van Faraday.
- De verdeling van de stroomdichtheid over het product is helaas niet uniform. Dit betekent dat de laagdikte op bepaalde plaatsen hoger is (buitenzijde/uitstekend delen) en op bepaalde plaatsen lager (binnenhoeken/binnenzijden). De stroom zoekt altijd de weg van de minste weerstand.
- Wanneer men geen glansmiddelen gebruikt wordt een zinklaag met een poederig uiterlijk gevormd hetgeen de corrosiebestendigheid nadelig kan beïnvloeden
- Minder bestand tegen zeewater

<http://www.youtube.com/watch?v=XRUFmksLkQ>

10.2 Verzinken

(thermisch verzinken)

Thermisch verzinken is het proces van het onderdompelen van staal in een bad met gesmolten zink van 450 C'.

Het proces is zo eenvoudig en efficiënt dat het een duidelijk voordeel biedt ten opzichte van andere methoden van corrosiebescherming. Wanneer het staal in het bad is gedompeld, reageert het ijzer met het gesmolten zink zodat er legeringslaag ontstaat die een goede corrosiebescherming biedt.

Het proces:

1.	Ontvetten	Nauwgezet verwijderen van olie en vet met een alkalische oplossing.
2.	Beitsen of stralen	Beitsen: Het verwijderen van de ijzeroxidelaag (walshuid) m.b.v. zoutzuur Stralen: m.b.v. straalgrit en luchtdruk het object schoonstralen.
3.	Fluxen	Staal voorzien van een fluxlaag van zink-ammoniumchloride. De functie van een fluxlaag: <ul style="list-style-type: none">• De fluxlaag zorgt voor een goede hechting van het zink op het staal.• Het gesmolten zink vloeit beter van de voorwerpen af• De zinklaag wordt glanzender.
4.	Drogen van de fluxlaag	Drogen van de fluxlaag in een droogoven
5.	Dompelen	Staal onderdompelen in een zinkbad
6.	Glad maken en oneffenheden verwijderen	Door het dompelen kunnen er druppels aan het metaal hangen die er vanaf gehaald moeten worden.

Nadelen van thermisch verzinken:

- Kans op vervorming van dun materiaal (< 5 mm)
- Legeringslaag is hard en bros, dus moeilijk na te bewerken
- De laagdikte afhankelijk van dikte van het materiaal (hoe dikker het materiaal, hoe dikker de laag);
- Gestolde druppels die na het verzinken handmatig verwijderd kunnen worden
- Kleurverschillen bij verschillende materialen (afhankelijk van het siliciumgehalte);
- Nabehandeling schroefdraad.

<http://www.youtube.com/watch?v=c2J07n5hSbs>

10.3 Thermal spray

Shooperen / vlamboog / Thermal spray (gasgestuurd of elektro)



Bij dit proces wordt een zink/aluminiumlaag op het te behandelen oppervlak aangebracht. Het proces bestaat uit een zinkdraad dat door een spuitpistool getransporteerd wordt en waarna de zinkdraad door een vlam van 2200° C. tot smelten wordt gebracht. Het gesmolten draadmateriaal wordt na het smeltproces door perslucht tegen het te behandelen oppervlakte verstoven. Hier vormt zich dan een gesloten, gestolde zinklaag. Deze schoopeerlaag heeft een minimale dikte van 30 µm tot ± 150 µm. De zink/aluminiumlaag heeft een zeer grote dichtheid en sluit het gehele oppervlak volledig af. Hierdoor vormt het een bijzonder effectieve barrière tegen corrosie. Voorwaarde voor dit proces is dat de oppervlakte voorafgaand aan het vlamverzinken gestraald dient te zijn. Een andere vorm van schooperen is door middel van pure aluminium te gebruiken. Deze toepassing wordt veel voor off-shore materieel gebruikt.

Deze techniek is vernoemd naar zijn uitvinder, de Zwitserse heer Schoop.

Voordat een object kunnen word ge-schoopeerd, moet dit eerst gestraald worden tot een reinheid van Sa 3.

Sa 3 wil zeggen dat het oppervlak vrij moet zijn van zichtbare verontreinigingen zoals vet, roest, walshuid of verfresten en een egale metaalkleur moet hebben.

Voordelen van schooperen:

- De levensduur is aanmerkelijk langer
- Een betere hechting op de voorbehandelde ondergrond
- De lagen zijn minder gevoelig voor mechanische beschadigingen.
- De lagen zijn onmiddellijk droog
- De lagen geven onmiddellijke bescherming
- De lagen vormen een ideale ondergrond voor een verfsysteem

Deze techniek is vernoemd naar zijn uitvinder, de Zwitserse heer Schoop.

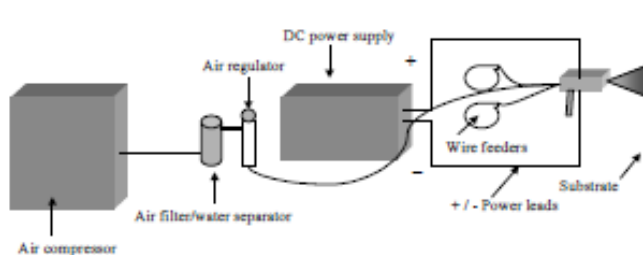
Maar voordat we een object kunnen schooperen, moet dit eerst gestraald zijn.

Methodes:

- Electrisch
- Gasgestuurd

Electrisch schooperen:

Het elektrisch draadspuiten is een techniek waarbij 2 elektrisch geleidende draden door een spuitpistool worden getransporteerd. Tussen de uiteinden van deze twee draden wordt een elektrische boog (ca. 3000 graden C boogtemperatuur) getrokken, waardoor ze afsmelten. Het gesmolten materiaal wordt met perslucht naar het substraat getransporteerd, waar het een deklaag vormt.



