

Ikke jernholdige metaller

Egenskaber for bolte og møtrikker af aluminiumlegeringer

Vejledende materialedata afhængig af leverandør

Tabelværdier for: Massefylde = 2,8 kg/dm³, Varmeudvidelseskoefficient = 23,6 · 10⁻⁶ · K⁻¹, E-Modul = 70 000 N/mm²

Materialebetegnelse EN AW-	Materiale nummer EN AW-	Betegnelse		Bossard- angivelse	Færdig tilstand af bolt/møtrik ³⁾ EN 515	R _{0,2} [N/mm²] min.	R _m [N/mm²] min.	A ²⁾ [%] min.	Egnet til
		DIN 209-1 Materiale nummer	EN 28839						
Al Mg5	5019	3.3555	AL 2	–	blød kolddeformeret	200	280–310	6	høj korrosionsbestandighed, havvandsbestandig, ringe styrke
Al Si1 Mg Mn	6082	3.2315	AL 3	–	hærdet T6	250	310	7	høj korrosionsbestandighed, ringe styrke
Al Mg SiCu Mn	6056	–	AL 9	–	hærdet T6	360	420	8	høj korrosionsbestandighed, maksimal styrke med god duktilitet
Al Mg Si	6060	–	(~AL 3)	P40	hærdet T8	240	270	6	Bossard-tilslutningsstykker
Al Mg1 Si 0,8 Cu Mn	6013	–	–	–	hærdet T8	370	400	10	god korrosionsbestandighed, høj styrke
Al Cu4 Mg Si	2017	3.1325	AL 4	–	hærdet T6	290	420	6	højstyrke befæstelse, men laveste korrosionsbestan- dighed ¹⁾
Al Zn6 Cu Mg Zr	7050	3.4144	–	–	hærdet T 73	400	500	6	højstyrke befæstelse, men laveste korrosionsbestan- dighed ¹⁾
Al Zn5,5 Mg Cu	7075	3.4365	AL 6	–	hærdet T 73	440	510	7	
Al Zn5,5 Mg Cu	7075	3.4364	(~) (~AL 6)	P65 P60	hærdet T6 hærdet T 73	460 420	530 490	7 11	Bossard-tilslutningsstykker DIN 931, DIN 7985, DIN 975

¹⁾ Grundet det høje Cu-indhold risiko for spændingskorrosion
²⁾ Brudforlængelse A – test på skrue med klemlængde 2 x d
³⁾ T6 – Løsning varmbehandlet og varmhærdet
T8 – Løsning varmbehandlet, koldformet og varmhærdet
T73 – Løsning varmbehandlet og hærdet (varmhærdet) for at opnå en optimal bestandighed mod spændingsrevnekorrosion

Aluminiums egenskaber til sammenligning

Vejledende materialedata afhængig af leverandør

Materialebetegnelse	Smeltepunkt [°C]	Massefylde ρ [$\frac{kg}{dm^3}$]	Termisk ledsevne [$\frac{W}{m \cdot K}$]	Elektrisk ledningsevne [$\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$]	Brudstyrke [N/mm²]
Alu 7075 (AL6)	635	2,81	130	19,1	510
Al Zn5,5 Mg Cu P60 (~AL 6)	–	2,7	–	33,3	490
Al Zn5,5 Mg Cu P65 (~AL 6)	–	2,7	–	33,3	530
Rustfri stål 304	1450	7,9	15	1,37	700
Kobber	1080	8,94	390	57	235
Messing	890	8,5	8500	14,3	370
Polyamid PA6	220	1,13	0,24	10 ⁻¹⁷	80

