

1. Mechanische bevestigingsmaterialen van het type staal

1.1 Materiaalsoort en chemische samenstelling algemeen

Normen en eisen

De hierna vermelde mechanische eigenschappen gelden voor schroeven, bouten en tapeinden met een metrische (DIN, ISO) schroefdraad met een nominale afmeting t/m 39 mm en vervaardigd uit al dan niet gelegeerd staal en beproeft op kamertemperatuur. Deze sterkteklassen gelden **niet** voor moeren, stelschroeven e.d. Tevens wijken de sterkteklassen wanneer er bijzondere eisen gesteld worden zoals lasbaarheid, corrosievastheid, warmtevastheid boven de 300°C en taaiheid beneden -50°C. De aangegeven klassen kunnen ook worden gebruikt voor andere toepassingen bijv. bij maten boven de 39 mm. In die gevallen moet dan wel worden voldaan aan alle hierna volgende voorkomende mechanische eigenschappen.

Sterkteklassen	Staalsoort en wamtebehandeling	Chemische samenstelling (Gewicht in %)				Ontlaat temperatuur °C min.	Meest gebruikte staalsoorten
		C min.	C max.	P max.	S max.		
3.6 ¹⁾	Koolstofstaal	-	0,20	0,05	0,06	-	Q St 36-3,
4.6 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-	Q St 38-3
4.8 ¹⁾		0,13	0,55	0,05	0,06	-	Cq22, Cq 35
5.6		-	0,55	0,05	0,06	-	Cq 22, Cq 35
5.8 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-	Cq 22, Cq 35
6.8 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-	Cq 22, Cq 35
8.8 ²⁾	Koolstofstaal met toevoegingen (bijv. borium, mangaan of chroom), gehard en ontlaten	0,15 ³⁾	0,40	0,035	0,035	425	19 Mn B4
	Koolstofstaal, gehard en ontlaten	0,25	0,55	0,035	0,035		22 B2, 35 B2, Cq45, 38 Cr2, 46 Cr2, 41 Cr4
9.8	Koolstofstaal met toevoegingen (bijv. borium, mangaan of chroom), gehard en ontlaten	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	425	
	Koolstofstaal, gehard en ontlaten	0,25	0,55	0,035	0,035		
10.9 ⁴⁾ ⁵⁾	Koolstofstaal met toevoegingen (bijv. borium, mangaan of chroom) gehard en ontlaten	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	340	35 B2, 34 Cr4, 37 Cr4, 41 Cr4
10.9 ⁵⁾	Koolstofstaal, gehard en ontlaten	0,25	0,55	0,035	0,035	425	35 B2, 34 Cr4, 37 Cr4, 41 Cr4
	Koolstofstaal met toevoegingen (bijv. borium, mangaan of chroom) gehard en ontlaten	0,20 ³⁾	0,55	0,035	0,035		
	Gelegeerd staal, gehard en ontlaten ⁷⁾	0,20	0,55	0,035	0,035		
12.9 ⁵⁾ ⁶⁾	Gelegeerd staal, gehard en ontlaten ⁷⁾	0,28	0,50	0,035	0,035	380	Cr4, 41 Cr4, 34 Cr Mo4, 42 Cr Mo4, 34 Cr Ni Mo 6, 30 Cr Ni Mo 8

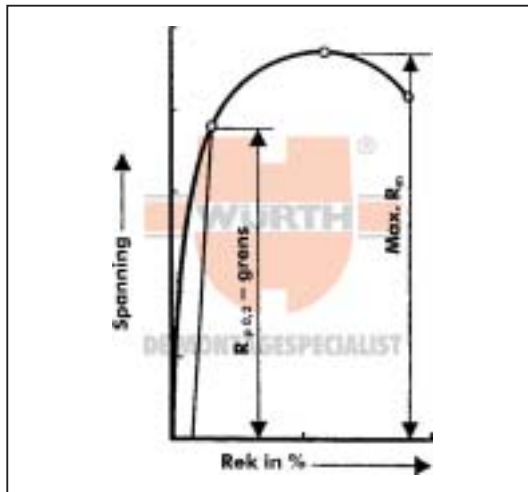
1. Automatenstaal is hier alleen toegestaan indien er maximaal 0,11% fosfor (P), 0,34 zwavel (S) en 0,35% lood (Pb) in de legering aanwezig is.
2. Bij afmetingen B M20 is het, in verband met de doorharding, aan te raden een staalsoort te gebruiken als aangegeven bij 10.9.
3. Bij gebruik van staal waar < 0,25% koolstof in zit, dient er minimaal 0,60% mangaan (Mn) aanwezig te zijn voor de sterkteklassen 8.8 en 0,70% mangaan voor de klasse 10.9 + 9.8.
4. Bij deze staalsoorten dient de klasse onderstreept te worden.
5. De gebruikte staalsoort moet afdoende doorhardbaar zijn om er zeker van te zijn dat er in de kern (van de spoed) ongeveer 90% martensiet zit na het harden en vóór het ontlaten.
6. Bij de sterkteklassen 12.9 is op oppervlakken die op trek worden belast, een metallografisch* aantoonbare, fosforhoudende witte laag niet toegestaan.
7. Gelegeerd staal moet van de volgende elementen de daarbij vermelde procenten minimaal bezitten; Chroom 0,30%, Nikkel 0,30%, Molybdeen 0,20% en van Vanadium 0,10%.

* Metallografie is een wetenschap die zich bezighoudt met het verband tussen structuur en eigenschappen van metalen en legeringen.

1.2 Mechanische eigenschappen van stalen bevestigingsmaterialen

1.2.1 Trekproef

Aan de hand van een trekproef kan men de voornaamste mechanische eigenschappen van een bout bepalen. De trekproef wordt uitgevoerd op een representatief aantal fabrikaten uit een bepaalde zending/lading. De te onderzoeken fabrikaten worden op een trekbank met een groeiende kracht uit elkaar getrokken. Hierbij komen de diverse gegevens vrij die via de diverse formules weer gebruikt kunnen worden om andere mechanische eigenschappen te bepalen. Een en ander zal worden verduidelijkt met behulp van onderstaande grafiek. Deze mechanische eigenschappen worden beschreven door onder andere treksterkte - R_m , trekkracht - R_f , vloeigrens - R_e , 0,2% rekgrens - $R_{p0,2}$ en de breukrek - A_5 (%). Aan de hand van deze mechanische eigenschappen kunnen deze bouten worden onderverdeeld in diverse klassen (zie 1.3.6), ook wel sterkteklassen genoemd. Voordat we tot deze onderverdeling overgaan, beschrijven we eerst de eerder genoemde begrippen. In de grafiek staat op de verticale as de trekspanning (N/mm^2) uitgezet en tegen de horizontale as de ontstane vervorming van het testlichaam tijdens de trekproef.



1.2.1 Treksterkte R_m

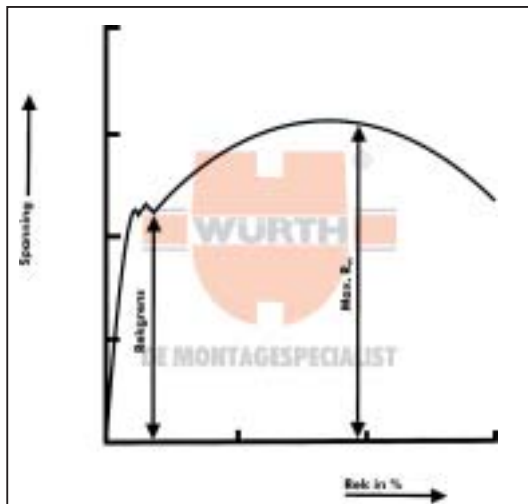
De treksterkte R_m geeft de spanning aan waaronder de bout van een bepaalde (spannings)doorsnede bezwijkt. het breukvlak dat ontstaat, mag alleen plaatsvinden op het schroefdraadgedeelte of gedeelte van de borst. In geen geval mag het breukvlak ontstaan ter hoogte van de overgang van de kop naar het borstgedeelte.

1.2.3 Trekkracht R_f (N/mm^2)

Dit vertelt hoeveel Newton het materiaal per mm^2 aan rechtstandige belasting moet kunnen hebben. Hiermee kan men tevens uitrekenen hoeveel de treksterkte van de bout is.

1.2.4 Vloeigrens R_e (N/mm^2)

Wanneer een stalen bout wordt blootgesteld aan een kracht, zal afhankelijk van de grootte van deze kracht de bout vervormen door in lengte toe te nemen. Wanneer de bout na belasting terugkeert in de oorspronkelijke vorm/lengte, spreekt men van een elastische vervorming. Zodra deze vervorming van blijvende aard is, gaat men over van een elastische vervorming naar een plastische vervorming. Dit moment beschrijft men als de vloeigrens.



1.2.5 0,2% rekgrens $R_{p0,2}$ (N/mm²)

Om de vloeigrens goed te bepalen, moet men de vloeigrens net overschrijden om dit punt te herkennen. Op dit punt ontstaat er een permanente rek in de bout van ongeveer 0,2%. Dit punt van blijvende rek wordt aangeduid als 0,2% rekgrens. Wanneer de bout vanaf dit moment wordt blootgesteld aan een verdere toenemende kracht, zal de vervorming van de bout (lees: lengte) toenemen. Deze toename bereikt het maximum waarna de bout zal bezwijken onder deze blootgestelde kracht. Uiteindelijk heeft men het breekpunt van de bout bereikt.

1.2.6 Treksterkte R_m (berekening)

Het eerste getal komt overeen met 1/100 van de nominale treksterkte in Newton mm² (R_m)

$$1^{\text{e}} \text{ getal} \times 100 = R_m$$

$$8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$$

Het tweede getal komt overeen met de verhouding tussen de nominale vloeigrens (R_e) tot de nominale treksterkte (R_m) maal 10.

$$2^{\text{e}} \text{ getal} = (R_e \div R_m) \times 10$$

$$8 = (800 \div 1000) \times 10$$

Vermenigvuldiging van het eerste getal met het tweede getal, komt overeen met 1/10 van de nominale vloeigrens, dat is dus bij de 8.8 bout; $8 \times 8 = 1/10$ van 640 N/mm².

Voorbeeld

Bout M8, sterkteklasse 8.8

Kernoppervlakte: $A_s = \text{kerndiameter}^2$ (zie tabel hieronder) $\times 1/4 \Theta$

Trekkracht: $R_f 8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2$

Treksterkte: $R_m = \text{trekkracht} \times (\text{de kerndiameter}^2 \times 1/4 \Theta) = 800 \times (6,8 \times 6,8 \times 0,785) = 29038 \text{ N}$
rechtlijnige belasting die op een M8 bout kan worden toegepast.

Vloeigrens: $R_e = 8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ N/mm}^2$

$$640 \times \text{kernoppervlakte} = 640 \times 36,30 = 23232 \text{ N}$$

Buitendiameter	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
Kerndiameter	2.1	2.5	3.3	4.2	5	6.8	8.5	10.2	12	14	17.5

Bovengenoemde kernmaten zijn met een veilige marge.

