



Rustfri Info

Hvad er rustfrit - Rustfrie ståltypen	1-3
Rustfrie og syrefaste standardkvaliteter - Farvemærkning	4
Mekaniske værdier	5
Sammenligningstabel - Rustfrit stål - Egenskaber	6
Sammenligning af mekanisk styrke	7
Mekaniske egenskaber - Forkortelser	7
Materialecertifikater - Inspektionsdokumenter	8
Ikke destruktiv prøvning	9
Mekaniske egenskaber på 3.1. certifikat	9
Kort om rør - Tolerancetabeller rør	10
Dimensionsrække for ISO / DIN (metrisk)	11
Rørdimensioner - Tommemål	11
“Formelsamling”	12
Svejsning i rustfrit stål	13
Korrosion	14-15
Rustfrie standarder og normer - Stang og rør	16
Rustfrie standarder og normer - Generelle materialenormer	17
Rustfrie standarder og normer - Tolerancenormer	17
Rustfrie standarder og normer - Flanger	17
PED 97/23/EC - EU-norm for mat. til trykbærende anlæg	18

Rustfrit stål

Rustfrit stål er en fælles betegnelse for en mængde stål med den fællesnævner, at de indeholder mindst 11,5% chrom.

Når jern legeres med mindst 11,5% chrom, reagerer chromet i stålet med ilten i luften og danner en beskyttende passiv hinde på stålet bestående af chrom-oxid.

Dette oxid-lag er meget tyndt. Hvis den passive hinde beskadiges, kan det genskabes ved fornyet kontakt med luftens ilt.

Den passive hinde kan forstærkes yderligere ved at tilsætte legeringselementer som f.eks. nikkel, molybdæn og chrom.

Rustfrit stål består af et væld af legeringer / kvaliteter, som har et større eller mindre indhold af:

- Ferrit
- Chrom (Cr) mindst 11,5 %
- Nikkel (Ni)
- Molybdæn (Mo)

samt andre legeringselementer afhængig af anvendelsesformål.

Strukturtyper

Der findes forskellige måder at inddele rustfrie ståltyper på.

De deles populært ind efter deres anvendelses-område.

- Chrom stål
- Chrom-nikkel stål
- Chrom-nikkel-molybdæn stål

Den rigtigste måde at inddele ståltyper på er dog efter deres mikroskopiske krystalstruktur:

- Austinitiske ståltyper (bl.a. EN 1.4301 og 1.4404)
- Martensitiske ståltyper (bl.a. EN 1.4418)
- Ferritiske ståltyper (bl.a. EN 1.4016)
- Duplex stål, bestående af blandinger af ovennævnte strukturer
 - Ferrit-austinitiske ståltyper (bl.a. EN 1.4460)
 - Ferrit-martensitiske ståltyper
- Rent jern er ved rumtemperatur ferritisk.
Ved opvarmning til ca. 900°C bliver det imidlertid austenitisk.
- Ved at legeres stålet med visse elementer kan man gøre austenitten stabil ned til meget lave temperaturer.
- Legerings-elementer som stabiliserer austenit er bl.a. kulstof, mangan og nikkel.
- Der findes også legeringselementer som stabiliserer ferritter – disse er bl.a. chrom og molybdæn.
- Ved hurtig afkøling (= hærkning) af rustfrit stål opnås en meget hård struktur som kaldes martensit (bl.a. EN 1.4418)

Austenitisk stål

Ikke-magnetisk stål med lavt kulindhold, som indeholder min. 8% nikkel og min. 18% krom for at øge modstandsdygtigheden overfor korrosion.

For at opnå stabilitet i austenitten må man tilsætte en tilstrækkelig mængde austenit-stabiliserende elementer. Nikkel er et sådant element.

Den mest almindelige sammensætning er 18% krom og 9% nikkel (EN 1.4301 / AISI 304).

Denne sammensætning er præcist afpasset, så stålet får en austenitisk struktur. Med henblik på at øge korrosionsbestandigheden tilsættes ofte molybdæn (helt op til 7%)

En meget karakteristisk egenskab for de austenitiske ståltyper er, at de er umagnetiske. (Ferritiske og martensitiske ståltyper er magnetiske)

Et meget kraftigt koldtbearbejdet austenitisk stål kan dog udvikle magnetisme.

Austenitiske rustfrie ståltyper har en unik kombination af styrke, korrosionsbestandighed, holdbarhed, formbarhed og svejsbarhed.

De mest almindeligt forekommende er:

EN	AISI	SS
4310	301	2331
4301	304	2333
4306	304 L	2352
4541	321 (304 Ti)	2337
4305	303	2346
4401	316	2347
4404	316L	2348
4435	316L	2353
4571	316Ti	2350
4539	904L	2562

Ferritisk stål

Magnetisk stål med lavt kulindhold og med krom som hovedtilsætningsstof, typisk mellem 13% og 18%.

Ved at holde kulstof-indholdet nede og/eller forhøje chrom-indholdet forhindres det, at der dannes martensit og stålet får en ferritisk struktur.

Chrom-indholdet i ferritiske ståltyper varierer mellem 12 og 28%. Molybdæn-indhold på op til 4% forekommer – dette er dog sjældent.

Ferritiske rustfrie ståltyper med et chrom-indhold på under 20% anvendes eksempelvis til husholdningsartikler og komponenter til bilindustrien.

Ståltyper med mere end 25% chrom anvendes ofte til højtemperatur-formål.

De mest almindeligt forekommende er:

EN	AISI	SS
4016	430	2320
4104	430F	2383
4521	444	2326

Duplex stål

Magnetisk stål med lavt kulindhold, min. 22% krom, min. 4% nikkel samt 1-4% molybdæn.