Egenskaber for bolte og møtrikker af kobberlegeringer

Vejledende materialedata afhængig af leverandør

Materiale- betegnelse	Materiale nummer	Bet. efter EN 28839	Leverings- tilstand	Masse- fylde ρ	Elektrisk lednings- evne	Varmeudvi- delseskoef- ficient α 30/100 °C	Mekaniske egenskaber ved 20 °C ³⁾				Egnet til
							R _{p0.2} [N/mm ²] min.	R _m [N/mm ²] min.	A ₅ ²⁾ [%] min.	E-Modul [N/mm ²]	
E-Cu 58	2.0065	Cu 1	F20 blød	8,94	58,0	17,0 · 10 ⁻⁶	150	200	40	110 000	dele med høj elektrisk ledningsevne
OF-Cu	2.0040		F20 ¹⁾		56,0		320	350	7		
Cu-ETP E-Cu57	2.0060	Cu 1	–	8,94	–	–	160	240	14	–	–
CuZn37 (Messing)	2.0321 · 10	Cu 2	F29 blød	8,44	15,5	20,2 · 10 ⁻⁶	250	290	45	110 000	almindelig befæstelse
	2.0321 · 26		F37 ¹⁾				250	370	27		
CuZn37 (MS 63)	2.0321	Cu 2	–	8,44	–	–	250	370	19	–	–
CuZn39 Pb3 (MS 58)	2.0401	Cu 3	–	–	–	–	250	370	19	–	–
CuNi12 Zn24 (Nysølv)	2.0730 · 10	–	F34 blød	8,67	4,4	18,0 · 10 ⁻⁶	290	330	40	125 000	høj korrosionsbestandig- hed, sølvfarvet
	2.0730 · 30		F54 blød				440	540	8		
CuSn6 (Resistan)	2.1020	Cu 4	–	–	–	–	200	400	33	–	–
CuNi1,5Si	2.0853 · 73	Cu 5	hærdet	8,8	> 18,0	16,0 · 10 ⁻⁶	540	590	12	140 000	høj styrke, god elektrisk ledeevne befæstelse
CuNi3Si	2.0857 · 73	–	hærdet	8,8	> 15,0	16,0 · 10 ⁻⁶	780	830	10	144 000	
CuNi1Si (Kuprodur)	2.0853	Cu 5	–	–	–	–	540	590	12	–	havvandsbestandig
CuZn40 Mn1 Pb	2.0580	Cu 6	–	–	–	–	180	440	18	–	–
CuAl10 Ni5 Fe4	2.0966	Cu 7	–	–	–	–	270	640	15	–	–
CuBe2	2.124 · 75	–	hærdet	8,3	~10	16,7 · 10 ⁻⁶	1050	1200	2	125 000	høj styrke korrosions- bestandig god elektr. ledeevne

¹⁾ Kolddeformeret
²⁾ Brudforlængelse A₅ – test på afdrejet prøveemne med testlængde 5 x d
³⁾ 1 N/mm² = 1 MPa

Minimum bruddrejningsmoment for bolte til M5 i henhold til ISO 8839

Gevind- diameter-Ø	Mindste bruddrejningsmoment ¹⁾ [Nm] for materiale										
	CU1	CU2	CU3	CU4	CU5	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6
M1,6	0,06	0,10	0,10	0,11	0,14	0,06	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12
M2	0,12	0,21	0,21	0,23	0,28	0,13	0,15	0,16	0,2	0,22	0,25
M2,5	0,24	0,45	0,45	0,5	0,6	0,27	0,3	0,3	0,43	0,47	0,5
M3	0,4	0,8	0,8	0,9	1,1	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9
M3,5	0,7	1,3	1,3	1,4	1,7	0,8	0,9	0,9	1,2	1,3	1,5
M4	1	1,9	1,9	2	2,5	1,1	1,3	1,4	1,8	1,9	2,2
M5	2,1	3,8	3,8	4,1	5,1	2,4	2,7	2,8	3,7	4	4,5

¹⁾ Bruddrejningsforsøg er udført i henhold ISO 898-7.