1.2.7 Afschuifwaarde A_w

De afschuifwaarde geeft aan: de kracht (gewicht in Newton) die maximaal als belasting (loodrecht) op een bout uitgeoefend kan worden zonder dat de spoed (draad) afstroopt. Deze waarde is ongeveer 3/4 van de treksterkte wat bij bijv. een 8 mm 8.8 bout neerkomt op een afschuifwaarde van 21.778 N.

1.2.8 Breukrek A_5 (%)

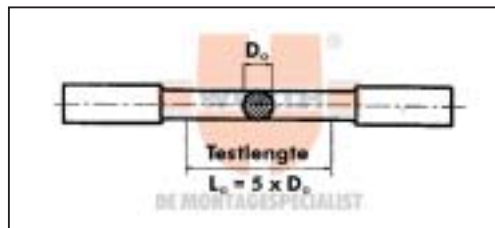
Breukrek is een belangrijke eigenschap voor de beoordeling van de vervormbaarheid van een bepaald materiaal die ontstaat onder belasting tot de breuk optreedt. Deze rek wordt weergegeven in procenten en berekend volgens onderstaande formule:

$$A_5 = (L_u - L_o) / L_o \times 100$$

D_o = kerndiameter van het testlichaam

L_o = de oorspronkelijke te testen lengte = $5 \times D_o$

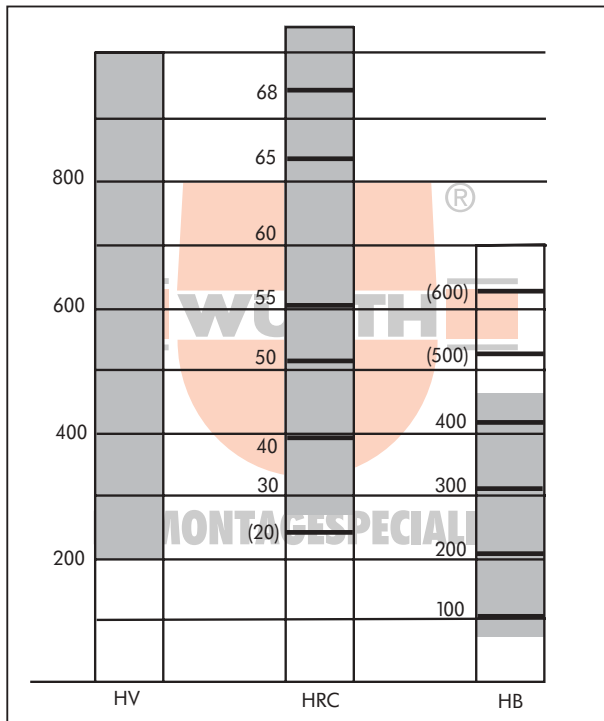
L_u = lengte na breuk



1.3 Hardheidsklassen van bouten, schroeven e.d.

1.3.1 Algemeen

Metalen hebben door hun legering óf door een warmtebehandeling een bepaalde hardheid verworven. Deze hardheid is niet op voorhand 100% vast te stellen. Hiervoor zijn de verschillende meetprocedures ontwikkeld. Met behulp van deze meetprocedures worden de sterkteklassen gedefinieerd. Deze verschillende procedures hebben het grote verschil dat ze met een ander testlichaam zijn uitgevoerd. Dit is de reden waarom ze een eigen naam en testresultaat hebben. Om de testresultaten uiteindelijk met elkaar te kunnen vergelijken, hebben we een tabel opgesteld.



1.3.2 De test

De meetprocedure bestaat uit het indrukken van het te testen metaal. Dit wordt gedaan door middel van een testlichaam (gemaakt van gehard staal of diamant), dat met een bepaalde (druk)kracht (en bij Brinell de diameter) een bepaalde tijdsduur het materiaal in gedrukt wordt. Deze indruk wordt gemeten en samen met de kracht en tijdsduur via een formule uitgedrukt tot een eenheid. Hieronder staan enkele testmethodes summier uitgewerkt.

1.3.3 Vickers-hardheid H_v

Vickers-hardheid is de meest nauwkeurige test. Dit is omdat hierbij het te testen materiaal naar alle kanten evenredig wordt belast zonder op te stropen en een duidelijk na te meten indruk achterlaat (zie tabel pagina 01-000015). Het testlichaam is gemaakt van diamant met een taps toelopend "vierkante" punt.

$$H_v = \frac{\text{drukkracht}}{\text{Zijdelings opp. piramide}} = \frac{F}{d^2 / (2 \sin(136/2))}$$

Voordeel: groot scala aan materialen die men kan meten.

Nadeel: geen snelle meting mogelijk.

1.3.4 Brinell-hardheid H_b

Deze methode neemt de meeste tijd in beslag. Door het stulpen van het materiaal is het onmogelijk om nauwkeurig het resultaat af te lezen. Bij deze test zullen verschillende kogeldiameters nodig zijn (welke zijn genormaliseerd), omdat men rekening moet houden met de ondergrond én de dikte van het materiaal. Hierdoor is de te gebruiken kracht variabel.

$$H_b = \frac{\text{drukkracht}}{\text{bolvorm}} = \frac{F}{1/2 \times D \times D \times (D - (D^2 - D^2))}$$

Voordeel: ideaal voor stuks werk op materialen met een lage homogeniteit, bijv. gietijzer.

Nadeel: verschillende grootte van de testlichamen nodig.

1.3.5 Rockwell-hardheid H_r

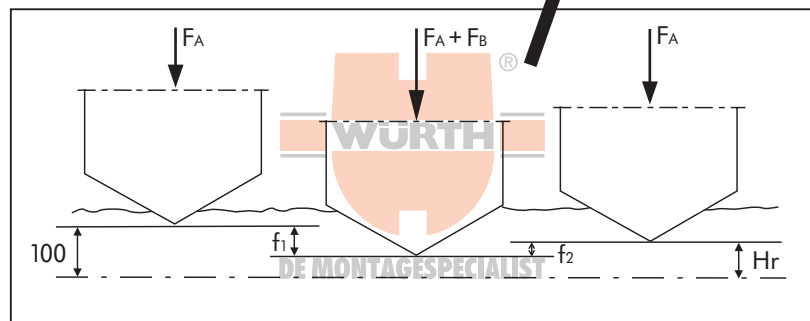
Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van een cilindervormige kegel met een punt van diamant. Deze punt is gevormd door twee zijden die samen komen onder een tophoek van 120° . Bij deze methode wordt gerekend vanuit een beginwaarde. Ten eerste wordt met de 'voorlast' (F_A) het nulpunt (f_1) aangegeven (zie onderstaande tabel), waarna men met een 'hoofdlast' (F_B) het absolute indringmoment (f_2) realiseert. Het verschil van de waarde tussen f_1 en f_2 gerelateerd aan de beginstand van de meetklok (F_A) is de plastische indringing. Deze geven (gemeten in eenheden van $2 \mu\text{m}$) een maat van hardheid aan. Voor bijv. staal staat een voorlast van (F_A) van 100 N en een hoofdlast (F_B) van 1400 N.

$$H_r = 100 - f_1 + f_2 \quad (100 = \text{beginwaarde op de meetklok voor staal})$$

Voordeel: indrukken en meten zijn opeenvolgende handelingen, waardoor een zeer snelle werkwijze ontstaat.

Nadeel: middelmatige nauwkeurigheid.

test methode	VICKERS – HV ISO – 6507	BRINELL – HB ISO – 6506	ROCKWELL – HRC ISO – 6508
Testlichaam	Piramide	Kogel	Kegel
Dwars doorsnede test			



1.3.6 Tabel sterkte- en hardheidsklassen

Met behulp van de sterkte- en hardheidsklassen worden de eigenschappen van bouten en moeren uiteengezet. Dit resulteert in de onderstaande tabel.

Mechanische eigenschappen van bouten, schroeven en tapeinden

	Mechanische eigenschappen	Sterkteklassen												
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾ d≤16 ⁴⁾	8.8 ¹⁾ d>16 ⁴⁾	9.8 ²⁾	10.9	12.9		
1	Treksterkte R_m in N/mm^2 ³⁾	nom.	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200	
2	Treksterkte R_m in N/mm^2 ³⁾	min.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
3	Vickers-hardheid F B 98N	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
		max.	220 ⁷⁾					250	320	335	360	380	435	
4	Brinell-hardheid F = 30D ²	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
		max.	209 ⁷⁾					238	304	318	342	361	414	
5	Rockwell- hardheid	min.	HRB	52	67	71	79	82	89	-	-	-	-	-
			HRC	-	-	-	-	-	-	22	23	28	32	39
		max.	HRB	95,0 ⁷⁾					99,5	-	-	-	-	-
			HRC	-					-	32	34	37	39	44
6	Oppervlaktehardheid HV 0,3	max.							4					
7	Onder vloeigrens R_{eL} in N/mm^2 ⁵⁾	nom.	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-	-	
		min.	190	240	340	300	420	480	-	-	-	-	-	
8	0,2% rekgrens $R_p 0,2$ in N/mm^2	nom.	-						640	640	720	900	1080	
		min.	-						640	660	720	940	1100	
9	Spanings- verhouding	S_p / R_{eL} of $S_{p,r} / R_p 0,2$	0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
		Proefspanning S_p in N/mm^2	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970	
10	Breukdraaimoment M_B Nm	min	Zie ISO 898-7											
11	Breukrek A in %	min.	25	22	-	20	-	-	12	12	10	9	8	
12	Treksterkte onder schuine belasting	De waarden van de sterkte onder schuine belasting mogen niet kleiner zijn dan de bij punt 2 vermelde min. treksterkten. (Niet voor tapeinden)												

Alle discutabele bevestigingen die niet aan de bovengenoemde maten en/of standaarden voldoen (bijv. een voorschrift gegeven door een technisch adviesbureau), zullen niet voor eventueel garantie onderzoek in aanmerking komen.

- Voor klasse 8.8 met de afmetingen t/m 16 mm bestaat een verhoogd risico van het afstropen van de moeren, wanneer de verbinding boven de proefspanning wordt aangedraaid. De norm ISO 898-2 wordt aanbevolen in acht te nemen.
- Voor de klasse 9.8 geldt in deze tabel uitsluitend de maten t/m M16.
- De min. treksterkten gelden voor een nominale lengte $B \geq 2,5d$.
De minimale hardheden gelden voor een nominale lengte $< 2,5d$ en voor producten die niet met een trekproef beproefd kunnen worden.
- Het verschil tussen de oppervlakte hardheid en de gemeten hardheid in de kern mag niet meer dan 30 Vickerspunten (HV 0.3) bedragen. Voor klasse 10.9 geldt als oppervlakte hardheid 390 HV.
- In gevallen waarbij R_{eL} niet bepaald kan worden, is het toegestaan $R_p 0.2$ te bepalen. Voor de sterkteklassen 4.8, 5.8 en 6.8 zijn de waarde voor R_{eL} alleen gegeven als berekeningsonderdeel; deze sterkteklassen zijn niet beproefd.
- Voor bouten in staalconstructies is dit maximaal 12 mm.
- De hardheid in de punt van de bout mag maximaal 250 H_v , 238 H_b of 99,5 H_{rb} zijn.

