



Boom

ROLOFF / MATEK MACHINEONDERDELEN

HERBERT WITTEL, DIETER JANNASCH,
JOACHIM VOßIEK EN CHRISTIAN SPURA

TABELLENBOEK

6E DRUK

ROLOFF/MATEK MACHINEONDERDELEN

Tabellenboek

De methode *Roloff/Matek Machineonderdelen* bestaat uit de volgende uitgaven:

- Theorieboek
- Tabellenboek

Herbert Wittel
Dieter Jannasch
Joachim Voßiek
Christian Spura

ROLOFF/MATEK MACHINEONDERDELEN

Tabellenboek

6e druk

Boom

Oorspronkelijk verschenen als: *Roloff/Matek Maschinenelemente. Tabellenbuch*, 24 Auflage (2019).

Omslag basisontwerp: Dog & Pony, Amsterdam
Omslagontwerp: DPS, Amsterdam
Opmaak binnenwerk: Heymans-Vanhove, Gent
Vertaling: Hapax Vertalers, Amsterdam

1e druk, 1993
6e druk, 2021

First published in German under the title
Roloff/Matek Maschinenelemente; Normung, Berechnung, Gestaltung
by Herbert Wittel, Dieter Jannasch, Joachim Voßiek and Christian Spura, edition: 24
Copyright © Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature, 2019 *
This edition has been translated and published under licence from
Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, part of Springer Nature.
Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, part of Springer Nature takes no responsibility and
shall not be made liable for the accuracy of the translation.
© 2021 Boom uitgevers Amsterdam

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (art. 16 Auteurswet) kan men zich wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

ISBN 9789024428687
NUR 173/929

www.boomhogeronderwijs.nl
www.roloff-matekmachineonderdelen.nl

Inhoud

1	Algemene grondbeginselen	1
2	Toleranties, passingen en oppervlaktegesteldheid	31
3	Sterkte en toelaatbare spanning	44
4	Tribologie	61
5	Lijm- en soldeerverbindingen	68
6	Lasverbindingen	78
7	Klinkverbindingen	98
8	Schroefverbindingen	105
9	Penverbindingen, spanbussen en borgelementen	123
10	Veren	128
11	Draagassen, aandrijfassen en astappen	141
12	Onderdelen voor het verbinden van assen en naven	147
13	Koppelingen en remmen	155
14	Wentellagers	160
15	Glijlagers	172
16	Riemoverbrengingen	186
17	Kettingoverbrengingen	205
18	Pijpleidingen en toebehoren	209
19	Afdichtingen	219
20	Tandwielen en tandwieloverbrengingen (grondbeginselen)	230
21	Uitwendige cilindrische tandwielen	239
22	Kegeltandwielen en kegeltandwieloverbrengingen	255
23	Schroefwiel- en wormoverbrengingen	256
24	Planetaire overbrengingen	261

1 Algemene grondbeginselen

Tabel 1-1 Staalkeuze voor de algemene machinebouw

Sterktewaarden in N/mm^2 voor de genormaliseerde afmeting d_N

Vermoeingssterktewaarden volgens DIN 743-3¹⁾²⁾ (richtwaarden)

Elasticiteitsmodulus $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$, glijdingsmodulus $G = 81\,000 \text{ N/mm}^2$

afkorting	staalsoort materiaal- nummer	A % min.	R_{mN} min.	R_{eN} $R_{p0,2N}$ min.	σ_{dWN} (σ_{dZwN})	σ_{bWN} (σ_{bZwN})	τ_{WN} (τ_{ZwN})	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
a) Ongelegeerd constructiestaal, warmgewalst, volgens NEN EN 10025-2 leveringstoestand: +N of +AR genormaliseerde afmeting $d_N = 16 \text{ mm}$									warmgewalst, ongelegeerd basis- en kwaliteitsstaal, niet geschikt voor warmtebehandelingen, wordt gekenmerkt door treksterkte en rekgrens, is bestemd voor toepassing bij omgevingstemperatuur in gelaste, geklonken en geschroefde onderdelen, ongekalmdeerd staal niet toegestaan
S235JR S235J0 S235J2	1.0038 1.0114 1.0117	26	360	235	140 (235)	180 (280)	105 (165)	[1]	staalsoorten met waarden voor de kerfslag (bijv. J2: kerfslagarbeid 27J bij -20°C) standaard materiaal in de machine- en staalbouw bij gemiddelde belasting; plaat-, staf- en profielmateriaal; goed te bewerken, geschikt voor het lassen neemt toe vanaf kwaliteitsgroep JR tot aan kwaliteitsgroep K2
S275JR S275J0 S275J2	1.0044 1.0143 1.0145	23	410	275	170 (275)	215 (330)	125 (190)	1,05	bij matige belasting; goed bewerkbaar en omvormbaar, goed te lassen; bijv. draag- en aandrijfassen, hefboomen, lasdelen;
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	1.0045 1.0553 1.0577 1.0596	22	470	355	205 (355)	255 (425)	150 (245)		standaard materiaal voor zwaar belaste draagconstructies in de staal-, kraan- en brugbouw; hoge rekgrens, zeer goed te lassen; zwaar belaste lasdelen in de werktuigbouw
S450J0	1.0590	17	550	450	220 (400)	275 (505)	165 (310)		alleen voor lange producten (profielen, staven, buizen)
S185 E295 E335 E360	1.0035 1.0050 1.0060 1.0070	18 20 16 11	290 470 570 670	185 295 335 360	— 195 (295) 235 (335) 275 (360)	— 245 (355) 290 (400) 345 (430)	— 145 (205) 180 (230) 205 (250)	1,1 1,7	staalsoorten zondere waarden voor de kerfslagarbeid (producten van deze staalsoorten hebben geen CE markering) minder belangrijke constructiedelen bij geringe belasting; geschikt voor druklassen; bijv. trappen en bordessen goed bewerkbaar; meest toegepaste machineconstructiestaal bij gemiddelde belasting, geschikt voor druklassen; bijv. draag- en aandrijfassen, pennen voor zwaarder belaste slijtvaste machineonderdelen, geschikt voor druklassen; bijv. aandrijfassen, rondsels, spindels zeer zwaar belaste, slijtvaste machineonderdelen in natuurharde toestand, geschikt voor druklassen; bijv. nokken, walsrollen, matrijzen, besturingsonderdelen
b) Lasbaar fijnkorrelig constructiestaal, warmgewalst, volgens NEN EN 10025-3, -4 en -6 T3: normaalgegleeid/normaliserend gewalst (N) T4: thermomechanisch gewalst (M) T6: met hogere rekgrens in veredelde toestand (Q) genormaliseerde afmeting: $d_N = 16 \text{ mm}$									taaie, brosbreek- en verouderingsongevoelige gelegeerde staalsoorten met gering C-gehalte en fijne korrel, gekenmerkt door hoge rekgrens en goede lasbaarheid.
S275N (NL) S275M (ML) S355N (NL) S355M (ML) S420N (NL) S420M (ML) S460N (NL) S460M (ML) S550Q (QL, QL1) S690Q (QL, QL1) S960Q (QL)	1.0490 1.8818 1.0545 1.8823 1.8902 1.8825 1.8901 1.8827 1.8904 1.8931 1.8941	24 22 19 17 16 14 10	370 470 520 550 640 770 980	275 355 420 460 550 690 960	150 (275) 190 (355) 210 (390) 215 (395) 255 (410) 305 (520) 390 (625)	185 (330) 235 (425) 260 (480) 270 (495) 320 (570) 385 (655) 490 (785)	110 (190) 140 (245) 155 (295) 160 (305) 190 (355) 230 (415) 290 (505)	1,8 2,0 2,2	voor zwaar belaste, gelaste constructiedelen bij omgevings- en lage temperaturen; voorverwarmen niet vereist, hoge lassnelheid mogelijk; bijv. kraan- en voertuigbouw, hogedrukleidingen en -vaten, brugdelen, sluisdeuren en machine- en installatiebouw. Gegarandeerde kerfslagarbeid tot -20°C bij de kwaliteitsgroepen N, M en Q, tot -50°C bij NL en ML, -40°C bij QL en -60°C bij QL1.