Særlige materialer

Betegnelse Materiale nummer	Beskrivelse og anvendelsesområde efter producentoplysninger
Hastelloy® B B-2 2.4617 B-3 2.4600	Højkorrosionsbestandig nikkel-molybdæn-legering med fremragende bestandighed overfor reducerende medier, særligt imod saltsyre i alle koncentrationer indtil kogepunktet, fugtig klorholdig vanddamp, svovl- og fosforsyre, alkaliske opløsninger. Tilstrækkelig bestandighed overfor oxiderende og reducerende luftarter indtil 800 °C. Ikke egnet til stærkt oxiderende aktive stoffer, jern- og kobbersalte (se Hastelloy C). Anvendelse: konstruktionsdele som er udsat for kraftig kemisk belastning, turbolader til jet-motorer osv.
Hastelloy® C C-4 2.4610 C-22 2.4602 C-276 2.4819 C-2000 2.4675	Højkorrosionsbestandig nikkel-krom-molybdæn-legering med særlig høj bestandighed overfor aggressive, oxiderende og reducerende medier – blegemiddelopløsninger indeholdende klor, klorider, hypoklorider, svovl- og fosforsyre, organiske syrer som eddike- og myresyre, opløsninger af nitrater, sulfater og sulfiter, klorider og klorater, kromater såsom cyanforbindelser. Anvendelse: konstruktionsdele som er udsat for kraftig kemisk belastning, i kemisk fremstilling og anlæg, luftrensningssystemer, i fiber- og papirfremstilling, affaldsanlæg osv.
Hastelloy® G G-3 2.4619 G-30 2.4603	Nikkel-krom-jern-legering med fremragende bestandighed i oxiderende medier. Anvendelse: til kemisk fremstillingsteknik, særligt egnet til fremstilling af fosfor- og salpetersyre, anlæg til afsøvning osv.
Inconel® 600 2.4816 601 2.4851 625 2.4856 718 2.4668	Nikkel-krom-legering med gode tekniske egenskaber ved høje temperaturer indtil 1000 °C og fremragende oxidationsbestandighed. Bestandig imod korrosion som følge af ætsende stoffer. Anvendelse: varmebehandlingsanlæg, atomkraftanlæg, gasturbiner, beklædningsindustri, ventilatorer og indblæsere, kemisk industri osv.
Monel® 400 2.4360 K-500 2.4375	Nikkel-kobber-legering med høj styrke og sejhed over et stort temperaturområde. Fremragende korrosionsbestandighed overfor saltvand og mange syrer og alkaliske opløsninger. Også egnet til kold- og varmformning. Anvendelse: ventiler, pumper, befæstelselementer, mekanisk belastede dele udsat for havvand osv.
Nimonic® 75 2.4951 80A 2.4952 90 2.4969 105 2.4634	De nikkelbaserede krom-legeringer er legeringer med særlig høj udmattelsesstyrke og oxidationsbestandighed. For højt mekanisk belastede dele ved temperaturer op til 1000 °C. Anvendelse: roterende dele ved høje temperaturer, fjedre, befæstelselementer, dele til forbrændingskamre, skovle, skiver, aksler osv.
Titan Gr. 1 3.7025 Gr. 2 3.7035 Gr. 3 3.7055 Gr. 4 3.7065	Reaktivt materiale med høj styrke på trods af lav vægt. Fremragende korrosionsbestandighed i klorholdige, oxiderende miljøer. Anvendelse: dele til lette konstruktioner med høj styrke, stærkt oxiderende miljø, særligt imod klorider. Kemisk industri, afsaltning-anlæg, kraftværker, medicinalfremstilling osv.
Titan Gr.5 3.7164/ 3.7165	Titan-legering med særlig høj styrke. Anvendelse: dele til luft- og rumfart, kemisk procesteknik, roterende dele, befæstelselementer, køretøjer etc.
Titan Gr. 7 3.7235 Gr. 11 3.7225	Titan legeret med palladium. Øget korrosionsbestandighed overfor alle klorholdige dampe. Gr. 11 har øget formbarhed. Anvendelse: kemiske og petrokemiske anlæg osv.