1.3.7 Proefkracht

De proefkracht volgens de volgende tabel is axiaal op bout toegepast en gedurende 15 seconden vastgehouden. De proef is geslaagd met als criterium dat de boutlengte ná de test niet is toegenomen, met een tolerantie van $\pm 12,5 \mu\text{m}$. Voor de gebruiker is de volgende tabel een hulpmiddel om de meest geschikte keuze te maken.

Draad Ø	Nenn- spanningsdoorsnede $A_{s, \text{Nenn}}$ mm ²	Sterkteklasse									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Proefkracht ($A_{s, \text{Nenn}} \text{ Sp}$) in N											
M 3	5,03	910	1130	1560	1410	1910	2210	2290	3270	4180	4880
M 3,5	6,78	1220	1530	2100	1900	2580	2980	3940	4410	5630	6580
M 4	8,78	1580	1980	2720	2460	3340	3860	5100	5710	7290	8520
M 5	14,2	2560	3200	4400	3980	5400	6250	8230	9230	11800	13800
M 6	20,1	3620	4520	6230	5630	7640	8840	11600	13100	16700	19500
M 7	28,9	5200	6500	8960	8090	11000	12700	16800	18800	24000	28000
M 8	36,6	6590	8240	11400	10200	13900	16100	21200	23800	30400	35500
M 10	58,0	10400	13000	18000	16200	22000	25500	33700	37700	48100	56300
M 12	84,3	15200	19000	26100	23600	32000	37100	48900 ^A	54800	70000	81800
M 14	115	20700	25900	35600	32200	43700	50600	66700 ^A	74800	95500	112000
M 16	157	28300	35300	48700	44000	59700	69100	91000 ^A	102000	130000	152000
M 18	192	34600	43200	59500	53800	73000	84500	115000	-	159000	186000
M 20	245	44100	55100	76000	68600	93100	108000	147000	-	203000	238000
M 22	303	54500	68200	93900	84800	115000	133000	182000	-	252000	294000
M 24	353	63500	79400	109000	98800	134000	155000	212000	-	293000	342000
M 27	459	82600	103000	142000	128000	170000	202000	275000	-	381000	445000
M 30	561	101000	126000	174000	157000	213000	247000	337000	-	466000	544000
M 33	694	125000	156000	215000	194000	264000	305000	416000	-	570000	673000
M 36	817	147000	184000	253000	229000	310000	359000	490000	-	678000	792000
M 39	976	176000	220000	303000	273000	371000	429000	586000	-	810000	947000

A = voor staalbouwschroeven geldt 50700 N, 68800 N respectievelijk 94500 N.

Tabel is een uittreksel uit EN ISO 898-1, proefkracht voor ISO schroefdraad.

2. Roest- en zuurbestendige bevestigingsmaterialen

2.1 Algemeen

2.2 Mechanische eigenschappen

- 2.2.1 Indeling naar sterkteklasse
- 2.2.2 De rekgrens voor RVS bevestigingsmaterialen
- 2.2.3 Aanhaalwaarde voor het aanhaalmoment
- 2.2.4 Koudlas
- 2.2.5 Magnetische eigenschappen voor roestvaststaal

2.3 Corrosiebestendigheid van A2 tot A4

- 2.3.1 Passiveren
- 2.3.2 Oppervlakte- en "abtragende" corrosie
- 2.3.3 Putcorrosie
- 2.3.4 Contactcorrosie
- 2.3.5 Spanningscorrosie
- 2.3.6 A2 en A4 verbinding met corrosieve "medien"

2.4 Eigenschappen van roestvaste bouten, schroeven en moeren



Voorwoord

Naar aanleiding van de vele vragen, willen wij in deze informatiebundel zoveel mogelijk vragen beantwoorden met betrekking tot ons pakket roestvaststalen (RVS) bevestigingsmaterialen. Hierin komen vooral de mechanische eigenschappen, de verschillende corrosie bestendigheden en verdere algemene informatie over roestvaststaal aanbod.

Roestvaststaal wordt in de volksmond in het algemeen roestvrijstaal genoemd. Helaas is deze benaming niet correct. Zuurstof reageert met elk soort staal. Uit deze reactie ontstaat (oxide) roest, dus ook bij de zogenaamde roestvaststaal-soorten.

Wij hopen een zo compleet mogelijke informatiebundel af te leveren, maar als er nog vragen resteren dan zijn wij altijd bereid u te woord te staan.

2.1. Algemene informatie

Roestvaststaal is een materiaal met lange levensduur, minimaal onderhoud en hoge corrosieweerstand. Voorwaarde is evenwel dat het juiste staaltype en de geschikte oppervlakte afwerking wordt aangewend.

Chroom geeft aan roestvaststaal haar corrosieweerstand, nikkel verbeterd de corrosieweerstand en de vervormbaarheid. Toevoeging van molybdeen verhoogt de weerstand tegen putcorrosie in agressieve omgevingen. Het austenitische roestvaststaal type 1.4401 (316), ook A4 genoemd bevat al deze elementen. Hierdoor is het uitermate geschikt voor buitentoepassingen met een lange levensduur. Het is geschikt voor kustgebieden of industriegebieden. Terwijl het niet-molybdeen houdende type 1.431 (304) ofwel A2 genoemd, geschikt is voor minder veeleisende buitentoepassingen.

● Vervormbaarheid

Roestvaststaal is gemakkelijk verwerkbaar met de gangbare technieken zoals profileren, zetten, snijden, boren, ponsen en lassen. Een typische eigenschap van austenitische staalsoorten is de hoge mate van versteviging die optreedt bij vervorming. Bij het buigen is ongeveer 50% meer kracht vereist in vergelijking met koolstofstaal van dezelfde dikte. Austenitische staalsoorten zijn ook onderhevig aan terugvering. **Om oppervlakte verontreiniging met koolstofstalen deeltjes te voorkomen, dienen de gereedschappen uitsluitend gebruikt te worden voor de verwerking van roestvaststaal. Om verkleuring en versteviging van het materiaal te voorkomen moeten scherpe boren gebruikt worden met de juiste snelheid en voeding.**

● Verbindingen

Roestvaststaal kan worden verbonden door gebruik te maken van technieken als lassen, mechanische verbindingstechnieken en lijmen. De keuze van de meest geschikte techniek is afhankelijk van de toepassing, de gewenste sterkte van de verbinding en de afwerking van het roestvaststaal en het eindproduct. Voor toepassingen waarbij mechanische verbindingen de voorkeur krijgen is er een uitgebreide keuze aan roestvaststalen bevestigingsmiddelen. Spijkers, schroeven, bouten en klinknagels zijn beschikbaar in verschillende roestvaststaalsoorten. **Indien de verbinding blootgesteld wordt aan een vochtige omgeving, is het aan te raden om minstens één gelijkwaardig staaltype voor de bevestigingsmaterialen te nemen als deze van de te verbinden elementen. Bij het gebruik van andere bevestigingsmaterialen dan roestvaststaal moeten de materialen gescheiden worden door niet-metallische tussenplaatjes en hulzen. Dit laatste geldt ook wanneer men RVS bevestigingsmaterialen gebruikt om niet-RVS delen met elkaar te verbinden.**

2.2 Mechanische eigenschappen

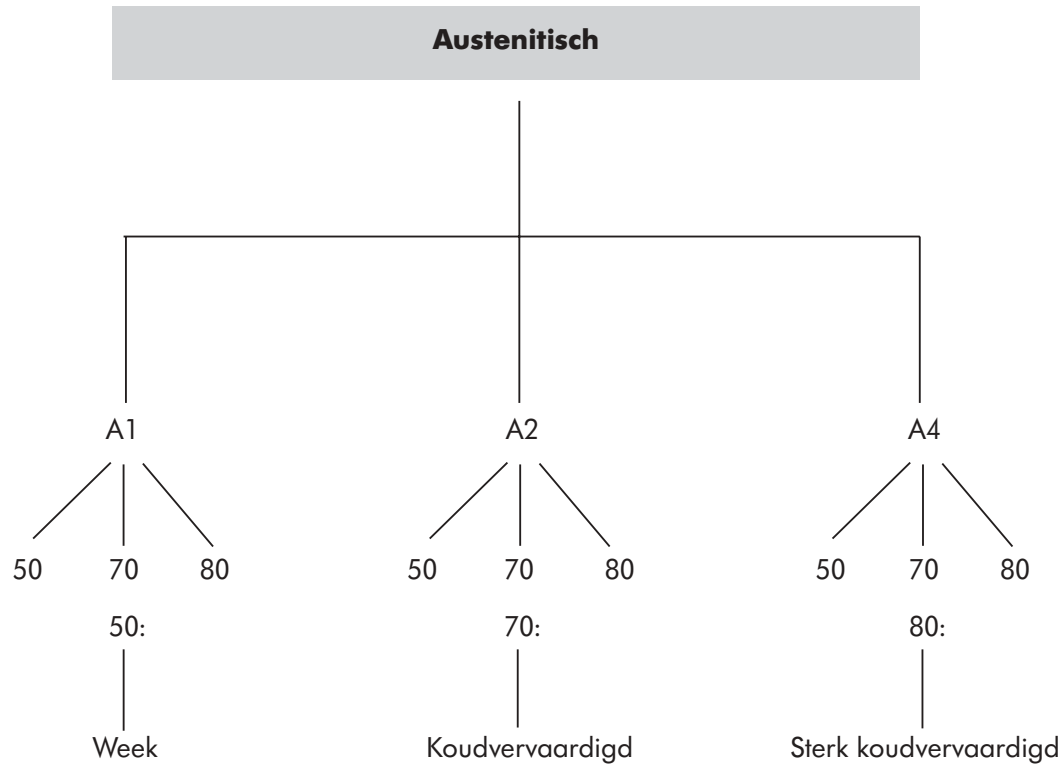
Voor bouten, schroeven en moeren vervaardigd uit edelstaal geldt DIN 3506. Er bestaat een veelvoud aan roestvaststalen die in 3 groepen opgedeeld worden. Namelijk de austenitische, ferritische en martensitische roestvaststalen, waarbij de austenitische de grootste groep is.

De staalgroepen en de indeling naar klassen worden in een 4-cijfer/lettercode omschreven.

Bijvoorbeeld: A2-70

- A > Geeft aan dat je met austenitische RVS te maken hebt.
- 2 > Legering type uit de groep A.
- 70 > Treksterkte minstens 700N/mm², koudvervaardigd.

Dit is het ISO-betekenis systeem voor de austenitische staalgroep.



De belangrijkste niet-roestende stalen en hun samenstelling.

