

Roestvast staal bezit de eigenschap dat het slechts in beperkte mate gevoelig is voor corrosie. Vanwege het onderhoudsvrije karakter vindt dit materiaal steeds vaker toepassing in de bouw. Dit artikel beschrijft de fysische en mechanische eigenschappen van enkele, veel gebruikte roestvast staalsoorten.

Roestvast staal

Kenmerken en eigenschappen

ing. N.W. Buijs

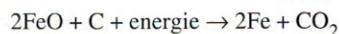
Van Leeuwen Stainless bv, Beesd

Inleiding

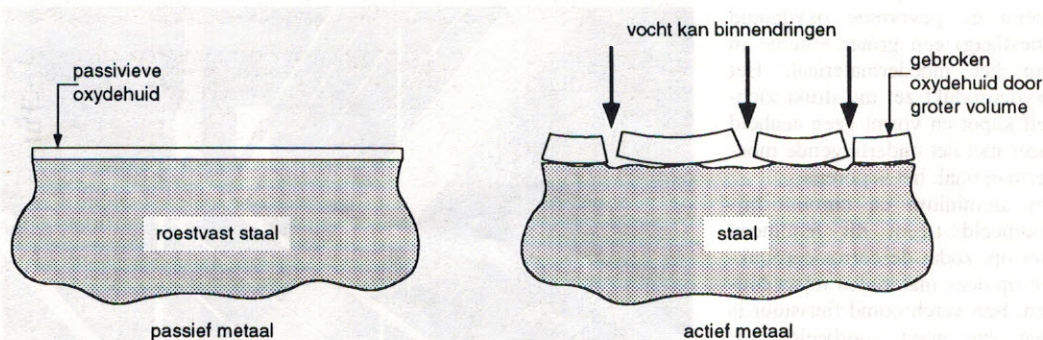
Roestvast staal wordt nogal eens aangeduid met de term roestvrij staal. Dit is echter een minder gelukkige uitdrukking, omdat roestvast staal ook beperkingen kent ten aanzien van corrosie. Roestvast staal reageert onder normale omstandigheden niet met de omgeving en is daarom een passief metaal te noemen. Passief wil zeggen dat het metaal zich in een thermo-dynamisch stabiel evenwicht bevindt, waardoor het metaal blijft zoals het is. Wanneer dat niet het geval is, verdwijnt de passiviteit geheel of plaatselijk, met corrosie als gevolg. Corrosie is daarbij gedefinieerd als een aantasting van het metaal door een chemische of elektrochemische reactie met een medium dat in contact staat met het metaal.

Corrosie

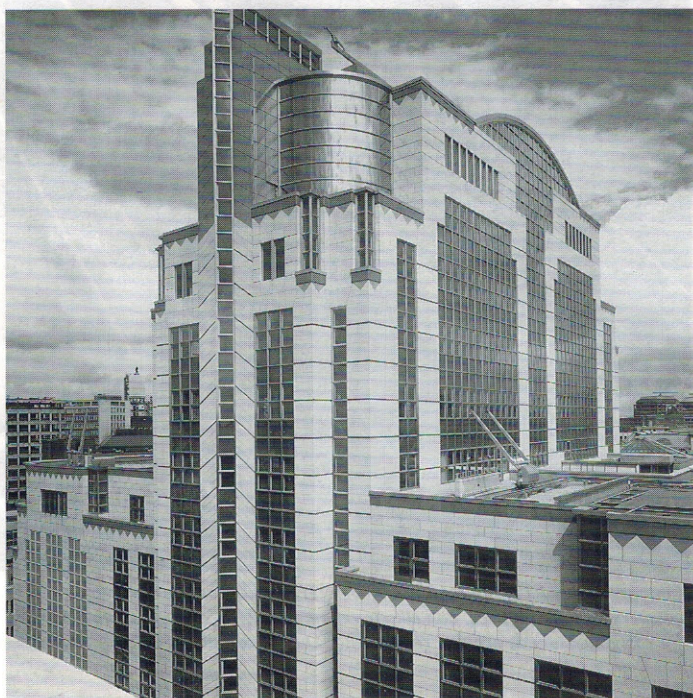
IJzer (Fe) is een element dat veel voorkomt in de aardkorst in de vorm van ijzererts of ijzeroxyde; een verbinding tussen ijzer en zuurstof. Ijzeroxyde is een stabiele verbinding, die slechts kan worden verbroken door het toevoegen van energie. Dit gebeurt bijvoorbeeld in een hoogoven waar met koolstof, in de vorm van cokes, een reactie plaatsvindt:



Zo ontstaat vloeibaar ruwijzer, dat zich onder in de hoogoven verzamelt en daarna wordt afgetapt. Ruwijzer bevat ongeveer 4%



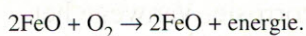
Schematische voorstelling van het wel of niet roesten. Bij staal neemt de oxydehuid een groter volume in dan het moeder-materiaal: de huid zet uit, breekt en wordt poreus.



