

Métaux non ferreux

Caractéristiques des vis et écrous en alliages d'aluminium

Indications sans engagement en fonction du fabricant

Valeurs du tableau pour: densité = 2,8 kg/dm³, coefficient de dilatation thermique = $23,6 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$, E-Module = 70 000 N/mm²

Désignation de matériau EN AW-	Matériau no. EN AW-	Désignation		Indi- cation Bossard	Etat de finition des vis / écrous ³⁾ EN 515	R _{0,2} [N/mm ²] min.	R _m [N/mm ²] min.	A ²⁾ [%] min.	Approprié pour
		DIN 209-1 Matériau no.	EN 28839						
Al Mg5	5019	3.3555	AL 2	–	tendre formé à froid	200	280–310	6	très bonne résistance contre la corrosion, résistant à l'eau de mer, faible résistance mécanique
Al Si1 Mg Mn	6082	3.2315	AL 3	–	trempe T6	250	310	7	très bonne résistance contre la corrosion, faible résistance mécanique
Al Mg SiCu Mn	6056	–	AL 9	–	trempe T6	360	420	8	haute résistance à la corrosion, résistance maximale avec une bonne ductilité
Al Mg Si	6060	–	(~AL 3)	P40	trempe T8	240	270	6	éléments d'assemblage Bossard
Al Mg1 Si 0,8 Cu Mn	6013	–	–	–	trempe T8	370	400	10	encore une bonne résistance à la corrosion, haute résistance mécanique
Al Cu4 Mg Si	2017	3.1325	AL 4	–	trempe T6	290	420	6	fixation à haute résistance, mais faible résistance contre la corrosion ¹⁾
Al Zn6 Cu Mg Zr	7050	3.4144	–	–	trempe T73	400	500	6	fixation à haute résistance, mais faible résistance contre la corrosion ¹⁾
Al Zn5,5 Mg Cu	7075	3.4365	AL 6	–	trempe T73	440	510	7	
Al Zn5,5 Mg Cu	7075	3.4364	(~) (~AL 6)	P65 P60	trempe T6 trempe T73	460 420	530 490	7 11	éléments d'assemblage Bossard DIN 931, DIN 7985, DIN 975

¹⁾ Sensibilité à une corrosion fissurante sous contrainte en raison d'une grande teneur en Cu

²⁾ Allongement à la rupture A – Test sur vis avec une longueur d'assemblage 2 x d

³⁾ T6 – mis en solution et revenu

T8 – mis en solution, formé à froid et revenu

T73 – mis en solution et hypotrempe (suivi d'un revenu) pour atteindre une résistance optimale contre la corrosion fissurante sous contrainte

Propriétés de l'aluminium en comparaison

Indications sans engagement en fonction du fabricant

Désignation de matériau	Point de fusion [°C]	Densité ρ [$\frac{kg}{dm^3}$]	Conductance thermique [$\frac{W}{m \cdot K}$]	Conductibilité électrique [$\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$]	Résistance à la traction [N/mm ²]
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
INOX 304	1450	7,9	15	1,37	700
Cuivre	1080	8,94	390	57	235
Laiton	890	8,5	8500	14,3	370
Polyamide PA6	220	1,13	0,24	10 ⁻¹⁷	80

Caractéristiques des vis et écrous en alliages de cuivre

Indications sans engagement en fonction du fabricant

Désignation de matériau	Matériau no.	Dés. selon EN 28839	Etat de structure	Densité ρ	Conduc-tibilité électrique	Coefficient de dilatation thermique a 30/100 °C	Caractéristiques mécaniques à 20 °C ³⁾				Utilisation pour
							$R_{p0.2}$ [N/mm ²] min.	R_m [N/mm ²] min.	$A_5^{2)}$ [%] min.	Module E [N/mm ²]	
E-Cu 58	2.0065	Cu 1	F20 tendre	8,94	58,0	$17,0 \cdot 10^{-6}$	150	200	40	110 000	Eléments avec haute conductibilité électrique
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 (laiton)	2.0321 · 10	Cu 2	F29 tendre	8,44	15,5	$20,2 \cdot 10^{-6}$	250	290	45	110 000	Fixations courantes
	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 (mailechort)	2.0730 · 10	–	F34 tendre	8,67	4,4	$18,0 \cdot 10^{-6}$	290	330	40	125 000	Très bonne résistance contre la corrosion, couleur argent
	2.0730 · 30		F54 tendre				440	540	8		
CuSn6 (Resistan)	2.1020	Cu 4	–	–	–	–	200	400	33	–	–
CuNi1,5Si	2.0853 · 73	Cu 5	trempe	8,8	> 18,0	$16,0 \cdot 10^{-6}$	540	590	12	140 000	Fixation à haute résis-tance, bonne conductibilité électrique
CuNi3Si	2.0857 · 73	–	trempe	8,8	> 15,0	$16,0 \cdot 10^{-6}$	780	830	10	144 000	
CuNi1Si (Kuprodur)	2.0853	Cu 5	–	–	–	–	540	590	12	–	Résistant à l'eau de mer
CuZn40 Mn1 Pb	2.0580	Cu 6	–	–	–	–	180	440	18	–	–
CuAl10 Ni5 Fe4	2.0966	Cu 7	–	–	–	–	270	640	15	–	–
CuBe2	2.124 · 75	–	trempe	8,3	~10	$16,7 \cdot 10^{-6}$	1050	1200	2	125 000	Fixation à haute résis-tance, résistante à la corrosion, bonne conduc-tibilité électrique