	Werkstof aanduiding	Werkstof nummer	C %	Si A%	Mn A%	Cr %	Mo %	Ni %	Altri %
A2	x 5 Cr Ni 18/10	1.4301	A 0,07	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	8,5 ÷ 10,0	-
	x 2 Cr Ni 18/11	1.4306	A 0,03	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	10,0 ÷ 12,5	-
	x 8 Cr Ni 19/10	1.4303	A 0,07	1,0	2,0	17,0 ÷ 20,0	-	10,5 ÷ 12,0	-
A4	x 5 Cr Mo 17/12	1.4401	A 0,07	1,0	2,0	16,5 ÷ 18,5	2,0 ÷ 2,5	10,5 ÷ 13,5	-
	x 2 Cr Ni Mo 17/12	1.4404	A 0,03	1,0	2,0	16,5 ÷ 18,5	2,0 ÷ 2,5	11,0 ÷ 14,0	-

De gangbaarste niet-roestende en hun chemische samenstelling.

2.2.1 Indeling van de edelstaalschroeven naar sterkteklasse

In DIN 3506 staan de aanbevolen staalsoorten voor verbindingselementen vermeld. Roestvaststaal omvat een groot aantal varianten. Voornamelijk wordt de austenitische hoofdgroep (chrom - nikkelstalen) het meest gebruikt. Deze groep valt onder te verdelen in 3 groepen: A1, A2 en A4.

Wij bij Würth Nederland B.V. hebben A2 en A4 in ons leveringsprogramma. Door de uitstekende corrosiebestendigheid onder normale atmosferische omstandigheden is A2 de meest gangbare staalgroep (ook wel bekend als 304). A4 (ook wel bekend als 316 en "de zuurvaste kwaliteit") is de meest corrosiebestendige staalgroep. Dit komt door het verhoogde nikkel percentage en de toevoeging van molybdeen. Daardoor is het beter bestand tegen agressieve media, stoffen, producten en omgevingsfactoren. Voor de verklaring van schroefverbindingen uit austenitisch staal en zijn mechanische eigenschappen, zie onderstaande tabel (tabel 12).

Mechanische eigenschappen van de verbindingselementen van austenitische staalgroepen.

Staalgroep	Staalsoort	Sterkte-klasse	Doorsnee bereik	Schroeven		
				Treksterkte $R_m^{(1)}$ N/mm ² min.	0,2% - rek-grens $R_{p 0,2}^{(1)}$ N/mm ² min.	Rek ² in A ² mm min.
Austenitisch	A1, A2 en A4	50	AM 39	500	210	0,6 d
		70	AM 24 ³⁾	700	450	0,4 d
		80	AM 24 ³⁾	800	600	0,3 d

1) Deze waarden zijn betrokken op de spanningsdoorsnede van de schroefdraad (zie bijlage A of EN ISO 3506-1).
 2) De rek wordt bepaald uit de verlenging in mm van de tot breuk belaste bout met tenminste een lengte B 3 x d en wordt dus niet zoals gebruikelijk aangegeven in % van de verlenging van een gedraaide, proportionele proefstaaf met een meetlengte van 5 x d.
 3) Voor verbindingselementen met schroefdraad d > 24mm moet altijd contact worden opgenomen door de gebruiker met de fabrikant. U moet de staalsoorten en sterkteklasse uit deze tabel controleren.

Tabel 12

Verder willen wij u erop wijzen dat er in een zwembadatmosfeer spanningscorrosie in roestvaststaal kan ontstaan. Dit is een van de meest gemene vorm van corrosie, want men ziet er aan de buitenzijde niets aan maar op een bepaald moment breekt de bout en/of moer plotseling.

2.2.2. Rekgrens voor bouten

Een belangrijk kenmerk van austenitisch roestvaststaal is dat het verstevigd kan worden door koudvorming. Daardoor kunnen de mechanische eigenschappen in bijzonder mate toenemen. In tabel 13 vindt u de rekgrens voor borstbouten naar DIN norm 3506.

Nominale diameter	Rekgrenslasten voor austenitische stalen na DIN ISO 3506 A2 en A4 in N.	
	50	70
Sterkteklasse		
M 5	2980	6390
M 6	4220	9045
M 8	7685	16470
M 10	12180	26100
M 12	17700	37935
M 16	32970	70650
M 20	51450	110250
M 24	74130	88250
M 27	96390	114750
M 30	117810	140250

Tabel 13: Rekgrensvaarden voor bouten na DIN ISO 3506.

2.2.3 Aanhaalmoment

Bij het aanhalen van een boutverbinding blijkt circa 80% van het aanhaalmoment nodig te zijn om de wrijving tussen de schroefdraad en het draagvlak van de moer te overbruggen. Met andere woorden, het rendement van de schroefverbinding is circa 20%. In tabel 14 staan voor enkele schroefboutverbindingen het benodigde aanhaalmoment afhankelijk van nominale middellijn en wrijvingsgetal.

Wrijvingswaarde μ ges. 0,10

Wrijvingswaarde μ ges. 0,20

	Voorspankracht F_v max. (N)			Aanhaaldraaimoment M_a (Nm)				Voorspankracht F_v max. (N)			Aanhaaldraaimoment M_a (Nm)		
	50	70	80	50	70	80		50	70	80	50	70	80
	M 3	0,9	1	1,2	0,85	1		1,3	M 3	0,6	0,65	0,95	1
M 4	1,08	2,97	3,96	0,8	1,7	2,3	M 4	1,12	2,4	3,2	1,3	2,6	3,5
M 5	2,26	4,85	6,47	1,6	3,4	4,6	M 5	1,83	3,93	5,24	2,4	5,1	6,9
M 6	3,2	6,85	9,13	2,8	5,9	8	M 6	2,59	5,54	7,39	4,1	8,8	11,8
M 8	5,86	12,6	16,7	6,8	14,5	19,3	M 8	4,75	10,2	13,6	10,1	21,4	28,7
M 10	9,32	20	26,6	13,7	30	39,4	M 10	7,58	16,2	21,7	20,3	44	58
M 12	13,6	29,1	38,8	23,6	50	67	M 12	11,1	23,7	31,6	34,8	74	100
M 14	18,7	40	53,3	37,1	79	106	M 14	15,2	32,6	43,4	56	119	159
M 16	25,7	55	73,3	56	121	161	M 16	20,9	44,9	59,8	86	183	245
M 18	32,2	69	92	81	174	232	M 18	26,2	56,2	74,9	122	260	346
M 20	41,3	88,6	118,1	114	224	325	M 20	33,8	72,4	96,5	173	370	494
M 22	50	107	143	148	318	424	M 22	41	88	118	227	488	650
M 24	58	142	165	187	400	534	M 24	47	101	135	284	608	810
M 27	75			275			M 27	61			421		
M 30	91			374			M 30	75			571		
M 33	114			506			M 33	94			779		
M 36	135			651			M 36	110			998		
M 39	162			842			M 39	133			1300		

Wrijvingswaarde μ ges. 0,30

	Voorspankracht F_v max. (N)			Aanhaaldraaimoment M_a (Nm)		
	50	70	80	50	70	80
M 3	0,4	0,45	0,7	1,25		
M 4	0,9	1,94	2,59	1,5		
M 5	1,49	3,19	4,25	2,8		
M 6	2,09	4,49	5,98	4,8		
M 8	3,85	8,85	11	11,9		
M 10	6,14	13,1	17,5	24		
M 12	9	19,2	25,6	41		
M 14	12,3	26,4	35,2	66		
M 16	17	36,4	48,6	102		
M 18	21,1	45,5	60,7	144		
M 20	27,4	58,7	78,3	205		
M 22	34	72	96	272		
M 24	39	83	110	338		
M 27	50			503		
M 30	61			680		
M 33	76			929		
M 36	89			1189		

Tabel 14: Aanhaalmoment voor schroeven in DIN 3506.

2.2.4 Koudlas

Het fenomeen koudlas ontstaat bij schroefdraadverbindingen van RVS. Vooral als deze verbindingen machinaal in elkaar worden gezet, ontstaat er een hoge mate van wrijving waardoor de draad gedeelte van bijv. bout en moer met elkaar versmelten (dit kan echter ook voorkomen bij het handmatig aandraaien). Bij normaal koolstofstaal komt dit ook wel eens voor. Echter zeker niet in de mate waarin het bij austenitisch roestvaststaal voorkomt. Het koudlas effect is echter te voorkomen door middel van het geven van een oppervlaktebehandeling van een van de twee delen van de schroefverbinding. Bijv. het aanbrengen van een zinklaag op de moer. Ook kan men gebruik maken van een smeermiddel bijv. Würth HTS ABSOBON (Art. nr. 0892 128) of HHS 2000 (Art. nr. 0893 106).

2.2.5 Magnetische eigenschappen van RVS

Om tot de vaststelling te kunnen komen of roestvaststaal (RVS) al dan niet magnetisch kan zijn moeten we om te beginnen terugkomen op het begrip RVS en hoe het over het algemeen uitgesproken wordt. Voor RVS is de meest gebruikelijke term roestvrijstaal en niet zoals het hoort roestvaststaal. Bij de term roestvrij zou je namelijk niet verwachten dat er roest (oxidatie) op zou kunnen treden en terugkoppeland naar de materiaalkeuze niet magnetisch zou kunnen zijn.

Niets is minder waar. RVS is een chroom nikkel staallegering. Afhankelijk van het feit of het A2 of A4 betreft ligt deze verhouding elke keer anders. A2 is met 17,0-20,0% chroom en 8,0-13,0% nikkel de meest voorkomende vorm (18% Cr en 8% Ni).

Bij A4 is dit 16,0-18,5% chroom 2,0-3,0% molybdeen en 10,0-14,0% nikkel. Dus het chroom, nikkel en molybdeen zijn slechts enkele legeringselementen. Verder worden er nog andere legeringselementen aan toegevoegd die al dan niet het magnetisme beïnvloeden.

De bevestigingsartikelen uit roestvaststaal zijn in het algemeen niet magnetiseerbaar. Bij een juiste keuze van het legeringstype en de mate van penetratie door een magnetisch veld beneden een meetbare waarde. Nu is het echter zo dat bij het vervaardigen vaak processen plaatsvinden die het magnetisme beïnvloeden. Zo worden schroeven koud vervormd tijdens het fabricage proces. Hierdoor kan er een geringe mate van magnetiseerbaarheid ontstaan. In dit opzicht zal de A4 zich gunstiger gedragen dan de A2. Dit heeft verder geen invloed op de oxidatiebestendigheid.