Tabel 1-1 Vervolg

afkorting	staalsoort materiaal- nummer	A % min.	R _{mN} min.	R _{eN} R _{p0,2N} min.	σ _{Id WN} (σ _{Id ZwN})	σ _{bWN} (σ _{bZwN})	τ _{tWN} (τ _{tZwN})	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden	
c) Veredelstaal, ongelegeerd volgens NEN EN 10083-2 en gelegeerd volgens NEN EN 10083-3, 1 in veredelde toestand (+QT). ⁴⁾ Geschikt voor vlam- en inductiehardnen. 9 andere soorten onder f									ongelegeerde of gelegeerde machinebouwstaalsoorten die vanwege hun chemische samenstelling geschikt zijn om te harden en die in veredelde toestand hoge sterkte combineren met goede taaiheid; voor het lassen is voorverwarmen vereist	
genormaliseerde afmeting d _N = 16 mm										
C22E	1.1151	20	500	340	200 (340)	250 (405)	150 (235)	1,6	licht belaste delen met gelijkmatige structuur en goede oppervlaktekwaliteit; hefbomen, flenzen, schijven, aandrijfassen, drijfstanen; oppervlakteharding is mogelijk	gering belaste constructiedelen met kleine veredelingsdiameters (< 100 mm)
C40E C60E 28Mn6	1.1186 1.1221 1.1170	16 11 13	650 850 800	460 580 590	260 (460) 340 (570) 320 (540)	325 (550) 425 (695) 400 (680)	200 (320) 255 (400) 240 (410)	1,7	drijfwerkdelen met bijzonder gelijkmatige en zuivere structuur; op slijtage belaste onderdelen; oppervlakteharding; drijfwerkassen, tandwielen, wielbanden, krukassen, krukappen	
38Cr2 34Cr4	1.7003 1.7033	14 12	800 900	550 700	320 (540) 360 (590)	400 (660) 450 (740)	240 (380) 270 (480)	1,7	hefbomen, aandrijfassen, pennen, tandwielen, schroeven, wormen, smeedstukken	
25CrMo4 34CrMo4	1.7218 1.7220	12 11	900 1000	700 800	360 (590) 400 (640)	450 (740) 500 (800)	270 (480) 300 (525)		inlaatklepplaten, aandrijfassen, freesdoorns, spieassen, krukassen, krukpenen, grote drijfwerkassen	zwaarder belaste constructiedelen met grotere veredelingsdiameters
34CrNiMo6 30CrNiMo8 36NiCrMo16 51CrV4	1.6582 1.6580 1.6773 1.8159	9 9 9 9	1200 1250 1250 1100	1000 1050 1050 900	480 (725) 500 (750) 500 (750) 440 (685)	600 (910) 625 (935) 625 (935) 550 (855)	360 (605) 375 (625) 375 (625) 330 (565)	2,4 2,7	zwaarst belaste constructiedelen in de voertuig- en machinebouw; grote drijfwerkassen, turbineotors, tandwielen	
d) Carbonceerstaal volgens NEN EN 10084 in blindgeharde toestand (essentiële sterktewaarden) ⁵⁾									ongelegeerd en gelegeerd machinebouwstaal met laag C-gehalte dat aan de oppervlakte gecarboneerd of gecarbonitreerd en dan gehard wordt: voor vermoeiingsbestendige onderdelen met slijtvaste, harde oppervlakken; geschikt voor afbrandstuklassen en smeltlassen	
genormaliseerde afmeting d _N = 16 mm										
C10E C15E	1.1121 1.1141	16 14	500 800	310 545	200 (310) 320 (540)	250 (370) 400 (655)	150 (215) 240 (380)	1,1	direct hardbare kleine onderdelen met minder sterk kernmateriaal; pennen, bussen, tapen, hefbomen, scharnieren, spindels	1,7
17Cr3 28Cr4 16MnCr5	1.7016 1.7030 1.7131	11 10 10	800 900 1000	545 620 695	320 (540) 360 (590) 400 (640)	400 (655) 450 (740) 500 (800)	240 (380) 270 (430) 300 (480)		zwaar belaste onderdelen; kleinere tandwielen en aandrijfassen, pennen, nokkenassen, rollen, spindels, meetgereedschappen	
20MnCr5 20MoCr4	1.7147 1.7321	8 10	1200 900	850 620	480 (725) 360 (590)	600 (910) 450 (740)	360 (590) 270 (430)		direct hardbare onderdelen met sterk kernmateriaal; middelgrote tandwielen en assen in tandwielkasten en voertuigen	
22CrMoS3-5 20NiCrMo2-2	1.7333 1.6523	8 10	1100 1100	775 775	440 (685) 440 (685)	550 (855) 550 (855)	330 (535) 330 (535)		zwaar belaste aandrijfden met zeer hoge taaiheid; directe harding	2,1
17CrNi6-6 18CrNiMo7-6	1.5918 1.6587	9 8	1200 1200	850 850	480 (725) 480 (725)	600 (910) 600 (910)	360 (590) 360 (590)		zwaarst belaste onderdelen; rondsels, nokken, aandrijfassen, kegel-kroonwielen, kettingschakels	
e) Nitreerstaal volgens NEN EN 10085 in veredelde toestand (+QT)									gelegeerd veredelstaal, dat door nitridevormers (Cr, Al, Mo, V) voor het nitreren en nitrocarbeneren bijzonder goed geschikt is; de zeer harde oppervlakteharding geeft de constructiedelen een hoge slijtvastheid, hoge vermoeiingssterkte, roestbestendigheid, hittebestendigheid en geringe neiging tot 'vreten'; weinig vervorming	
genormaliseerde afmeting d _N = 100 mm										
31CrMo12	1.8515	10	1030	835	410 (650)	515 (815)	310 (540)	2,6	op slijtage belaste onderdelen met een hoge zuiverheidsgraad en een dikte tot 250 mm; zware krukassen, kalenderwalsen, matrijs-gietwerk	
31CrMoV9	1.8519	9	1100	900	440 (685)	550 (855)	330 (565)		hittebestendige slijtdelen tot 100 mm dik; klepspindels, slijpmachinespindels	
33CrMoV12-9	1.8522	11	1150	950	460 (705)	575 (880)	345 (585)		op slijtage belaste onderdelen tot 250 mm dik; pennen, spindels	
34CrAlMo5-10	1.8507	14	800	600	320 (540)	400 (680)	240 (415)		kruijpvaste slijtdelen tot boven 450 °C en 70 mm dikte; delen van stoomarmaturen	
34CrAlNi7-10	1.8550	10	900	680	360 (590)	450 (740)	270 (470)		voor grote op slijtage belaste constructiedelen; zware pluñjers, zuigerstangen	