Termoplast

Retningslinier for egenskaber i henhold til producentoplysninger

Mekaniske egenskaber

Materiale-forkortelse DIN 7728	Vægtfylde [g/cm³] DIN 53479	Trækbrudstyrke [N/mm²] DIN 53455	Brudforlængelse % DIN 53455	E-Modul [N/mm²] DIN 53457	Kugletrykstyrke 10-sek [N/mm²] DIN 53456	Slagsejhed [kJ/m²] DIN 53453	Kærvtlagsejhed [kJ/m²] DIN 53453
PE-HD	0,94/0,96	18/35	100/1 000	700/1400	40/65	uden brud	uden brud
PE-LD	0,914/0,928	8/23	300/1 000	200/500	13/20	uden brud	uden brud
PP	0,90/0,907	21/37	20/800	1100/1300	36/70	uden brud	3/17
POM	1,41/1,42	62/70	25/70	2800/3200	150/170	100	8
PA 6	1,13	70/85	200/300	1 400	75	uden brud	uden brud
PA 66	1,14	77/84	150/300	2 000	100	uden brud	15/20

Elektriske egenskaber

Materiale-forkortelse DIN 7728	Overgangs-modstand [Ω cm] DIN 53482	Overflade-resistans [Ω] DIN 53482	Dielektricitetstal DIN 53483		Dielekr. tabsfaktor tan δ DIN 53483		Gennemslagsfeltstyrke		Krybestrømstyrke DIN 53480 trin	
			50 Hz	10⁶ Hz	50 Hz	10⁶ Hz	[kV/25 µm] ASTM D 149	[kV/cm] DIN 53481	KA	KB/KC
PE-HD	> 10¹⁷	10¹⁴	2,35	2,34	2,4 · 10⁻⁴	2,0 · 10⁻⁴	> 700	–	3 c	> 600
PE-LD	> 10¹⁷	10¹⁴	2,29	2,28	1,5 · 10⁻⁴	0,8 · 10⁻⁴	> 700	–	3 b	> 600
PP	> 10¹⁷	10¹³	2,27	2,25	< 4 · 10⁻⁴	< 5 · 10⁻⁴	800	500/650	3 c	> 600
POM	> 10¹⁵	10¹³	3,7	3,7	0,005	0,005	700	380/500	3 b	> 600
PA 6	10¹²	10¹⁰	3,8	3,4	0,01	0,03	350	400	3 b	> 600
PA 66	10¹²	10¹⁰	8,0	4,0	0,14	0,08	400	600	3 b	> 600

Termiske egenskaber

Materiale-forkortelse DIN 7728	Driftstemperatur °C			Formbestandighed °C		Lineær udvidelses-koefficient	Varmelednings-evne	Specifik varme
	max. kortvarig	Vedvarende max.	Vedvarende min.	VSP (Vicat 5 kg) DIN 53460	ASTM D 648 1,86/0,45			
PE-HD	90/120	70/80	–50	60/70	50	200	0,38/0,51	2,1/2,7
PE-LD	80/90	60/75	–50	–	35	250	0,32/0,40	2,1/2,5
PP	140	100	0/–30	85/100	45/120	150	0,17/0,22	2,0
POM	110/140	90/110	–60	160/173	110/170	90/110	0,25/0,30	1,46
PA 6	140/180	80/100	–30	180	80/190	80	0,29	1,7
PA 66	170/200	80/120	–30	200	105/200	80	0,23	1,7

Forkortelser	Betydning
PE-HD	Polyethylen høj vægtfylde
PE-LD	Polyethylen lav vægtfylde
PP	Polypropylen
POM	Polyoxymetylen, Polyacetal
PA 6	Polyamid 6
PA 66	Polyamid 6.6

! Vejledninger for skruer fremstillet af termoplastiske materialer

- Mekaniske og fysiske egenskaber, især trækbrudstyrke og forspænding samt farve, tolerancer på gevinddel og hoved-geometri er genstand for klimatiske forhold. Rådfør DIN 34810 og ISO 4759-1 for tolerance-værdier, råd samt tilspændingsmomenter.
- Forspænding kan falde pga. spændings-relaksation. Vejledninger for konstruktion og design skal følges iht. VDI 2544.