Duplex betyder to-delt, dvs. at Duplex stål har en blanding af to forskellige kornstrukturer. Formålet med at blande strukturtyperne er, at kombinere fordelene ved de respektive strukturer. Den mest almindelige type Duplex stål er ferritisk-austenitiske ståltyper.

De ferritisk-austenitiske ståltyper har ofte et relativt højt chrom-indhold på mellem 20-25%. Nikkel-indholdet er betydeligt lavere end hos de austenitiske ståltyper – dette for at beholde en vis del ferrit, men samtidig have en vis del austenit i strukturen.

De fleste ferritisk-austenitiske ståltyper er molybdæn-legerede. Målet er at have en struktur med ca. lige store dele ferrit og austenit.

De ferritisk-austenitiske ståltyper anvendes frem for alt til formål, hvor deres høje styrke kombineret med den gode korrosionsbestandighed kan udnyttes.

De mest almindeligt forekommende er:

EN	AISI	SS
4410	S32750	2328
4460	329	2324
4462	S32205 / S31803	2377

Martensitisk stål

Magnetisk stål, som indeholder 12% krom, en moderat mængde kul og et lavt indhold af nikkel.

Martensitiske ståltyper indeholder oftest 12-17% chrom og har normalt et kulstof-indhold, som overstiger 0,1%.

Nikkel, i størrelsesordenen 1-5%, tilsættes for at forbedre hærdbarheden og molybdæn kan tilsættes for at øge korrosionsbestandigheden i stålet.

De martensitiske ståltyper er meget hårde og sprøde









Martensitiske ståltyper anvendes bl.a. til aksler, turbiner og udstyr til vandkraftværker.

De mest almindeligt forekommende er:

EN	AISI	SS
4006	410	2302
4021	420	2303
4034	-	(2304)
4057	431	2321
4112	440B	
4122	-	-
4313	-	2384
4418		2387

Rustfrie og syrefaste standardkvaliteter

Farvemærkning af lagerkvaliteter

Type	EN 10088	Tilsvarende normer*		C	Cr	Ni	Mo	Andre	Farve- mærkning
		AISI	SS						
Rustfri	1.4301	304	2333	≤ 0,07	17,5-19,5	8,0-10,5			
	1.4306	304L	2352	≤ 0,03	18,0-20,0	10,0-12,0			
	1.4307	304L	2352	≤ 0,03	17,5-19,5	8,0-10,5			
	1.4541	321	2337	≤ 0,08	17,0-19,0	9,0-12,0		Ti 5 x C ≤ 0,7	
Syrefast	1.4401	316	2347	≤ 0,07	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5		
	1.4404	316L	2348	≤ 0,03	16,5-18,5	10,0-13,0	2,0-2,5		
	1.4435	-	2353	≤ 0,03	17,0-19,0	12,5-15,0	2,5-3,0		
	1.4539	904L	2562	≤ 0,02	19,0-21,0	24,0-26,0	4,0-5,0	Cu1-2	
	1.4571	316Ti	2350	≤ 0,08	16,5-18,5	10,5-13,0	2,0-2,5	Ti 5 x C ≤ 0,7	
Automat	1.4305	303	2346	≤ 0,10	17,0-19,0	8,0-10,0		S 0,15-0,35	
Martensitisk / Austinitisk	1.4418		2387	≤ 0,06	15,0-17,0	4,0- 6,0	0,8-1,5		
	1.4542	630		≤ 0,07	15,0-17,0	3,0- 5,0	≤ 0,6	Cu3-5 /Nb5xC≤0,45	
Duplex	1.4410	(SAF2507)	2328	≤ 0,03	24,0-26,0	6,0- 8,0	3,5-5,0	N 0,24-0,32	
	1.4460	329	2324	≤ 0,05	25,0-28,0	4,5- 6,5	1,3-2,0		
	1.4462	(SAF2205)	2377	≤ 0,03	21,0-23,0	4,5- 6,5	2,5-3,5	N 0,1-0,22	
Kromstål	1.4016	430	2320	≤ 0,08	16,0-18,0				
	1.4021	420	2303	0,16-0,25	12,0-14,0				
	1.4028	420	2304	0,26-0,35	12,0-14,0				
	1.4034		2304	0,43-0,50	12,5-14,5				
	1.4057	431	2321	0,12-0,22	15,0-17,0	1,5- 2,5			
	1.4104	430F		0,10-0,17	15,5-17,5		0,2-0,6	S 0,15-0,35	
	1.4112	440B		0,85-0,95	17,0-19,0		0,8-1,3		
	1.4313		2384	≤ 0,05	12,0-14,0	3,5- 4,5,	0,3-0,7		
Høj legeret	1.4539	904L	2562	≤ 0,02	19,0-21,0	24,0-26,0	4,0-5,0	Cu 1,2-2,0	
	1.4547	(254SMO)	2378	≤ 0,02	19,5-20,5	17,5-18,5	6,0-7,0	N 0,18-0,25	
Varmebestandig	1.4828	309		≤ 0,2	19,0-21,0	11,0-13,0			
	1.4835	(253MA)	2368	0,05-0,12	20,0-22,0	10,0-12,0		N 0,12-0,20 / Ce 0,03-0,08	
	1.4841	314		≤ 0,2	24,0-26,0	19,0-22,0			

* Sammenligningerne er orienterende, da der er forskelle mellem de internationale normer