Tabel 1-1 Vervolg

afkorting	staalsoort materiaal- nummer	A % min.	R _{mN} min.	R _{eN} R _{p0,2N} min.	σ _{dWN} (σ _{dZwN})	σ _{bWN} (σ _{bZwN})	τ _{yWN} (τ _{yZwN})	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden		
f) Staalsoorten voor vlam- en inductiehardens volgens NEN EN 10083 in veredelde toestand (+QT)								Oppervlak- tehardheid HRC min.	de staalsoorten zijn in het algemeen bestemd voor veredelde, vlam- of inductiegeharde machineonderdelen. Het staal wordt gehard door plaatselijke verhitting en afschrikken in de randzone, zonder dat dit invloed heeft op de sterkte en taaiheid van de kern.		
genormaliseerde afmeting d _N = 16 mm											
C35E	1.1181	17	630	430	250 (430)	315 (515)	190 (300)		48	licht belaste onderdelen met bijzonder gelijkmatige en zuivere structuur	
C45E	1.1191	14	700	490	280 (490)	350 (590)	210 (340)		55	drijfwerkonderdelen met bijzonder gelijkmatige en zuivere structuur	
C50E	1.1206	13	750	520	300 (515)	375 (625)	225 (360)		56	drijfwerkonderdelen met een zeer gelijkmatige structuur, betere verspaanbaarheid	
C55E	1.1203	12	800	550	320 (540)	400 (660)	240 (380)		58	zuigerpennen, drijfwerk- en nokkenassen met een zeer gelijkmatige en zuivere structuur	
46Cr2	1.7006	12	900	650	360 (590)	450 (740)	270 (450)		54	kogelbouten, spieassen, achterassen	
37Cr4	1.7034	11	950	750	380 (615)	475 (770)	285 (500)		51		
41Cr4	1.7035	11	1000	800	400 (640)	500 (800)	300 (525)		53		
42CrMo4	1.7225	10	1100	900	440 (685)	550 (855)	330 (565)	53	voor grotere doorsneden bij machine- en voertuigbouw met grote kerfslagvastheid; aandrijfassen, spieassen		
50CrMo4	1.7228	9	1100	900	440 (685)	550 (855)	330 (565)	58			
g) Automatenstaal volgens NEN EN 10087 (Voor een betere verspaning wordt het staal ook geleverd met een toevoeging van lood (Pb).)								ongenueerd staal, goed verspaanbaar en gemakkelijke spaanbreuk door toevoeging van zwavel; loodgelegeerde soorten geven hogere snijnsnelheden, dubbele standtijd en beter oppervlak; door hoog zwavel- en loodgehalte slechts beperkt lasbaar			
genormaliseerde afmeting d _N = 16 mm											
11SMn30	1.0715		380					1,8	niet geschikt voor warmtebehandeling; licht belaste, kleine onderdelen; pennen, assen, stiften, schroeven		
11SMn37	1.0736		380								
10S20	1.0721		360					1,9	geschikt voor oppervlakteharding; slijtvaste kleine onderdelen, assen, pennen, stiften, sterktewaarden in onbehandelde toestand		
15SMn13	1.0725		430								
35S20	1.0726	15	630	430	250 (430)	315 (515)	190 (300)	2,0	direct hardend automatenstaal; grotere onderdelen met grote belasting; aandrijfassen, onderdelen met schroefdraad, spindels sterktewaarden in veredelde toestand (+QT)		
36SMn14	1.0764	14	700	460	280 (460)	350 (550)	210 (320)				
38SMn28	1.0760	15	700	460	280 (460)	350 (550)	210 (320)				
44SMn28	1.0762	16	700	480	280 (480)	350 (575)	210 (330)				
46S20	1.0727	12	700	490	280 (490)	350 (590)	210 (340)				
h) Blank staal volgens NEN EN 10277-2, -3 in koudgetrokken toestand (+C)								koudverstevigd staafmateriaal met blank, glad oppervlak en grote maataunauwkeurigheid; vervaardigd door trekken, schillen en drukpolijsten en eventueel aanvullend slijpen			
genormaliseerde afmeting d _N = 16 mm											
S235JRC	1.0122	9	420	300	165 (300)	210 (360)	125 (210)	1,6	blank staal van constructiestaalsoorten; assen, pennen, stiften, bevestigings-elementen, opspanplaten, kostenefficiënte fabricage van machinedelen die geen verdere oppervlaktebehandeling behoeven		
S355J2C	1.0579	7	580	450	230 (415)	290 (525)	175 (310)	1,7			
E295GC	1.0533	7	600	420	240 (420)	300 (505)	180 (290)				
E335GC	1.0543	6	680	480	270 (475)	340 (575)	205 (330)				
35S20	1.0726	7	590	400	235 (400)	295 (480)	175 (275)				
44SMn28	1.0762	5	710	530	285 (495)	355 (620)	210 (365)				
C10	1.0301	9	430	300	170 (300)	215 (360)	130 (210)		blank staal van carbonerstaal; pennen, spindels, kleine onderdelen		
C15	1.0401	8	480	340	190 (340)	240 (410)	145 (235)				
C35	1.0501	7	600	420	240 (420)	300 (505)	180 (290)	1,7	blank staal van veredelstaalsoorten; aandrijfassen, stangen, rails, hefboomen, drukstukken, grondplaten		
C45	1.0503	6	710	500	285 (495)	355 (600)	210 (345)				1,8
C60	1.0601	5	780	550	310 (530)	390 (660)	235 (380)				

