

SOORTEN RVS - ROESTVAST STAAL EN HUN EIGENSCHAPPEN

Teneinde de vele roestvast-staaltypen te onderscheiden zijn diverse classificatiesystemen in gebruik. Een van de bekendste is het door het Amerikaanse Iron and Steel Institute (AISI) opgestelde classificatiesysteem, dat gebruik maakt van een driecijferige code, eventueel aangevuld met een letter voor bijzondere chemische eigenschappen.

Voor de austenitische typen is er de zogenaamde 200- en 300-serie. De 200-serie bevat mangaan als austenietvormer, terwijl hiervoor bij de 300-serie nikkel wordt gebruikt. De ferritische en martensitische typen worden door de 400-serie aangegeven. Voorbeelden van gangbare austenitische staaltypen zijn 304 en 316; van ferritische, de typen 430 en 446; en van martensitische, de typen 410 en 420.

Het Unified Numbering System for Metals and Alloys (UNS) geeft een mogelijkheid om vele metaal- en legeringsaanduidingen met elkaar in verband te brengen. Dit systeem is erop gericht om de verwarring te voorkomen, die het gevolg is van het naast elkaar en door elkaar gebruiken van allerlei aanduidingen.

Het UNS-systeem verschaft de uniformiteit die nodig is voor het efficiënt indexeren, bijhouden van archieven, opslag en terugzoeken van gegevens. Een UNS-aanduiding is in zichzelf geen specificatie, aangezien het niets vastlegt in de vorm van eisen ten aanzien van vorm, toestand, eigenschappen en dergelijke. Het is een identificatiemiddel voor een metaal of legering waarvan de kenmerken zijn vastgelegd in specificaties die elders zijn gepubliceerd. Elke UNS-aanduiding bestaat uit een enkele hoofdletter, gevolgd door vijf cijfers. In de meeste gevallen is de hoofdletter een aanwijzing voor de metaalfamilie in kwestie, zoals A voor aluminium en S voor stainless steel, N voor nikkellegeringen en R voor Refractory Metals zoals titaan en zirkoon. Hoewel enkele cijfers bij bepaalde UNS-groepen speciale betekenissen hebben, is elke UNS-serie onafhankelijk van de anderen met betrekking tot de betekenis van de cijfers, hetgeen een grotere flexibiliteit mogelijk maakt. Waar mogelijk en voor het gemak van de gebruiker zijn de identificatiecijfers van bestaande systemen ingelijfd in de UNS-aanduidingen. Een roestvast-staaltipe dat volgens het American Iron and Steel Institute wordt aangeduid met AISI 316 wordt in het UNS-systeem aangeduid als S 31600.

Voor verdere bijzonderheden over het UNS-systeem zij verwezen naar de standaard ASTM E 527/SAE J1086: 'Recommended Practice for Numbering Metals and Alloys'. Een andere bekende methode is de Duitse, waarbij het roestvast staal wordt aangeduid met behulp van een Werkstoffnummer. Dit Werkstoffnummer is de nieuwe DIN-aanduiding; de oude DIN-aanduiding, een cijfer-lettercombinatie, wordt echter nog veel toegepast. In de praktijk wordt men vaak geconfronteerd met de vraag in hoeverre een bepaald roestvast-staaltipe volgens AISI overeenkomt met een type volgens DIN.

Tabel 1.1 geeft een lijst van chemische samenstellingen voor AISI typen. Men dient hierbij wel te bedenken dat een typeaanduiding volgens AISI meestal niet exact overeenkomt met een typeaanduiding volgens Werkstoffnummer; de overeenkomst is over het algemeen globaal. Het is aan te bevelen dit soort vergelijkingstabellen met terughoudendheid te hanteren, aangezien kleine verschillen grote gevolgen kunnen veroorzaken (lassen, spanningscorrosie, produktverontreiniging, enz.). Tabel 1.3 vermeldt de equivalenten van een aantal veel voorkomende roestvast-staaltypen volgens het Amerikaanse, Duitse (Werkstoffnummer), Franse, Japanse, Zweedse en Britse systeem. Ook hier geldt dat de overeenkomsten meestal globaal zijn.

AISI USA	EN	C ≤%	Si ≤%	Mn ≤%	P ≤%	S ≤%	Cr %	Mo %	Ni %	Cu %	Andere %
301	1.4310	0,15	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	-	6,00-8,00	-	-
302	1.6900	0,15	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	8,00-10,0	-	-
302B	-	0,15	2,00-3,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	8,00-10,0	-	-
303	1.4305	0,15	1,00	2,00	0,20	≥0,15	17,0-19,0	-	8,00-10,0	-	Zr of Mo ≤ 0,60
303Se	-	0,15	1,00	2,00	0,20	0,060	17,0-19,0	-	8,00-10,0	-	Se ≥ 0,15
304	1.4301	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,00-10,5	-	-
304L	1.4306	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,00-12,0	-	-
304N	-	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,00-10,5	-	N 0,10-0,16
304LN	1.4311	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,00-12,0	-	N 0,10-0,16
304H	1.4948	0,04-0,10	0,75	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	-	8,00-10,5	-	-
305	1.4303	0,12	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	10,5-13,0	-	-
308	1.4303	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	19,0-21,0	-	10,0-12,0	-	-
309	1.4828	0,20	1,00	2,00	0,045	0,030	22,0-24,0	-	12,0-15,0	-	-
309S	1.4833	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	22,0-24,0	-	12,0-15,0	-	-
310	1.4841	0,25	1,50	2,00	0,045	0,030	24,0-26,0	-	19,0-22,0	-	-
310S	1.4845	0,08	1,50	2,00	0,045	0,030	24,0-26,0	-	19,0-22,0	-	-
314	1.4841	0,25	1,50-3,00	2,00	0,045	0,030	23,0-26,0	-	19,0-22,0	-	-
316	1.4401	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	-
316L	1.4404	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	-
316Ti	1.4571	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	Ti ≥ 5xC
316LN	1.4429	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	N 0,10-0,16
316N	-	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	N 0,10-0,16
316H	1.4919	0,04-0,10	1,00	2,00	0,040	0,030	16,0-18,0	2,00-3,00	10,0-14,0	-	-
316F	-	0,08	1,00	2,00	0,20	≥0,10	17,0-19,0	1,75-2,25	12,0-14,0	-	-
317	1.4449	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	3,00-4,00	11,0-15,0	-	-
317L	1.4438	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	18,0-20,0	3,00-4,00	11,0-15,0	-	-
318	1.4583	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	1,75-2,75	13,0-15,0	-	Cb + Ta ≥ 10xC
321	1.4541	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-12,0	-	Ti ≥ 5xC
321H	-	0,04-0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-12,0	-	Ti 4xC ≥ 0,60
329	1.4460	0,20	0,75	1,00	0,040	0,030	23,0-28,0	1,00-2,00	2,50-5,00	-	-
347	1.4550	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-13,0	-	Cb/Ta ≥ 10xC
347H	-	0,04-0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-13,0	-	Cb/Ta ≥ 8xC ≤ 1,00
348	1.4546	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-13,0	-	Cb/Ta ≥ 10xC; Ta ≤ 0,10
348H	-	0,04-0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0-19,0	-	9,00-13,0	-	Cb/Ta8xC≤1,00; Co≤0,20; Ta≤0,10
384	-	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	15,0-17,0	-	17,0-19,0	-	-