Mekaniske værdier ved 20° C, for dimensioner ≤ 160 mm

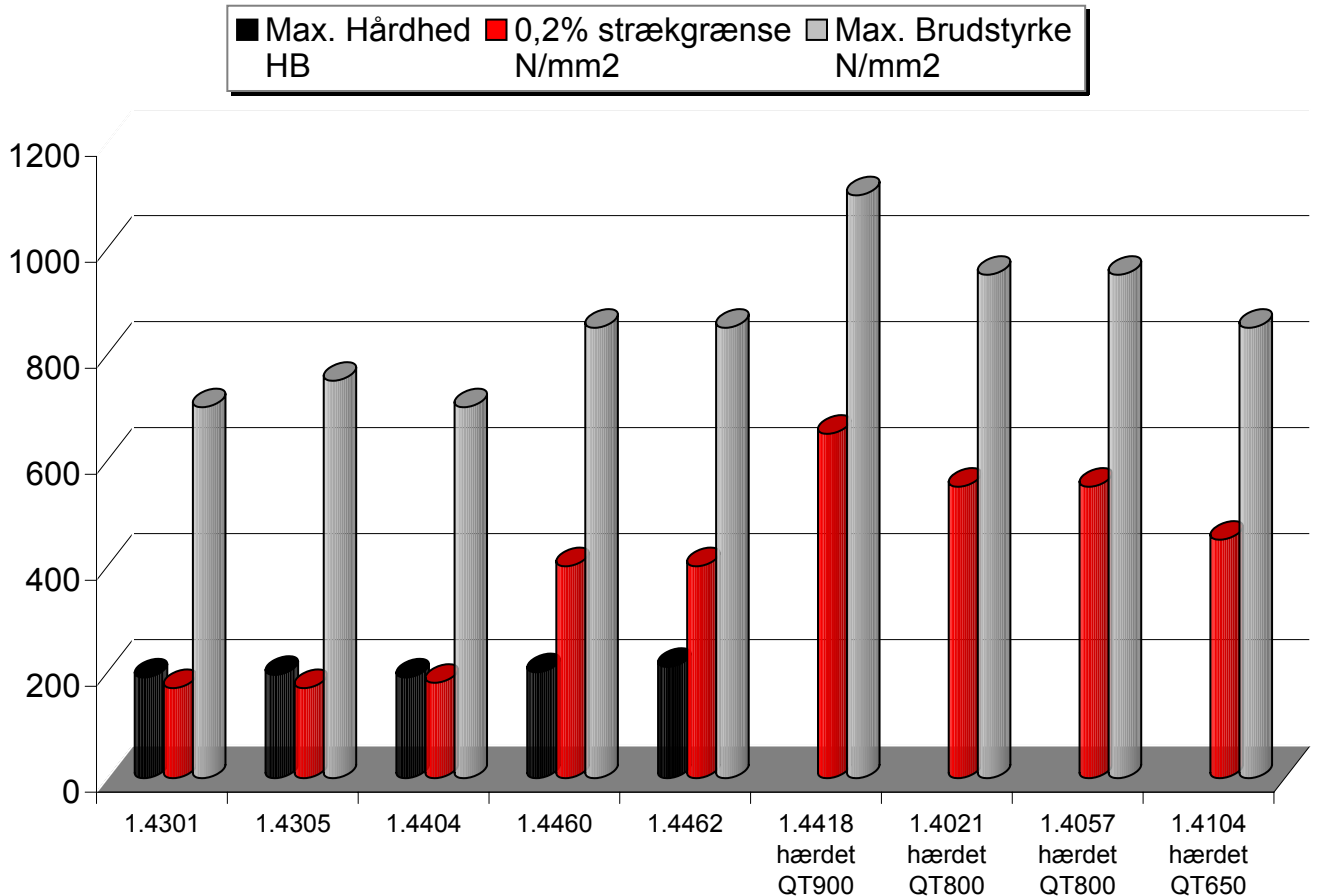
Type	EN 10088-1	Tilstand	R _p 0,2 N/mm ² min. strækgrænse	R _p 1,0 N/mm ² min. strækgrænse	R _m N/mm ² brudstyrke	A ₅ % min. forlængelse	HB max hårdhed
Rustfrit	1.4301	Glødet	190	225	500-700	45	215
	1.4306	Glødet	180	215	460-680	45	215
	1.4307	Glødet	175	210	500-700	45	215
	1.4541	Glødet	190	225	500-700	40	215
Syrefast	1.4401	Glødet	200	235	500-700	40	215
	1.4404	Glødet	200	235	500-700	40	215
	1.4435	Glødet	200	235	500-700	40	215
	1.4436	Glødet	200	235	500-700	40	215
	1.4571	Glødet	200	235	500-700	40	215
Austinitisk	1.4305	Glødet	190	225	500-750	35	230
Duplex	1.4410	Glødet	550	640	800-1000	20	250
	1.4460	Glødet	460	-	620-880	20	260
	1.4462	Glødet	450	-	650-880	25	270
Høj legeret	1.4539	Glødet	230	260	530-730	30	230
	1.4547	Glødet	300	340	650-850	35	260
Varme- bestandig	1.4828	Glødet	230	270	550-750	30	223
	1.4835	Glødet	310	350	650-850	40	210
	1.4841	Glødet	230	270	550-750	35	223