One American Square Tower, Londen. In dit project is roestvast staal gebruikt als gevelbekleding aan de top (AISI 316), voor de ophanging van de granieten gevelbekleding (AISI 304) en de kliklijsten (AISI 316) (foto: Scheldebouw, Vlis-singen).

koolstof. Tijdens de staalbereiding daarna wordt het koolstofgehalte teruggebracht tot maximaal 2%. Staal is dus een legering van ijzer en een gecontroleerde hoeveelheid koolstof. Door het extra legeren met relatief geringe hoeveelheden elementen – zoals nikkel (Ni), chroom (Cr), vanadium (V) en molybdeen (Mo) – kan men de mechanische eigenschappen verbeteren. In dit artikel zal daar niet verder op worden ingegaan.

Alle ongelegeerde en lichtgelegeerde staalsoorten hebben met elkaar gemeen dat ze reageren met zuurstof, indien er een elektrolyt aanwezig is. (Een elektrolyt is een stof, bijvoorbeeld water, waarvan de moleculen zich geheel of gedeeltelijk in ionen kunnen splitsen en zodoende in staat is een elektrische stroom te geleiden.) Dit heeft tot gevolg dat het oppervlak gaat oxyderen en er een corrosieproduct of roest ontstaat. Corrosie is het chemisch omzetten van ijzer naar ijzeroxyde, bijvoorbeeld:



Opgemerkt wordt dat er ook nog andere reacties kunnen plaatsvinden, zodat bijvoorbeeld ook Fe_2O_3 en Fe_3O_4 kan worden gevormd, maar dat is hier verder niet relevant.

Om roestvorming tegen te gaan, kan men het oppervlakte een behandeling geven zoals coaten (schilderen), galvaniseren (verzinken) en invetten. Dergelijke deklagen voorkomen dat het elektrolyt in verbinding komt met het staal en er roestvorming optreedt. Zodra echter een gaatje in de deklaag ontstaat, begint lokale corrosie indien een elektrolyt aanwezig is. Men kan echter ook corrosie voorkomen door het staal te legeren, waardoor het roestvast wordt. In principe bereikt men dit alleen door toevoeging van het element chroom.

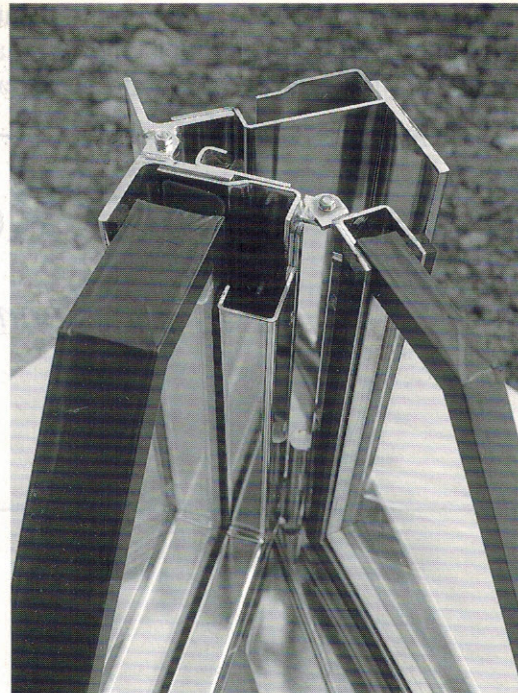
Legeringstypen

Invloud van chroomlegering

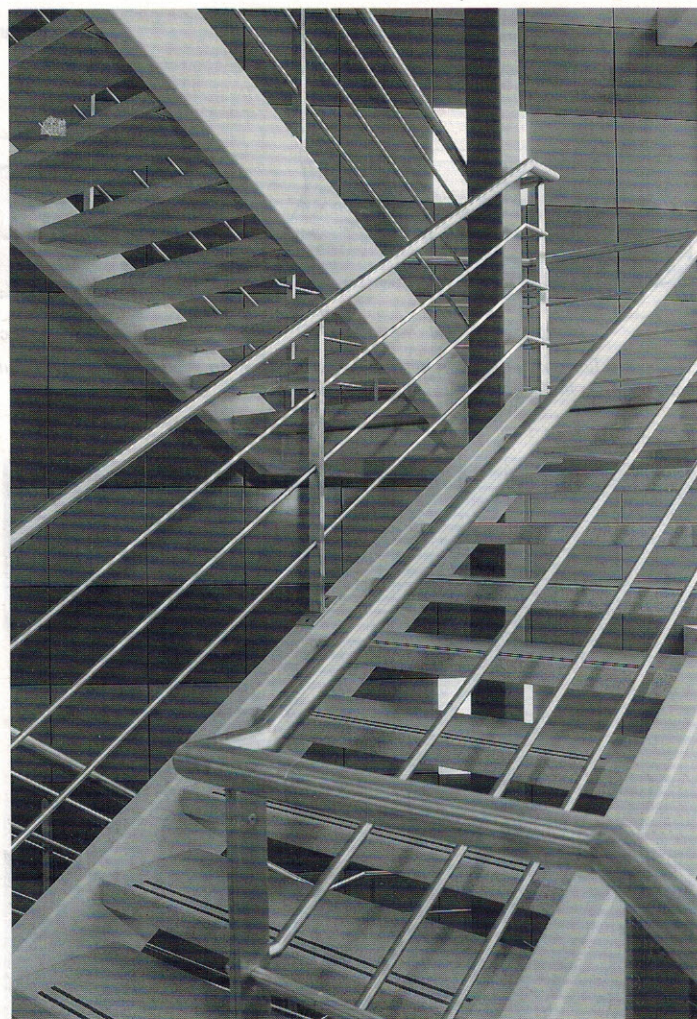
Tijdens het oxyderen van staal neemt de gevormde oxydehuid (roestlaag) een groter volume in dan het moedermateriaal. Het oxydeproduct zet uit, drukt zichzelf kapot en vormt geen eenheid meer met het onderliggende moedermateriaal: het is poreus.