2.3 Corrosiebestendigheid van A2 A4

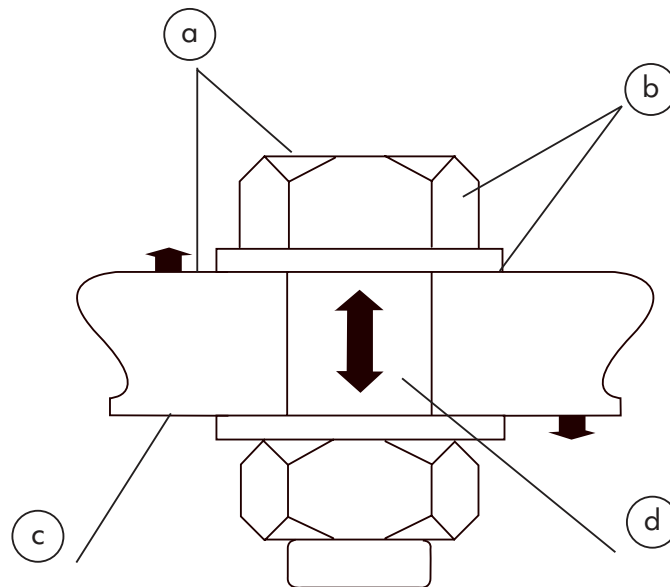
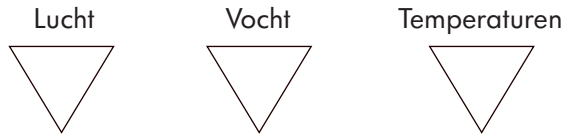
De niet-roestende en zuurbestendige stalen zijn A2 en A4. Deze vallen onder de categorie: "actieve corrosiemiddelen". Dit komt door de "passivering". Dat houdt in dat het metaal zichzelf beschermd. Door de lucht en een oxiderend milieu zoals bijv. salpeterzuur, ontstaat er een "huid" om het metaal die het beschermd. Roestvaststalen bevatten minstens 16% chroom en zijn bestendig tegen oxiderende agressieve middelen/media. Een hoger chroomgehalte en meerdere legeringsbestanddelen zoals: nikkel, molybdeen, titaan en niobium verbeteren de corrosiebestendigheid. De samenstellingen beïnvloeden ook de mechanische eigenschappen. Andere legeringsbestanddelen worden alleen toegevoegd om de mechanische eigenschappen te verbeteren bijv. stikstof of verspanend zwavel. Verbindingselementen uit austenitische stalen zijn in het algemeen niet magnetisch tot na de koudvervorming (koudvervorming houdt in dat een metaal zonder warm te zijn gemaakt zijn daadwerkelijke vorm krijgt dus gebogen, rond, vierkant enz.). Daarbij moet men er op letten dat er in de praktijk verschillende corrosiesoorten bij roestvaststaal voorkomen. Deze zijn weergegeven op de volgende pagina.

● Vervolg van corrosiebestendigheid van A4 en HCR en de toepassing

In een vochtige omgeving of voor buitentoepassingen, zowel in kuststreken als in de industriële omgeving is A4 over het algemeen toereikend. Echter wanneer er sprake is van een verhoogde chloor of chloridenbelasting is A4 niet toereikend. Is er sprake van een verhoogde chloorbelasting zoals bijvoorbeeld in zwembaden dan kunnen chloordampen op het oppervlak van roestvaststalen bevestigingselementen condenseren en zo tot spanningscorrosie leiden (zie 2.3.5). Spanningscorrosie kan vooral daar optreden waar de bevestigingselementen niet direct door water worden gespoeld. Andere inzet gebieden waar kritisch moet worden gekeken naar de toepassing van roestvaststalen bevestigingselementen die een langdurige bescherming tegen corrosie onder zware omstandigheden moeten bieden is bijvoorbeeld in tunnels, parkeergarage's, aquaria enz. In deze situaties dienen ook producten toegepast te worden die vervaardigd zijn uit zeer corrosievaststaal HCR genaamd, dit wordt aangeduid met materiaal nummer 1.4529.

Verschillende corrosiesoorten afgebeeld

Weersomstandigheden



- a. puntroestvorming
- b. contactcorrosie
- c. spanningscorrosie
- d. mechanische inwerkingen

In de praktijk komen veel verschillende corrosiesoorten voor.

2.3.1 Passiveren

Corrosiebestendigheid van RVS wordt in grote mate bepaald door de passivering. Dit is een natuurlijk proces. Zodra RVS aan lucht wordt blootgesteld passivert het spontaan. Dit wordt ook wel het zelfherstellend vermogen genoemd van RVS. Als deze laag beschadigt zal deze beschadiging zich weer herstellen. Dit proces kan positief worden beïnvloed door chemisch passiveren. Na het productieproces van RVS van ruw materiaal naar eindproduct, bepaalt de mate en manier van reinigen hoe goed deze passiveringslaag erop komt. Dit proces kan door toepassing van een chemisch proces positief worden beïnvloed. Uiteindelijk wordt hier wel de kwaliteit van het eindproduct bepaald. Wij bij Würth Nederland B.V. hebben alleen gepassiveerd RVS in het leveringsprogramma.

2.3.2 Vlakken en slechte corrosie

Bij gelijkmatige vlakken corrosie wordt de oppervlakte gelijkmatig en geleidelijk van corrosie aantasting verlost. Deze corrosie soort kan door een zovuldige werkstofkeuze verhinderd worden.

Op grond van laboratoriumonderzoeken hebben producenten bestendigheidstabellen gemaakt over het gedrag van de staalsoorten bij verschillende temperaturen en concentraties in de aparte media.

2.3.3. Putcorrosie

Een plaatselijke beschadiging van de chroomoxidelaag kan de oorzaak zijn van een sterke plaatselijke, porie-achtige aantasting die zich snel en diep in het materiaal zal vreten. Deze vorm van corrosie zal zich sneller ontwikkelen in chloorhoudende media zoals zeeklimaat en brakwater. Vanwege de toevoeging van molybdeen is A4 de beste kwaliteit.

2.3.4 Contactcorrosie

Contactcorrosie treedt op wanneer 2 verschillende metalen in aanwezigheid van een elektrolytische vloeistof een elektrisch spanningsverschil kunnen opwekken. Hierbij offert het onedelere metaal zich op aan het edelere metaal. Dit gaat sneller als het oppervlak van het onedelere metaal kleiner is dan het oppervlak van het edelere metaal.

Om contactcorrosie te voorkomen moet u op de volgende punten letten:

- 1) Isolering van de metalen op het punt waar ze contact hebben door bijv.: rubber, kunststof of een verlaag.
- 2) Een andere mogelijkheid is het vermijden van ongelijke materiaalparen. Daarnaast kunt u schroeven, schroefdraad en schijven waar het de metalen raakt inpakken.
- 3) Wanneer 2 metalen bij aanwezigheid van een elektrolytische vloeistof een elektrisch spanningsverschil opwekken, ontstaat er een galvanische celwerking waarbij het onedelere metaal in oplossing gaat en zich opoffert ten gunste van het edelere metaal. Deze contactcorrosie verloopt ingrijpender, naarmate het potentieel verschil groter is en het oppervlak van het onedelere metaal groter is dan van het edelere. Passief austenitische roestvaststaal is edel, terwijl verbindingartikelen meestal verhoudingsgewijs een klein oppervlak hebben t.o.v. de constructie.

Anode kant
(onedel metaal)

Magnesium
Zink
Aluminium
Staal
50/50 loodzink soldeer
Roestvaststaal
Tin
Nikkel (actief) zuiver
Messing (legering)
Koper
Nikkel (passief) is met een zeer dun huidje
Zilver
Goud

(edel metaal)
Kathode kant

2.3.5 Spanningscorrosie

Bij deze vorm van corrosie kan scheurvorming dwars door de kristallen optreden. Voorwaarden voor deze vorm van corrosie zijn: chloordampen in de vochtige lucht, een bepaalde verhoogde temperatuur en trekkracht in de constructie. De aantasting van RVS is zichtbaar door roestvorming. Je kan de gevoeligheid van het product meten door middel van trekspanning in een kokende oplossing met 42% magnesiumchloride en een temperatuur van rond de 50°C.

2.3.6. A2 en A4 in verbinding mer corrosieve producten

In de volgende tabel wordt weergegeven wat de bestendigheid is van A2 en A4 in verbinding met verscheidene corrosieve producten. De aangegeven waarde kunnen goed als steunpunt worden gebruikt.

Overzicht over de chemische bestendigheid van A2 en A4 schroeven

Aangrijpingspunt	Concentratie	Temperatuur in °C	Weerstandsgraad	
			A2*	A4*
Aceton	allen	allen	A	A
Ethylether	-	allen	A	A
Ethylalcohol	allen	20	A	A
Mierenzuur	10%	20	A	A
Ammoniak	allen	kokend	B	A
		20	A	A
Benzine iedere soort	-	kokend	A	A
		20	A	A
Benzoëzuur	allen	allen	A	A
Benzeen	-	allen	A	A
Bier	-	allen	A	A
Blauwzuur	-	20	A	A
Bloed	-	20	A	A
Fosfaatoplossing	-	98	A	A
Chloor	droog gas	-	20	AA
	vochtig gas	-	alle	DD
Chloroform	allen	allen	A	A
Chroomzuur	10% zuiver	20	A	A
	50% zuiver	kokend	C	C
		20	B	B
Ontwikkelaar	-	kokend	D	D
		20	A	A
Aziijnzuur	10%	20	A	A
		kokend	A	A
Vetzuur	technisch	150	A	A
		180	B	A
		200-235	C	A
Vruchtensap	-	allen	A	A
Tannine, looizuur	allen	allen	A	A
Glyzerin	geconcentreerde	allen	A	A
Industrielucht	-	-	A	A
Kaliumpermanganaat	10%	allen	A	A
Kalkmelk	-	allen	A	A
Kooldioxide	-	-	A	A
Koperazetaat	-	allen	A	A
Kopernitrat	-	-	A	A
Kopersulfaat	allen	allen	A	A
Magnesiumsulfaat	circa 26%	allen	A	A
Zeewater	-	20	A	A
Methylalcohol	allen	allen	A	A
Melkzuur	1,5%	20	A	A
		10%	A	A
		kokend	C	A
Natriumcarbonaat	koud verzadigd	allen	A	A
Natriumhydroxide	20%	20	A	A
		kokend	B	B
		120	C	C
50%	120	C	C	
Natriumnotraat	-	allen	A	A
Natriumperchloraat	10%	allen	A	A
Natriumsulfaat	koud verzadigd	allen	C	B
Fruit	-	-	A	A
Olie	-	allen	A	A

* Voor de verklaring van de in deze kolommen gebruikte letters, zie pagina 31.