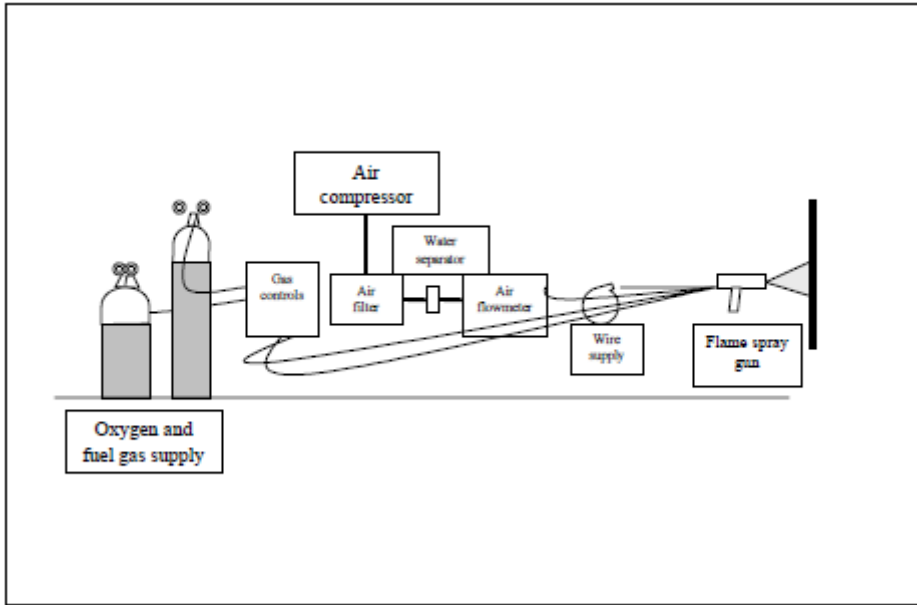
<http://www.youtube.com/watch?v=ah9kLdUFDQY>

<http://www.youtube.com/watch?v=xSRGoCpH9EU>

Gasgestuurd schooperen:

Bij gasgestuurd (autogeen) draadspuiten wordt door middel van een elektra- of persluchtmotor een materiaal in draadvorm door een spuitpistool getransporteerd en centraal in een ontstoken gas-zuurstofmengsel (ca. 2800 graden C vlamtemperatuur) tot smelten gebracht. Daarna wordt het gesmolten draadmateriaal door middel van perslucht naar het substraat verstuven om daar een deklaag te vormen.

<http://www.youtube.com/watch?v=mvlEi3LvxD4>



11 Anorganische deklagen

Er bestaan een verschillend aantal anorganische deklagen, die zich laten kenmerken door de applicatiemethode. Zo zijn er Conversielagen, Anodiseerlagen, Email en Keramische deklagen.

11.1 Conversielagen

Door middel van dompelen of sproeien wordt op het metaal een eerste deklaag aangebracht alvorens het wordt voorzien van een coating. Deze conversielaag kan door de chemische behandelingen een chromaatlaag of een fosfaatlaag worden aangebracht. Voordat het metaal gefosfateerd of gechromateerd wordt dient het oppervlak volkomen schoon te zijn van vetten en vuil. Deze conversielagen zorgen ervoor dat de later opgebrachte coating beter hecht aan de ondergrond en vooral blijft hechten mocht de gediffundeerde waterdamp het metaal bereiken.

11.2 Fosfateren / passiveren

Fosfateren wordt ook wel passiveren genoemd waarbij het fosforzuur in water opgelost en reageert met ijzer en zink. Deze reactie zorgt ervoor dat er een kristalijne fosforhuid wordt opgebouwd uit kleine kristallen. Het opbouwen van de huid door de kleine kristallen voorkomt dat er in de laag poriën ontstaan die corrosievorming vergemakkelijkt.

Chromateren wordt gedaan met aluminium, zink en verzinkt staal. Hierbij wordt er een hechtlaag gemaakt door een waterige oplossing met chroomzuur, die soms gecombineerd wordt met fosforzuur of fluorwaterstofzuur. Over het algemeen is een chromaatlaag beter bestand tegen corrosie. Al mag niet gedacht worden dat een fosfaat of chromaatlaag de uitkomst biedt tegen corrosie, maar in samenwerking met een coating zal de weerstand vergroot worden.

11.3 Anodiseren

Anodiseerlagen worden elektrolytisch aangebracht. Zo wordt Aluminium geanodiseerd en wordt er een corrosiewerende oxidelaag gevormd. De meest toegepaste laag is door middel van zwavelzuur anodiseren. Deze harde kleurloze laag is slijtvast en zeer corrosiewerend en dus uitstekend toepasbaar voor gevelelementen, transportmiddelen, caravans en jachten. Door het slijtvaste karakter wordt dit ook veel gebruikt voor huishoudelijke apparaten en meubels. Een derde toepassing van anodiseren is door middel van chroomzuur. Het voordeel van dit type is dat de vermoeiingssterkte nauwelijks wordt aangetast. Wat uitstekend werkt voor militair materieel en ivoor materiaal in de vliegtuigindustrie. Alle drie de toepassingen hebben als nadeel dat de voorbehandeling zeer nauwkeurig dient te gebeuren en meerdere badenreeksen nodig zijn. Bij dit proces is het schoonspelen wat vaker nodig.

11.4 Emaileren

Email: Niet te verwarren met de schijfwijze van het huidige E-mail (elektronische post), is deze bescherm laag een gedeeltelijk uitgekristalliseerd glas dat bij een hoge temperatuur op het metaaloppervlak wordt ingesmolten. Deze glaslaag wordt gebruikt als grondlaag voor een goede hechting, maar ook als deklaag is email toepasbaar. Vooral op stalen met een laag koolstofgehalte wordt de emaildeklaag direct op het staal ingebrand. Het email heeft een lang glansbehoud wat als voordeel geeft dat het harder blijft en dus langer meegaat. Helaas is deze glaslaag niet bestand tegen stoten en beschadigingen zijn niet meer te repareren. Deze techniek van emaileren is al duizenden jaren voor Christus ontstaan. Vele oude ovens, pannen, badkuipen, kachels en fornuizen zijn nog voorzien van zo'n email laag. Ook huidige chemische apparatuur, warmtewisselaars, silo's en afvalwatertanks kunnen voorzien zijn van email.