¹⁾ Formé à froid

²⁾ Allongement à la rupture A_5 – Test sur éprouvette usinée avec une longueur d'assemblage 5 x d

³⁾ 1 N/mm² = 1 MPa

Couples de rupture aux pour vis jusqu'à M5 selon ISO 8839

Diamètre nominal de filetage	Couples de rupture minimaux ¹⁾ [Nm]										
	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⁾ L'essai de torsion doit être effectué selon ISO 898-7

Matériaux spécifiques

Désignation de matériau Matériau no.	Description et domaine d'utilisation selon indications de fabricants
Hastelloy® B B-2 2.4617 B-3 2.4600	Alliage de nickel-molybdène à haute résistance contre la corrosion, qui a une excellente résistance contre les milieux réducteurs, particulièrement contre toutes les concentrations d'acides chlorhydriques jusqu'au point d'ébullition, eau chlorurée gazéifiée humide, acides sulfuriques et phosphoriques, solutions alcalines. Suffisamment résistant contre les gaz oxydants et réduits jusqu'à 800 °C. N'est pas recommandé pour de forts agents chimiques oxydants, sels ferreux et cuivreux (voir Hastelloy C). Utilisation: éléments de construction exposés fortement à des contraintes chimiques, turbocompresseurs de moteurs à réaction etc.
Hastelloy® C C-4 2.4610 C-22 2.4602 C-276 2.4819 C-2000 2.4675	Alliage de nickel-molybdène à haute résistance contre la corrosion, qui a une particulière haute résistance contre des milieux agressifs, oxydants et réducteurs – solutions de blanchiment qui contiennent du chlore, chlorites, hypochlorites, acides sulfuriques et de nitrates, sulfates et sulfites, chlorures et chlorates, chromates ainsi que les assemblages cyanogènes. Utilisation: éléments de construction exposés fortement à des contraintes chimiques, dans des procédés et installations chimiques, des systèmes d'épuration des gaz d'échappement, lors de la production de fibres et de papiers, élimination des déchets etc.
Hastelloy® G G-3 2.4619 G-30 2.4603	Alliage de fer-chrome-nickel ayant une excellente résistance contre la corrosion dans des milieux oxydants. Utilisation: dans la technologie de procédés industriels, particulièrement approprié pour la production d'acides nitriques et phosphoriques, installation de désulfuration etc.
Inconel® 600 2.4816 601 2.4851 625 2.4856 718 2.4668	Alliage de chrome-nickel ayant de bonnes propriétés technologiques à hautes températures jusqu'à plus de 1000 °C, et excellente résistance contre l'oxydation. Résiste aussi à la corrosion de substances corrodantes. Utilisation: installations de traitements thermiques, technique de l'énergie nucléaire, turbines à gaz, revêtements, ventilateurs et souffleries, industrie chimique etc.
Monel® 400 2.4360 K-500 2.4375	Alliage de cuivre-nickel ayant une bonne résistance et bonne ténacité dans un large domaine de températures. Excellente résistance à la corrosion contre l'eau de mer et un grand nombre d'acides et de solutions alcalines. Aussi approprié pour des éléments pressés et forgés. Utilisation: soupapes, pompes, éléments de fixation, éléments de construction sollicités mécaniquement par des injections d'eau de mer etc.
Nimonic® 75 2.4951 80A 2.4952 90 2.4969 105 2.4634	Les matériaux à base de chrome-nickel sont des alliages qui ont des résistances au fluage et contre la corrosion particulières. Pour hautes sollicitations mécaniques à des températures jusqu'à 1000 °C. En raison des différents traitements thermiques d'élimination, la relaxation et le comportement au fluage peuvent être régularisés. Utilisation: éléments de construction rotatifs à hautes températures, ressorts, éléments de fixation, éléments d'une chambre de combustion, aubes, rondelles, arbres etc.
Titane Gr. 1 3.7025 Gr. 2 3.7035 Gr. 3 3.7055 Gr. 4 3.7065	Matériau réactif avec grande résistance par rapport à sa densité. Remarquable résistance contre la corrosion dans des métaux oxydants fortement chlorurés. Utilisation: éléments de construction légers avec haute résistance, fortes sollicitations oxydantes, particulièrement en présence de chlorures. Industrie chimique, dessalage de l'eau de mer, technique de centrales électriques, technique médicale etc.
Titane Gr.5 3.7164/ 3.7165	Alliage de titane ayant une haute résistance spécifique. Utilisation: éléments de construction pour les navigations aériennes et spatiales, technique de procédés chimiques, éléments de construction rotatifs, éléments de fixation, technique automobile etc.
Titane Gr. 7 3.7235 Gr. 11 3.7225	Titane pur allié avec du palladium. Résistance élevée contre la corrosion, surtout envers des milieux humides qui contiennent des chlorures. Le grade 11 dispose d'aptitudes de déformation élevées. Utilisation: installations chimiques et pétrochimiques, boîtier etc.