Vervolg overzicht over de chemische bestendigheid van A2 en A4 schroeven

Aangrijpingspunt	Concentratie	Temperatuur in °C	Weerstandsgaad	
			A2*	A4*
Oxaalzuur	10%	20	B	A
		kokend	C	C
	50%	kokend	D	C
Petroleum	-	allen	A	A
Fenol	zuiver	kokend	B	A
Fosforzuur	10%	kokend	A	A
	50%	20	A	A
		kokend	C	B
	80%	20	B	A
		kokend	D	C
	geconcentreerde	20	B	A
		kokend	D	D
Kwik	-	tot 50	A	A
Kwiknitraat	-	allen	A	A
Salicylzuur	-	20	A	A
Salpeterzuur	tot 40%	allen	A	A
	50%	20	A	A
		kokend	B	B
	90%	20	A	A
		kokend	C	C
Zoutzuur	0,2%	20	B	B
		50	C	B
	2%	20	D	D
		50	D	D
Zwavelzuur	tot 10%	20	D	D
	1%	tot 70	B	A
		kokend	B	B
	2,5%	tot 70	B	A
		kokend	C	C
	5%	20	B	A
		>70	B	B
	10%	20	C	B
70		C	C	
60%	allen	D	D	
Zwaveligzuur	waterige oplossing	20	A	A
Zwaveldioxide	-	100-500	C	A
		900	D	C
Teer	-	heet	A	A
Wijn	-	20 en heet	A	A
Wijnzuur	tot 10%	20	A	A
		kokend	B	A
	over 10%	20	A	A
	tot 50%	kokend	C	C
75%	kokend	A	A	
Citroensap	-	20	A	A
Citroenzuur	tot 10%	allen	A	A
	50%	20	A	A
		kokend	C	B
Suikeroplossing	-	allen	A	A

* Voor de verklaring van de in deze kolommen gebruikte letters, zie pagina 31.
Tabel 16

Verdeling van de bestendigheidsgaden in verschillende groepen.

Weerstandsgraad	Beoordeling	Gewichtsverlies In g/m ² h
A	Volkomen toe te passen	< 0,1
B	Redelijk toe te passen	0,1-1,0
C	Weinig toe te passen	1,0-10
D	Niet toe te passen	>10

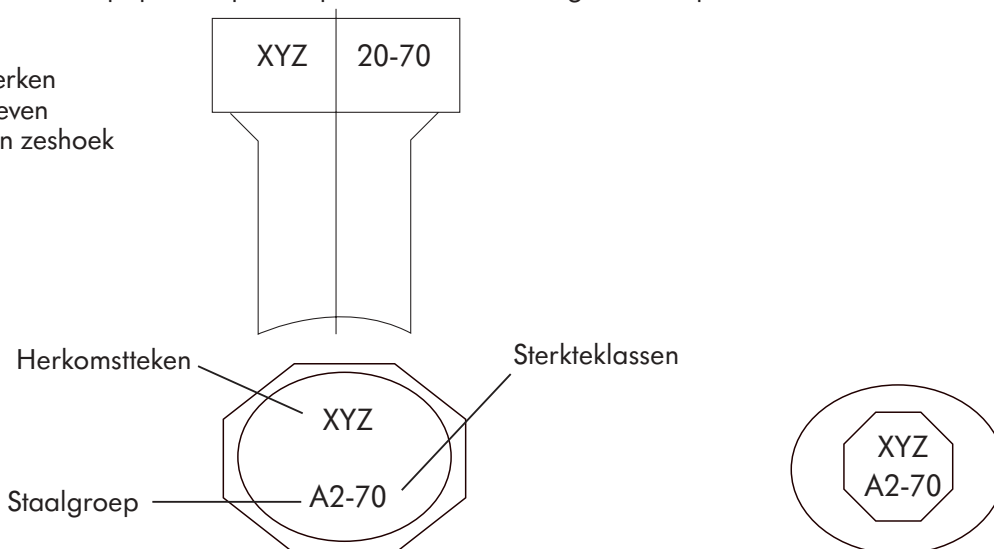
2.4 Kenmerken van niet-roestende schroeven en moeren

De kenmerken van niet-roestende schroeven en moeren moeten de staalgroepen en de weerstandsklasse van de producentmerken bevatten.

• Kenmerken van schroeven in de DIN ISO 3506

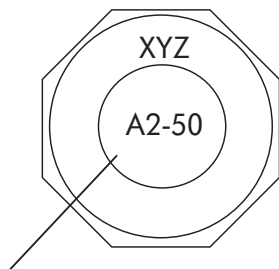
Zeshoekschroeven en cilinderkopschroeven met van binnen zeshoeken op de nominale middellijn M5 (van binnen 6 hoeken geldt alleen voor de cilinderkopschroeven) zijn vanzelfsprekend in het benamingssysteem duidelijk te kenmerken. Het kenmerk zal naar alle waarschijnlijkheid op de kop van de schroef aangebracht zijn.

Alternatieve kenmerken
Voor cilinderschroeven
met van binnen een zeshoek

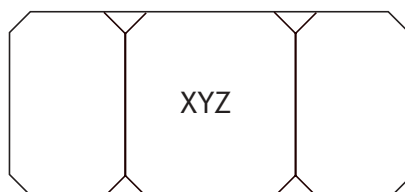


• Kenmerken van moeren in de DIN ISO 3506

Moeren met schroefdraad met een nominale middellijn van 5 mm zijn overeenkomstig in het benamingssysteem duidelijk te kenmerken. Een kenmerk is slechts op een oppervlak toegestaan en kan slechts verdiept aangebracht worden. Alternatief is ook een kenmerk op de vlakken toe te laten.



Sterkteklasse alleen voor moeren met een geringe sterkteklasse.



Blindklink montagetechneik

De blindklinktechniek is een techniek, die eenvoudig en kosten- en tijdsbesparend is. Bij deze montagetechneik hoeft de constructie slechts vanuit één zijde bereikbaar te zijn: "blind"-klinkmontagetechneik.

Deze techniek kent een aantal verschillende soorten aan bevestigingsmaterialen:

- Blindklinknagel
- Blindklinkmoeren
- Blindklinkbouten

Bovenstaande bevestigingsmaterialen zijn verkrijgbaar in diverse materiaalsoorten:

Aluminium, aluminiumlegering (AlMg), koper, staal en roestvaststaal. Naar aanleiding van de materiaaleigenschappen en de toepassing kan men een juiste keuze maken:

- **Aluminium:**
 - Licht in gewicht.
 - Goed corrosiebestendig.
 - Goed vervormbaar.
 - Hoge geleidbaarheid van warmte en elektriciteit.
- **Aluminium AlMg:**
 - Sterk en solide.
 - Goed te polijsten.
 - Naarmate het aandeel aan magnesium toeneemt, neemt de sterkte van het bevestigingsmateriaal toe; de vervormbaarheid van het bevestigingsmateriaal neemt echter af.
 - Bestand tegen zeewater en licht alkalische oplossingen.
- **Koper:**
 - Hoge geleidbaarheid van warmte en elektriciteit.
 - Goed vervormbaar.
 - Soldeerbaar.
 - Vele toepassingen in de elektro-branche.
- **Staal:**
 - Geschikt voor toepassing met hogere belastingen.
 - Goed vervormbaar.
 - Sterk.
 - Eenvoudig te voorzien van diverse coatings.
 - Veelvuldig inzetbaar.
- **Roestvaststaal:**
 - Hoge mate van corrosiebestendigheid.
 - Geschikt voor toepassing met hogere belastingen.
 - Sterk.
 - A2 en A4 zijn nagenoeg niet magnetisch.

Verwerkingsapparatuur

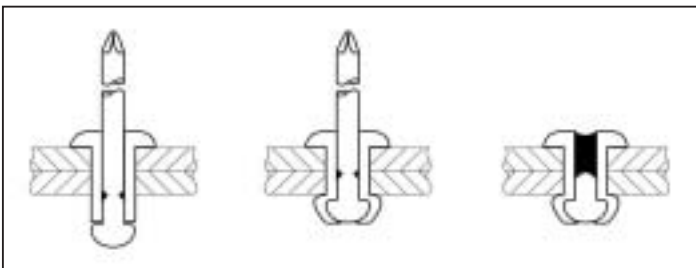
Het leveringsprogramma voor de verwerking van blindklinknagels, -moeren en -bouten is zeer omvangrijk. Het programma bestaat uit diverse hand-, accu- en pneumatisch gereedschap. Keuze van het juiste gereedschap wordt mede bepaald door het blindklink bevestigingsmateriaal, materiaalsoort, gewenste verwerkingssnelheid en productiegrootte, bedieningsgemak en voorkeur van de gebruiker.

Blindklinknagels

Een blindklinknagel is opgebouwd uit een huls en een trekpen (zie figuur 2). De huls wordt tijdens het plaatsen van de nagel vervormd en blijft in de verbinding achter. De trekpen vervormt de huls tijdens het aantrekken van deze trekpen. Deze vervorming van de huls is alleen mogelijk wanneer de sterkte van de trekpen hoger is dan de sterkte van de huls. De trekpen breekt uiteindelijk af, het breekpunt. Dit breekpunt wordt bepaald naar aanleiding van het aanbrengen van een verjonging op de trekpen. Het moment van breken van de trekpen kan worden ingesteld door tijdens het productieproces van de blindklinknagel de plaats van de verjonging op de trekpen te veranderen.

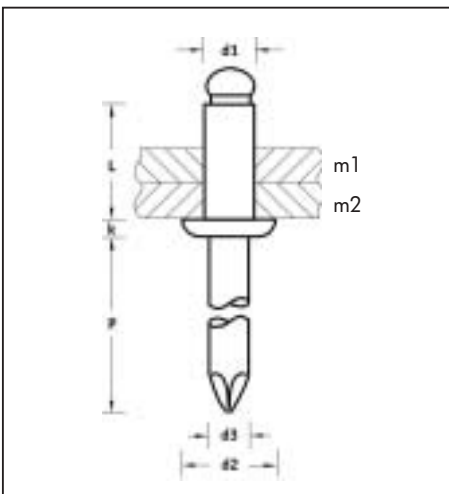
Verwerking van blindklinknagel:

De blindklinknagel wordt vanaf één zijde met de huls in het boorgat geplaatst. Vervolgens wordt met behulp van blindklinknagelgereedschap de trekpen aangetrokken, totdat de juiste stuikvorming van de huls heeft plaatsgevonden en de trekpen afbreekt (zie figuur 1).



Figuur 1

De optimale verbinding kan worden gerealiseerd wanneer men het juiste klembereik hanteert. Het klembereik is wederom afhankelijk van de lengte van de huls. De lengte van de huls (L) wordt bepaald aan de hand van de materiaaldikten van de te klinken materialen ($m1$ en $m2$) en de diameter van de huls ($d1$). Wanneer men deze waarden optelt, verkrijgt men de noodzakelijke lengte van de huls (zie afbeelding).



Figuur 2

- d1: diameter huls
- d2: diameter kop
- d3: diameter trekpen
- P: lengte trekpen
- k: hoogte kop
- L: lengte huls
- m1: materiaaldikte 1
- m2: materiaaldikte 2

Belastingwaarden blindklinknagels:

De belastingwaarden van een blindklinknagel worden uitgedrukt in trek- en afschuifsterkte. Deze waarden gelden alleen dan, wanneer de nagels worden geplaatst volgens de voorgeschreven methode. De treksterkte is de kracht welke de nagel in axiale richting kan verdragen, uitgedrukt in Newton (N).