11.5 Keramische deklagen

Net als bij email wordt door middel van hoge temperaturen het keramische materiaal aangebracht. Het aanbrengen gebeurt door plasmaspuiten (thermisch spuitprincipe) van het meest toegepaste aluminiumoxide dat de keramischelaag vormt. Deze vorm is goedkoop maar wanneer er strengere eisen gesteld worden aan hogere temperaturen en slijtvastheid is deze deklaag niet geschikt. Alleen op nabranders van straalmotoren, gietijzeren goten en sommige pomponderdelen wordt een keramischelaag toegepast. Titaannitride (TiN) is keihard en zeer slijtage bestendig. Dat wordt gebruikt bij snijgereedschap in de metaalindustrie. Deze keramische deklaag is wel hittebestendig in tegenstelling tot het aluminiumoxide en kan de levensduur van het snijgereedschap tot wel 3x toe verlengen.

12 Constructie detaillering t.b.v. corrosiewering

Fouten in de detaillering van metalen objecten kunnen leiden tot corrosie. Hieronder een vijftal detailleringen:

- Vochtophoping
- Capillaire werking
- Randafwerking
- Toegankelijkheid / bereikbaarheid
- Combinatie van materialen (galvanische corrosie)

12.1 Vochtophoping

Als water blijft staan in een stalen constructie ontstaat corrosie omdat het water fungeert als elektrolyt. Daarom moet er een ontwatering zijn om het elektrolyt (water) uit het corrosieproces te halen.

Vochtophoping kunnen we voorkomen door::

- Aanbrengen van muisgaten.
- Onder afschot plaatsen.
- Afwateringsmogelijkheid creëren.



12.2 Capillaire werking

Capillaire werking ontstaat doordat water (elektrolyt) wordt “opgezogen” in een vernauwde buisvorm / spleet.

Capillaire werking kunnen we voorkomen door:

- Voldoende ruimte tussen twee vlakken aan brengen.
- Vochtingang af te dichten, doorlassen of kitten.



12.3 Randafwerking

Scherpe randen zullen de kantendekking sterk verminderen.

Scherpe randen kunnen we voorkomen door:

- Kanten afschuinen / afronden.



12.4 Toegankelijkheid / bereikbaarheid

Doordat een constructie niet toegankelijk genoeg is of niet te bereiken, kan deze ook niet voldoende behandeld worden tegen corrosie.

Problemen met de toegankelijkheid / bereikbaarheid kunnen we voorkomen door:

- Voldoende afstand tussen de constructiedelen aanbrengen.
- Bouwdelen zo construeren dat onbereikbare plaatsen niet ontstaan.



12.5 Combinatie van materialen (galvanische corrosie)

Doordat metalen met een verschillend potentiaal met elkaar in aanraking komen kan corrosie ontstaan.

Er moet daarom rekening worden gehouden met de materiaalkeuze van de contactvlakken:

- zodat (galvanische) corrosie wordt vermeden (anode / kathode).
- Materialen die vocht vasthouden moeten worden vermeden omdat de elektrolyt buitengesloten moet worden.

Galvanische corrosie kunnen we voorkomen door:

- Aanbrengen van isolatoren
- Gebruik van metalen met gelijke potentialen (edelheid).
- Toepassen van vochtafstotend materiaal (geen Glaswol, Polyester enz.)

13 Voorbehandelen van metaal

Onder voorbehandelen wordt verstaan alle handelingen voorafgaand aan het aanbrengen van deklagen. Het oppervlak moet voldoen aan bepaalde functionele eisen (b.v. ruwheid, hardheid, afrondingen, maatvoering) en er moet gezorgd worden voor een goede hechting van de deklaag.

De volgende voorbehandelingen worden behandeld:

- Chemisch ontroesten
- Ontvetten
- Mechanisch ontroesten

13.1 Chemisch ontroesten

Beitsen van Staal:

Op deze manier wordt corrosie verwijderd door middel van zuren. Dit principe wordt ook wel beitsen genoemd. Er kunnen verschillende zuren toegepast worden, die allen een andere eigenschap of toepassing hebben.

Zuur	Eigenschap	Toepassing
Zwavelzuur	Het zuur dringt in de walshuid via de haarscheuren en lost de laag op. Er ontstaat tevens waterstofgas dat er bij helpt de walshuid van het staal af te drukken.	Verwijderen van walshuid.
Zoutzuur	De corrosie wordt door het zoutzuur geheel verwijderd en er ontstaat een schoon en blank oppervlak.	Oplossen van corrosie.
Fosforzuur	Dit zuur is minder agressief. Het zorgt er alleen voor dat het metaal een glad uiterlijk krijgt.	



Afbeeldingen: Het resultaat van beitsen (chemisch reinigen).

13.2 Ontvetten

Badenreeks (industrieel):

De coating dient regelrecht op het metaal aangebracht te worden. Een tussenlaag van vet en vuil is hierbij niet gewenst. Het weghalen van deze vetten kan op verschillende manieren gebeuren:

Ontvetten	Eigenschap	Benodigheden
Alkalische ontvetting	Caustic soda of natronloog laten de plantaardige en dierlijke vetten verzeppen bij een badtemperatuur tussen de 60° en 95° Celsius.	Een badenreeks waar het ontvettingsmiddel in beweging wordt gebracht door lucht of trillingen.
Emulsiereiniging	Een emulgator wordt aan de alkaliën toegevoegd om minerale oliën te kunnen verwijderen. Minerale oliën kunnen namelijk niet verzeppen.	Een badenreeks waar het ontvettingsmiddel in beweging wordt gebracht door lucht of trillingen.
Elektrolytisch ontvetten	Door het metaal te koppelen aan een negatieve pool, zullen de alkaliën reageren met het vrijgekomen waterstof. Het vuil en vet zal zich losmaken van het metaaloppervlak.	Een badenreeks waar het ontvettingsmiddel in elektrolyse wordt gebracht.
Damp ontvetten	Door het opdampen van een ontvettingsmiddel zal de condens het koudere metaaloppervlak reinigen. De condens zal samen met het vuil van het oppervlak afdruppelen	Dampontvettingsapparaat