Thermoplastiques

Valeurs indicatives des caractéristiques physiques selon indications de fabricants

Propriétés mécaniques

Abréviation du matériau DIN 7728	Densité [g/cm³] DIN 53479	Résistance à la traction [N/mm²] DIN 53455	Résistance à la rupture % DIN 53455	Module d'élasticité [N/mm²] DIN 53457	Dureté par pénétration d'une bille 10-sec valeur [N/mm²] DIN 53456	Résistance au choc [kJ/m²] DIN 53453	Résilience [kJ/m²] DIN 53453
PE-HD	0,94/0,96	18/35	100/1000	700/1400	40/65	sans rupture	sans rupture
PE-LD	0,914/0,928	8/23	300/1000	200/500	13/20	sans rupture	sans rupture
PP	0,90/0,907	21/37	20/800	1100/1300	36/70	sans rupture	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	1400	75	sans rupture	sans rupture
PA 66	1,14	77/84	150/300	2000	100	sans rupture	15/20

Propriétés électriques

Abréviation du matériau DIN 7728	Résistivité spécifique [Ω cm] DIN 53482	Résistance superficielle [Ω] DIN 53482	Constante diélectrique		Facteur de perte diélectr. tan δ		Rigidité électrique		Résistance au courant de fuite superficielle	
			DIN 53483 50 Hz	10 ⁶ Hz	DIN 53483 50 Hz	10 ⁶ Hz	[kV/25 µm] ASTM D 149	[kV/cm] DIN 53481	DIN 53480 niveau KA	KB/KC
PE-HD	> 10 ¹⁷	10 ¹⁴	2,35	2,34	2,4 · 10 ⁻⁴	2,0 · 10 ⁻⁴	> 700	–	3 c	> 600
PE-LD	> 10 ¹⁷	10 ¹⁴	2,29	2,28	1,5 · 10 ⁻⁴	0,8 · 10 ⁻⁴	> 700	–	3 b	> 600
PP	> 10 ¹⁷	10 ¹³	2,27	2,25	< 4 · 10 ⁻⁴	< 5 · 10 ⁻⁴	800	500/650	3 c	> 600
POM	> 10 ¹⁵	10 ¹³	3,7	3,7	0,005	0,005	700	380/500	3 b	> 600
PA 6	10 ¹²	10 ¹⁰	3,8	3,4	0,01	0,03	350	400	3 b	> 600
PA 66	10 ¹²	10 ¹⁰	8,0	4,0	0,14	0,08	400	600	3 b	> 600

Propriétés thermiques

Abréviation du matériau DIN 7728	Température de service °C			Stabilité de la forme °C		Coefficient linéaire de dilatation K ⁻¹ · 10 ⁻⁶	Conductibilité calorifique [W/mK]	Chaleur spécifique [kJ/kg K]
	max. courte durée	max. permanente	min. permanente	VSP (Vicat kg) DIN 53460	ASTM D 648 1,86/0,45 [N/mm²]			
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

Abréviation	signification
PE-HD	Polyéthylène haute densité
PE-LD	Polyéthylène faible densité
PP	Polypropylène
POM	Polyoxyméthylène, Polyacétal
PA 6	Polyamide 6
PA 66	Polyamide 6.6

! Indications pour les éléments d'assemblage thermo-plastiques

- Les caractéristiques mécaniques et physiques, tout particulièrement la résistance à la traction et la force de précontrainte ainsi que la coloration, tolérances des parties filetées et géométrie de la tête sont dépendants des conditions climatiques respectives.
Des valeurs indicatives pour les tolérances, les indications et les moments d'assemblage sont indiqués dans les normes DIN 34810, ISO 4759-1.
- Les forces de précontraintes peuvent diminuer lors d'une relaxation de la matière plastique.
Pour les indications de construction et de dimensionnement il faut se référer à la norme VDI 2544.