Afschuifsterkte is de kracht welke de nagel loodrecht op de axiale richting kan verdragen, uitgedrukt in Newton (N). Deze belastingwaarden worden bepaald naar aanleiding van testen, waarbij de laagste gemiddelde waarde wordt weergegeven.

Toepassingsgebieden

Autoreparatiebedrijven, (ver)bouw van voertuigen en carrosserieën, caravanbouw, verwarmings- en airconditioningsinstallaties, lichtmetaalbouw, scheepsbouw, elektrotechnische bedrijven, bankwerkerijen, bedrijfswerkplaatsen, apparatenbouw, containers, meubelindustrie, levensmiddelenindustrie, enzovoort.

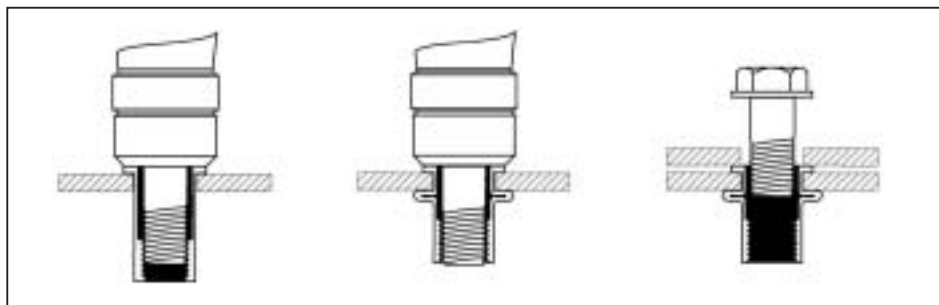
Blindklinkmoeren

Blindklinkmoeren kunnen worden gebruikt voor het realiseren van een demontabele verbinding. Op een relatief eenvoudige wijze wordt de constructie voorzien van inwendige schroefdraad, waarbij het tijdrovende draadtappen achterwege kan blijven. Het verankeren van blindklinkmoeren in de constructie leidt tot het achterwege blijven van vervormingen en verkleuringen van deze constructie ten gevolge van het aanlassen van moeren (of draadstiften in het geval van blindklinkbouten). Het oppervlak blijft onbeschadigd en eventuele nabewerkingen zijn overbodig.

De verschijningsvormen van blindklinkmoeren zijn divers en worden bepaald door de specifieke toepassingen. Enkele voorbeelden van deze vormen zijn: blindklinkmoeren met cilindrische kop, voorzien met en zonder kartelrand, verzonken en klein verzonken kop, zeskantkop, etc.

Verwerking:

De blindklinkmoer wordt op de draadspindel van het blindklinkmoergereedschap geschroefd. Vervolgens wordt de moer in het boorgat geplaatst. Door het aantrekken van de moer met het blindklinkmoergereedschap wordt het klinkgedeelte in het boorgat vervormd, waardoor meedraaien van de moer wordt voorkomen. Tegelijkertijd wordt de schacht van het klinkgedeelte gestuikt waarna met de moer een stevige verbinding met de constructie wordt gerealiseerd. De draadspindel wordt uit de geplaatste moer gedraaid. De optimale verbinding en belastingwaarden kunnen worden gerealiseerd wanneer men voldoende aandacht besteedt aan het boor- of ponsgat en het juiste klembereik. Het klembereik wordt bij ieder type blindklinkmoer vermeld. Wanneer de documentatie leidt tot twee mogelijke maatvoeringen, verdient de kleinste maat de voorkeur. Het verdient de aanbeveling om alvorens grotere series blindklinkmoeren toe te passen, de juiste keuze blindklinkmoer vast te stellen middels een testmontage.



Figuur 3

Belastingwaarden blindklinkmoer:

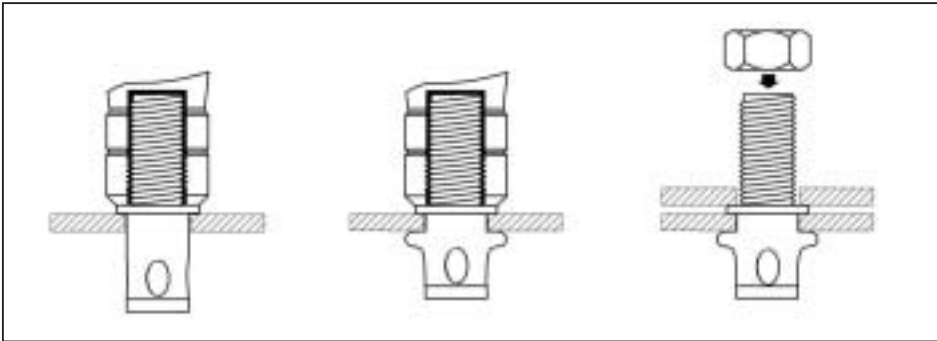
De belastingwaarden van een blindklinkmoer wordt uitgedrukt in trek- en afschuifsterkte, alsmede draaimomenten. Deze waarden gelden dan, wanneer de moeren worden geplaatst conform de gestelde voorschriften.

Specifieke toepassingen:

Binnen- en buitenspiegels, zonnekleppen, stoelgeleidingen en spoilers, dashboard (instrumentenpaneel, handschoenkastje), scharnieren, reparaties, alarminstallaties, ski-boxen en imperials, luchtkoelers, ventilatiesystemen, scheeps- en jachtbouw, apparaten- en kastenbouw, kozijnen- en ramenindustrie, meubelindustrie, huishoudelijke apparatenbouw, etc.

Blindklinkbouten

Het gebruik van blindklinkbouten vertoont grote overeenkomsten met die van blindklinkmoeren. Tijdens de verwerking van blindklinkbouten verschilt het verwerkingsgereedschap met die van blindklinkmoeren. In plaats van een draadspindel wordt tijdens de montage van blindklinkbouten gebruik gemaakt van een adapter, waarin de bout wordt gedraaid vóór gebruik.



Figuur 4

Zelfborende schroeven Zebra Pias / Piasta



Het monteren van plaatmateriaal door middel van plaatschroeven behoort sinds meer dan 50 jaar tot de moderne en daarom dagelijks miljoenen keren toegepaste handelingen in de montage-techniek.

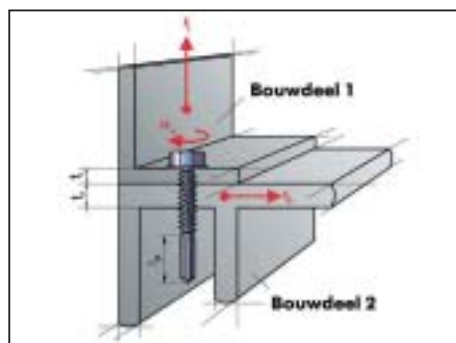
In de laatste jaren daarentegen worden steeds vaker zelfborende schroeven gebruikt voor het bevestigen van plaatmateriaalverbindingen. Zebra Pias/ Piasta zelfborende schroeven geven een aanzienlijke tijdswinst. Men hoeft niet meer met een centreerspons en een spiraalboor het plaatmateriaal voor te bewerken. Deze tijdsbesparing op de montage bedraagt, in vergelijking tot de traditionele plaatschroefverbindingen, tenminste 50%!

De zelfborende schroef realiseert een optimale boorprestatie. Deze prestatie is gebaseerd op het éénmalig gebruiken van de boorpunt. Meerdere malen gebruiken van de boorpunt beïnvloedt de boorprestaties enorm. Het gebruik van zelfborende schroeven realiseert

een nauwkeurige boordiameter bij iedere verschroefing. Hierdoor wordt een minimale draadtolerantie en optimale verbinding gerealiseerd. Het nabewerken van de verbinding ten gevolge van een verkeerde boordiameter is verleden tijd.

De inzetbaarheid van zelfborende schroeven strekt ver. De uittrekwaarden van bijvoorbeeld metrische schroeven in de diameter M6 zijn vergelijkbaar met die van zelfborende piast schroeven in de diameter 5,5. Enige voorwaarde welke hierbij in acht genomen dient te worden, is dat de dikte van plaatmaterialen de diameter van de schroef niet overschrijft.

In de volgende passages worden een aantal begrippen en mechanische kenmerken genoemd welke in de onderstaande figuur worden beschreven:

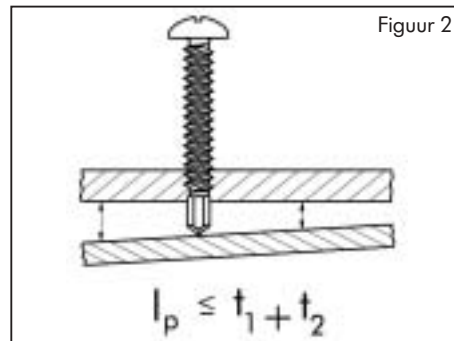


Figuur 1

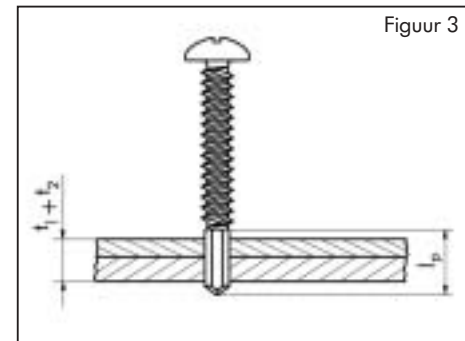
- F_z : Trekkraft (N), welke de verbinding axiaal op de schroefas belast.
- F_q : Afschuifkracht (N), welke de verbinding loodrecht op de schroefas belast.
- M_A : Aandraaimoment (Nm) van de schroef.
- t_1 : Materiaaldikte (mm) van bouwdeel 1.
- t_2 : Materiaaldikte (mm) van bouwdeel 2.
- l_p : Lengte (mm) van de boorpunt.

Ondanks het eenvoudige gebruik van zelfborende schroeven, zijn er enkele punten welke tijdens de verwerking enige aandacht verdienen.

- De lengte van de boorpunt is afhankelijk van de totale dikte van de te verschroeven plaatmaterialen.



Als voor een te korte boorpunt wordt gekozen, ontstaat een zogenaamde voorverschroefing. Hiermee wordt geen doelmatige verbinding tot stand gebracht.



Om een doelmatige verbinding te krijgen, moet de boorpunt langer zijn dan de totale dikte van de te verbinden plaatmaterialen.

- Het uitgangsmateriaal van de schroef is sterk afhankelijk van de materiaalsoort van de te verbinden plaatmaterialen. In de nevenstaande tabel worden verschillende combinaties besproken.