Bij aluminium en chroom bijvoorbeeld treedt dit fenomeen niet op, zodat de corrosieproducten op deze materialen intact blijven. Een verchroomd fietsstuur is daar een goed voorbeeld van: dankzij de perfect passende oxydehuid op het onderliggende chroom, blijft het stuur fraai glimmen. Aluminium en chroom passiveren zichzelf aan de lucht. IJzer doet dit niet, omdat de ijzer-oxydehuid door het grotere volume poreusiteiten veroorzaakt die het mogelijk maken voor het elektrolyt voortdurend bij het moedermateriaal te komen. Hierdoor roest een ijzeren of stalen voorwerp op den duur door, zodat het uiteindelijk geheel is verdwenen en tot zijn oorspronkelijke vorm is teruggekeerd. Ook het vastroesten van een stalen bout is een gevolg van het uitzetten van de oxydehuid.

Het legeren van staal met het element chroom verandert deze ongunstige eigenschap. Als het chroomgehalte in het ijzer 12-13% wordt, is de passiviteit zo goed geworden, dat de legering onder normale omstandigheden niet roest in water en lucht. Dit komt doordat aan het oppervlakte van het staal een dun en taai oxydehuidje wordt gevormd, dat hetzelfde volume inneemt als het onderliggende metaal. Het staal wordt perfect afgesloten. Het is echter belangrijk dat er



Raam met kozijn van roestvast staal (AISI 316Ti) voor de residentie van koning Fahd van Saoedi-Arabië, Jeddah. In dit project is 70 ton roestvast staal verwerkt (foto: Scheldebouw, Vlissingen).



Kantoorgebouw PTT-Telecom, Eindhoven. Traphekken in roestvast staal. De balusters bestaan uit twee, aan elkaar gebouwde strips, die aan de binnenzijde zijn vastgelast aan de schuine regels (foto: Dikken & Hulsinga, Leeuwarden).

staat een dergelijke huid zeer snel op een schoon metallisch oppervlak. Indien het oppervlakte vuil is of bijvoorbeeld restanten laslakken bevat, wordt de vorming van deze oxydehuid aanzienlijk vermindert en neemt het risico van corrosie snel toe. Het toevoegen van molybdeen, naast chroom, zorgt voor een extra verbetering van de corrosiebestendigheid.

Indien de oxydehuid chemisch of mechanisch is beschadigd en de condities zodanig zijn dat de huid zich niet kan herstellen (self-healing-effect), zal lokale corrosie ontstaan, terwijl het restant van het oppervlak intact blijft. In reducerende milieus kan het metaal veelal geen beschermende oxydehuid opbouwen, omdat zuurstof wordt onttrokken dat hiervoor juist nodig is. Een aanwezige oxydehuid kan zelfs gaan dissociëren (uiteen vallen), waardoor het metaal zich actief gaat gedragen en daardoor oplost. Hieruit blijkt dus hoe betrekkelijk het begrip roestvrij is.

Chroomstaal

Het hoofdelement van chroomstaal is chroom in een vereiste minimale hoeveelheid van 12%. In het algemeen neemt de corrosieweerstand toe indien het chroomgehalte toeneemt. Daarnaast neemt ook de weerstand toe tegen oxydatie bij hoge temperaturen.

Het toevoegen van chroom wijzigt niet de structuur van ferritisch ijzer; men spreekt daarom ook vaak over ferritisch roestvast staal. De fysische eigenschappen zijn ook nagenoeg identiek aan

altijd zuurstof aanwezig is om deze chroomoxydehuid te vormen en intact te houden. Deze huid

moet perfect zijn, opdat er geen corrosie in poriën ontstaat. In de meeste oxyderende milieus ont-

ferritisch staal. Indien er voldoende koolstof aanwezig is, kunnen de chroomstalen zelfs worden gehard, waardoor de treksterkte toeneemt. Diverse roestvast staalsoorten hebben chroom als enig legeringselement, doch de meeste kwaliteiten bevatten ook nog significante hoeveelheden andere elementen. Het doel hiervan is in het algemeen de corrosiebestendigheid te laten toenemen en/of de structuur te wijzigen. Incidenteel is daarmee ook de mechanische sterkte te verhogen.