AISI USA	EN	C ≤%	Si ≤%	Mn ≤%	P ≤%	S ≤%	Cr %	Mo %	Ni %	Cu %	Andere %
403	1.4000	0,15	0,50	1,00	0,040	0,030	11,5-13,0	-	-	-	-
405	1.4002	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5-14,5	-	-	-	Al 0,10-0,30
409	1.4512	0,08	1,00	1,00	0,045	0,045	10,5-12,5	-	≤ 0,50	-	Ti 6xC ≤ 0,75
410	1.4006	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5-13,5	-	-	-	-
410S	1.4001	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5-13,5	-	≤ 0,60	-	-
414	-	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5-13,5	-	1,25-2,50	-	-
416	1.4005	0,15	1,00	1,25	0,06	≥ 0,15	12,0-14,0	-	-	-	Zr of Mo ≤ 0,60
416Se	-	0,15	1,00	1,25	0,06	0,06	12,0-14,0	-	-	-	Se ≥ 0,15
420	1.4021	≥ 0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	12,0-14,0	-	-	-	-
420F	-	≥ 0,15	1,00	1,25	0,06	≥ 0,15	12,0-14,0	≤ 0,60	-	-	-
422	1.4935	0,20-0,45	0,75	1,00	0,040	0,030	11,5-13,5	0,75-1,25	0,50-1,00	-	V 0,15-0,30; W 0,75-1,25
429	1.4001	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	14,0-16,0	-	≤ 0,75	-	-
430	1.4016	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	-	-	-	-
430F	1.4104	0,12	1,00	1,25	0,060	0,150	16,0-18,0	≤ 0,60	-	-	-
431	1.4057	0,20	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0-17,0	-	1,25-2,50	-	-
434	1.4113	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	0,75-1,25	-	-	-
436	-	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	0,75-1,25	-	-	Nb/Ta 5xC ≤ 0,70
439	1.4510	0,07	1,00	1,00	0,040	0,030	17,0-19,0	-	≤ 0,50	-	Ti ≤ 0,20+(C+N) ≤ 1,10; Al ≤ 0,15; Nb ≤ 0,04
440A	-	0,60-0,75	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	≤ 0,75	10,0-14,0	-	-
440B	1.4112	0,75-0,95	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	≤ 0,75	-	-	-
440C	1.4125	0,95-1,20	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0-18,0	≤ 0,75	-	-	-
440F	-	0,95-1,20	1,00	1,25	0,06	≥ 0,15	16,0-18,0	-	-	-	Mo of Zr ≤ 0,75
442	-	0,20	1,00	1,00	0,04	0,035	18,0-23,0	-	-	-	-
444	1.4521	0,025	1,00	1,00	0,040	0,030	17,5-19,5	1,75-2,50	-	-	N ≤ 0,035
446	1.4762	0,20	1,00	1,50	0,04	0,030	23,0-27,0	-	-	-	N ≤ 0,25
630	1.4542	0,04	0,60	0,28	-	-	16,0	-	4,25	3,30	Cb/Ta 0,27
631	1.4568	0,07	0,30	0,50	-	-	17,0	-	7,10	-	Al 1,17
632	1.4532	0,07	0,30	0,50	-	-	15,10	2,25	7,10	-	Al 1,17
633	-	0,10	0,30	0,75	-	-	16,50	2,75	4,25	-	N 0,09
634	-	0,13	0,30	0,75	-	-	15,50	2,75	4,25	-	N 0,10
660	1.4980	0,05	0,60	1,45	-	-	14,75	1,30	25,20	-	Ti 2,15; Al 0,22; V 0,28
254 SMO	1.4529	0,02	0,80	1,00	0,03	0,01	19,5-20,5	6,0-6,5	17,5-18,5	0,50- 1,00	N 0,18-0,22
2205	1.4462	0,03	1,00	2,00	0,03	0,02	21,0-23,0	2,5-3,5	4,5-6,5	-	N 0,08-0,20

Tabel 1.1 Type-aanduiding volgens AISI en het EN-systeem met de chemische samenstelling van een aantal roestvast-staaltypen.

1.1.1 AUSTENITISCH ROESTVAST STAAL

De AISI 300-serie vertegenwoordigt veruit de grootste groep van roestvast-staaltypen. De diverse typen binnen deze groep zijn afgeleid van de klassieke 18/8 samenstelling (18% Cr/8% Ni). De structuur is bij omgevingstemperatuur austenitisch en dat blijft zo tot zelfs aan cryogene temperaturen, hetgeen het gevolg is van de aanwezigheid van nikkel in een hoeveelheid van circa 8%. Bij een volledig austenitische structuur is het materiaal niet te magnetiseren en goed corrosiebestendig. Het materiaal heeft een hoge uitzettingscoëfficiënt en is vergeleken met koolstofstaal een slechte geleider van warmte en elektriciteit. De mechanische sterkte is niet indrukwekkend maar neemt enigszins toe als gevolg van koud deformatie.

Bij een te hoge graad van koude deformatie treedt er enig deformatiemartensiet op, waardoor het materiaal licht ferromagnetisch wordt. De aanwezigheid van deze fase heeft een nadelige invloed op de corrosiebestendigheid. Als gevolg van de austenitische structuur vertoont de kerfslagwaarde geen plotselinge overgang van taai naar bros gedrag bij lagere temperaturen omdat bij lage temperatuur het materiaal ook een taai gedrag bezit.

Austenitisch roestvast staal is niet hardbaar d.m.v. een warmtebehandeling omdat er geen faseovergang plaatsvindt bij een bepaalde temperatuur. De ontwikkelingen op roestvast-staalgebied hebben geleid tot een groot aantal typen, elk met hun eigen specifieke toepassingsgebied als gevolg van hun kenmerkende eigenschappen, zoals lasbaarheid, verspaanbaarheid en bestendigheid tegen bepaalde corrosievormen in bepaalde milieus.

Veranderingen in de samenstelling die hebben geleid tot een verbeterde corrosieweerstand zijn:

- Het toevoegen van molybdeen om een hogere weerstand tegen putcorrosie te verkrijgen (typen 316 en 317). Het materiaal wordt dankzij het molybdeen meer zuurbestendig.
- Het toevoegen van nikkel, chroom of silicium om de weerstand tegen hoge temperatuuroxydatie te verbeteren

(typen 302B, 309, 310, 314, en 330).

- Het verlagen van het koolstofgehalte of het toevoegen van titaan of niobium met als doel een betere weerstand tegen interkristallijne corrosie (typen 304L, 316L, 316Ti, 321, 347 en 348). Het gaat hier om typen die zich bij uitstek lenen voor constructies met grotere wanddiktes waaraan gelast moet worden.

Het verhogen van de mechanische sterkte vindt plaats door een verhoging van het koolstof- of stikstofgehalte (typen 302, 304LN en 316LN). Om de verspaanbaarheid te verbeteren worden zwavel of selenium toegevoegd (typen 303 en 303Se). Typen met een verhoogde mechanische sterkte of betere verspaanbaarheid zijn onder bepaalde omstandigheden minder corrosiebestendig dan de overeenkomstige typen zonder speciale toevoegingen.

1.1.2 FERRITISCH ROESTVAST STAAL

Ferritisch roestvast staal vormt met martensitisch roestvast staal de AISI 400-serie. Ferritisch roestvast staal bevat 13 tot 18% chroom als kenmerkend legeringselement. Typen met een lager chroomgehalte beschikken over voor de constructeur gunstige eigenschappen als: hoge treksterkte, hoge hardheid, hoge kerfslagwaarde, goede vervormbaarheid en een redelijke lasbaarheid. Door te kiezen voor een hoger chroomgehalte neemt de corrosiebestendigheid toe, maar dit gaat ten koste van de mechanische eigenschappen.

Het materiaal is ferromagnetisch en vertoont een scherpe overgang van taai naar bros breukgedrag bij lagere temperaturen, hetgeen kenmerkend is voor de ferritische structuur. De temperatuur waarbij deze overgang plaatsvindt is hoger bij de typen met een hoger chroomgehalte. Andere factoren die de ligging van de overgangstemperatuur beïnvloeden zijn de korrelgrootte en het al dan niet voorkomen van brosse fasen in de structuur. Door kouddeformerend is versteviging mogelijk, maar dit effect is minder dan bij austenitisch roestvast staal. Afhankelijk van de samenstelling zijn de ferritische typen niet tot nauwelijks hardbaar door middel van een warmtebehandeling.

In het geval dat het chroomgehalte aan de lage kant is en het koolstofgehalte aan de hoge kant, kan er bij verhitte wat austeniet ontstaan dat bij snelle afkoeling in martensiet overgaat. De mate waarin dit gebeurt is echter van weinig betekenis en is eigenlijk niet meer dan een bijkomstigheid. Bij laswerk kan het leiden tot verbrossing van de las en de warmtebeïnvloede zones ter weerszijden van de las.

Ook de samenstelling van de ferritische typen is door de tijd aan modificaties onderhevig geweest. Veranderingen in samenstelling met het oog op de corrosiebestendigheid zijn:

- Het toevoegen van molybdeen voor een verbeterde weerstand tegen put- en spleetcorrosie (typen 434, 444).
- Het verlagen van het koolstof- en stikstofgehalte tot een gezamenlijke waarde die onder circa 0,04% ligt. Door het ontbreken van carbiden en nitriden ontstaat zo een materiaal dat goed bestand is tegen interkristallijne corrosie en putvormige corrosie in chloridehoudende milieus. Tevens kan niobium worden toegevoegd om de nog aanwezige koolstof en stikstof te binden tot minder schadelijke niobiumcarbonitriden. Materialen die aan bovengenoemde eisen voldoen worden wel aangeduid als superferrietten. Behalve goede corrosiebestendigheid zijn ook de goede vervormbaarheid en de gunstige kerfslagtaaiheid pluspunten van deze legeringssamenstelling. Samenstellingswijzigingen van invloed op andere eigenschappen zijn:
- Het verhogen van het chroomgehalte om de scalingweerstand te verhogen (typen 442 en 446).
- Verlagen van het chroomgehalte om de lasbaarheid te verhogen (type 429).
- Verhogen van het chroomgehalte en toevoegen van aluminium om hardingsverschijnselen te voorkomen tijdens afkoelen.