Op locatie

- Handmatig ontvetten
- Stoomcleanen (stoomstralen)
- Hydrojetten (hogedruk waterstralen)



Hydrojetten met zeer hoge druk



Stoomcleanen

13.3 Mechanisch (hand) ontroesten

- Handmatig ontroesten:
 - Bikhamer
 - Krabbers / steekmessen
 - Schuurpapier
- Machinaal met pneumatisch handgereedschap:



Pneumatische naaldhamer (koper of stalen naalden)



Pneumatische slijpschijven



Pneumatische staalborstels

13.4 Machinaal reinigen / ontroesten

Door middel van stralen:

Door een bepaald voorwerp zo hard tegen het metaal aan te werpen, zal het corrosieproduct zich loslaten van het oppervlak. Om dit genuanceerd aan te pakken, zijn er een aantal verschillende voorwerpen gevonden met een daarbij horende werpinstallatie.

Straal methode	Eigenschap	Benodigdheden
Perslucht stralen	Door straalgrid onder een hoge druk te brengen, wordt het grid op het vlak geblazen. Er zijn verschillende soorten grid waaronder: koperslak, hoogovenslak, gemalen basalt. Grid dat meerdere malen gebruikt kan worden is: gietijzer, korund en staal.	Persluchtinstallatie bestaande uit: compressor, olie/waterafscheiders, leidingen en slangen, gridketel, spuitstuk en natuurlijk het grid.
Vacuüm stralen	Door het straalgrid op het oppervlak te blazen, schiet het alle kanten op. Bij vacuümstralen is er om de spuitmond een afzuigkop bevestigd. Deze zuigt het grid op en brengt het terug naar het gridreservoir. Het voordeel hiervan is dat er stofvrij gewerkt kan worden en er geen grid rondslingert. Tevens wordt het grid hergebruikt.	Vacuümstraalinstallatie bestaande uit: compressor, olie/waterafscheiders, leidingen en slangen, gridketel, spuitstuk met afzuigkop en natuurlijk het grid.
Natstralen	Eigenlijk is dit hetzelfde principe als persluchtstralen, maar is de lucht vervangen door water. Het voordeel hiervan is dat er geen stof rond dwarrelt en er geen vonken kunnen ontstaan. Het nadeel is dat het gestraalde oppervlak nat is en dus sneller kan corroderen.	Straalinstallatie bestaande uit: compressor, leidingen en slangen, gridketel, spuitstuk en natuurlijk water en grid.
Werpstralen	Door middel van een schoepenwiel wordt het straalgrid op het vlak geworpen. Dit schoepenwiel bevindt zich in een vaststaand apparaat, dat in tegenstelling tot de andere installaties niet zo makkelijk mee te nemen is.	Stationaire werpinstallatie

Opmerking: Werpstralen is een droge methode, natstralen is een soort persluchtstralen met "modder". Het slijpt dus als het ware.

13.5 Straalmiddelen

De vorm van het straalgrot is belangrijk voor het eindresultaat. De meest voorkomende soorten zijn shot (rond) en grit (scherp en hoekig).

- Straalgrid (kantig)

Grit is een hard, agressief straalmiddel dat snel straalt. Het heeft een kantige vorm en bezit een zeer grote snijcapaciteit

- Straalshot (rond)

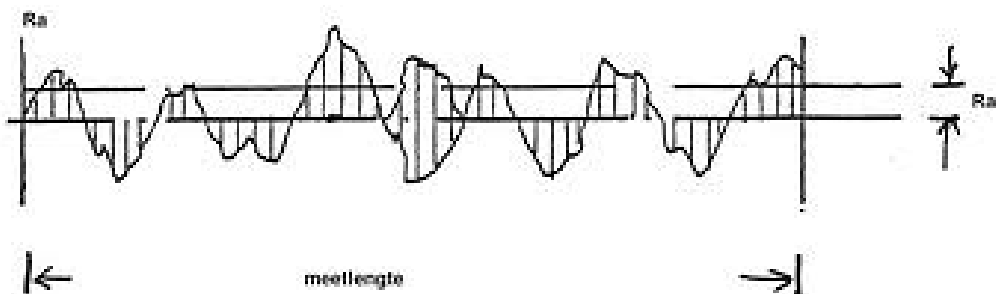
De Kleine ronde shots reinigen het oppervlak door ertegenaan te botsen. Het is minder agressief dan straalgrit

- Straalprofiel shot en grid

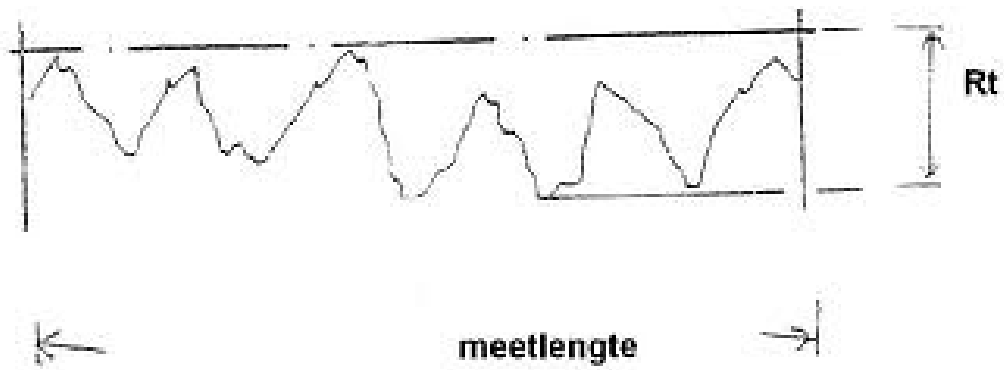
Een mix van grit en shots.