Chroomstaal lijkt in grove lijnen veel op gewoon constructiestaal, echter met het grote verschil dat het materiaal passief is geworden en dit zal blijven, indien de corrosiebelasting niet te groot wordt. Vanwege de relatief beperkte corrosiebestendigheid van chroomstaal zijn de toepassingen vrij beperkt. Naast eenvoudig keukengerie en huishoudelijke artikelen krijgt het een toenemende belangstelling in de carrosseriebouw, omdat de mechanische eigenschappen goed zijn en vanwege het onderhoudsvriendelijke karakter. In chemische milieus zal men echter snel de beperkingen ervaren van chroomstaal en daarom is destijds het chroomnikkelstaal geïntroduceerd.

Chroomnikkelstaal 18/8

De corrosiebestendigheid van staal neemt toe naarmate het chroomgehalte toeneemt. Bij de kwaliteit 18/8 bevat de legering ongeveer 18% chroom en 8% nikkel. Deze legering wordt volgens het systeem van de American Iron and Steel Association vaak aangeduid met de naam AISI 304.

Nikkel (Ni) beïnvloedt de structuur en de mechanische eigenschappen van het roestvast staal. Als het nikkelgehalte hoog genoeg is, verkrijgt het roestvast staal een austenitische structuur. We spreken dan gemakshalve over austenitisch roestvast staal. Vergeleken met de pure chroomstalen leidt dit tot significante veranderingen van de mechanische eigenschappen, betere verwerkbaarheid en taaiheid, hogere temperatuursterkte, verbeterde lasbaarheid en een verandering in de fysische eigenschappen zoals bijvoorbeeld het niet-magnetisch worden. In bepaalde milieus wordt de corrosieweerstand door de aanwezigheid van nikkel verhoogd.

Het toepassingsgebied van chroomnikkelstaal is uiteraard veel ruimer dan van het chroomstaal vanwege de unieke, en vaak veel betere eigenschappen. Gedacht kan worden aan installaties in de voedsel- en zuivelindustrie en in milde chemische processen.



Europagebouw, Haarlem. De betonnen kolommen zijn omkleed met twee halve schalen van ongeveer 2 mm roestvast staal (AISI 304), afgewerkt met een klik-profiel. Het hek is in het werk gemaakt (foto: Dikken & Hulsinga, Leeuwarden).

Chroomnikkelmolybdeenstaal

Ook het element molybdeen (Mo) bevordert de passiviteit van het roestvast staal. Al bij twee procent molybdeen blijkt een significante verbetering op te treden van de corrosieprestaties van de chroomnikkelstalen. Zo ontstaan de chroomnikkelmolybdeenstalen, ook wel AISI 316 genoemd. Molybdeen heeft hetzelfde effect op de structuur als chroom en in het algemeen verhoogt het de corrosieweerstand van zowel de ferritische als de austenitische roestvast stalen. In sommige landen

worden dergelijke molybdeenhoudende roestvast staalsoorten 'zuur-vrij' genoemd, omdat deze kwaliteiten zo'n opmerkelijke corrosieweerstand bieden tegen agressieve waterige zwavelverbindingen.

De laatste jaren is een tendens waarneembaar het molybdeengehalte verder op te voeren, zodat er superroestvast staaltypen ontstaan. Dit is een interessante ontwikkeling, omdat de corrosiebestendigheid van deze staaltypen in agressief zeewater opmerkelijk goed is. Ook de toenemende

vraag naar de zogeheten duplex staalsoorten (ferritische/austenitische structuur) is een niet meer weg te denken ontwikkeling, omdat men hier te maken heeft met een unieke combinatie van relatief hoge mechanische eigenschappen en hoge corrosiebestendigheid.

Roestvast staalsoorten

Bepaalde eigenschappen, zoals hardbaarheid en magnetisme, hangen af van de molecuulstructuur. Afhankelijkheid van deze structuur kan men het roestvast staal in vier hoofdgroepen indelen (tabel 1):

- ferritisch roestvast staal;
- martensitisch roestvast staal;
- austenitisch/ferritisch roestvast staal (duplex);
- austenitisch roestvast staal.

Verschillende legeringselementen hebben invloed op de eigenschappen van roestvast staal. De belangrijkste elementen worden hieronder kort gekarakteriseerd.

■ **Stikstof (N):** doet de sterkte van de austenitische roestvast stalen toenemen en beïnvloedt de structuur op dezelfde wijze zoals nikkel dat doet. In een zekere mate kan het het nikkel vervangen, mits de structuur austenitisch is.

■ **Koper (Cu):** verbetert de corrosiebestendigheid in bepaalde zuren. Soms maakt toevoeging van koper een warmtebehandeling mogelijk, waarmee te mechanische eigenschappen worden verbeterd.

■ **Titaan (Ti) en Niobium (Nb):** stabiliseren de roestvast stalen, omdat deze elementen het koolstof binden. De affiniteit van koolstof ten opzichte van titaan en niobium is groter dan die ten opzichte van chroom. De kans op interkristallijne corrosie vermindert hierdoor.