Een markante eigenschap van ferritisch roestvast staal is de hogere weerstand tegen spanningscorrosie, met name in chloridehoudende milieus, ten opzichte van austenitisch roestvast staal.

1.1.3 MARTENSITISCH ROESTVAST STAAL

Het voornaamste kenmerk van deze groep van roestvast-staaltypen is de mogelijkheid tot harden door middel van een warmtebehandeling. In ongeharde toestand is de structuur ferritisch, terwijl in de geharde toestand de structuur martensitisch is. De structuurtoezetting gaat gepaard met een volumevergroting, zodat nabewerken noodzakelijk is, mede gezien de bij hoge temperatuur ontstane oxydehuid. Zowel in de geharde als de ongeharde toestand is het materiaal ferromagnetisch. Ten opzichte van ferritisch en austenitisch roestvast staal is de weerstand tegen corrosie wat lager. Het relatief hoge koolstofgehalte maakt dat het staal in de zachte of ontlaten toestand minder corrosiebestendig is. De corrosiebestendigheid van de martensitische typen is optimaal in de geharde toestand. Martensitisch roestvast staal wordt daar toegepast waar behoefte is aan een redelijke corrosiebestendigheid in combinatie met een hoge mechanische sterkte of hoge hardheid. De uiteindelijke mechanische eigenschappen worden bepaald door het koolstofgehalte en de harding- en ontlaatprocedure. Bij toenemend koolstofgehalte nemen de hardheid en sterkte toe terwijl de taaiheid afneemt. Door ontlaten of het toepassen van een milder afschrikmedium (olie in plaats van water) neemt de taaiheid toe, ten koste van een lichte afname van de hardheid. De diverse typen zijn ontwikkeld om een keuze te bieden wat betreft mechanische eigenschappen (typen 410, 420, 430A, 430B en 430C) en verspaanbaarheid (type 416). Om de corrosieweerstand te verbeteren wordt nikkel toegevoegd (type 414) en chroom (type 431).

1.1.4 PRECIPITATIEHARDEND ROESTVAST STAAL

Precipitatiehardend roestvast staal is ondergebracht in de AISI 600-serie, maar staat ook bekend onder de naam PH-staal. Precipitatiehardende typen bevatten naast chroom en nikkel legeringselementen zoals koper, aluminium, titaan en vanadium. De chroom- en nikkelgehalten zijn grotendeels bepalend voor de structuur van de matrix, terwijl de overige legeringselementen door vorming van precipitaten bepalend zijn voor de gunstige mechanische eigenschappen van deze staalsoort. Deze staalsoort is oorspronkelijk ontwikkeld voor de ruimtevaart, waar corrosiebestendigheid wordt geëist in combinatie met zeer hoge mechanische sterkte. De structuur van de matrix kan martensitisch, semi-austenitisch of austenitisch zijn. De martensitische typen zijn niet koudvervormbaar in tegenstelling tot de semi-austenitische en austenitische typen. De semi-austenitische typen hebben aanvankelijk een austenitische structuur. Tijdens precipitatieharden wordt een gedeelte van het nikkel onttrokken aan de matrix. Hierdoor ontstaat alsnog martensiet. De austenitische typen zijn ook in de precipitatiegeharde toestand niet magnetisch en minder hard.

Voor alle typen geldt dat ze door oplosgloeien en verouderingsprocessen op de gewenste sterkte en hardheid kunnen worden gebracht. Het op een juiste manier uitvoeren van deze warmtebehandelingen is hierbij van essentieel belang.

1.1.5 DUPLEX ROESTVAST STAAL

In 1933 werd bij een onderzoek aan een austenitisch roestvast staal (20% Cr - 8% Ni - 2,5% Mo) met een hoog ferrietgehalte vastgesteld dat dit materiaal beduidend minder gevoelig was voor interkristallijne aantasting. Dit was een direct gevolg van de niet continue carbide-uitscheiding in en om de ferrieteilanden in de austenietmatrix. Het gebruik van duplexlegeringen met circa 50% ferriet voor gietstukken resulteerde in een hogere mechanische sterkte en een door middel van warmtebehandeling beheersbare austenietkorrelgrootte. Voor warmgewalste plaat werd een lager ferrietgehalte gehanteerd in verband met de verminderde vervormbaarheid. Bovendien bestond hier de mogelijkheid om korrelverfijning te bewerkstelligen door een thermomechanische behandeling. De microstructuur van de huidige duplex roestvast-staaltypen bestaat voor circa 50% uit ferriet en 50% uit austeniet. De kenmerkende microstructuur en chemische samenstelling van duplex roestvast staal verenigen een aantal gunstige eigenschappen van zowel ferritisch als austenitisch roestvast staal. Een aantal kenmerkende eigenschappen van duplex roestvast staal is als volgt:

- De 0,2%-rekgrens is circa tweemaal zo hoog als die van de gebruikelijke austenitische typen, waaronder AISI 304 en AISI 316. De vermoeiing- en corrosievermoeiingsterkte vertonen een overeenkomstige stijging als voor de rekgrens ten opzichte van austenitisch roestvast staal.

- De uitzettingscoëfficiënt komt dicht in de buurt van die van koolstofstaal en is hiermee beduidend lager dan die van austenitisch roestvast staal. Vanuit constructieoogpunt is dit een voordeel ten opzichte van austenitisch roestvast staal.

- De hardheid is hoger dan die van austenitisch roestvast staal.

Hierdoor is duplex roestvast staal beter bestand tegen schurende slijtage door langsstromende vloeistoffen met vaste deeltjes.

- De kerfslagwaarden die voor duplex staal worden gemeten liggen tussen die van austenitisch en ferritisch roestvast staal. Net als ferritisch staal vertoont duplex roestvast staal een overgang van taai naar bros breukgedrag, zie afbeelding 1.2. De temperatuur waarbij deze overgang plaatsvindt is doorgaans aanzienlijk lager dan bij ferritisch staal. Dit betekent in de praktijk een groter toepassingsgebied ten opzichte van ferritisch staal met als ondergrens een temperatuur van circa -50°C.

Uitscheidingen waaronder carbiden, nitriden en intermetallische verbindingen als sigmafase en 475°C-brosheid veroorzaken eveneens een sterke daling van de kerfslagwaarde en moeten dus worden voorkomen.

Uitscheidingen die ontstaan tussen 300 en 600°C beperken de maximaal toelaatbare bedrijfstemperatuur. In de praktijk betekent dit een maximale gebruikstemperatuur van 280°C voor niet-koperhoudende typen en 260°C voor koperhoudende typen. Voor gelaste onderdelen wordt in de praktijk een maximale gebruikstemperatuur van circa 250°C toelaatbaar geacht.

1.2 BESCHRIJVING VAN EEN AANTAL ROESTVAST-STAALTYPEN

Type 301 (UNS S30100)

Type 301 is een austenitisch, chroom-nikkel roestvast staal met ongewoon hoge uniforme rek in geval van een juiste samenstellingsbalans en vervormingsomstandigheden. Het wordt toegepast voor zeer sterke koude vervorming. Als gevolg van matige tot zeer sterke koude vervorming neemt de treksterkte aanzienlijk toe onder behoud van redelijke taaiheid. Het wordt dikwijls gebruikt in de koudgewalste of koudgetrokken toestand. Type 301 is in essentie niet magnetisch in de zachtgegloeide toestand, maar het wordt magnetisch door koude deformatie. Het wordt gebruikt voor aanrechtbladen, wieldoppen, in de architectuur en bouwwerken, veren met hoge sterkte, clips en ornamentale buisconstructies (trapeleuningen, balustrades e.d.).

Type 302 (UNS S30200)

Type 302 is het oorspronkelijke austenitisch, chroom-nikkel roestvast staal voor algemene doeleinden. De corrosievastheid is wat hoger dan die van type 301. Het wordt grotendeels toegepast in de zachtgegloeide toestand in de voedings-, genotmiddelen- en frisdrankenindustrie, in ziekenhuizen voor medische, restaurant- en waterrijapparatuur, voor bevestigingsmiddelen en huishoudelijke artikelen zoals pannen en bestek.

Type 302B (UNS S30215)

Type 302B is een austenitisch, chroom-nikkel roestvast staal, waaraan silicium is toegevoegd ter verhoging van de scaling weerstand bij verhoogde temperaturen. Het is bedoeld voor onderdelen die worden blootgesteld aan hoge bedrijfstemperaturen, zoals onderdelen van ovens, klemmen, stralingsbuizen en brander onderdelen.