Bestandighed imod kemikalier

Materiale- forkortelse	Vand, koldt	Vand, varm	Syre, svag	Syre, stærk	Oxiderende syrer	Flussyre	Lud, svag	Lud, stærk	Opløsning anor. salte	Halogener, tør	Alipatisk KW	Klorholdig KW	Alkohol	Ester	Keton	Æter	Aldehyd	Amin	Organiske syrer	Aromatisk KW	Brændstof	Mineralolie	Fedt, olie	Umættet, klorfri KW	Terpentin	Vand- optagelse, % ASTM D 570
PE-HD	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	< 0,01	
PE-LD	●	○	●	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	< 0,01	
PP	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0,01 til 0,03
POM	●	●	●	○	○	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0,22 til 0,25
PA 6	●	●	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	1,3 til 1,9

●bestandig ●betinget bestandig ○Ikke bestandig

Forkortelser	Betydning
PE-HD	Polyethylen høj vægtfylde
PE-LD	Polyethylen lav vægtfylde
PP	Polypropylen
POM	Polyoxymetylen, Polyacetal
PA 6	Polyamid 6

Elastomerer

Brændbarhed

Materialeforkortelse efter ISO 1629		CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Navn		Polykloropren	Fluorelastomer	Nitrilgummi	Etylen-Propylen	Termoplastisk Elastomer
Brændbarhed efter		UL 94 - V2	UL 94 - V2	UL 94 HB	UL 94 HB	UL 94 HB
Anvendelses-temperatur ¹⁾	min.	-30 °C	-20 °C	-30 °C	-40 °C	-30 °C
	max.	konstant +100 °C	+200 °C	+120 °C	+130 °C	+80 °C
		kortvarigt +120 °C	+280 °C	+150 °C	+170 °C	+120 °C

¹⁾ De angivne minus-temperaturer gælder kun produkter, som er i hvile uden slagpåvirkninger.

Kemisk bestandighed²⁾

Materialeforkortelse efter ISO 1629	CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Navn	Polykloropren	Fluorelastomer	Nitrilgummi	Etylen-Propylen	Termoplastisk Elastomer
Alkohol	A	A	A	A	A
Benzin	C	A	A	C	B
Diesel	C	A	A	C	B
Mineraloile	B	A	A	B	B
Animalsk fedt og planteolie	B	A	A	B	A
Lud, svag	A	B	B	A	A
Lud, stærk	B	C	C	A	B
Syre, svag	B	A	B	A	A
Syre, stærk	C	A	C	A	A
Vand	C	A	C	A	A
Ozon	C	A	C	A	A

²⁾ Følgende oplysninger skal betragtes som vejledende. Mere konkrete oplysninger kan kun gives ved henvisning til den specifikke anvendelse. For eksempel, kan en præcisionsdel fejle alene på grund af en mindre ændring i volumen, eller aggressive kemikalier kan rent faktisk være anvendelige som rengøringsmiddel, hvis kun kortvarigt i kontakt med det pågældende materiale.

- A Meget god kemisk bestandighed, konstant påvirkning forårsager inden for 30 dage ingen beskadigelse af materialet. Materialet kan holde i flere år.
- B God til betinget kemisk bestandighed, konstant påvirkning forårsager inden for 7 til 30 dage let beskadigelse som tildels kan genoprettes (bølgen, ændring af hårdhed og mekaniske egenskaber, indfarvning).
- C Ringe kemisk bestandighed: ikke egnet for dette medium. Beskadigelse kan hurtig indtræffe (forringet styrke, deformation, indfarvning, ridser, opløst).

Kemiske stoffer

Materialeforkortelse efter ISO 1629	CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Navn	Polykloropren	Fluorelastomer	Nitrilgummi	Etylen-Propylen	Termoplastisk Elastomer
halogenfri	-	-	ja	ja	ja
fosfatfri	ja	ja	ja	ja	ja
silikonfri	ja	ja	ja	ja	ja