Type	EN 10088-1	Tilstand	Hærdet QT	R _p 0,2 N/mm ² min. strækgrænse	R _m N/mm ² brudstyrke	A ₅ % min. forlængelse	HB max hårdhed
Kromstål	1.4016	Glødet		240	400-630	20	200
	1.4021	Glødet			max. 760		230
		Hærdet	700	500	700- 850	13	
		Hærdet	800	600	800- 950	12	
	1.4028	Glødet			max. 800		245
		Hærdet	650	650	800-1000	10	
	1.4034	Hærdet	650	650	850-1000	10	
	1.4057	Glødet			max. 950		295
		Hærdet	800	600	800- 950	12	
		Hærdet	900	700	900-1050	10	
	1.4104	Glødet			max. 730		220
		Hærdet	650	500	650-850	10	
	1.4112	Glødet					265
Hærdet		700	520	700-800	12		
1.4313	Hærdet	900	800	900-1100	10		
	Hærdet	900	800	900-1100	10		
Martensitisk / Austenitisk	1.4418	Glødet			max. 1100		320
		Hærdet	900	700	900-1100	14	
	1.4542	Sejhærdet		1000	1070-1270	10	

Angivne data er uddrag af EN-normen 10088-1

		EN	AISI *	SS *	Magnetisk	Max. bearbejdnings-temperatur - C°	Generel korrosionsbestandighed	Mekaniske egenskaber	Svejsbarhed	Spåntagning
Austenitisk	Rustfri	1.4301	304	2333	Nej	700	***	**	*****	**
		1.4306	304L	2352	Nej	700	***	**	*****	**
		1.4307	304L	2352	Nej	700	***	**	*****	**
		1.4541	321	2337	Nej	850	***	**	****	*
	Syrefast	1.4401	316	2347	Nej	700	****	**	****	**
		1.4404	316L	2348	Nej	700	****	**	****	**
		1.4435	-	2353	Nej	700	****	**	*****	**
		1.4539	904L	2562	Nej	400	*****	**	***	*
		1.4571	316Ti	2350	Nej	750	****	**	****	*
	Automat	1.4305	303	2346	Nej	500	**	**		*****
Duplex		1.4410	(SAF 2507)	2328	Ja	280	*****	****	*	*
		1.4460	329	2324	Ja	280	*****	****	*	*
		1.4462	(SAF 2205)	2377	Ja	280	*****	****	*	*
Martensitisk / Austenitisk		1.4418		2387	Ja	550	***	***	***	*
		1.4542	630		Ja	550	***	*****	***	**
Kromstål		1.4016	430	2320	Ja	600	***	***	*	**
		1.4021	420	2303	Ja	550	**	****	*	***
		1.4028	420	2304	Ja	550	**	****	*	**
		1.4034		2304	Ja	400	**	****		**
		1.4057	431	2321	Ja	600	***	***	*	*
		1.4104	430F	2383	Ja	400	*	**		****
		1.4112	440B		Ja	500	**	****		*
		1.4313		2384	Ja	350	***	***	***	*
Høj legeret		1.4539	904L	2562	Nej	400	*****	**	***	*
		1.4547	(254SMO)	2378	Nej	400	*****	**	***	*
Varme- betendig		1.4828	309		Nej	1000	***	**	****	*
		1.4835	(253MA)	2368	Nej	1100	****	**	****	*
		1.4841	314		Nej	1150	****	**	****	*

* Sammenligningerne er orienterende, da der er forskelle mellem de internationale normer



Mekaniske egenskaber

Viser materialets fysiske værdier vedrørende formbarhed ved kraftpåvirkning.

- De mekaniske egenskaber flydespænding, brudstyrke, duktilitet og slagsejhed er stærkt afhængige af hvilken mikrostruktur / krystalstruktur stålet besidder.
- Generelt gælder det, at austenitiske ståltyper udmærker sig ved evnen til at deformationshærde kraftigt, hvilket giver dem en høj brudstyrke i forhold til flydespændingen – og med en meget god forlængning til følge.
- Martensitiske ståltyper deformationshærder meget lidt, hvilket resulterer i et højt flydespænding / brudstyrke-forhold samt lav forlængning.
- Ferritiske og ferrit-austenitiske ståltyper deformationshærder mere end martensitiske, men mindre end austenitiske ståltyper og får derfor mellemliggende mekaniske egenskaber.

Forkortelser i forbindelse med mekaniske egenskaber

HB	Hårdhed. Evnen til at modstå en punktbelastning - målt i enheden Brinell
R _{p0,2}	0,2% strækgrænse. Den kraft, som medfører en 0,2% blivende forlængelse - målt i N/mm ²
R _m	Max. brudstyrke. Den maksimale kraft materialet kan modstå - målt i N/mm ²
Styrke/ Tryk	N/mm ² = MPa = 10 bar = 145psi = 0,145ksi

Tidligere var bestemmelserne fastlagt i DIN 50.049. Denne standard erstattes nu af EN 10204: 2004 - der i uddrag siger følgende om de forskellige typer certifikater:

Standardens betegnelse	Dokument	Inspektions-type	Dokument-indhold	Leverings-betingelser	Dokumentets gyldighed bekræftet af
"2.1"	Værks-erklæring	Ikke-specifik	Uden angivelse af prøvnings-resultater	I overensstemmelse med købsaftalens specifikationer og, hvis det kræves, også med myndighedsregler og tilsvarende tekniske regler	Producenten
"2.2"	Værksattest		Med angivelse af prøvnings-resultater opnået ved ikke-specifik inspektion og prøvning		
"3.1"	Inspektions-certifikat 3.1	Specifik	Med angivelse af prøvningsresultater opnået ved specifik inspektion og prøvning	I overensstemmelse med købsaftalens specifikationer og, hvis det kræves, også med myndighedsregler og tilsvarende tekniske regler	Producentens autoriserede repræsentant, som er uafhængig af produktionsafdelingen
"3.2"	Inspektions-certifikat / rapport 3.2			I overensstemmelse med købsaftalens specifikationer	Producentens autoriserede repræsentant, som er uafhængig af produktionsafdelingen og købers autoriserede repræsentant

For 3.2 certifikater skal det ved ordreafgivelse entydigt specificeres, hvad købers autoriserede repræsentant skal bekræfte. For disse certifikater betales et honorar.