Typen 303 (UNS S30300) en 303Se (UNS S30323)

Typen 303 en 303Se zijn austenitische, chroom-nikkel roestvast staaltypen waaraan elementen zijn toegevoegd om de verspaanbaarheid en anti-vreeteigenschappen te verbeteren. Ze zijn het best verspaanbaar van alle austenitische chroom-nikkel typen en ze zijn geschikt voor bewerking met draadsnij-automaten. Beide typen worden ook veel toegepast als het gaat om vreten en happen te minimaliseren. Typische toepassingen omvatten verspaande werkstukken, bevestigingsmiddelen, assen en afsluiteronderdelen.

Typen 304 (UNS S30400) en 304H (UNS S30409)

Type 304 wordt van al het roestvaste en hittebestendige roestvast staal het meest toegepast. Het maximum koolstofgehalte is lager dan dat van 302 en de corrosievastheid is wat hoger. Type 304 is in essentie niet magnetisch in de zachtgegloeide toestand, maar kan door koudbewerken licht magnetisch worden. Het wordt op grote schaal toegepast voor apparatuur in de frisdranken-, voedingsmiddelen-, farmaceutische, raffinaderij-, energieopwekkings- en chemische procesindustrie. Type 304H is een modificatie van 304, waarbij het koolstofgehalte tussen 0,04 tot 0,10 procent wordt gehouden teneinde betere hogetemperatuurstrekte te verkrijgen. Kenmerkende toepassingen zijn onderdelen die worden blootgesteld aan temperaturen boven 425°C, zoals in oververhitterpijpen in stoominstallaties.

Type 304L (UNS S30403)

Type 304L is een laag-koolstofhoudend, austenitisch, chroomnikkel roestvast staal met algemene corrosievastheid overeenkomend met die van 304, maar met superieure weerstand tegen interkristallijne corrosie, die kan optreden na lassen of spanningsarmgloeien. Dit type wordt aanbevolen voor onderdelen die worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus en die door middel van lassen worden gefabriceerd en naderhand niet kunnen worden gegloeid. De maximale bedrijfstemperatuur mag gewoonlijk niet hoger zijn dan 425°C.

Type 304N (UNS S30451)

Type 304N bevat stikstof, dat is toegevoegd om de sterkte te verhogen zonder afbreuk te doen aan taaiheid en corrosievastheid. Type 304N is in essentie niet magnetisch in de zachtgegloeide toestand en is bestendiger tegen toenemende magnetische permeabiliteit bij kouddeformerende dan type 304. Het wordt toegepast voor constructies en omhullingen in nucleaire versnellers.

Type 304LN (UNS S30453)

Type 304LN bevat stikstof, dat is toegevoegd om de sterkte ten opzichte van 304L te verhogen. Typische toepassingen omvatten chemische procesapparatuur en brandblusapparaten die werken met water onder druk.

Type 305 (UNS S30500)

Type 305 is een austenitisch, chroom-nikkel roestvast staal met een geringere neiging tot koudverstevigen dan de typen 302 en 304 en minder verandering van de magnetische permeabiliteit als het koud wordt gedeformeerd. Het wordt gebruikt voor forceren, speciale dieptrek- en koudstuikebewerkingen. Kenmerkende toepassingen omvatten elektronische, televisie- en computeronderdelen die na stansen, trekken of anderszins een geringe mate van magnetische permeabiliteit mogen bezitten.

Type 308 (UNS S30800)

Type 308 is een austenitisch chroom-nikkel roestvast staal, en wordt hoofdzakelijk gebruikt als lasdraad. De samenstelling is zodanig afgewogen dat het neergesmolten lasmetaal wat ferriet bevat om warmte-scheuring tegen te gaan.

Typen 309 (UNS S30900) en 309S (UNS S30908)

Typen 309 en 309S zijn austenitische, chroom-nikkel roestvaststaaltypen met hoge hittebestendigheid. Ze worden veel gebruikt voor lasdraad waaronder dat voor zwart-witverbindingen in bekledingen van domelementen, onderdelen van ovens en dergelijke.

Typen 310 (UNS S31000) en 310S (UNS S31008)

Typen 310 en 310S zijn austenitische, chroom-nikkel roestvaststaaltypen met hoge hittebestendigheid en hogere

sterkte bij hoge temperatuur dan de typen 309 en 309S. Ze zijn in essentie niet magnetisch zowel in de zachtgegloeide als koudgedeformeerde toestand. Ze vinden toepassing bij verhoogde temperatuur in de chemische en petrochemische industrie.

Typen 316 (UNS S31600) en 316H (UNS S31609)

Type 316 is een austenitisch, chroom-nikkel-molybdeen roestvast en hittebestendig staal met corrosie eigenschappen die superieur zijn aan die van de meeste andere chroom-nikkel staaltypen in vele soorten chemische corrosieve milieus als wel in zeeklimaten. Het bezit eveneens een superieure kruipsterkte tot 760°C. Het toepassingsgebied beslaat de chemische, farmaceutische, pulp- en papier-, fotografische en textielindustrie. Het type 316H is een modificatie van 316 met een koolstofgehalte dat binnen het traject 0,04 tot 0,10 procent wordt gehouden voor een verbeterde sterkte bij hoge temperatuur.

Type 316L (UNS S31603)

Type 316L is een laag-koolstofhoudend, austenitisch, chroomnikkelmolybdeen roestvast staal met algemene corrosieeigenschappen, vergelijkbaar met die van 316, maar met superieure weerstand tegen interkristallijne corrosie na lassen of spanningsarmgloeien. Het wordt aanbevolen voor onderdelen die worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus en die worden vervaardigd door middel van lassen en naderhand niet kunnen worden gegloeid. Onderdelen gemaakt van type 316L kunnen worden toegepast tot een bedrijfstemperatuur van maximaal 425°C. Type 316L kan onder bepaalde omstandigheden, zoals in sterk oxyderende corrosieve milieus, gevoeliger zijn voor interkristallijne corrosie dan type 304L.

Type 316F (UNS S31620)

Type 316F is een austenitisch, chroom-nikkel-molybdeen roestvast en hittebestendig staal overeenkomend met 316, maar waar elementen aan zijn toegevoegd ter verbetering van de verspaanbaarheid en ter onderdrukking van de vreet- en hapneigingen. Het is geschikt voor bewerking met draadsnij-automaten.

Type 316N (UNS S31651)

Type 316N bevat stikstof ter verhoging van de sterkte zonder dat dit ten koste gaat van de taaiheid en corrosievastheid. Het moet daar worden toegepast waar de hogere mechanische sterkte economisch voordeel biedt.

Type 316LN (UNS S31653)

Type 316LN bevat stikstof om het sterkteniveau boven dat van 316L uit te tillen. Typische toepassingen omvatten chemische reactorvaten en pijpen en buizen in de chemische procesindustrie.

Type 317 (UNS S31700)

Type 317 is een austenitisch, chroom-nikkel-molybdeen roestvast staal met uitstekende corrosievastheid, beter zelfs dan die van type 316, in speciale toepassingen. Het wordt toegepast voor apparatuur voor de pulp- en papierindustrie, textielverfmachines, chemische reactorvaten, pijpen, buizen en opslagvaten.

Type 317L (UNS S31703)

Type 317L is een laag-koolstofhoudend, austenitisch, chroomnikkelmolybdeen roestvast staal met algemene corrosievastheid die overeenkomt met die van type 317, maar met superieure weerstand tegen interkristallijne corrosie na lassen of spanningsarmgloeien. Het wordt aanbevolen voor gebruik in onderdelen die worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus, en die worden vervaardigd door middel van lassen en die naderhand niet kunnen worden gegloeid. Onderdelen, gemaakt van dit type mogen gewoonlijk niet worden gebruikt bij temperaturen boven 425°C.

Typen 321 (UNS S32100) en 321H (UNS S32109)

Type 321 is een austenitisch, chroom-nikkel roestvast staal dat titaan bevat om koolstof te stabiliseren. Dit type wordt aanbevolen voor onderdelen die worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus, en die worden gefabriceerd door middel van lassen en naderhand niet kunnen worden gegloeid. Het wordt eveneens aanbevolen voor onderdelen die worden blootgesteld aan temperaturen variërend tussen 425 en 900°C in bepaalde corrosieve milieus.

Deze legering wordt niet aanbevolen voor decoratieve doeleinden. Hij wordt gebruikt voor motoronderdelen in de lucht- en ruimtevaart, omhullingsbuizen van verhittingselementen, verwarmingselementen en ovenonderdelen die worden onderworpen aan cyclische verhitting en corrosieve vloeistoffen zoals rookgascondensaat. Het type 321H is een modificatie van type 321 met een koolstofgehalte dat tussen 0,04 tot 0,10 procent wordt gehouden ter verbetering van de sterkte bij hoge temperatuur.