Ruwheid in μm :

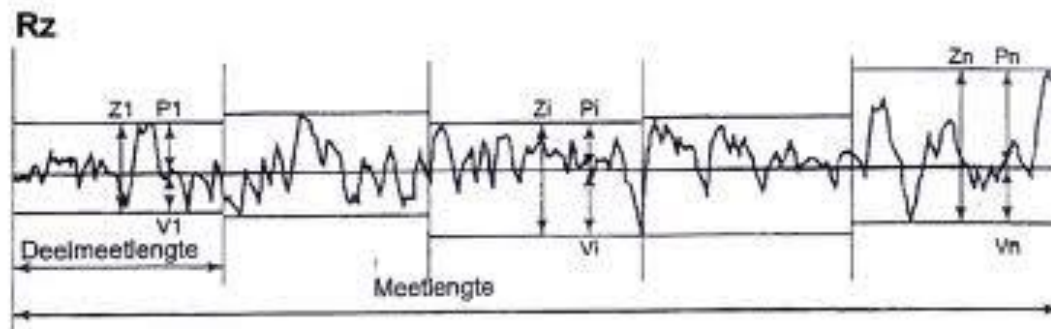
- Ra waarde = gemiddelde ruwheid
- Rt waarde = maximale top-dal afstand
- Rz waarde = gemiddelde top – dal ruwheid



Rt



Rz



13.6 Reinheidsgraden

ISO 8501-1 (Europa)

- Sa (stralen)
- St (Handmatig)

SSPC (America)

- SP (stralen en handmatig))

ISO 8501 - 1	SSPC	
St 2		
St 3		
Sa 1	Brush off SP 12	Licht stralen: Oppervlak moet vrij zijn van slecht hechtende walshuid, roest, verflagen e.d
Sa 2	Commercial SP 6 Industrial Blast Cleaning SP 14	Zorgvuldig stralen: Oppervlak moet grotendeels vrij zijn van walshuid, roest, verflagen e.d. Achtergebleven verontreiniging moet goed hechten (=niet verwijderbaar met een bot plamuurmes).
Sa 2,5	Near white SP 10	Zeer zorgvuldig stralen: Op het metaal mogen achtergebleven resten van verontreiniging als lichte verkleuring in de vorm van vlekken of strepen waarneembaar zijn
Sa 3	White metal SP 5	Stralen tot zichtbaar schoon staal: Het metaal moet een egale metaal-kleur hebben

14 Coating applicatie methodes

14.1 Meest voorkomende methodes

- Gieten

XXXX

- Walsen

Lakwalsen wordt toegepast in een continuproces. In een doorlopend productieproces wordt op een opgerolde staalplaat een primer en / of aflak aangebracht m.b.v. een wals. Dit kan evt ook tweezijdig.

- Dompelen

De verflaag wordt aangebracht door het object geheel of gedeeltelijk in een verfbad onder te dompelen.

- Trommelen

Kleine objecten worden in een ronddraaiende trommel voorzien van een coating

- Poederen

Poedercoaten is het in poedervorm aanbrengen van een verflaag. Het wordt in droge vorm aangebracht en er is dus geen sprake van oplos- en verdunningsmiddelen. De poederdeeltjes worden elektrisch geladen en de objecten worden geaard. Dit trekt elkaar aan. Vervolgens gaan de objecten door een oven waardoor de poederdeeltjes smelten. Na afkoeling zal de coating uitharden.

- Handmatig

Verflaag aanbrengen met kwasten, verfrillers of verfhandschoenen.



- Vernevelen

Lucht spuiten, Airless spuiten, Airmix spuiten, Rotor spuiten.

14.2 Verneveltechnieken

Lucht spuiten

Hogedruk luchtsputen 1-5 bar

- Ongeveer 150 liter lucht per minuut

Lagedruk luchtsputen >1 bar

- HVLP High volume low pressure
- Ongeveer 350 liter lucht per minuut

Beide principes gebruiken:

- Zuigvoeding (vacuüm)
- Persvoeding (door overdruk)



Airless spuiten

Op lucht aangedreven plunjerpomp.

- Verf wordt onder druk gezet
- Verneveld door de kleine nozzle opening
- Druk tot 500 bar.
- Druk overbrenging 30:1, 45:1 en 65:1

Hoofdonderdelen plunjerpomp:

- Luchtmotor aangedreven op compressor
- Verzuiger.
- Boven en onderkogel
- Pulsator
- filters



Airmix spuiten

Lagedruk airless met lucht ondersteuning in de spuitkop.

- Voordeel dat “tailing” minder snel optreedt dan bij airless.



15 Test methodes

Testmethodes kunnen worden onderverdeeld in Destructief en non-destructief

Waar word op getest:

- Oplosbare zouten
- Laagdikte metingen
- Hechtingstesten
- Straal ruwheid
- Klimatologische omstandigheden

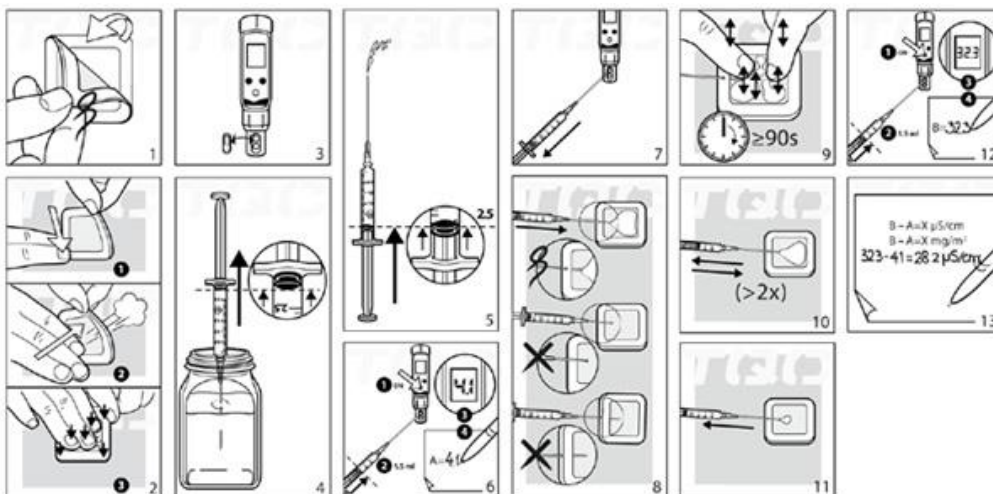
15.1 Bresle test

Metten van de hoeveelheid oplosbare zouten op een oppervlak (chloride test).