Tabel 1-1 Vervolg

afkorting	staalsoort materiaal- nummer	A % min.	R _{mN} min.	R _{eN} R _{p0,2N} min.	σ _{idWN} (σ _{idZwN})	σ _{bWN} (σ _{bZwN})	τ _{iWN} (τ _{iZwN})	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
i) Roestvrij staal (RVS) volgens NEN EN 10088-3 (halffabrikaten, stangen, profielen) Behandelingstoestand: ferritisch RVS: gegloeid (+A) martensitisch RVS: veredeld (+QT, bijv. QT700) austenitisch en austenitisch-ferritisch RVS: oplosgegloeid (+ AT) praktisch geen technologische grootte-inval									kenmerken zich door bijzonder goede bestendigheid tegen chemisch agressieve stoffen; bevatten minstens 10,5% Cr en hoogstens 1,2% C; bestendigheid berust op de vorming van deklagen bij chemische aantasting
X2CrMoTiS18-2	1.4523	15	430	280	170 (280)	215 (335)	130 (195)		zuurbestendige onderdelen in de textielindustrie
X6CrMoS17	1.4105	20	430	250	170 (250)	215 (300)	130 (175)		ferritische staalsoorten redelijk goed te lassen, hittebestendig, bijzondere magnetische eigenschappen, slecht verspaanbaar, koudovormbaar, niet bestand tegen interkristallijne corrosie E=220000 N/mm ²
X6Cr13	1.4000	20	400	230	160 (230)	200 (275)	120 (160)		automatenstaal; pennen, bevestigingselementen
X6Cr17	1.4016	20	400	240	160 (240)	200 (285)	120 (165)		chipsdragers, bestek, interieurdeuren
X20Cr13	1.4021	13	700	500	280 (490)	350 (600)	210 (350)	3,2	verbindingselementen, diepgetrokken vormdelen
X39CrMo17-1	1.4122	12	750	550	300 (515)	375 (645)	225 (380)		armaturen, flenzen, veren, turbinedelen
X14CrMoS17	1.4104	12	650	500	260 (460)	325 (575)	195 (345)		martensitische staalsoorten hardbaar, goed verspaanbaar, hoge sterkte, magnetisch, beperkt lasbaar E=216000 N/mm ²
X12CrS13	1.4005	12	650	450	260 (450)	325 (540)	195 (310)		buizen, aandrijfassen, spindels, slijtdelen
X3CrNiMo13-4	1.4313	15	780	620	310 (530)	390 (665)	235 (425)		automatenstaal; draadelen, apparatenbouw
X17CrNi16-2	1.4057	14	800	600	320 (540)	400 (680)	240 (415)	4,0	verbindingselementen, snijgereedschappen, op slijtage belaste onderdelen
X5CrNi18-10	1.4301	45	500	190	200	250	150		universele toepassing; de bouw, voertuigbouw, levensmiddelenindustrie
X8CrNiS18-9	1.4305	35	500	190	200	250	150		austenitische staalsoorten goed te lassen, goed koudovormbaar, moeilijk te verspanen niet magnetisch E=200000 N/mm ²
X6CrNiTi18-10	1.4541	40	500	190	200	250	150		automatenstaal; machine- en verbindingselementen
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	40	500	200	200	250	150		huishoudelijke artikelen, foto-industrie, sanitair
X2CrNiMo17-13-3	1.4429	40	580	280	230	290	175	5,8	off-shore techniek, drukvaten, gelaste constructiedelen, draag- en aandrijfassen
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	40	500	200	200	250	150		blekerijen, levensmiddelen-, olie- en verfindustrie
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	40	500	200	200	250	150		reservoirs (tankwagens) verwarmingsketels, kunsthar- en rubberindustrie
Alle austenitische soorten koud versterkt									dragende constructiedelen
treksterkteniveaus	C700	20	700	350	280 (350)	350 (420)	210 (240)		
	C800	12	800	500	320 (500)	400 (600)	240 (345)		
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	25	650	450	260 (450)	325 (540)	195 (310)		constructiedelen voor hoge chemische en mechanische belasting; water- en afvalwatertechniek, offshore-techniek, cellulose- en chemische industrie, tankconstructies, centrifuges, transporttechniek
X2CrNiN23-4	1.4362	25	600	400	240 (400)	300 (480)	180 (275)		austenitisch-ferritisch staal (duplex-staal) bestand tegen spanningscorrosie, goed bestand tegen erosie en grote vermoeiingssterkte E=200000 N/mm ²
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	25	730	530	290 (500)	365 (630)	220 (365)		