Type 329 (UNS S32900)

Type 329 is een austenitisch-ferritisch, duplex roestvast staal met een algemene corrosievastheid die overeenkomt met die van type 316, maar met superieure bestendigheid tegen scheurvormende

spanningscorrosie. Het leent zich voor verouderingsharding, maar in de volledig geharde toestand is het bros en dan mag het alleen op druk worden belast. Het is in de verouderingsgeharte toestand niet magnetisch. Kenmerkende toepassingen omvatten buizen en bevestigingsmiddelen.

Typen 347 (UNS S34700), 347H (UNS S34709), 348 (UNS S34800) en 348H (UNS S34809)

Typen 347 en 348 zijn austenitische, chroom-nikkel roestvast staaltypen die niobium en tantaal bevatten om de koolstof te stabiliseren. Deze typen worden aanbevolen voor onderdelen die worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus en die worden gefabriceerd door middel van lassen en naderhand niet kunnen worden gegloeid. Ze worden ook aanbevolen voor onderdelen die worden gebruikt bij een temperatuur tussen 425 en 900°C en die daarna worden blootgesteld aan bepaalde corrosieve milieus. Type 348 wordt gebruikt voor bepaalde toepassingen, waarvoor een beperkt tantaal- en kobaltgehalte wordt geëist.

Typische toepassingen van de typen 347 en 348 zijn onderdelen van ovens, motoren en energieopwekkingsinstallaties waar temperaturen heersen variërend van 540 tot 870°C en waarbij periodiek afkoeling optreedt tot omgevingstemperatuur, wat gepaard gaat met contact met corrosieve vloeistof. Typen 347H en 348H zijn modificaties van typen 347 en 348, waarbij het koolstofgehalte wordt gehandhaafd tussen 0,04 en 0,10 procent ter verbetering van de sterkte bij hoge temperatuur.

Type 384 (UNS S38400)

Type 384 is een chroom-nikkel, austenitisch roestvast staal met een geringere mate van koudversteving dan type 305. Het wordt toegepast in geval van koudstuiken of intensieve koude deformatie. Type 384 wordt voornamelijk toegepast voor bevestigingsmaterialen. Het staal is niet magnetisch noch in zachtgegloeide, noch in koudbewerkte toestand.

Type 403 (UNS S40300)

Type 403 is een chroomhoudend hittebestendig roestvast staal dat gewoonlijk wordt toegepast voor de productie van turbineschoepen, onderdelen van vliegtuig- en raketmotoren en mechanisch zeer hoog belaste onderdelen.

Type 405 (UNS S40500)

Type 405 is een roestvast- en hittebestendig chroomstaal dat wordt gekenmerkt door zijn vermogen om af te koelen vanaf hoge temperaturen zonder noemenswaardige harding. Het wordt gebruikt voor ovenonderdelen en constructiedelen waarvoor een matige weerstand tegen oxydatie en corrosie wordt geëist.

Type 409 (UNS S40900)

Type 409 is een niet-hardbaar roestvast-chroomstaal voor algemene constructiedoeleinden. Het wordt primair toegepast voor uitlaatsystemen voor automobielen, onderdelen van radiatoren van vrachtauto's en constructiedelen die worden blootgesteld aan matig corrosieve milieus en waar geen hoge eisen worden gesteld aan het uiterlijk.

Type 410 (UNS S41000)

Type 410 is een hardbaar, roestvast- en hittebestendig chroomstaal voor algemene doeleinden. Het beschikt over goede corrosievastheid en is redelijk te verspanen. Het wordt primair gebruikt voor bestek, afsluiteronderdelen en compressorringen.

Type 410 S (UNS S41008)

Type 410S is een laagkoolstofhoudende modificatie van type 410. Het is beter lasbaar, maar is niet in staat om de hogere hardheid van type 410 te bereiken na warmtebehandeling.

Type 414 (UNS S41400)

Type 414 is een roestvast- en hittebestendig nikkelhoudend chroomstaal met wat betere corrosievastheid dan type 410. Bij warmtebehandeling zal het wat hogere mechanische eigenschappen verkrijgen dan type 410. Het wordt hoofdzakelijk gebruikt voor bevestigingsmiddelen.

Type 416 (UNS S41600)

Type 416 een roestvast-, hardbaar chroomstaal waaraan zwavel is toegevoegd ter verbetering van de verspaanbaarheid en antivreeteigenschappen. Dit type is het best te verspanen van alle roestvast-staalsoorten en is geschikt voor bewerking met draadsnijautomaten.

Type 420 (UNS S42000)

Type 420 is een roestvast-chroomstaal dat hardbaar is tot een maximum van ongeveer 500 Brinell. Het heeft in het algemeen in de geharde en ontlaten toestand een betere corrosievastheid dan in zachtgegloeide toestand. Het wordt met name gebruikt voor bestek, afsluiteronderdelen en compressorringen.

Type 420F (UNS S42020)

Type 420F is een roestvast- en hittebestendig chroomstaal, waaraan elementen zijn toegevoegd ter verbetering van de verspaanbaarheid en anti-vreeteigenschappen. Het beschikt in de geharde en ontlaten toestand over optimale corrosievastheid.

Type 422 (UNS S42200)

Type 422 is een hardbaar roestvast-chroomstaal, dat is ontworpen voor gebruikstemperaturen tot 650°C en dat beschikt over een gunstige combinatie van hoge sterkte en taaiheid. Het wordt gewoonlijk toegepast voor turbineschoepen, bouten en onderdelen waarvoor hoge sterkte bij verhoogde temperaturen zijn vereist.

Type 429 (UNS S42900)

Type 429 is een roestvast-chroomstaal dat is ontwikkeld voor betere lasbaarheid dan type 430.

Type 430 (UNS S43000)

Type 430 is een roestvast-chroomstaal met corrosievastheid en hittebestendigheid die superieur zijn aan die van de typen 409 en 410. Type 430 wordt gewoonlijk toegepast in de zachtgegloeide toestand voor verscheidene doeleinden waaronder tafelgerei, sierstrippen voor apparaten en toestellen, keukenapparatuur, kookgerei, in de architectuur en chemische procesapparatuur.

Type 430F (UNS S43020)

Type 430F is een op automaten verspaanbare versie van type 430 en is ook geschikt voor bewerking met draadsnij-automaten.

Type 431 (UNS S43100)

Type 431 is een hardbaar roestvast-, nikkelhoudend chroomstaal met een corrosievastheid die superieur is aan die van de typen 410, 420 en 440. Het wordt hoofdzakelijk gebruikt voor bevestigingsmiddelen.

Type 434 (UNS S43400)

Type 434 is een molybdeenhoudende versie van type 430 en is speciaal ontworpen voor gebruik als sierstrippen voor auto's die bestand moeten zijn tegen atmosferische corrosie in de aanwezigheid van wegeenzout en stofafzetting.

Type 436 (UNS S43600)

Type 436 is een variant van type 434 waaraan niobium is toegevoegd om ribbelforming tijdens strekbewerkingen tegen te gaan. Het wordt ook gebruikt voor sierstrippen voor auto's.

Type 439 (UNS S43900)

Type 439 is een ferritisch roestvast staal, dat titaan bevat waardoor het superieure corrosievastheid bezit ten opzichte van type 430 met name in de gelaste toestand. Typische toepassingen omvatten heetwatertanks en warmtewisselaarbuizen.

Typen 440A (UNS S44002), 440B (UNS S44003) en 440C (UNS S44004)

Typen 440A, 440B en 440C zijn hoog-hardbare, roestvast-chroomstaaltypen met progressief toenemende koolstofgehalten. Als het koolstofgehalte toeneemt, neemt de bereikbare hardheid eveneens toe, maar dit gaat ten koste van de corrosieweerstand. Deze typen worden gebruikt voor bestek, lagers en afsluiteronderdelen.

Type 440F (UNS S44020)

Type 440F is een hoog-koolstof chroomstaal, dat is ontworpen om roestvast-staaleigenschappen te paren aan maximum hardheid. Het is makkelijk te slijpen en te polijsten en heeft in metaal-metaal contact bepaalde anti-hap- en vreeteigenschappen. Verder is het de roestvaste tegenhanger van automatenstaal. Na warmtebehandeling zal het een hardheid vertonen van ongeveer Rockwell C60.

Type 440F-Se komt overeen, maar bevat selenium in plaats van zwavel en verschaft betere oppervlakteafwerking na verspanen. Deze legering moet worden afgeraden voor vaten die gassen of vloeistoffen bevatten onder hoge druk.

Type 442 (UNS S44200)

Type 442 is een hoog-chroomhoudend roestvast- en hittebestendig staal. Het wordt voornamelijk gebruikt voor de fabricage van ovenonderdelen die bestand moeten zijn tegen afbladderen bij temperaturen tot 980°C.

Type 444 (UNS S44400)

Type 444 is een lasbaar ferritisch, chroom-molybdeenstaal, dat niobium en/of titaan bevat. Deze legering verschaft goede weerstand tegen putvormige corrosie, spleetcorrosie en scheurvormende spanningscorrosie. Kenmerkende toepassingen omvatten warmtewisselaarpijpen, heetwatertanks, zonnecollectorpanelen en chemische procesapparatuur.