Het is absoluut noodzakelijk de zuiverheid van een oppervlak te controleren alvorens een coating aan te brengen, om de kwaliteit en optimale levensduur van de coating te verzekeren.

Indien de coating op een vervuild oppervlak wordt aangebracht kan deze voortijdig loslaten, wat leidt tot dure hercoating en hoge onderhoudskosten.

m..b.v. een bresle test kan bepaald worden hoeveel opgeloste zouten (chlorides) op een gestraald oppervlak aanwezig zijn.



Een speciale pleister wordt aangebracht op het te testen oppervlak en een gespecificeerde hoeveelheid gedeïoniseerd water wordt geïnjecteerd onder de pleister. De zouten die aanwezig zijn op het oppervlak lossen op in het water. De vloeistof wordt opgenomen in de pleister. Vervolgens wordt de aanwezigheid van het zout berekend per gebied gebaseerd op de geleidbaarheid.



15.2 Laagdikte metingen

Natte laagdikte

- Laagdikte kam



Droge laagdikte destructief

- PIG Paint Inspection Gauge

Droge laagdikte non destructief

- Meetbanaan (magnetisch)
- Elektronisch:
 - Ferro : magnetisch
 - Non Ferro: Wervelstroom (Eddy Current)

15.3 Hechtingstesten

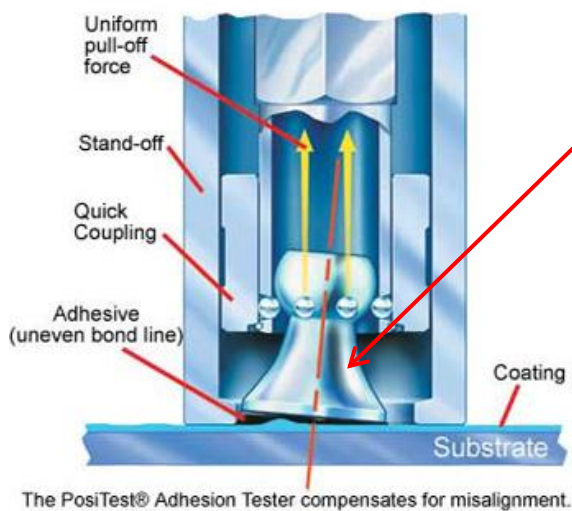
Pull off test (Defelsco meter)



Een elektronisch gestuurde hydraulische pomp meet de continue pull-off druk.



Hydraulische handpomp.



Een "dolly" wordt vastgelijmd op een ondergrond en er vervolgens met een hydraulische pomp vanaf getrokken.

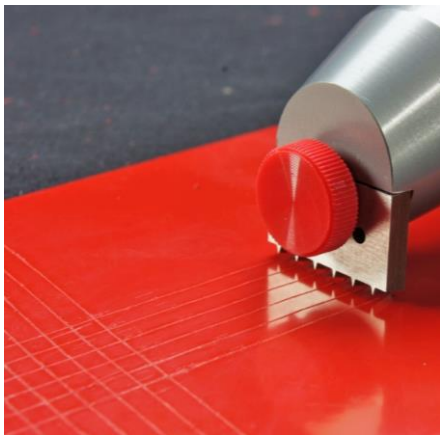
- <http://www.youtube.com/watch?v=GRZ2aRCFoVg>





X-cut test (ruitjesproef)

Ook: adhesietest; soms: kruissnede-hechtingsproef.

De ruitjesproef is de proef waarmee de hechting (adhesie) van verflagen aan de ondergrond kan worden vastgesteld.

Op het oppervlak van de verflaag worden onderling evenwijdige sneden aangebracht in beide richtingen. Op het ruitpatroon wat hierdoor ontstaat wordt een stukje genormaliseerde tape gedrukt dat daarna in een vloeiende beweging wordt verwijderd. Het percentage verf dat door het plakband los van de ondergrond wordt getrokken geeft een indicatie van de hechting.



Classificatie	Klasse	Onthechting	Afbeelding
-zeer goed	Gt0	0%	-
-goed	Gt1	< 5%	
-matig	Gt2	5 - 15%	
-slecht	Gt3	15 - 35%	
-zeer slecht	Gt4	35 - 65%	
-totale onthechting	Gt5	65 - 100%	-

15.4 Straalruwheid

Testex Press-O-Film tape

Speciaal tape voor het meten van het straalprofiel. Door het tape op het oppervlak te plaatsen en erover te krassen neemt het de dikte van het Rt (totale ruwheid) aan welke gemeten kan worden met een filmdiktemeter.

Verwijder het beschermepapier van de tape en plaats deze stevig op het gestraalde oppervlak. Gebruik matige druk met het aandrukgereedschap over het rond uitgesneden deel van de tape. Verwijder de tape en de afdruk is klaar om gemeten te worden met de Testex micrometer.



- <https://www.youtube.com/watch?v=6sxPsDvqeUM>

Visueel vergelijkingsplaten

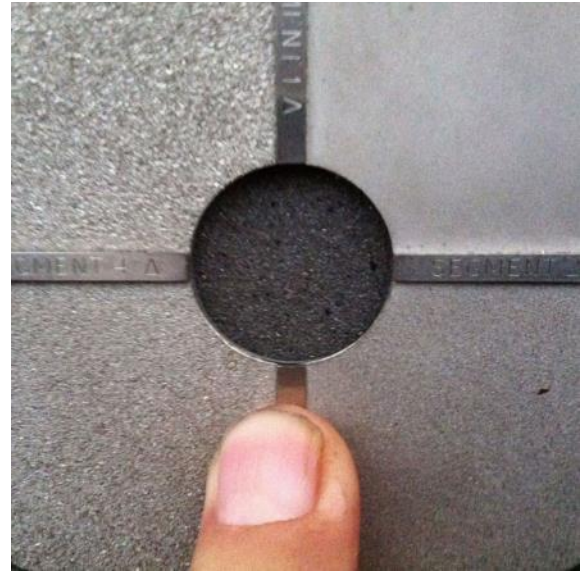
De gestraalde ondergrond wordt visueel vergeleken met standaard vergelijkingsplaten.