■ **Mangaan (Mn):** bevordert de vervormingseigenschappen van het roestvast staal bij hoge temperaturen en verbetert bovendien de mechanische eigenschappen. Mangaan is een austenietvormer en kan daarom ook als vervanger van nikkel fungeren, zoals dat het geval is bij de AISI 200 roestvast stalen.

■ **Fosfor (P) en zwavel (S):** zijn in principe altijd ongewenste elementen en zullen door hun verontreinigende werking altijd gemeden moeten worden.

Voor een overzicht van de chemische samenstelling van veel voorkomende soorten roestvast staal wordt verwezen naar tabel 2. De mechanische waarden zijn weergegeven in tabel 3. Alle waarden in de gegeven tabellen zijn richtwaarden, die een gemid-

Tabel 1. Relatie tussen de structuur, samenstelling, hardbaarheid en magnetisme van roestvast staalsoorten.

type roestvast staal	%C	%Cr	%Ni	hardbaar	magnetisch
ferritisch	0,08	12-14	—	nee	ja
	0,10	16-19	—	nee	ja
	0,25	24-28	—	nee	ja
martensitisch	0,09	12-14	—	nee	ja
	0,17	16-18	1,25-2,5	ja	ja
ferritisch/austenitisch	0,10	24-27	4,5-7	nee	ja
austenitisch	0,10	16-26	7-26	nee	neen

delde aangeven van de diverse normeringen.

Benamingen zoals AISI 304 en AISI 316 komen voort uit de Amerikaanse norm. In vele geïndustrialiseerde landen heeft men zijn eigen normering; zo kent Duitsland de Werkstoffnummers, die ook veel in ons land worden gebruikt. Tabel 4 geeft van enkele veel gebruikte roestvast staaltypen de verschillende equivalenten. Ook hier geldt dat de typen in grove lijnen met elkaar overeenstemmen. Deze grove overeenstemming leidt in de praktijk meestal wel tot een volwaardig uitwisselen.

Uit de tabellen 2 t/m 4 blijkt dat er naast 304 en 316, ook de soorten 304L en 316L bestaan. Ten onrechte wordt vaak gedacht dat de toevoeging L slaat op de lasbaarheid. Dit is een misverstand, omdat het slechts te maken heeft met het lage koolstofgehalte (low carbon), zoals blijkt uit tabel 2.

Aantasting

Onder bepaalde omstandigheden kan ook roestvast staal worden aangetast door invloeden van zowel buitenaf als van binnenuit. Externe corrosie treedt op door de corrosieve belasting van water en zuurstof. Interne aantasting heeft te maken met de ongewenste vorming van chroomcarbiden in het materiaal zelf.

Corrosie in water

De agressiviteit van water kan behoorlijk verschillen, afhankelijk van de chemische samenstelling. Onder normale omstandigheden, waartoe dit artikel zich beperkt, treden bij roestvast staal drie verschillende soorten corrosie op: put-, spleet- en spanningscorrosie. Het chloridegehalte van het water is daarbij de belangrijkste factor. Daarnaast speelt de stroomsnelheid van het water een rol, met name lage snelheden of zelfs stilstand moeten worden voorkomen om het afzetten van bezinkels te vermijden. Ook moeten de lasverbindingen goed worden gereinigd om de vorming van een 'goede' oxydehuid te bevorderen.

■ **Gedistilleerd- en gedeïoniseerd water** bevatten een zeer laag gehalte aan opgeloste zouten. Deze watertypen zullen in het geheel geen corrosie tot gevolg hebben beneden 100 °C. Bij hogere temperaturen, vooral wanneer er een hoog zuurstofgehalte in het water aanwezig is, neemt de kans op spanningscorrosie toe in ongegloeide (gedeformeerde) AISI 304 roestvast stalen.

■ **Drinkwater** levert doorgaans voor roestvast staal geen pro-

Tabel 2. Chemische samenstelling van diverse roestvast staaltypen.

AISI type	max. %C	max. %Si	max. %Mn	%Cr	%Mo	%Ni	overige elementen
304	0,08	0,75	2,0	18-20	—	8-11	—
304L	0,03	0,75	2,0	18-20	—	8-13	—
310	0,15	0,75	2,0	24-26	—	19-22	—
316	0,08	0,75	2,0	16-18	2-3	11-14	—
316L	0,03	0,75	2,0	16-18	2-3	10-15	—
316Ti	0,08	0,75	2,0	16-18	2-3	10-14	Ti = 5xC
321	0,08	0,75	2,0	17-20	—	9-13	Ti = 5xC
410	0,15	1,0	1,0	11,5-13	—	—	—
430	0,12	1,0	1,0	16-18	—	—	—
630	0,04	0,6	0,28	16,0	—	4,25	3Cu, 3Cb 0,27 Ta

Tabel 3. Mechanische eigenschappen van diverse roestvast staaltypen (¶ = afhankelijkheid van de warmtebehandeling).

AISI type	0,2% rekgrens	treksterkte (N/mm ²)	breekrek L = 5D (%)	in-snoering	kerfslag arbeid (Joule)
304	185	500-700	50	60	85
304L	175	450-700	50	60	85
316	205	500-700	45	60	85
316L	195	450-700	45	60	85
321	205	500-750	40	50	85
410	300/450	550-750	20/18	55	85/70
630	1000	1100	1-15	—	—

Tabel 4. Equivalenten van een aantal veel voorkomende roestvast staaltypen.