Type 446 (UNS S44600)

Type 446 is een roestvast- en hittebestendig chroomstaal, dat hoofdzakelijk wordt gebruikt bij de fabricage van werkstukken die bestand moeten zijn tegen afbladderen bij hoge temperaturen. Type 446 is bestand tegen destructieve afbladdering tot een maximum temperatuur van 1095°C.

Type 632 (UNS S15700)

Type 632 is een precipitatiehardend roestvast staal dat in de zachtgegloeide toestand beschikt over goede

taaiheid en in de precipitatie geharde toestand over hoge mechanische sterkte.

Type 2205 (UNS S31803)

Type 2205 is een duplex (austenitisch-ferritisch) roestvast staal dat een hogere mechanische sterkte heeft dan zowel austenitische als ferritische legeringen alsmede goede weerstand tegen scheurvormende spanningscorrosie.

AISI USA	EN	0,2 rekgrens [N/mm ²] bij diverse temperaturen (°C)							Trek- sterkte [N/mm ²]	Breek-rek (L=5D ₀) [%]	Insnoe- ring [%]	Kerfslag arbeid [J]	Hardheid [HB 30]
		20	50	100	200	300	400	500					
301	1.4310	350	-	-	-	-	-	-	700-950	45	50	105	170-220
303	1.4305	195	-	-	-	-	-	-	500-700	35	60	85	130-180
304	1.4301	195	177	157	127	110	98	92	500-700	45	60	85	130-180
304L	1.4306	180	162	147	118	100	89	81	460-480	45	60	85	120-180
304LN	1.4311	270	245	205	157	136	125	119	550-760	40	-	85	140-200
305	1.4303	185	175	155	127	110	98	92	490-690	45	-	85	130-180
308	1.4303	185	175	155	127	110	98	92	490-690	45	-	85	130-180
309	1.4828	280	-	-	-	-	-	-	650-750	45	-	-	170
309S	1.4833	280	-	-	-	-	-	-	650-750	45	-	-	170
310	1.4841	280	-	-	-	-	-	-	650-750	45	-	-	170
310S	1.4845	280	-	-	-	-	-	-	650-750	45	-	-	170
314	1.4841	310	-	-	-	-	-	-	650-750	45	-	-	180
316	1.4401	205	196	177	147	127	115	110	510-710	40	60	85	130-180
316L	1.4404	190	182	166	137	118	108	100	490-690	40	60	85	120-180
316Ti	1.4571	210	202	185	167	145	135	129	500-730	35	50	85	130-190
316LN	1.4429	295	265	225	178	155	145	138	580-800	40	-	85	150-210
317	1.4449	205	195	175	145	130	120	-	540-740	40	50	105	130-190
317L	1.4438	195	186	172	147	127	115	110	490-690	35	-	85	130-180
318	1.4583	225	211	191	162	157	147	-	490-740	40	50	105	130-190
321	1.4541	200	190	176	157	136	125	119	500-730	40	50	85	130-190
329	1.4460	490	460	420	370	350	-	-	640-900	25	-	55	190-230
347	1.4550	205	191	177	157	136	125	119	510-740	40	50	85	130-190
348	1.4546	250	-	-	-	-	-	-	600-700	35	-	-	160
403	1.4000	250	240	235	225	220	195	-	400-600	20	60	85	≤ 185
405	1.4002	250	240	235	225	220	195	-	400-600	20	60	-	≤ 185
409	1.4512	260	240	230	200	190	180	-	400-600	30	-	-	130-180
410S	1.4000	250	240	235	225	220	195	-	400-600	20	60	85	≤ 185
410	1.4006	250	240	235	225	220	195	-	450-650	20	-	85	≤ 200
410 ¹⁾	1.4006	-	430	420	400	365	305	-	600-800	18	55	70	170-210
416 ¹⁾	1.4005	440	-	-	-	-	-	-	590-780	12	45	-	170-210
420 ¹⁾	1.4021	450	430	420	400	365	305	-	650-800	14	50	40	180-230
420F ²⁾	-	450	430	420	400	365	305	-	650-800	14	50	40	180-230
422	1.4935	875	-	-	-	-	-	-	1015	18	-	-	-
430	1.4016	270	-	-	-	-	-	-	450-600	20	60	-	≤ 185
430F	1.4104	300	-	-	-	-	-	-	540-740	16	-	-	≤ 230
430F ²⁾	1.4104	450	-	-	-	-	-	-	640-840	11	50	-	190-235
431 ¹⁾	1.4057	550	515	495	460	430	345	-	750-950	14	45	30	225-275
434	1.4113	270	-	-	-	-	-	-	450-650	20	-	-	130-180
440B	1.4112	430	-	-	-	-	-	-	740	18	-	-	215
440C	1.4125	445	-	-	-	-	-	-	755	13	-	-	220
630 ¹⁾	1.4542	1000	-	880	850	850	750	-	1070	12	-	35	-
631	1.4568	280	-	-	-	-	-	-	900	35	-	-	-

Tabel 1.2 Mechanische eigenschappen. 1) Warmtebehandelde toestand; 2) Na oplosgloeien en precipitatieharding bij 550°C.

Duitsland W.-Nr.	DIN-oud	Frankrijk AFNOR	Groot- Britannië B.S.	Japan JIS	Zweden SS	U.S.A. AISI	U.S.A. UNS
1.4000	X 6 Cr 13	Z 6 C 13	403 S 17	SUS 403	2301	403	S40300
1.4001	X 7 Cr 14	Z 3 C 14		SUS 410 S		410S	S41008
1.4002	X 6 CrAl 13	Z 6 CA 13	405 S 17	SUS 405	2302	405	S40500
1.4005	X 12 Cr/S 13	Z 12 CF 13	416 S 21	SUS 416	2380	416	S41600
1.4006	(G-) X 10 Cr 13	Z 12 C 13	410 S 21 410 C 21	SUS 410	2302	410 CA 15	S41000 J91150
1.4008	G-X 8 Cr 14	Z 12 CN 13 M	410 C 21	SCS 1	-	-	-
1.4016	X 6 Cr 17	Z 8 C 17	430 S 15	SUS 430	2320	430	S43000
1.4021	X 20 Cr 13	Z 20 C 13	420 S 37	SUS 420 J 1	2303	420	S42000
1.4024	X 15 Cr 13	-	420 S 29	SUS 410 J 1	-	-	-
1.4027	G-X 20 Cr 14	Z 20 C 13 M	420 C 29	SCS 2	-	-	-
1.4028	X 30 Cr 13	Z 30 C 13	420 S 45	SUS 420 J 2	2304	-	-
1.4031	X 38 Cr 13	Z 40 C 14	-	SUS 420 J 2	2304	-	-
1.4034	X 46 Cr 13	Z 40 C 14 Z 38 C 13 M	(420 S 45)	-	-	-	-
1.4057	X 20 CrNi 17 2	Z 15CN 16.02	431 S 29	SUS 431	2321	431	S43100
1.4104	X 12 CrMoS 17	Z 10 CF 17	-	SUS 430 F	2383	430 F	S43020
1.4112	X 90 CrMoV 18	-	-	SUS 440 B	-	440 B	S44003
1.4113	X 6 CrMo 17	Z 8 CD 17.01	434 S 17	SUS 434	2325	434	S43400
1.4125	X 105 CrMo 17	Z 100 CD 17	-	SUS 440 C	-	440 C	S44004
1.4301	X 5 CrNi 18 10	Z 6 CN 18.09	304 S 15 304 S 16 304 S 31	SUS 304	2332 2333	304 304 H	S30400 S30409
1.4303	X 5 CrNi 18 12	Z 8 CN 18.12	305 S 19	SUS 305	-	305 307	S30500 S30800
1.4305	X 10 CrNiS 18 9	Z 10 CNF 18.09	303 S 21	SUS 303	2346	303	S30300
1.4306	X 2 CrNi 19 11 G-X 2 CrNi 18 9	Z 2 CN 18.10 Z 3 CN 19.10 M Z 2 CN 18.09	304 S 12 304 S 11 304 C 12	SCS 19 SUS 304 L	2352 2333	304 L	S30403
1.4308	G-X 6 CrNi 18 9	Z 6 CN 18.10 M	304 C 15	SCS 13	2333	CF-8	J92600
1.4310	X 12 CrNi 17 7	Z 12 CN 17.07 Z 12 CN 18.07	301 S 21	SUS 301	-	301	S30100
1.4311	X 2 CrNiN18 10	Z 2 CN 18.10 Az	304 S 62	SUS 304 LN	2371	304 LN	S30453
1.4312	G-X 10 CrNi 18 8	Z 10 CN 18.9 M	302 C 25	SCS 12 SCS 13 A	-	-	-
1.4313	X 5 CrNi13 4 G-X 5 CrNi 13 4	Z 5 CN 13.4 Z 5 CND 13.4 M	425 C 11	SCS 5	2385	CA 6-NM	J91540