Er zijn twee soorten straalstalen:

Staalstraal-vergelijingsstandaard, model G voor gritstralen

Staalstraal-vergelijingsstandaard, model S voor shotstralen.





15.5 Klimatologische omstandigheden

- Omgevingstemperatuur T_a
- Oppervlakte temperatuur T_s
- Verschil in temperaturen $T\Delta$
- Relatieve vochtigheid R_h
- Dauwpunt T_d



16 Verfsysteem bepalen m.b.v. ISO 12944

ISO normen geven aan op welke wijze een organisatie zeker kan stellen dat zij:

- Weet wat haar klanten van haar verwachten en eisen.
- Haar dienst of product op de afgesproken wijze levert.
- Continue controleert of er inderdaad aan de eisen is voldaan en waar nodig verbeteringen doorvoert.

De ISO 12944 beschrijft de corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen.

Het kiezen van het juiste verfsysteem gaat in drie stappen:

1. Bepaal de atmosferische corrosiebelasting
2. Hoe duurzaam moet het verfsysteem zijn? Hoe lang moet de constructie onderhoudsvrij blijven tot de eerste grote onderhoudsbeurt?
3. Selecteer het ISO 12944 geschikte systeem.

16.1 De atmosferische corrosiebelasting

Bepaal de atmosferische corrosiebelasting aan de hand van onderstaande tabel:

Corrosie categorie	Voorbeelden van de omgeving	
	Buiten	Binnen
C1 Zeer laag		Verwarmde gebouwen met een schone atmosfeer. Bijv. kantoren, winkels, scholen, hotels.
C2 Laag	Atmosfeer met een laag vervuilingniveau. Meestal landelijke gebieden.	Onverwarmde gebouwen waar condensatie kan optreden. Bijv. opslagdepots, sporthallen.
C3 Gematigd	Stedelijke en industriële atmosferen, gematigde zwaveloxide vervuiling. Kustgebieden met een laag zoutgehalte.	Productiehallen met een hoge luchtvochtigheid en enige luchtvervuiling. Bijv. Voedselverwerkende fabrieken, wasserijen, brouwerijen, zuivel.
C4 Hoog	Industriële en kustgebieden met een gematigd zoutgehalte	Bijv. chemische fabrieken, zwembaden, havens
C5-I Zeer hoog (industrieel)	Industriële gebieden met een hoge vochtigheid en een agressieve atmosfeer.	Bebouwen of gebieden met een bijna permanente condensatie en hoge vervuiling.
C5-M Zeer hoog (maritiem)	Kust- en buitengaatse gebieden met een hoog zoutgehalte.	Gebouwen of gebieden met een bijna permanente condensatie en hoge vervuiling.

16.2 Duurzaamheid van het verfsysteem

Bepaal de Duurzaamheid van het verfsysteem:

Durability		
H	High Durability	> 15 jaar to first major maintenance
M	Medium Durability	5-15 jaar to first major maintenance
L	Low Durability	< 5 jaar to first major maintenance

16.3 Bepalen van het bindmiddeltype

De keuze van het verfsysteem wordt mede bepaald door de eisen die gesteld worden aan de verf. Bijvoorbeeld:

resistentie tegen water, verdunningsmiddelen, schoonmaakmiddelen, zouten, zuren enz. en eigenschappen zoals elasticiteit, kleurvastheid, kras- en slijtvastheid. Onderstaande tabel is daarbij erg handig.

Suitability ■ Good ▲ Limited ● Poor — Not relevant	Poly(vinyl chloride)	Chlorinated rubber	Acrylic	Alkyd	Polyurethane, aromatic	Polyurethane, aliphatic	Ethyl zinc silicate	Epoxy	Epoxy combination
	(PVC)	(CR)	(AY)	(AK)	(PUR, aromatic)	(PUR, aliphatic)	(ESI)	(EP)	(EPC)
Gloss retention	▲	▲	▲	▲	●	■	—	●	●
Colour retention	▲	▲	■	▲	●	■	—	●	●
Resistance to chemicals:									
Water immersion	▲	■	▲	●	▲	●	▲	■	■
Rain/condensation	■	■	■	▲	■	▲	■	■	■
Solvents	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Solvents (splash)	●	●	●	■	■	■	■	■	■
Acids	▲	■	▲	▲	■	▲	●	▲	■
Acids (splash)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Alkalis	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	■	■
Alkalis (splash)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Resistance to dry heat:									
up to 70 °C	●	●	▲	■	■	■	■	■	▲
70 °C to 120 °C	—	—	▲	■	■	■	■	■	■
120 °C to 150 °C	—	—	▲	●	▲	●	■	▲	▲
> 150 °C	—	—	—	—	—	—	■	—	—
Physical properties:									
Abrasion resistance	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Impact resistance	▲	▲	▲	▲	■	▲	▲	■	▲
Flexibility	■	■	■	▲	▲	■	●	▲	▲
Hardness	▲	▲	▲	■	■	▲	■	■	■

16.4 Selecteer het ISO 12944 geschikte systeem

Nadat er een keuze in het bindmiddeltype is gemaakt kan vervolgens in de ISO 12944-5 het meest geschikte verfsysteem worden bepaald. In hoofdstuk 6 zijn er “tables” te vinden waaruit het meest geschikte verfsysteem te bepalen is.