Certifikater på lagerleverancer

3.1-certifikat er altid til disposition. Omkostninger for levering heraf debiteres separat, eller kan hentes gratis på www.inox.dk

PED findes på visse materialer, hvor materialeproducentens kvalitetsstyringssystem er certificeret i overensstemmelse med bilag I pkt. 4.3 i EU direktiv 97/23/EC

Omstempling

Arbejdstilsynets tilladelse af 09.04.2004, på basis af vores interne kvalitetsmanual.

Ikke-destruktiv prøvning

Penetrantprøvning

(DPI, Dye-pen Inspection)

Overfladesprækker, porer i overfladen

Ultralydsprøvning

(UT, Ultrasonic Testing)

Indvendige sprækker / hulrum, indeslutninger, svejsefejl.

Metoden bruges også for at måle godstykkelser på f.eks. rør og rørdele.

Røntgenprøvning

(RT, Radiographic Testing, X-ray)

Indvendige sprækker / hulrum, indeslutninger, svejsefejl.

Metoden bruges også for at måle godstykkelser på f.eks. rør og rørdele.

Påviser f.eks. korrosionsangreb

Magnetpulverprøvning

(MPI, Magnetic Powder Inspection)

Tester overfladefejl som sprækker, bindingsfejl i svejsning og laminering i overfladen.

Hvirvelstrømsprøvning

(EC, Eddy Current Testing)

Måler sprækker ned til 1 mm i materialets overflade, tykkelsesmåling incl. korrosion og coating, måling af elektrisk ledningsevne, påvisning af varmepåvirkede zoner.

Materialeidentificering

(PMI, Positive Material Inspection)

Er kontrol af legerings-/materialetype

Mekaniske egenskaber på 3.1 certifikat

		Engelsk	Dansk
Rp 0,2%	MPa = N/mm ²	Yield strength	Spænding (Flydespænding)
Rp 1%	MPa = N/mm ²	Yield strength	Spænding
Rm	MPa = N/mm ²	Tensile strength	Brudstyrke eller Trækstyrke
A%		Elongation	Brudforlængelse
KV (J)	ISO-V	Impact value	Slagsejhed
HB	HV	Hardness	Hårdhed HB = Brinell / HV = Vickers
Z%		Reduction of area	(Indsnøring)

HF-svejste rør

Røret smeltes sammen ved hjælp af elektroder.

Laser-svejste rør

Røret svejses sammen ved hjælp af laser.

Produceres ofte efter en produktionsnorm ex EN 10217-7, DIN 11850 (mejeri).

Standard tolerancer

TIG-svejste rør

Røret svejses sammen ved hjælp af svejsetråd

Produceres ofte efter en produktionsnorm ex EN 10217-7, DIN 11850 (mejeri).

Standard tolerancer

Glødede rør

1050°C

Jævn struktur

Bedre bukningsegenskaber

Bedre korrosionsegenskaber

Ej glødede rør

Røret efterglødes ikke efter svejsningen

Ringere bukningsegenskaber

Slebne rør

Mejerirør korn 320

Dekorationsrør korn 180/240

Mirrorpolerede spejlblanke

Metalblanke / børstede rør

Rør produceret af kolde bånd

Bejdsede rør

Rørene bejdses efter de er færdigsvejsede

Giver en mere mat grå overflade (og opnåelse af øget korrosionsbestandighed)

Tolerancetabeller - Rør - Ifølge ISO 1127

Ydre diameter - D		
	%	Minimum mm
D1	+/- 1,5	+/- 0,75
D2	+/- 1,0	+/- 0,5
D3	+/- 0,75	+/- 0,3
D4	+/- 0,5	+/- 0,1

Godstykkelse - T		
	%	Minimum mm
T1	+/- 15	+/- 0,6
T2	+/- 12,5	+/- 0,4
T3	+/- 10	+/- 0,3
T4	+/- 7,5	+/- 0,15
T5	+/- 5	+/- 0,1

Dimensionsrække for ISO / DIN (metrisk)

DN	DIN (Metrisk)	ISO	(Tomme)
6		10,2	1/8"
8		13,5	1/4"
10	15	17,2	3/8"
15	20	21,3	1/2"
20	25	26,9	3/4"
25	30	33,7	1"
32	38	42,4	1-1/4"
40	44,5	48,3	1-1/2"
50	54	60,3	2"
65	70	76,1	2-1/2"
80	84	88,9	3"
100	104	114,3	4"
125	129	139,7	5"
150	154 / 156	168,3	6"
200	204 / 206	219,1	8"
250	254 / 256	273,0	10"
300	304 / 306	323,9	12"
350	354 / 356	355,6	14"
400	406	406,4	16"

Sådan læses tabellen:

DN-mål

kan læses både som DIN og ISO

Tomme-mål

kan læses som ISO

Rørdimensioner - Tommemål / mm

Gevindrør	
Tomme mål	Gevindrør mm
1/8"	10,2 x 2,0
1/4"	13,5 x 2,3
3/8"	17,2 x 2,3
1/2"	21,3 x 2,6
3/4"	26,9 x 2,6
1"	33,7 x 3,2
1-1/4"	42,4 x 3,2
1-1/2"	48,3 x 3,2
2"	60,3 x 3,6
2-1/2"	76,1 x 3,6
3"	88,9 x 4,05