Duitsland W.-Nr.	DIN	Frankrijk AFNOR	Groot- Britannië B.S.	Japan JIS	Zweden SS	U.S.A. AISI	U.S.A. UNS
1.4319	X 5 CrNi 18 7	Z 10 CN 18 09	302 S 17 302 S 25	-	2331	302	S30200
1.4371	X 12 CrMnNi 18 6 5	-	284 S 16	SUS 202	-	202	S20200
1.4401	X 2 CrNiMo 17 12 2	Z 6 CND 17.11	316 S 16 316 S 31	SUS 316	2347	316	S31600
1.4404	X 2 CrNiMo 17 13 2 G-X 2 CrNiMo 18 10	Z 2 CND 18.13 Z 2 CND 17 12 Z 3 CND 19.10 M	316 S 11 316 S 12	SUS 316 L	2348	316 L	S31603
1.4405	X 2 CrNiMoN 17 12 2	Z 2 CND 17.12 Az	316 S 61	SUS 316 LN	-	316 LN	S31653
1.4408	G-X 6 CrNiMo 18 10	-	316 C 16	SCS 14	2343	CF-8 M	J92900
1.4429	X 2 CrNiMoN 17 13 3	Z 2 CND 17.13 Az	316 S 62	(SUS 316 LN)	2375	316 LN	S31653
1.4435	X 2 CrNiMo 18 14 3	Z 2 CND 17.13	316 S 11 316 S 12	SCS 16 SUS 316 L	2353	316 L	S31603
1.4436	X 5 CrNiMo 17 13 3	Z 6 CND 17.12	316 S 16	SUS 316	2343	316	S31600
1.4438	X 2 CrNiMo 18 16 4	Z 2 CND 19.15	317 S 12	SUS 317 L	2367	317 L	S31700
1.4449	X 5 CrNiMo 17 13	-	317 S 16	SUS 317	-	317	S31700
1.4460	X 8 CrNiMoN 27 5 2	-	-	SUS 329 J 1 SCH 11; SCS 11	2324	329	S32900
1.4510	X 6 CrTi 17	Z 8 CT 17	-	SUS 430 LX	-	XM 8 430 Ti	S43036
1.4511	X 8 CrNb 17	Z 8 CNb 17	-	SUS 430 LX	-	-	-
1.4512	X 5 CrTi 12	Z 6 CT 12	409 S 19	SUH 409	-	409	S40900
1.4521	X 2 CrMoTi 18 2	-	-	SUS 444	2326	444	S44400
1.4522	X 2 CrMoNb 18 2	-	-	-	-	-	-
1.4532	X 7 CrNiMoAl 15 7	Z 8 CND 15 07	-	-	-	632 (PH 15-7 Mo)	S15700
1.4541	X 6 CrNiTi 18 10	Z 6 CNT 18.10	321 S 12 321 S 31	SUS 321	2337	321	S32100
1.4542	X 5 CrNiNb 17 14	Z 7 CNU 15.04 Z 6 CNU 17.05	-	SCS 24 SUS 630	-	630	S17400
1.4546	X 5 CrNiNb 18 10	-	347 S 17 347 S 18	-	-	348	S34800
1.4550	X 6 CrNiNb 18 10	Z 6 CNIb 18.10	347 S 17 347 S 31	SUS 347	2338	347	S34700
1.4552	G-X 5 CrNiNb 18 9	Z 6 CNIb 18.10 M	347 C 17	SCS 21	-	-	-
1.4568	X 7 CrNiAl 17 7	-	301 S 81	SUS 631	-	631	S17700

Duitsland W.-Nr.	DIN	Frankrijk AFNOR	Groot- Brittannië B.S.	Japan JIS	Zweden SS	U.S.A. AISI	U.S.A. UNS
1.4571	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	Z 6 CNDT 17.12	320 S 31 320 S 17	-	2350	316 Ti	S31635
1.4573	X 10 CrNiMoTi 18 12	-	320 S 33	-	-	316 Ti	S31635
1.4580	X 6 CrNiMo- Nb 17 12 2	Z 6 NDNb 17.12 Z 6 CrNiMoNb 19.13	318 S 17	-	-	316 Cb	S31640
1.4581	G-X 4 CrNiMo- Nb 18 10	Z 4 CNDNb 18.12 M	318 C 17	SCS 22	-	-	S31603
1.4583	X 10 CrNiMoNb 18 12	-	-	-	-	316	S31600
1.4718	X 45 CrSi 9 3	Z 45 CS 9	401 S 45	SUH 1	-	HNV 3	-
1.4724	X 10 CrAl 13	Z 10 C 13	(403 S 17)	-	-	-	-
1.4731	X 40 CrSiMo 10 2	Z 40 CSD 10	-	SUH 3	-	-	-
1.4742	X 10 CrAl 18	Z 10 CAS 18	(430 S 15)	SUS 430 SUH 21	-	430	S43000
1.4747	X 80 CrNiSi 20	Z 80 CNS 20.02	443 S 65	SUH 4	-	HNV 6	-
1.4762	X 10 CrAl 24	Z 10 CAS 24	-	-	-	446	S44600
1.4828	X 15 CrNiSi 20 12	Z 15 CNS 20.12	(309 S 24)	SUH 309	-	309	S30900
1.4833	X 7 CrNi 23 14	Z 15 CN 24.13	309 S 24	SUS 309 S	309 S	S30908	S43036
1.4837	G-X 40 CrNiSi 25 12	-	309 S 30	SCH 17 SCS 17	-	-	-
1.4841	X 15 CrNiSi 25 20	Z 15 CNS 25 20 Z 12 NS 25 20	-	SUH 310	-	314 310	S31400 S31000
1.4845	X 12 CrNi 25 21	Z 12 CN 25.20	310 S 24	SUH 310 SUS 310S	2361	310 S	S31008
1.4848	G-X 40 CrNiSi 25 20	-	310 C 40	SCH 21; SCH 22	-	HK	J94224
1.4864	X 12 NiCrSi 36 16	Z 12 NCS 37.18 Z 12 NCS 35.16	NA 175SUH 330	-	330	S33000	S15700
1.4865	G-X 40 NiCrSi 38 18	-	330 C 40	SCH 15; SCH 16	-	-	-
1.4871	X 53 CrMnNiN 21 9	Z 52 CMN 21.09	349 S 54	SUH 35; SUH 36	-	EV8	-
1.4873	X 45 CrNiW 18 9	Z 36 CNWS 14.14	(331 S 40)	SUH 31	-	-	-
1.4876	X 10 NiCrAlTi 33 20	Z 8 NC 32 21	Na 15 (H)	NCF 800 (TP)	B 163	-	S34700
1.4876	X 12 CrNiTi 18 9	Z 6 CNT 18.12 (B)	321 S 20	SUS 321	2337	321	S32100
1.4935	X 20 CrMoWV 12 1	-	-	SUH 616	-	422	S42200
1.4980	X 5 NiCrTi 26 15	Z 6 NCTDV 25.15 B	-	-	-	660	S66286

Tabel 1.3 Vergelijkingstabel van Duitse, Franse, Britse, Japanse, Zweedse en Amerikaanse type-aanduidingen van RVS – roestvast staal.