AISI USA	DIN Duitsland	AFNOR Frankrijk	JIS Japan	SIS Zweden	BS Engeland
304	1.4301	Z6CN1809	SUS 304	2332	304 S15
304L	1.4306	Z2CN1810	SUS 304L	2352	304 S12
316	1.4401	Z6CND1711	SUS 316	2347	316 S16
316L	1.4404	Z2CND1712	SUS 316L	2348	316 S12
316Ti	1.4571	Z6CNDT1712	—	2350	320 S17
321	1.4541	Z6CNT1810	SUS321	2337	321 S31
410	1.4006	Z12C13	SUS 410	2302	410 S21
630	1.4542	Z6CNU1704	SUS 630	—	—



Kantoorgebouw Bergwijk Towers, Diemen. Bij de renovatie kreeg dit kantoor een entree in roestvast staal (AISI 304) in de vorm van trechters op kolommen. Het hemelwater wordt door de kolommen afgevoerd. De trechters zijn elektrolytisch gepolijst, de kolommen met korrel 320 geslepen (foto: Dikken & Hulsinga, Leeuwarden).

blemen op, hoewel er grenzen aan het chloridegehalte dienen te worden gesteld. Drinkwater heeft vanwege hygiënische redenen een chloride gehalte van ongeveer 100-200 mg/l. Watertransportleidingen voor zowel koud als warm water worden in het algemeen gemaakt van een AISI 304-kwaliteit zonder molybdeen, indien het chloridegehalte lager is dan ongeveer 200 mg/l. Indien het chloridegehalte ligt tussen de 200-500 mg/l, is een AISI 316-kwaliteit aan te bevelen. Bij hogere chloridegehalten en temperaturen zijn speciale roestvast staaltypen vereist. De materiaalkeuze hangt dan af van het chloridegehalte, de waterstroomsnelheid, de ontwerpdetails en de mogelijkheid om de lassen zorgvuldig te reinigen.

■ **Rioolwater** heeft een lage temperatuur en het chloridegehalte varieert normaal gesproken tussen 50-300 mg/l. In het algemeen voldoet een AISI 304 type (dus zonder molybdeen) uitstekend. In sommige gevallen kan men een AISI 316 type nemen vanwege het feit dat bijvoorbeeld een leiding heel moeilijk te vervangen is.

■ **Zoet- en grondwater** bezitten een zeer grote variatie in de hoeveelheid verontreinigingen. In Zweden bijvoorbeeld varieert het chloridegehalte van meren van 10-200 mg/l. Opgepompt grondwater bezit een relatief hoog chloridegehalte.

■ **Zwembadwater** heeft in het algemeen een hoog chloride- en chloorgehalte. Aangezien de AISI 304-typen vaak verkleuren, wordt veelal gekozen voor molybdeenhoudende typen roestvast staal. Dit geldt eveneens voor de filtratie-, chlorerings- en verwarmingsapparatuur en de bijbehorende leidingsystemen.

■ **Brakwater**, een mengsel van zoet- en zeewater, heeft een variabel chloridegehalte. In de praktijk zijn waarden gemeten variërend van 2.000-10.000 mg/l. Roestvast staal zonder molybdeen dient in een dergelijke omgeving nooit te worden gebruikt. Het type AISI 316 voldoet goed, indien de temperatuur lager blijft dan ongeveer 70 °C.

■ **Zeewater** heeft een zeer hoog chloridegehalte en daarom kan roestvast staal slechts onder bepaalde condities in zee worden toegepast. Onder meer zal de stroomsnelheid voldoende hoog moeten zijn; er mogen geen spleten aanwezig zijn en de temperatuur moet lager blijven dan ongeveer 50 °C. Hoge gehalten aan chroom en molybdeen maken het roestvast staal meer geschikt voor dit milieu.

Corrosie in zuurstof

Atmosferische corrosie ontstaat indien roestvast staal staat opgesteld in de buitenlucht. Het corrosieve medium is in dit geval water met een hoge concentratie zuurstof, een relatief lage temperatuur en een hoge concentratie luchtverontreiniging. Ook factoren zoals zonlicht en wind spelen hierbij een rol. Onderscheidt wordt gemaakt in zee-, industrieel, landelijk en stadsmilieu.

Onderzoek en praktische ervaring hebben aangetoond dat roestvast staal een zeer goede bestendigheid bezit tegen atmosferische corrosie. Voor wat betreft het aspect verkleuring, dient men de volgende richtlijnen aan te houden. Een zeewatermilieu vereist een kwaliteit, die minstens 2% molybdeen bevat, terwijl andere milieus kunnen volstaan met AISI 304-kwaliteiten. Bij een landelijk milieu is soms chroomstaal (type 3Cr12) voldoende. Ook is het belangrijk om het oppervlak voldoende glad te maken om ongewenste corrosie-effecten tegen te gaan. In een atmosfeer die ernstig is verontreinigd, zal het oppervlak niet altijd glimmend blijven en moet het roestvast staal regelmatig worden schoongemaakt.