Mejerirør	
Tomme mål	Mejerirør mm
1"	25,0 x 1,2
1-1/4"	32,0 x 1,2
1-1/2"	38,0 x 1,2
2"	51,0 x 1,2
2-1/2"	63,5 x 1,6
3"	76,1 x 1,6 / 2,0
4"	101,6 x 2,0

”Formelsamling”

Vægtberegning - Runde rør

$$\text{Kg / mtr.:} \quad \frac{25,04 \times (\text{diameter} - \text{godstykkelse}) \times \text{godstykkelse}}{1000}$$

Vægtberegning - Firkantede rør

$$\text{Kg / mtr.:} \quad \frac{\text{Omkreds} \times \text{godstykkelse} \times 7,85}{1000}$$

Vægtberegning - Fladstål

$$\text{Kg / mtr.:} \quad \frac{\text{Bredde} \times \text{Tykkelse} \times 7,85}{1000}$$

Vægtberegning - Rundstål

$$\text{Kg / mtr.:} \quad \frac{\pi \times r^2 \times 7,85}{1000}$$

Beregning af driftstryk for sømløse rør ved 20°C

$$\text{Kg / mtr.:} \quad \frac{200 \times 12 \times \text{godstykkelse}}{\text{Udvendig diameter}}$$

Alle dimensioner angives i mm.

Alle beregninger er vejledende.

Svejsning i rustfrit stål

Generelt

Anvend korrekt tilsatsmateriale og baggas med lavt iltindhold alt efter materialekvalitet.
Hyppigst anvendte svejsemetoder: TIG og MIG/MAG

Svejsbarhed

Ferritiske	Relativt god
Martensitiske	Dårlig
Austenitiske	God – meget god
Austenit-ferritiske	Relativt god - god

Austinitisk stål

Gode svejseegenskaber (dog ikke f.eks. 1.4305 p.g.a højt svovlindhold)
Svejses uden forvarmning
Efterfølgende bejdsning af svejsezone nedbringer korrosionsrisiko

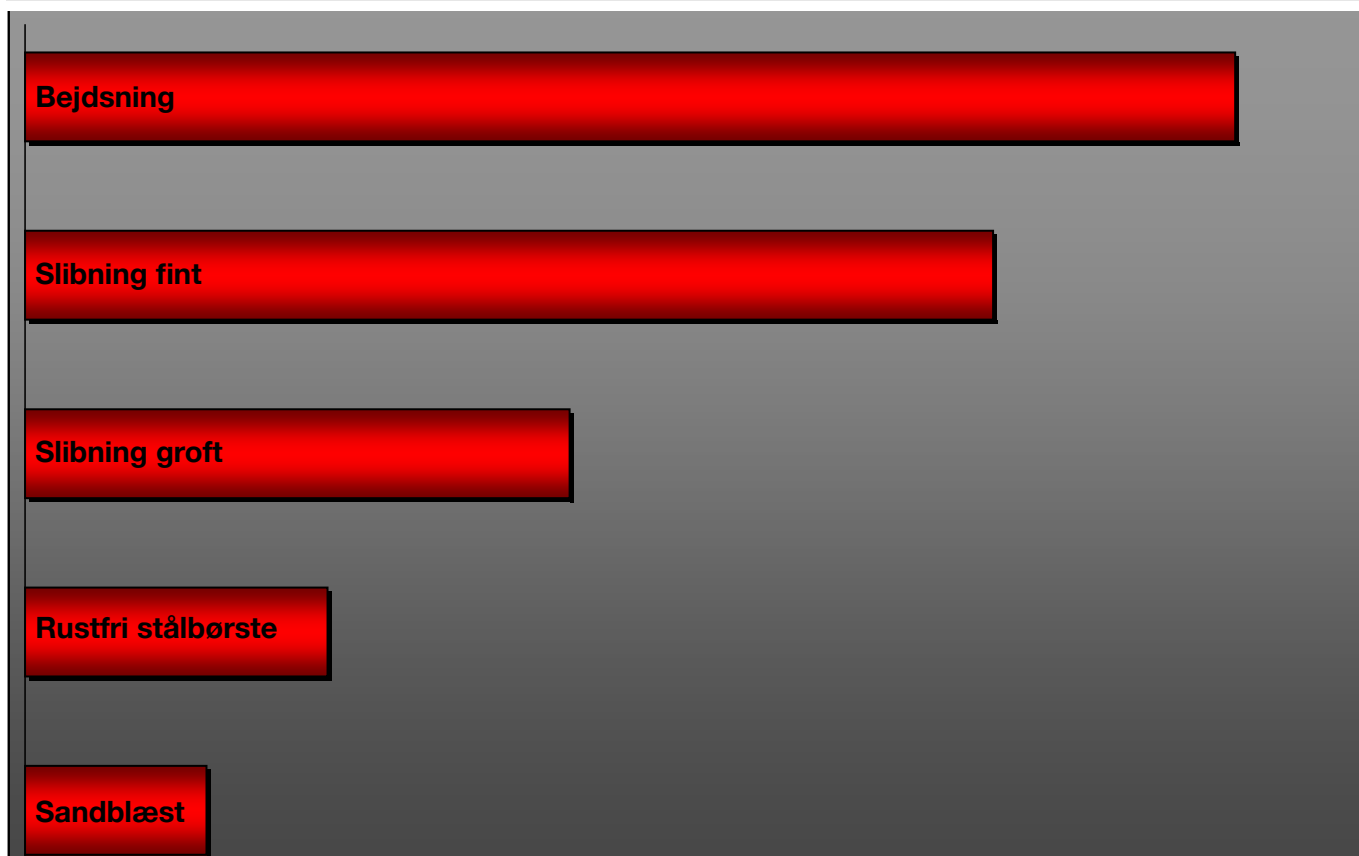
Duplex stål

Relativt svært svejsbart.
Risiko for revnedannelse.
Svejses uden forvarmning.
Anvendelse af baggas minimerer anløbning og risiko for korrosion.
Efterfølgende bejdsning af svejsezone nedbringer korrosionsrisiko.