RVS type	Toepassingen	Geschikte lastoefog-materiafen
1.4000	Onderdelen voor water en stoom, alsmede huishoudelijke apparaten, beslag en bekledingen voor binnenhuisarchitectuur, enz.	1.4009 1.4302 1.4502 1.4551
1.4002	Apparaten en onderdelen voor de olie-industrie, kraakinstallaties, alsmede voor gelaste onderdelen voor waterkrachtinstallaties.	1.4009 1.4302 1.4502 1.4551
1.4003	Autobuscarrosserieën, containers voor wegtransport, agrarische techniek, transporttechniek, machine- en apparatenbouw.	1.4316
1.4005	Bevestigingsmiddelen die met water en stoom in aanraking komen.	-
1.4006	Constructiedelen voor water en stoom en niet al te agressieve stoffen uit de voedingsmiddelenindustrie.	1.4009 1.4302 1.4502 1.4551
1.4016	Onderdelen voor zwaardere corrosieve belasting met goede dieptrek-eigenschappen en polijstbaarheid, zoals bestek, aanrechtbladen, bumpers en wieloppfen, enz.	1.4302 1.4316 1.4502 1.4551
1.4021	Onderdelen met hogere sterkte zoals assen, pompdelen, zuigerstangen, kegelventielen, naaldafsluiters, scheepsschroeven.	1.4302 1.4316 1.4502 1.4551
1.4024	Onderdelen zoals assen, schroeven, afsluiterassen, zuigerstangen, alsmede turbineschoepen e.d.	1.4302 1.4316 1.4502 1.4551
1.4028	Veren, zuigerstangen, schroeven.	2.4806
1.4031	Veren, zuigerstangen, schroeven.	2.4806
1.4034	Hardbaar staal voor snijdende gereedschappen, tafelmessen, machinemessen, scheermessen, scharen, alsmede meetgereedschap, kogellagers en schaatsen.	1.4302 1.4316 1.4501 1.4502 1.4551 2.4806
1.4057	Mechanisch zwaar belaste onderdelen voor de levensmiddelenindustrie en voor de bereiding van zeep en azijn.	1.4302 1.4502 1.4551 2.4806
1.4104	Onderdelen voor water en stoom die met automaten worden bewerkt zoals schroeven, spindels, assen, bussen, enz.	-
1.4109	Hooghardend staal voor snijdend gereedschap zoals slachtmessen, snijschijven voor snijmachines, enz.	-
1.4110	Als 1.4034 echter met een hogere hardheid en hogere slijfvasheid, bijvoorbeeld voor chirurgische instrumenten, vleesmessen.	-
1.4111	Voor de hoogst mogelijke snijkanthardheid, bijvoorbeeld de kling van scheermessen en messen voor de vleesverwerkende industrie, chirurgische instrumenten, maar ook walsrollagers.	-
1.4113	Onderdelen voor autocarrosserieën met voldoende corrosiebestendigheid, zoals wieloppfen, bumpers, portierarmen, radiatorroosters.	1.4302 1.4316 1.4430 1.4551
1.4116	Allelei hoogwaardige snijmessen, maar ook voor gedeeltelijk te harden werkstukken en onderdelen.	2.4806
1.4117	Chirurgische tangen en scharen, alsmede gedeeltelijk te harden onderdelen.	-
1.4120	Turbineschoepen, kegeloppfen, klepzittingen in stoomafsluiters tot temperaturen van circa 500°C.	1.4302 1.4551
1.4122	Assen, spindels, schroeven, zuigers, ventielen en armaturen voor temperaturen tot circa 600°C.	1.4302 1.4430 1.4551 1.4575
1.4125	Hardbaar en slijvast staal in het bijzonder geschikt voor kleine, roestvaste kogellagers.	-
1.4301	Apparatuur voor de voedingsmiddelenindustrie, waarvoor lasbaarheid, polijstbaarheid en zeer goede dieptrekeigenschappen en slijfvasheid worden vereist.	1.4302 1.4316 1.4551
1.4303	Chemische industrie, schroeven, moeren, koud-vloeipersdelen.	1.4302 1.4316 1.4551
1.4305	Verspaande onderdelen voor de voedingsmiddelenindustrie, foto-, kleurstof-, oliën-, vet-, papier-, textiel-industrie.	-
1.4306	Apparaten en onderdelen die in aanraking komen met organische zuren en vruchtezuren in de voedingsmiddelen-, oliën-, vet- en kunstvezelindustrie.	1.4316 1.4551
1.4310	Veren voor temperaturen tot 300°C, maalmessen, alsmede dunne plaat met hoge sterkte voor de carrosseriebouw.	1.4302
1.4311	Drukvalen voor de chemie, zuivel en bierbrouwerijen.	1.4316 1.4455
1.4313	Pompen, armaturen, verdichters, schoepenwielen, onderdelen met hoge treksterkte voor de energie-opwekkende industrie.	1.4351
1.4401	Apparaten en onderdelen voor de chemische en de celstofindustrie, kleurstoffen-, oliën-, vet-, en textiel-industrie, zuivelfabrieken, bierbrouwerijen.	1.4403 1.4430 1.4576
1.4404	Als 1.4401	1.4430 1.4455 1.4576

RVS type	Toepassingen	Geschikte lastoefog-materiaal
1.4406	Als 1.4401 en 1.4404	1.4430 1.4455
1.4418	Schroefassen, machinebouw, assen, pompen, onderdelen van centrifuges, waarvan hoge corrosiebestendigheid in water en oxyderende zuren wordt geëist.	1.4418
1.4429	Drukvalen en apparaten met hogere chemische bestendigheid.	1.4430 1.4455
1.4435	Gelaste onderdelen met verhoogde chemische bestendigheid voor de celstof-, textiel- en kunstzijde-industrie	1.4440 1.4576
1.4436	Als 1.4435.	1.4403 1.4430 1.4576
1.4438	Apparaten voor de celstof- en chemische industrie, transporttanks voor chemicaliën.	1.4440 1.4438
1.4439	Chemische industrie, waarbij bestendigheid tegen hogere chloorconcentraties en temperaturen wordt geëist.	1.4440
1.4460	Onderdelen voor zwaardere chemische en mechanische belasting, bijvoorbeeld de scheepsbouw; gelaste compressorschoepenwielen voor agressieve gassen.	1.4330 1.4337 1.4430
1.4462	Chemische en petrochemische industrie, hoge weerstand tegen scheurvormende spanningscorrosie in chloorhoudende media en tegen putvormige corrosie, in de gelaste toestand bestendigheid tegen interkristallijne corrosie.	1.4462
1.4465	Verhoogde bestendigheid in zwavelzuur houdende media ook onder reducerende omstandigheden.	1.4465 2.4653
1.4505	Onderdelen voor de chemische industrie (hogere bestendigheid tegen fosforzuur en zwavelzuur).	1.4507
1.4506	Als 1.4505.	1.4507
1.4510	Onderdelen voor de zuivel-, voedingsmiddelen-, genotmiddelenindustrie die worden gelast.	1.4316 1.4502 1.4551 1.4302
1.4511	Onderdelen voor de zuivel-, voedingsmiddelen-, genotmiddelenindustrie, verven, oliën- en vetten-industrie, die worden gelast en worden blootgesteld aan zwakke zuren.	1.4316 1.4502 1.4551 1.4302
1.4512	Uitlaat- en katalysatorsystemen van auto's.	1.4316 1.4370 1.4505 1.4502
1.4521	Koud gestuikte onderdelen, schroeven, moeren, warmtewisselaars, verwarmingspijpen (materiaal heeft een zwakke neiging tot versteviging).	1.4430
1.4529	Offshore-techniek zoals warmtewisselaars tot 400°C voor sterker met chloride verontreinigde media zoals zwavelzuur en fosforzuur.	2.4621 2.4631
1.4535	Klingen van messen met hogere standtijd en betere chemische bestendigheid alsmede geperforeerde platen van vleessnijmachines, naaldventielen, kogellagers.	-
1.4539	Bijzonder goed bestand tegen zeer agressieve media zoals fosforzuur, zwavelzuur, zoutzuur, geschikt over een hoge weerstand tegen putvormige corrosie en scheurvormende spanningscorrosie.	1.4539
1.4541	Apparaten en onderdelen voor de voedings- en genotmiddelenindustrie, de foto- en filmindustrie, alsmede voor huishoudelijke gebruiksartikelen.	1.4316 1.4551 1.4576
1.4542	Schroeven en schroefspindels voor armaturen, schoepenwielen en afdekplaten voor compressoren.	1.4542
1.4550	Als 1.4541.	1.4316 1.4551 1.4576
1.4563	Warmtewisselaars voor chloriden en fluoriden houdend zwavelzuur en fosforzuur. Buizen voor de olie- en gaswinning.	2.4621
1.4571	Apparaten en onderdelen voor de chemische industrie, de textielindustrie, cellulosebereiding, verven, alsmede de foto- en filmindustrie, kunsthar- en rubberindustrie.	1.4430 1.4576
1.4573	Als 1.4571.	1.4430 1.4576
1.4575	Ontziltinstallaties, chemische en petrochemische industrie, papier- en pulpindustrie.	1.4462 1.4332
1.4577	Als 1.4571.	1.4587
1.4580	Apparaten en onderdelen voor de chemische industrie, foto-industrie, verffabricage, kunsthar- en rubberindustrie.	1.4430 1.4576
1.4582	Als 1.4460 (bedrijfstemperatuur tot 300°C).	1.4430
1.4583	Apparaten en gelaste onderdelen voor de textiel- en rubberindustrie, verffabricage en bereiding van brandstoffen.	1.4430 1.4576

Tabel 1.4 Toepassingen voor roestvast staaltypen volgens DIN-aanduiding.

AJ Schornagel

Uitgave van: **2BLONDS B.V.**
Laat de Kanterstraat 27a
2313 JS Leiden
info@2blonds.nl

Packo Surface Treatment - behandelingen van RVS.

Cardijnlaan 10 , 8600 Diksmuide Belgium Tel + 32 (0)51 51 92 84

marc.quaghebeur@packo.com

www.electropolish.be