Interne corrosie

Koolstof heeft altijd de neiging met het aanwezige chroom chroomcarbiden (CrC) te vormen. Doordat het chroom wordt gebonden, ontstaan plaatselijk passieve stukjes materiaal, met putcorrosie als gevolg. Chroomcarbiden ontstaan gemakkelijk bij een thermische belasting, bijvoorbeeld door lassen. Vooral in de warmte-beïnvloede zone ontstaan de meeste chroomcarbiden.

Dit is te voorkomen door het materiaal na een thermische belasting te gloeien, waardoor alle carbiden weer oplossen in het moedermateriaal. Vervolgens afschrikken stabiliseert de opgeloste situatie en zijn geen problemen te verwachten op het gebied van putcorrosie. In de praktijk echter blijkt dit niet zo eenvoudig te zijn, omdat het gloeien niet altijd mogelijk is. Daarom zijn kwaliteiten roestvast staal ontwikkeld, die niet of nauwelijks gevoelig zijn voor het ontstaan van chroomcarbiden, namelijk AISI 304L/316L en AISI 316Ti/321.

Bij de kwaliteiten 304L en 316L is het koolstofgehalte zo laag ($\leq 0,03\%$) dat chroomcarbiden niet of nauwelijks kunnen ontstaan. Het is wel belangrijk dat men alle koolstofhoudende producten niet in contact brengt met dit roestvast staal, in het bijzonder



Kantoorgebouw Benelux State, Utrecht. Kokerprofielen vormen een rondgaande leuning met 8 mm gelaagd glas (foto: Dikken & Hulsinga, Leeuwarden).

tijdens het lassen. Het koolstofgehalte is namelijk zo onnatuurlijk laag, dat het materiaal een neiging heeft dit op te nemen. Bij de kwaliteiten 316Ti/321 is een weinig titaan toegevoegd om het koolstof te binden (stabiliseren). Titaan verbindt zich eerder met chroom dan koolstof, zodat er geen chroomcarbiden maar titaan-

carbiden ontstaan. Deze zijn zeer fijn over het materiaal verdeeld en niet hinderlijk voor het roestvast staal. Het toevoegen van een weinig niobium heeft hetzelfde effect als dat van titaan.

Lassen

De verschillende typen roestvast staal bezitten verschillende eigen-

schappen met betrekking tot het lassen. In alle gevallen is het noodzakelijk de oppervlakten voor het lassen perfect te reinigen om een goede corrosiebestendigheid na het lassen te verkrijgen. Wanneer het lassen niet onder een afdoende inert gas geschiedt, moet het oppervlak worden nabehandeld met bijvoorbeeld beitsen, slijpen of borstelen.

Ferritisch roestvast staal

De huidige typen ferritisch roestvast staal bezitten een lage C/Cr-verhouding. Hierdoor blijft de structuur van het materiaal volledig ferritisch bij alle temperaturen. Door de zeer lage bestanddelen koolstof en stikstof en de aanwezigheid van stabiliserende elementen is het risico op het ontstaan van chroomcarbiden niet aanwezig. Bij gelaste platen dunner dan 3 mm is geen warmtebehandeling nodig, terwijl bij dickere platen dit wel is aan te raden vanwege de betere taaiheid en verwerkbaarheid van het materiaal.

Bij alle ferritische kwaliteiten is het wenselijk de thermische belasting tijdens het lassen zo laag mogelijk te houden. Het lasmateriaal mag zowel ferritisch als austenitisch zijn. Austenitische lasmaterialen geven een las die taaier is; dit is speciaal een voordeel bij dikke lasverbindingen.

Austenitisch roestvast staal

Austenitisch roestvast staal is in het algemeen gemakkelijk lasbaar en het is niet nodig de te lassen metalen voor te verwarmen of na het lassen een warmtebehandeling te geven. De hoogst gelegeerde typen bezitten een zeker risico tot scheuren van de las (warmscheuren). Daarom moeten dergelijke kwaliteiten worden gelast met een minimum aan warmte-inbreng. Indien er veelvuldig achter elkaar wordt gelast, moet elke afzonderlijke las voldoende gelegenheid hebben af te kunnen koelen. De gevoeligheid tot warscheuren neemt af, indien in de las enkele procenten ferriet aanwezig zijn. Daarom worden vaak lasmaterialen gebruikt die ferriet bevatten.

Ontwerpadvies

In veel gevallen is corrosieschade te wijten aan een ongeschikt of zelfs een verkeerd ontwerp, dat kan worden voorkomen door de corrosierisico's al op de tekentafel te onderkennen. Tijdens het lassen aan constructies van roestvast staal is het belangrijk dat er geen poriën en spleten worden gevormd en dat het lasmetaal volledig in de lasholte binnendringt. Geoxydeerde zones, die door het



Luifel winkel Den Hartog, Alphen aan den Rijn. Voor het golvende gedeelte is gekozen voor roestvast staal (AISI 304) vanwege het 'eerlijke' en onderhoudsarme karakter.

lassen ontstaan, zorgen voor een lage corrosiebestendigheid; het is daarom belangrijk dat dergelijke oxydes na het lassen worden verwijderd.