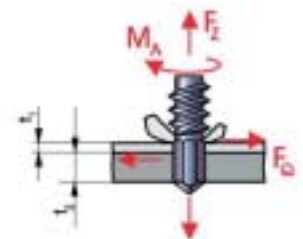
Materiaalsoort plaatmaterialen	Materiaalsoort zelfborende schroef
St 12, St 13, St 14	Staal, verzinkt
St 33, St 37	Staal, zwart verzinkt
USf 37, RSf 37	Piasta, voorzien van Ruspert® oppervlakte behandeling
St 44	
St 50, St 52	
Andere ongelegeerde staalsoorten tot een trekvastheid van $R_m = 510 \text{ N/mm}^2$	
Al 99	Roestvaststaal A2
AlMn 1	Piasta, voorzien van Ruspert® oppervlakte behandeling
AlMg 1, AlMg 3	Staal, verzinkt
AlMg 5	Staal, zwart verzinkt
AlMgSi 1	
Roestvaststaal plaatmateriaal in A2 en A4	Piasta, voorzien van Ruspert® oppervlakte behandeling kan na succesvolle testen eventueel bij plaatmateriaal van A2 en A4 tot een dikte van 1 mm worden ingezet.

- Toerental en aandraaimoment voor de verwerking van zelfborende schroeven. Het optimaal verwerken van zelfborende Pias schroeven hangt in sterke mate af van het juiste uitgangsmateriaal van de schroef, verwerkingstoerental en het aandraaimoment.

- Toerental te hoog → Boorpunt schroef verbrandt; er wordt geen boring gerealiseerd.
- Toerental te laag → Zelfborende schroef realiseert geen optimale boorprestatie.
- Aandraaimoment te hoog → Kop van de schroef kan tijdens het aandraaien van de schroef afbreken.
- Aandraaimoment te laag → Zelfborende schroef realiseert geen optimale verbinding.

In de onderstaande tabel zijn een aantal richtwaarden opgenomen, welke de kans op een succesvol resultaat van de uiteindelijke montage positief beïnvloedt.

Nominale diameter (\varnothing) in mm	Materiaaldikte ($t_1 + t_2$) in mm	Richtwaarden toerental* n (min^{-1})
3,5	0,7 - 2,25	1700 - 2500
3,9		
4,2	1,75 - 3,0	
4,8	1,75 - 4,4	1200 - 1800
5,5	1,75 - 5,25	
6,3	2,0 - 6,0	



Figuur 4

* Wanneer tijdens het boren van de zelfborende schroeven een druk van ongeveer 10 N wordt uitgeoefend, beïnvloedt dit het vormen van het schroefdraad positief.

Tijdens de verwerking van de zelfborende schroef dient u de schroef te behandelen alsof u aan het boren bent. De zelfborende schroef dient loodrecht op het plaatmateriaal te staan tijdens de verwerking. In geval van een onregelmatig oppervlak van het plaatmateriaal kan het aanbrengen van een startpunt met behulp van een centerpons uitkomst bieden.

Ten gevolge van de hoge toerentallen tijdens de verwerking is het raadzaam om een machine te gebruiken waarbij men de klauwkoppeling met betrekking tot het juiste koppel en een diepte-aanslag kan instellen.

In de hieronder afgebeelde tabel kunt u de maximale trek- en afschuifwaarden herleiden bij bepaalde diameter schroeven en dikte van de verschillende bouwdelen. Deze trek- en afschuifwaarden zijn bij benadering onafhankelijk van de kopvorm van de zelfborende schroef.

d mm	t2 mm	Ma* (Nm)	Bouwdeel 1, t1													
			Afschuifkracht $F_{a,ZUL}$ in N							Trekkracht $F_{z,ZUL}$ in N						
			0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
4,2	0,75	2,0	700	750	800	700				300	300	300	300			
	1,0	2,5	950	1100	1150	1100				500	500	500	500			
	1,5	3,0	1250	1400	1850					850	850	850				
	2,0	3,0	1400	1700						1000	1200					
4,8	0,75	2,0	750	900	1000	750	750			250	250	250	250	250		
	1,0	2,5	950	1150	1500	1150	1150			500	500	500	500	500		
	1,5	3,0	1250	1550	2250	2250	2250			850	850	850	850			
	2,0	3,0	1500	1850	2500	2500				1150	1250	1250	1250			
	3,0	3,0	1500	2050						1150	1250	1250				
5,5	0,75	3,0	800	900	1000	800	800	800		250	250	250	250	250	250	
	1,0	4,0	900	1100	1350	1100	1100	1100		400	400	400	400	400	400	
	1,5	4,0	1250	1500	2150	2150	2150			750	750	750	750	750		
	2,0	5,0	1400	1800	2550	2550	2550			1150	1200	1200	1200	1200		
	3,0	5,0	1450	1950	3150	3150				1150	1650	2400	2400			
	4,0	6,0	1450	2100						1150	1650					
6,3	0,75	2,5	650	800	1000	650	650	650	650	350	350	350	350	350	350	350
	1,0	3,0	900	1050	1400	1050	1050	1050	1050	500	500	500	500	500	500	500
	1,5	3,5	1300	1700	2300	2300	2300	2300		950	950	950	950	950	950	
	2,0	5,0	1600	2000	2900	2900	2900	2900		1350	1350	1350	1350	1350	1350	
	3,0	5,0	1600	2400	3850	3850	3850			1500	2150	2350	2350	2350	2350	
	4,0	6,0	1600	2400	4250	4250				1500	2150	3300	3300			
	5,0	6,0	1600	2400						1500	2150	2150				

Voorbeeld voor keuze van een Zebra Pias zelfborende schroef bij bekende belastingen

In de bovenstaande tabel treft u de mechanische richtwaarden van de Pias zelfborende schroeven aan, waarna u in staat bent om de keuze te maken voor een bepaalde belastingstoestand van een verbinding. De aangegeven trek- en afschuifwaarden gelden onder de aanname, dat niet de schroef in de verbinding afbreekt, maar het plaatmateriaal (in regel bouwdeel 2) over het gevormde schroefdraad heen getrokken wordt, dat uiteindelijk leidt tot het falen van de totale Pias verbinding.

Hieronder is kort weergegeven, hoe deze respectievelijk aan een trekbelasting of een afschuifbelasting staande verbinding wordt onderworpen.

Voorbeeld bij trekbelasting

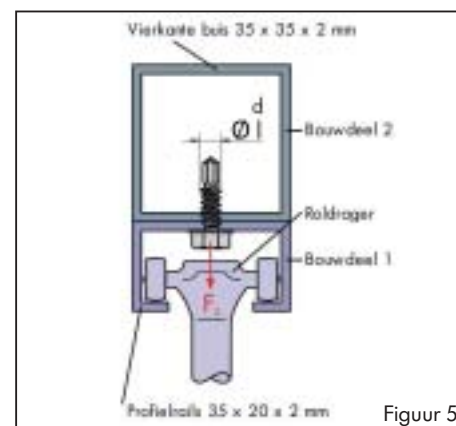
Er moet een profielrails (35 x 20 x 2 mm) van St 37 aan een vierkante buis (35 x 35 x 2 mm) van St 37 door middel van een Pias zelfborende schroef met zeskantkop en kraag worden bevestigd. In de profielrails moet een roldrager worden ingevoerd. De schroef wordt uitsluitend in axiale richting belast en de trekkracht per schroef wordt op $F_z = 1250$ N vastgelegd.

Om de geschikte schroefdiameter d vast te stellen, kijkt men in de bovenstaande tabel met bekende waarden:

Materiaaldikte profieldiameter $t_1 = 2$ mm

Materiaaldikte vierkante buis $t_2 = 2$ mm

Vastgestelde trekkracht per schroef $F_z = 1250$ N volgt bij een schroefdiameter $d = 6,3$ mm een toegestane trekkracht van $F_{z,ZUL} = 1350$ N.

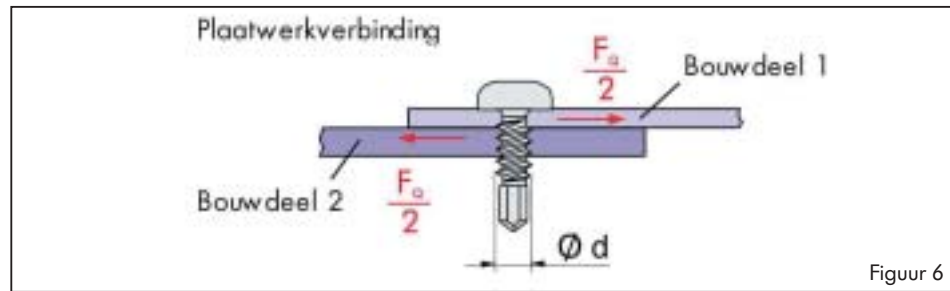


Figuur 5

Omdat aan de voorwaarde $F_z \leq F_{z,ZUL}$ is voldaan, kan de verbinding met een Pias zelfborende schroef met zeskantkop en kraag, nominale diameter 6,3 mm, uitgevoerd worden.

Voorbeeld bij afschuifbelasting

In nevenstaande plaatwerkverbinding moet met een Pias zelfborende schroef, cilinderkop met AW-aandrijving worden verschroefd. De dekplaat (bouwdeel 1) heeft een materiaaldikte van $t_1 = 1$ mm, de grondplaat (bouwdeel 2) $t_2 = 1,5$ mm. Beide platen zijn van St 37.



Figuur 6

Voor de dwarsbelasting per schroef wordt $F_Q = 950$ N opgegeven. De geschikte schroefdiameter d verkrijgt men uit de eerdergenoemde tabel met behulp van de gegevens:

Materiaaldikte dekplaat $t_1 = 1,0$ mm

Materiaaldikte grondplaat $t_2 = 1,5$ mm

Vastgestelde dwarskracht per schroef $F_Q = 950$ N met $d = 4,2$ mm met een toegestane afschuifkracht van $F_{Q,ZUL} = 1400$ N.

Daar aan de voorwaarde $F_Q \leq F_{Q,ZUL}$ voldaan is, kan de verbinding met een Pias zelfborende schroef, cilinderkop met AW-aandrijving, nominale-Ø 4,2 mm, uitgevoerd worden.

Gecombineerde afschuif-trekbelasting

Bij een gecombineerde belasting, oftewel het gelijktijdig optreden van afschuif- en trekkrachten, moeten alle aangegeven toegestane krachten volgens de volgende formule verminderd worden:

$$\text{Toegestane verminderde afschuifkracht } F_{Q,\text{red}} = \frac{F_{Q,ZUL}}{1 + \frac{F_z}{F_Q} \cdot \frac{F_{Q,ZUL}}{F_{z,ZUL}}}$$

$$\text{Toegestane verminderde trekkracht } F_{z,\text{red}} = \frac{F_{z,ZUL}}{1 + \frac{F_Q}{F_z} \cdot \frac{F_{z,ZUL}}{F_{Q,ZUL}}}$$

F_z, F_Q : door belasting van de verbinding resulterende krachten

$F_{z,ZUL}, F_{Q,ZUL}$: toegestane belasting, resulterende uit materiaaldikte en gebruik van de bouwdelen (gegeven uit de product-info)

Met behulp van bovenstaand advies is het mogelijk om een zo optimaal mogelijke verbinding te realiseren in combinatie met Pias/Piasta zelfborende schroeven.

Ondanks de ruime ervaring op dit gebied, willen wij u adviseren, om in geval van twijfel, zelf een eventuele test door te voeren waaruit de bruikbaarheid van de schroef blijkt.