1) vermoeiingssterkte volgens DIN 743-3; richtwaarden: $\sigma_{bW} \approx 0,5 \cdot R_m$, $\sigma_{idW} \approx 0,4 \cdot R_m$, $\tau_{iW} \approx 0,3 \cdot R_m$.

2) A breukrek; d_N referentieafmeting (diameter, dikte) van het halffabrikaat volgens de betreffende materiaalnorm; R_{mN} genormeerde waarde voor de treksterkte bij d_N ; R_{eN} genormeerde waarde van de rekgrens bij d_N ; $R_{p0,2N}$ genormeerde waarde voor de 0,2 %-rekgrens; d_N ; σ_{idWN} wisselsterkte trek/druk bij d_N ; σ_{bWN} buigwisselsterkte bij d_N ; τ_{iWN} torsiewisselsterkte bij d_N ; σ_{idZwN} zwelsterkte trek/druk bij d_N ; σ_{bZwN} buigzwelsterkte bij d_N ; τ_{iZwN} torsiezwelsterkte bij d_N .

Voor de zwelsterkte geldt: $\sigma_{Zw} = \frac{2 \sigma_W}{\psi_\sigma + 1}$. Deze wordt naar boven begrensd door de vloeigrenzen R_e , $\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_e$ en

$\tau_{iF} = 1,2 \cdot R_e / \sqrt{3}$. De vergelijking geldt voor trek/druk en buiging, maar ook voor torsie indien σ door τ en ψ_σ door ψ_τ vervangen wordt. Bepaling van de middelspanningsgevoeligheid ψ m.b.v. vergelijking (3.19).

3) Deze kosten hebben betrekking op het volume en geven aan met hoeveel een bepaald materiaal (rondstaal van gemiddelde afmeting bij afname van 1000 kg vanaf fabriek) duurder is dan een gewalst rondstaal van S235JR. Bij afname van kleine hoeveelheden en afmetingen moet rekening worden gehouden met hogere kosten (zie ook VDI-richtlijn 2225-2).

4) Bij ongelegeerd veredelstaal bezitten de edelstaalsoorten met voorgeschreven maximaal zwavelgehalte (bijv. C45E) resp. voorgeschreven minimale en maximale waarden van het zwavelgehalte (bijv. C45R) en de bijbehorende kwaliteitsstaalsoorten (bijv. C45) gelijke sterkte-eigenschappen.

5) Sterktewaarden alleen ter informatie. NEN EN 10084 geeft in bijlage F alleen de minimale treksterkte na het veredelen weer.