Voor toepassing in de bouw komen in principe slechts twee soorten in aanmerking:

- ferritisch roestvast staal;
- austenitisch roestvast staal.

Hoewel ferritisch roestvast staal voor vele binnentoepassingen voldoet, verliest deze kwaliteit steeds meer terrein ten gunste van het iets duurder austenitische roestvast staal. De belangrijkste reden is dat de ontwerper meer zekerheid heeft dat er geen corrosie zal ontstaan, vooral wanneer het materiaal een architectonische functie heeft. Ferritisch roestvast staal heeft weliswaar betere mechanische eigenschappen, maar dit voordeel valt weg bij een dergelijke toepassing.

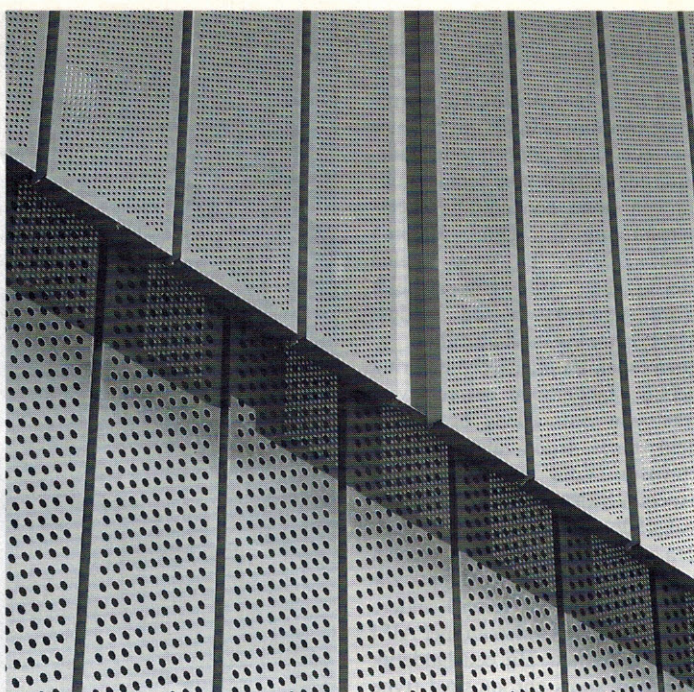
Het austenitische roestvast staal voor de bouw kan men verdelen in twee hoofdsorten, namelijk zonder en met molybdeen, respectievelijk AISI 304L en

316L. Voor binnengebruik is 304L in de meeste gevallen ruimschoots toereikend, met uitzondering van toepassingen in toiletunits. Voor buitengebruik voldoet onder normale omstandigheden AISI 304, tenzij een invloed van zeewater is te verwachten. In dat geval is 316L de beste keuze. In de praktijk blijkt dat men daarom vrijwel altijd AISI 316L voor toepassingen in de buitenlucht gebruikt om onnodige risico's te vermijden.

Door de toevoeging van molybdeen is 316L wat duurder dan 304L. Ook de toenemende verontreiniging van de atmosfeer vereist dat steeds hogere eisen worden gesteld aan de corrosiebestendigheid van het roestvast staal, waardoor het gebruik van AISI 316L steeds meer terrein zal winnen.

Literatuur

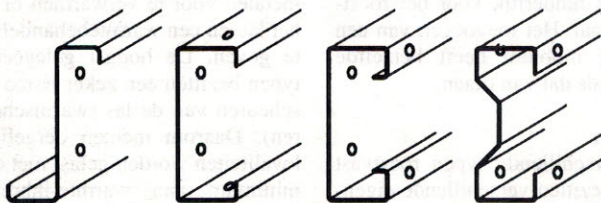
- N.W. Buijs, 'Het corrosiegedrag van roestvaststaal', *Roestvast staal* (1989) 4, 5 en 6.
- *Roestvast Staalgids '92*, Leiden 1992 (7^e druk).



Gevel parkeergarage Zwolle. De geperforeerde platen van roestvast staal maken een natuurlijke ventilatie mogelijk en zijn onderhoudsvrij. De diameter van de perforaties verschilt per bouwlaag (foto: Rik Hoogwoud, Amsterdam).

SADDEF

MONTAGEKLARE KOUDPROFIELEN



Sadef levert u koudprofielen voor stalen bouwconstructies :

**gordingen en wandregels
vakwerken
magazijnstellingen**
enz.

**OOK ELECTROSTATISCH POEDERCOATEN
TOT 12,5 M**

NL Sadef Nederland - Den Haag tel. 070 3242802 fax 070 3282092
B Sadef 8830 Hoogdele-Gits tel. 051 261211 fax 051 261300

WITTEVEEN KRAANVERHUUR



**GESPECIALISEERD IN:
KRAANWERK
EN MONTAGE VAN
STAALCONSTRUCTIES**

VESTIGINGEN:
HAARLEM
HARDINXVELD-GIESSENDAM

Centrale-planning:
TEL. 06-528 002 48 - b.g.g. 023-329077