Résistance contre des attaques de produits chimiques

Abréviation du matériau	Eau, froide	Eau, chaude	Acides, faibles	Acides, forts	Acides oxydants	Acides fluorhydriques	Lessives, faibles	Lessives, fortes	Solutions de sels	Halogène, sec	EC aliphatique	EC chlorée	Alcool	Ester	Cétone	Ether	Aldéhydes	Amines	Acides organiques	EC aromatique	Carburants	Huiles minérales	Graisses, huiles	EC chlorée, non saturée	Térébenthine	Absorption d'eau % ASTM D 570
PE-HD	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	○	○	< 0,01	
PE-LD	●	○	●	●	○	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	< 0,01	
PP	●	●	●	●	○	○	●	●	●	○	●	○	●	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	0,01 à 0,03	
POM	●	●	●	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	0,22 à 0,25	
PA 6	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	1,3 à 1,9	

● résistant ● résistant sous réserve ○ non résistant

Abréviation	signification
PE-HD	Polyéthylène haute densité
PE-LD	Polyéthylène faible densité
PP	Polypropylène
POM	Polyoxyméthylène, Polyacétal
PA 6	Polyamide 6

Elastomères

Inflammabilité

Abréviation de matière selon ISO 1629			CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Nom			Caoutchouc chloroprène	Caoutchouc fluor	Caoutchouc butadiène-nitrile	Caoutchouc éthylène-propylène-diène	Thermoplastiques élastomères
Inflammabilité selon			UL 94 - V2	UL 94 - V2	UL 94 HB	UL 94 HB	UL 94 HB
Températ. d'utilisation ¹⁾	min.		-30 °C	-20 °C	-30 °C	-40 °C	-30 °C
	max.	permanente	+100 °C	+200 °C	+120 °C	+130 °C	+80 °C
		courte durée	+120 °C	+280 °C	+150 °C	+170 °C	+120 °C

¹⁾ Les valeurs minimales dans le domaine de température d'utilisation sont seulement valables pour des éléments à l'état de repos et sans sollicitation de chocs.

Résistance chimique²⁾

Abréviation de matière selon ISO 1629	CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Nom	Caoutchouc chloroprène	Caoutchouc fluor	Caoutchouc butadiène-nitril	Caoutchouc éthylène-propylène-diène	Thermoplastiques élastomères
Alcool	A	A	A	A	A
Carburant	C	A	A	C	B
Diesel	C	A	A	C	B
Huile minérale	B	A	A	B	B
Graisses animales et végétales	B	A	A	B	A
Lessives faibles	A	B	B	A	A
Lessives fortes	B	C	C	A	B
Acides faibles	B	A	B	A	A
Acides forts	C	A	C	A	A
Eau	C	A	C	A	A
Ozone	C	A	C	A	A

²⁾ Toutes les valeurs se réfèrent sur des indications de producteurs de matières premières, c'est pourquoi nous ne pouvons pas donner de garantie. Ces données doivent être considérées comme des valeurs indicatives. Une information concrète peut seulement être établie en rapport avec le cas d'utilisation. Un élément de précision peut par exemple déjà avoir une défaillance en raison d'une faible modification de volume. D'autre part il est possible d'utiliser, lors d'une courte durée, des produits agressifs comme détergent.

- A Très bonne résistance chimique, si l'influence permanente du produit ne cause pas de détérioration de matière dans une période de 30 jours. La matière peut résister pendant des années.
- B Résistance chimique bonne à limitée, l'influence permanente du produit cause dans une période de 7 à 30 jours une détérioration peu importante, qui est en partie réversible (origine, affaissement, diminution de la résistance mécanique, décoloration).
- C Résistance chimique limitée, pas approprié à une exposition permanente du produit. Des détériorations peuvent se produire immédiatement (diminution de la résistance mécanique, déformation, décoloration, fissures, dissolution).

Substances chimiques

Abréviation de matière selon ISO 1629	CR	FPM	NBR	EPDM	TPE
Nom	Caoutchouc chloroprène	Caoutchouc fluor	Caoutchouc butadiène-nitril	Caoutchouc éthylène-propylène-diène	Thermoplastiques élastomères
Sans halogène	-	-	oui	oui	oui
Sans phosphate	oui	oui	oui	oui	oui
Sans silicone	oui	oui	oui	oui	oui