Tabel 1-2 IJzer-koolstof gietmaterialen
Sterktewaarden in N/mm²

materiaalaanduiding		A % min.	R _{mN}	R _{p0,2N}	σ _{bWN}	E	relatieve materiaal- kosten ¹⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden	
aanduiding	nummer		min.	min.		kN/mm ²			
a) Gietijzer met lamellengrafiert volgens NEN EN 1561 ²⁾ Trekvastheid als kenmerkende eigenschap								het meest gebruikte gietmateriaal met goed vormvul- lend vermogen; voor ingewikkelde en relatief dunwand- dige delen; bros, hoge druksterkte [ca. (3 ... 4) R _m], gunstige glijeigenschappen, grote in- wendige demping, niet kerfgevoelig, zeer goed ver- spaansbaar, beperkt lasbaar	
genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk): d _N = 20 mm									
EN-GJL-100	5.1100	0,8 tot 0,3	100	—	—	—	3	niet voor dragende elementen; bij bijzondere eisen be- treffende warmtegeleiding, demping en bewerkbaar- heid; constructie- en handelsgietijzer	
EN-GJL-150	5.1200		150	—	70	78 tot 103		voor zwaarder belaste dunwandige delen; licht machi- négietwerk; behuizingen, staanders, stuurschijven	
EN-GJL-200	5.1300		200	—	90	88 tot 113		gebruikelijke soorten in de machinebouw; gemiddeld machinégietwerk; lagerblokken, hefbomen, riemschijven	
EN-GJL-250	5.1301		250	—	120	103 tot 118		druk dicht en hittebestendig gietijzer (tot ca. 400 °C); cilinders, armaturen, pomphuisen	
EN-GJL-300	5.1302		300	—	140	108 tot 137		voor zwaar belaste onderdelen; motorvoeten, lagerscha- len, remschijven	
EN-GJL-350	5.1303		350	—	145	123 tot 143		voor uitzonderingsgevallen (zwaarste belasting), delen met gelijkmatige wanddikte, turbinehuizen, frames voor persen	
b) (Nodulair) gietijzer met kogelgrafiert volgens NEN EN 1563								hoogwaardig gietmateriaal dat de afzonderlijke voorde- len van gietstaal en GJL in zich verenigt; op staal gelij- kende eigenschappen, goed giet- en bewerkbaar, grote vastheid en de oppervlakte is hardbaar	
genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk): d _N = 60 mm									
EN-GJS-350-22-LT	5.3100	22	350	220	180	169	4,5	Ferritisch tot perlitisch gietijzer structuur overwegend ferriet, goed bewerkbaar, hoge taaiheid, geringe slijtvastheid, huizen voor pompen en tandwielkasten, astappen, voorasbruggen, afsluitklep- pen, zwenklagers (LT: voor lage temperatuur, RT: voor kamertemperatuur)	
EN-GJS-350-22-RT	5.3101	22	350	250					
EN-GJS-350-22	5.3102	22	350	220					
EN-GJS-400-18-LT	5.3103	18	400	240	195				
EN-GJS-400-18-RT	5.3104	15	400	250					
EN-GJS-400-18	5.3105	18	400	250					
EN-GJS-400-15	5.3106	15	400	250					
EN-GJS-450-10	5.3107	10	450	310	210			samenstelling overwegend ferriet; goedkope soorten, centrifugaalgietwerk	
EN-GJS-500-7	5.3200	7	500	320	224			174	structuur overwegend ferriet-perliet resp. perliet-ferriet; goed bewerkbaar, gemiddelde slijtvastheid, gemiddelde sterkte en taaiheid; remonderdelen, lagerblokken, drijfstanden, krukassen, frames voor persen
EN-GJS-600-3	5.3201	3	600	370	248	structuur overwegend perliet; hoge slijtvastheid; kabel- trommels, turbineschoepen, tandkranen			
EN-GJS-700-2	5.3300	2	700	420	280	176			structuur perliet resp. warmtebehandeld martensiet; goede oppervlaktehardbaarheid en slijtvastheid; dik- wandige gietstukken
EN-GJS-800-2	5.3301	2	800	480	304			structuur meestal warmtebehandeld martensiet; zeer goede slijtvastheid, voldoende te bewerken; tandkran- en, omvormgereedschap	
EN-GJS-900-2	5.3302	2	900	600	317			structuur meestal warmtebehandeld martensiet; zeer goede slijtvastheid, voldoende te bewerken; tandkran- en, omvormgereedschap	
EN-GJS-450-18	5.3108	18	450	350	210	169		Met mengkristal gehard ferritisch gietijzer hogere rekgrens en rek, minder variatie in hardheid, betere bewerkbaarheid	
EN-GJS-500-14	5.3109	14	500	400	224				
EN-GJS-600-10	5.3110	10	600	470	248				174
c) Bainitisch gietijzer volgens NEN EN 1564								bainitisch gietijzer met kogelvormig grafiert ADI (Aus- tempered Ductile Iron) wordt vervaardigd door een veredelingsbehandeling van gietstukken van GJS, er ontstaat een microstructuur van naaldvormig ferriet en restaunenit zonder carbiden; zeer sterk constructiemate- riaal met hoge plasticiteit en taaiheid	
genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk): d _N = 60 mm									
EN-GJS-800-8 EN-GJS-1000-5 EN-GJS-1200-2 EN-GJS-1400-1	EN-JS1100 EN-JS1110 EN-JS1120 EN-JS1130	8 5 2 1	800 1000 1200 1400	500 700 850 1100	450 485 415	163 160 158 156	(7)	maakt lichtgewicht constructies mogelijk, in het bijzon- der bij voertuigonderdelen, door koudversteving, grote vormgevingsvrijheid, geringe geluidsemissie van con- structie-elementen en goede dempingseigenschappen; tandkranen, wielnaven, asbehuizingen, glijplaten, veer- zadels, bladveerlageringen, pikarmen voor railbouwmachi- nes	
d) Gietijzer met vermiculair grafiert (volgens VDG-Merkblatt W 50)								gietijzer met wormvormig grafiert, waarvan de eigen- schappen tussen GJL en GJS liggen; hogere sterkte, taai- heid, stijfheid en betere bestendigheid tegen oxidatie en temperatuurschommelingen dan GJL; betere gietei- genschappen, bewerkbaarheid en dempingscapaciteit dan GJS	
genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk): d _N = 20 mm									
GJV-300 GJV-350 GJV-400 GJV-450 GJV-500		1,5 1,5 1,0 1,0 0,5	300 350 400 450 500	240 260 300 340 380	150 180 200 220 250	120 tot 160	(4)	structuur overwegend ferriet resp. perliet; voor aan ver- hoogde temperatuur(wisselingen) blootgestelde con- structie-elementen; cilinderkoppen, cilinderkasten, cen- trifugaalcompressors, remschijven, uitlaatpijpen en - bochtstukken, vliegwielen, gietcoquilles (matrijzen)	