Hieronder een voorbeeld van verfsysteem A1.20

Substrate: Low-alloy carbon steel								Expected durability (see 5.5 and ISO 12944-1)																
Surface preparation: For Sa 2½, from rust grade A, B or C only (see ISO 8501-1)								C2					C3			C4			C5-I			C5-M		
System No.	Priming coat(s)				Subsequent coat(s)	Paint system		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H		
	Binder ^d	Type of primer ^a	No. of coats	NDFT μm ^b	Binder	No. of coats	NDFT μm ^b																	
A1.20	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	3-4	240																	
A1.21	EP	Misc.	1-2	80	EP, PUR	3-5	280																	
A1.22	EP, PUR	Misc.	1	150	EP, PUR	2	300																	
A1.23	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60 ^e	EP, PUR	3-4	320																	
A1.24	EP, PUR	Misc.	1	80	EP, PUR	3-4	320																	
A1.25	EP, PUR	Misc.	1	250	EP, PUR	2	500																	
A1.26	EP, PUR	Misc.	1	400	—	1	400																	
A1.27	EPC	Misc.	1	100	EPC	3	300																	
A1.28	EP, PUR	Zn (R)	1	60 ^e	EPC	3-4	400																	

17 Eigenschappen per bindmiddel

In de ISO 12944 komen verfsystemen reversibele, fysisch drogende bindmiddeltypen en niet reversibele, chemisch drogende bindmiddeltypen voor:

Reversibel, Fysisch drogend: <ul style="list-style-type: none">• CR Chloorrubber• PVC Vinyl Chloride Copolymeer• AY Acryl polymeren	Niet reversibel Chemisch drogend: <ul style="list-style-type: none">• Lucht (oxidatief) drogende bindmiddelen• Watergedragen bindmiddelen• Chemisch hardende bindmiddelen• Vocht uithardende bindmiddelen
--	---

Oxidatief drogende bindmiddelen:

Chemische droging door uitdampen in combinatie met een reactie met zuurstof uit de omgeving.

- Alkydhars
- Urethaan alkyd
- Epoxy ester

Watergedragen bindmiddelen:

Bindmiddelen zijn gedispergeerd in water, droging vindt plaats door uitdamping en coalascentie (samenvloeien van kleine druppels in grotere)

- AY Acryl polymeren
- PVC Vinyl polymeren
- PUR Poly urethaan harsen

Chemisch hardende bindmiddelen:

- Mix van twee componenten (2K)
- Oxidatief drogende bindmiddelen
 - 2K producten zijn:
 - EP Epoxy
 - EPC Epoxy vinyl / Acryl
 - Polyester
 - AC Acryl
 - Polyether
 - PUR Poly urethaan
 - Verharders:
 - Polyamides, gebruikt voor primers door goede benatting.
 - Polyamines, Gebruikt voor tussen lagen vanwege goede chemisch resistentie.

Vochtuithardende bindmiddelen:

Na verdamping van het oplosmiddel reageert het bindmiddel met het vocht uit de lucht.

- PUR Poly urethaan 1 component
- Ethyl silicaat 1 en 2 componenten

Nogmaals de tabel die gebruikt word voor het bepalen van het bindmiddeltype:

Suitability ■ Good ▲ Limited ● Poor — Not relevant	Poly(vinyl chloride)	Chlorinated rubber	Acrylic	Alkyd	Polyurethane, aromatic	Polyurethane, aliphatic	Ethyl zinc silicate	Epoxy	Epoxy combination
	(PVC)	(CR)	(AY)	(AK)	(PUR, aromatic)	(PUR, aliphatic)	(ESI)	(EP)	(EPC)
Gloss retention	▲	▲	▲	▲	●	■	—	●	●
Colour retention	▲	▲	■	▲	●	■	—	●	●
Resistance to chemicals:									
Water immersion	▲	■	▲	●	▲	●	▲	■	■
Rain/condensation	■	■	■	▲	■	▲	■	■	■
Solvents	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Solvents (splash)	●	●	●	■	■	■	■	■	■
Acids	▲	■	▲	▲	■	▲	●	▲	■
Acids (splash)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Alkalis	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	■	■
Alkalis (splash)	■	■	▲	▲	■	■	●	■	■
Resistance to dry heat:									
up to 70 °C	●	●	▲	■	■	■	■	■	▲
70 °C to 120 °C	—	—	▲	■	■	■	■	■	■
120 °C to 150 °C	—	—	▲	●	▲	●	■	▲	▲
> 150 °C	—	—	—	—	—	—	■	—	—
Physical properties:									
Abrasion resistance	●	●	●	▲	■	▲	■	■	▲
Impact resistance	▲	▲	▲	▲	■	▲	▲	■	▲
Flexibility	■	■	■	▲	▲	■	●	▲	▲
Hardness	▲	▲	▲	■	■	▲	■	■	■

18 Terminologie

Term	Uitleg
Washprimer / ets primer	Polyvinylbitural bindmiddel met een fosforzuur houdende verharder. Zuur etst de ondergrond
Antifouling	Toepassing op scheepshuid, waarbij de aangroei van algen, mossels ed worden afgespoeld tijdens het varen.
IJzerglimmer	De ijzerglimmerdeeltjes in de verf vormen een barrière voor vocht.
Basecoat	Basislaag ofwel primer
Midcoat	Tussenliggende laag in een verfsysteem
Topcoat	Bovenste laag van een verfsysteem, ook wel afwerklaag.
MIO coat	IJzerglimmerverf (verf met ijzerdeeltjes zodat de verflaag zuurstof afsluitend word. Geen zuurstof = geen roest)
Highbuild	Coatingsysteem waarvan de lagen dikker dan normaal aangebracht kunnen worden. Veelal zeer hoog vastestof gehalte.
Sealer	Als tussenlaag voor goede hechting tussen de lagen. En als afsluitende laag tegen vochtintreding. Voorbeeld MIO coat.
Stripecoat	Voorzet laag. Lasnaden, hoeken ed worden met de kwast voorgezet, voordat met verder gaat met spuitapplicatie.
Surface Tollerant	Oppervlakte tolerant. Coating die goed hecht op oppervlakken die niet volledig schoon zijn. Kunnen aangebracht worden op St2 gereinigde ondergronden.
Immersie	Letterlijke vertaling: onderdompelen
Potlife	Tijd interval na het mixen van de verf, waarbij de verfstoffen gereed zijn voor verwerking.