Afrensning

Afrensning af svejsezonen efter svejsning minimerer risikoen for korrosion, da dette hjælper til gendannelsen af chromoxid-hinden.
Bejdsning er klart den mest effektive metode.

Effekt på korrosionsbestandighed ved afrensning



Begrebet "rustfrit stål" er en sandhed med modifikationer.

Eksposteret i atmosfæren har rustfrit stål i almindelighed god rustbestandighed, men i andre miljøer, f.eks. syrer og havvand øges risikoen for korrosionsangreb.

Hvor godt et rustfrit stål modstår korrosion i et bestemt miljø afhænger bl.a. af dets sammensætning. Der findes en mængde forskellige ståltyper og disse egner sig til forskellige medier.

At rustfrit stål undgår at ruste i mange miljøer afhænger ikke af, om metallet i sig selv er ædelt, som f.eks. guld. Korrosionsbestandigheden består i stedet af, om stålet reagerer med luftens ilt og danner et tyndt, usynligt oxidlag, som forhindrer korrosion – man siger, at stålet passiviseres. Oxidlaget består hovedsagligt af chrom-oxid.

Eksempler på andre metaller, som danner et beskyttende oxid-lag er titan og aluminium.

Korrosionen på rustfrie stål opstår, når oxidlaget af forskellige årsager nedbrydes – helt eller delvist.

Forskellige medier giver korrosionsangreb med forskelligt udseende.

Man skelner mellem forskellige korrosionstyper, som ofte benævnes efter skadens udseende – f.eks. punkt-tæring eller efter anden faktor, som har betydning for skadens opståen – f.eks. spalte-korrosion.

Almen korrosion

Almen korrosion opstår, når hele eller store dele af oxid-laget nedbrydes og karakteriseres derfor ved en relativ jævn tæring på hele overfladen.

Grunden til at oxid-laget nedbrydes kan være, at stålet har et for lavt indhold af væsentlige legerings-elementer for at bevare oxidlaget i det aktuelle miljø.

Almen korrosion sker oftest med en relativ jævn hastighed.

Rustfrit stål betragtes som regel som bestandigt i et vist miljø, hvis korrosionshastigheden ligger under 0,1 mm/år.

Som regel øges bestandigheden mod almen korrosion, når man øger indholdet af legerings-elementer som chrom og molybdæn.

Punkttæring

Hvis der opstår en lokal nedbrydning, mens resten af det beskyttende oxid-lag forbliver intakt, opstår der lokal korrosion, som kan antage forskellige former.

Punkttæring kendetegnes ved relativt små punkt-formede angreb.

En lokal nedbrydning af passiv-filmen sker ved svage punkter.

Der dannes en galvanisk celle med det blottede metal som anode og det ubeskadigede oxid-lag som katode.

Forholdene i selve gruben bliver stadig mere aggressive, mens angrebet øges.

Resultatet bliver små, men som regel dybe angreb, som ofte vokser med stor hastighed.

Spaltekorrosion

Spaltekorrosion opstår under lignende omstændigheder som punkttæring, men angrebene starter lettere i en trang spalte end på den frie overflade.

Ved spaltekorrosion bliver angrebene som regel mere udbredte, eftersom den totale anode-overflade (det frilagte metal) som regel er større end ved punkttæring.

Spændingskorrosion

Spændingskorrosion optræder frem for alt i samme miljøer som punkttæring og spaltekorrosion – dvs. i chlorid-opløsninger.

Udover en speciel sammen-sætning af elektrolytter kræves også trækspændinger i materialet og forhøjet temperatur for at spændingskorrosion kan opstå.

Det er sjældent, at spændingskorrosion i chlorid-miljøer optræder ved temperaturer under 50°C

Angrebene optræder som smalle, ofte forgrenede sprækker i materialet.

En normal årsag til spændingskorrosions-angreb er, når chlorid-holdige medier har kontakt med varme stål-overflader.

Interkrystallinsk korrosion

Interkrystallinsk korrosion opstår som følge af udskilninger af chrom-carbid i korngrænserne på det rustfrie stål.

Områderne nærmest korngrænserne bliver fattigere på chrom og får dermed en dårligere passive-rings-formåen, hvilket indebærer dårligere korrosions-bestandighed.

I tærende miljø angribes det chrom-fattige område og smalle korrosionsangreb opstår ind til korn-grænserne

Rustfrit stål leveres som regel i glødet tilstand fra stålproducenten – dvs. stålet glødes ved en temperatur på 1000-1100°C og køles med vand eller luft. Kulstoffet opløses da i stålet.

For austenitiske stål sker en udskilning af chrom-carbid i korngrænserne i temperatur-intervallet 500-850°C.

Materialet bliver da modtagelig for interkrystallinsk korrosion.

Man siger, at stålet "sensibiliseres". Sensibilisering kan ske ved f.eks. svejsning og ved varmformning ved "uheldige" temperaturer.