Tabel 1-2 Vervolg

materiaalaanduiding		A % min.	R _{mN} min.	R _{p0,2N} min.	σ _{bWN}	E kN/mm ²	relatieve materiaal- kosten ¹⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
aanduiding	nummer							
c) Getemperd gietijzer volgens NEN EN 1562 ³⁾								krijgt door gloeien staalachtige eigenschappen; voor stuksgewichten tot 100 kg in de seriefabricage zeer economisch produceerbaar, goed verspaanbaar, productie- en constructieclassen mogelijk, geschikt voor oppervlakteharden, vaak concurrerend met GJS en smeedstukken
genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk): d _N = 15 mm								
EN-GJMW-350-4	5.4200	4	350	—	150	175 tot 195	5	ontkolend gegloeid (wit) getemperd gietijzer voor dunwandige gietstukken (≤8 mm) voor licht belaste onderdelen, voordelig; beslagdelen, fittingen, schalmen van transportkettingen
EN-GJMW-360-12	5.4201	12	360	190	155			geschikt voor lassen waarop krachten werken; klep- en stuurhuizen, flenzen, gecombineerde constructies met gewalst staal
EN-GJMW-400-5	5.4202	5	400	220	170			standaard soort, goed lasbaar, voor dunwandige onderdelen; lagerhuizen, fittingen, steigerdelen, grepen, spiebevestigingen
EN-GJMW-450-7	5.4203	7	450	260	190			goed verspaanbaar, slagvast; armaturen voor pijpleidingen, draagklemmen, steiger- en bekistingsdelen, isolatorkappen, onderdelen voor voertuigen
EN-GJMW-550-4	5.4204	4	550	340	230			
EN-GJMB-300-6	5.4100	6	300	—	130			niet-ontkolend gegloeid (zwart) getemperd gietijzer voor drukdichte onderdelen; hydrauliekgietwerk, stuurblokken, klephuizen
EN-GJMB-350-10	5.4101	10	350	200	150			goed verspaanbaar, taai: kettingschalmen, behuizingen, beslagdelen, fittingen, remdragers voor vrachtwagens, koppelingdelen, klemschoenen, steeksleutels
EN-GJMB-450-6	5.4205	6	450	270	190			
EN-GJMB-500-5	5.4206	5	500	300	210			
EN-GJMB-550-4	5.4207	4	550	340	230			alternatief voor smeedstukken, ideaal voor oppervlakteharden; voor krukassen, remdragers, behuizingen, nokkassen, hefbomen, wielnaven, stuur- en schakelvorken
EN-GJMB-600-3	5.4208	3	600	390	250			
EN-GJMB-650-2	5.4300	2	650	430	265			hoge sterkte bij voldoende verspaanbaarheid, goed alternatief voor smeedstukken; voor zuigers, vorkkopen, drijfstanen, schakelvorken, kroonwielen, apparaathouders
EN-GJMB-700-2	5.4301	2	700	530	285			
EN-GJMB-800-1	5.4302	1	800	600	320			
f) Austenitisch gietijzer volgens NEN EN 13835 (handelsnaam Ni-Resist)								veelzijdig toepasbaar hooggelegeerd gietmateriaal met 12 tot 36 % nikkelgehalte; de genormaliseerde soorten – twee met lamellen – en tien met kogelvormig grafiet – zijn goed giet- en bewerkbaar; al naar gelang de samenstelling en grafietvorming hebben ze een groot aantal vaak vereiste eigenschappen
geen technologische grootte-invalde binnen het afmetingengebied van de norm								
EN-GJLA-XNiCuCr15-6-2	EN-JL3011	2	170	—	75	85 tot 105	(6)	corrosiebestendig tegen alkaliën, verdunde zuren en zeewater, goede glijeigenschappen, geringe sterkte en taaiheid, hoge dempingscapaciteit, voordelig; voor zuigerveerhouders, licht mechanisch belaste constructie-elementen, loopbussen
EN-GJSA-XNiCr20-2	EN-JS3011	7 tot 20	370	210	160	112 tot 130		zoals GJLA-XNiCuCr15-6-2, maar betere mechanische eigenschappen; voor pompen, kleppen, compressoren, behuizingen voor centrifugaalcompressoren, niet-magnetiseerbare gietstukken
EN-GJSA-XNiSiCr35-5-2	EN-JS3061	10 tot 20	380	210	160	130 tot 150		zeer hitte- en temperatuurbestendig, bijzonder goed bestand tegen hamerslag, hoge warmtesterkte, lage uitzettingscoëfficiënt; voor bochtstukken van uitlaten, centrifugaalcompressoren en onderdelen van gasturbinebehuizingen
EN-GJSA-XNiCr30-3	EN-JS3081	7 tot 18	370	210	160	92 tot 105		grotere bestendigheid tegen corrosie, hitte en temperatuurwisselingen, magnetiseerbaar; toepassing als GJSA-XNiCr20-2, bij hogere eisen voor wat betreft de corrosiebestendigheid
EN-GJSA-XNiSiCr30-5-5	EN-JS3091	1 tot 4	390	240	160	90		grote bestendigheid tegen corrosie, hitte en temperatuurwisselingen, bijzonder goed bestand tegen hamerslag, zeer slijtbestendig, magnetiseerbaar; voor onderdelen met hogere eisen voor wat betreft de hitte- en slijtbestendigheid, onderdelen van ovens