	Udførelse	DIN-norm (gammel)	EN-norm (ny)	Note
Stang				
Stang (generelt)	til trykformål	DIN 17440 + ADW2	EN 10272	EN 10222-5 (smedet)
Rund	varm	DIN 1013 (+/- tol)	EN 10060	
Rund	kold/slebet	DIN 668 (h11)	EN 10278	
Rund	kold/slebet	DIN 671 (h9)	EN 10278	
Rund	kold/slebet	DIN 670 (h8)	EN 10278	
Rund	kold/slebet	DIN 59360 (h7)	EN 10278	
Rund	kold/slebet	DIN 59361 (h6)	EN 10278	
Firkant	varm	DIN 1014 (+/- tol)	EN 10059	
Firkant	kold	DIN 178 (h11)	EN 10278	
Sekskant	varm	DIN 1015 (+/- tol)	EN 10061	
Sekskant	kold	DIN 176 (h11)	EN 10278	
Flad	varm	DIN 1017 (+/- tol)	EN 10058	
Flad	kold	DIN 174 (h11)	EN 10278	
Flad	klippet	se pladenormer s.17	se pladenormer s.17	
Vinkel	varm	DIN 1028	EN 10056	rundkantet
Vinkel	varm	DIN 1022		skarpkantet
Vinkel ulige	varm	DIN 1029	EN 10056	rundkantet
I-Profil	varm	DIN 1025	EN 10034	
U-Profil	varm	DIN 1026	EN 10279	
T-Profil	varm	DIN 1024	EN 10055	
Armeringsstål		DIN 488		
Rør				
Svejste rør	til trykformål	DIN 17457 + ADW2	EN 10217-7	
Svejste rør	til hydraulik*	DIN 2394*	EN 10305-6*	
Sømløse rør / Emnerør	til trykformål	DIN 17458 + ADW2	EN 10216-5	
Sømløse rør	til hydraulik*	DIN 2391*	EN 10305-4*	
HF- / deko-rør	V = 0,8	DIN 17455	EN 10296-2	
Svejste rør	V = 1,0	DIN 17457		PK1 = stikprøve PK2 = test af alle rør
Sømløse rør / Emnerør		DIN 17458		PK1 = stikprøve PK2 = test af alle rør
Mejerirør	V = 1,0	DIN 11850		

* Normerne for hydraulikrør gælder officielt kun for sort stål, men det er branche-praksis at bruge tolerancerne fra disse normer til at producere rustfrie hydraulikrør.

Generelle materialenormer til almene formål	
EN 10088-1	Liste over rustfrie kvaliteter
EN 10088-2	Tekniske leveringsbestemmelser for flade produkter til almindelige formål
EN 10088-3	Tekniske leveringsbestemmelser for stang, tråd og profiler til almindelige formål
Generelle materialenormer til trykformål	
EN 10028-7	Standard for plader til trykformål (erstatte DIN 17440 + ADW2)
EN 10272	Standard for stangstål til trykformål (erstatte DIN 17440 + ADW2)
EN 10222-5	Standard for smedet materiale til trykformål
EN 10213-4	Standard for støbt materiale til trykformål
EN 10217-7	Standard for svejste rør til trykformål (erstatte DIN 17457 + ADW2)
EN 10216-5	Standard for sømløse rør til trykformål (erstatte DIN 17458 + ADW2)
ADW2	Standard for trykformål (bruges som tillæg til DIN 17440, DIN 17457 og DIN 17458)
PED 97/23/EC	Standard for trykformål (erstatte ADW2)
Tolerancenormer	
ISO 286-2	Tolerance standard for stang (indeholder h - og k -tolerancer)
ISO 1127	Tolerance standard for rør (indeholder D - og T -tolerancer)
EN 10259	Tolerance standard for koldtvalsede plader
EN 10029	Tolerance standard for varmtvalsede plader
ISO 2938	Tolerance standard for emnerør
DIN 7527-6	Tolerance standard for smedet stang
Certifikatnorm	
EN 10204	Certifikat standard (erstatte DIN 50049)

Flanger

Udførelse	DIN-norm (gammel)	EN-norm (ny)
Blindflanger	DIN 2527	EN 1092-1 Type 05
Gvindflanger	DIN 2566	EN 1092-1 Type 13
Påsvejsningsflanger	DIN 2576	EN 1092-1 Type 01
Flanger m/krave	DIN 2631 - 2637	EN 1092-1 Type 11
Løsflanger	DIN 2642	EN 1092-1 Type 02

PED står for “Pressure Equipment Directive” og er den fælles EU-norm for materialer og udstyr til trykbærende anlæg. For at et materiale kan være PED-godkendt, skal 2 ting være opfyldt:

1. Værket skal have en PED-godkendelse.
2. Materialet skal være produceret efter en harmoniseret EN-standard.

Følgende EN-standarder er godkendt til trykbærende formål i PED 97/23/EC

- EN 10028-7 Plader
- EN 10272 Stang
- EN 10216-5 Sømløse Rør
- EN 10217-7 Svejste Rør
- EN 10213-4 Støbegods
- EN 10222-5 Smedegods
- EN 1092-1 Flanger
- EN 10253-4 Svejsefittings
- EN 12516-3 Kuglehaner
- EN 10204 Certifikater

Hvis materialet ikke er produceret efter én af ovenstående EN-normer, er PED-godkendelsen for værket ikke gyldig på det pågældende materiale.

Værket skal ikke foretage ekstra tests af materialet på 3.1 certifikat i forhold til normalt, det er nok at værket er PED-godkendt og at materialet produceres efter en harmoniseret standard.