Tabel 1-2 Vervolg

materiaalaanduiding		A % min.	R_{mN} min.	$R_{p0,2N}$ min.	σ_{bWN}	E kN/mm ²	relatieve materiaal- kosten ¹⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
aanduiding	nummer							
g) Gietstaal voor algemene toepassingen volgens NEN EN 10293 (Betekenis: +N → normaalgluieren, +QT of +QT1 of +QT2 → veredelen (harden in lucht vloeistof + temperen)) Genormaliseerde afmeting van het proefstuk (gelijkwaardige diameter van het ruwe gietstuk) $d_N = 100$ mm Bij hooggelegeerde soorten geen grootte-invloed.								direct in vormen gegoten staal, afhankelijk van toegepaste staalsoort en warmtebehandeling optimaal instelbare eigenschappen met betrekking tot sterkte, slijtage- en corrosiebestendigheid en gebruikstemperaturen, ideaal constructiemateriaal door uitstekende lasbaarheid, mechanische eigenschappen verregaand richtingsonafhankelijk.
GE 200 +N GS 200 +N GE 240 +N GS 240 +N GE 300 +N	1.0420 1.0449 1.0456 1.0455 1.0558	25 25 22 22 18	380 380 450 450 520	200 200 240 240 300	190 190 225 225 260	210	6	onlegeerd gietstaal (0,1 tot 0,5 % C), wordt bij temperaturen tussen -10 °C en +300 °C voor onderdelen gebruikt die blootgesteld worden aan gemiddelde belastingen: machineframes, hefboomen, tandwielen, zuigerstangen, remschijven
G17Mn5 +QT G20Mn5 +QT G28Mn6 +QT1 G10MnMoV6-3 +QT2 G26CrMo4 +QT2 G42CrMo4 +QT2 G35CrNiMo6-6 +QT2 G32NiCrMo8-5-4 +QT2 G30NiCrMo14 +QT2	1.1131 1.1120 1.1165 1.5410 1.7221 1.7231 1.6579 1.6570 1.6771	24 22 14 18 10 10 10 10 7	450 500 600 500 700 850 900 1050 1100	240 300 450 380 550 700 800 950 1000	225 250 300 250 350 425 450 525 550	210	(8)	laaggelegeerd gietstaal in veredelde toestand; toepassing tot +300 °C voor dynamisch hoogbelaste onderdelen; productie- en constructieclassen mogelijk; tankransen, frames voor walsen, turbineonderdelen, scharnierstukken, klep- en schuifhuizen, offshore-elementen
GX3CrNi13-4 +QT GX4CrNi16-4 +QT1 GX4CrNi13-4 +QT2 GX4CrNiMo16-5-1 +QT GX23CrMoV12-1 +QT	1.6982 1.4421 1.4421 1.4405 1.4931	15 15 10 15 15	700 780 1000 760 740	500 540 830 540 540	350 390 500 380 370	200	(9)	niet-roestend gietstaal , heeft door een chroomgehalte van minstens 12 % een bijzondere bestendigheid tegen chemische invloeden, drukwaterbestendig; turbine- en klephuizen, pompen, loopwielen, apparaatonderdelen, aandrijfassen
h) Corrosiebestendig gietstaal volgens NEN EN 10283 geen technologische grootte-invloed binnen de afmetingen van de norm								heeft door een chroomgehalte van minstens 12 % een bijzondere bestendigheid tegen chemische invloeden; geleverd worden de martensitische soorten in veredelde (+QT) en de austenitische in afgeschrikte toestand (+AT)
GX12Cr12 GX7CrNiMo12-1 GX4CrNi13-4 (+QT1) (+QT2) GX4CrNiMo16-5-1 GX4CrNiMo16-5-2 GX2CrNi19-11 GX5CrNiNb19-11 GXCrNiMo19-11-2 GX5CrNiMoNb19-11-2 GX2NiCrMo28-20-20 GX2NiCrMoCu25-20-5 GX2NiCrMoN25-20-5 GX2NiCrMoCuN25-20-6 GX6CrNiN26-7 GX2CrNiMoN25-7-3 GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	1.4011 1.4008 1.4317 1.4405 1.4411 1.4309 1.4552 1.4408 1.4581 1.4458 1.4584 1.4416 1.4588 1.4347 1.4417 1.4517	15 15 15 12 15 15 30 25 30 25 30 30 30 30 20 22 22	620 590 760 900 760 760 440 440 440 440 430 450 450 480 590 650 650	450 440 550 830 540 540 185 175 185 185 165 185 185 210 420 480 480	310 295 380 450 380 380 220 220 220 220 215 225 225 240 295 325 325	200	(9)	martensitisch gietstaal met verhoogde corrosieweerstand tegen zoet water zonder bijzondere eisen voor wat betreft de taatheid, niet geschikt voor het constructie- en onderhoudslas-sen; turbines, compressoren uitstekende sterkte-taaithoudingsverhouding, hoge weerstand tegen cavitatie/erosie, zeer goede lasbaarheid en taatheid; waterturbines, hoogvaste rotorbladen en pompwielen corrosiebestendig ook in choorhoudende media, verbeterde koud-taatheid; assen, loopwielen, pompen austenitisch gietstaal , goede bestendigheid, lasbaarheid en taatheid; corrosiebestendige gietstukken voor de chemische industrie; schoepen voor menginstallaties, beluchtingsrotors, pomponderdelen volledig austenitisch gietstaal , met verbeterde corrosiebestendigheid door hoger Mo- en Ni-gehalte; gietstukken met hoge bestendigheid tegen puntroestvorming, spleetcorrosie en interkristallijne corrosie; chemische procestechniek, afvoerwatertransport, milieubescherming austenitisch-ferritisch gietstaal (duplex-gietstaal), hoge rekgrens bij goede bestendigheid tegen puntroestvorming; voor door erosieslijtage en cavitatie belaste constructiedelen op het gebied van zeewater- en rookgasontzwarelingsinstallaties; pompen, scheepsschroeven

¹⁾ Zie voetnoot 3 bij tabel 1-1.

Bij gietstukken gelden de aangegeven vergelijkingswaarden onder de volgende voorwaarden: holle gietstukken (met kern) met eenvoudige ribben en uitsparingen; seriegrootte ca. 50, stukgewicht 5 tot 10 kg.

²⁾ De overige 6 soorten worden benoemd volgens de brinellhardheid: EN-GJL-HB 155, -HB 175, -HB 195, -HB 215, -HB 235, -HB 255.

³⁾ Voor de soorten EN-GJMB-350-10, -450-6 en -650-2 is een minimale slagenergie vastgelegd (14J, 10J en 5J). De soort EN-GJMB-300-6 mag niet voor drukttoepassingen worden gebruikt.

Tabel 1-3 Non-ferro metalen
Keuzetabel voor de algemene machinebouw
sterktewaarden in N/mm² 1)

materiaalaanduiding		toe-stand ^{b)}	dikte diam. mm	A % min.	R _m min.	R _{p0,2} min.	E kN/mm ²	relatieve materiaal-kosten ²⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
aanduiding	nummer								
a) Koperlegeringen ³⁾									kenmerken zich door hoge corrosiebestendigheid, zeer goede glijeigenschappen en grote slijtvastheid, hoog elektrisch en thermisch geleidingsvermogen en goede bewerkbaarheid, werken bacteriëndodend
CuBe2	CW101C	R420 R600 R1150	rondstaven 2 ... 80 25 ... 80 2 ... 80	35 10 2	420 600 1150	140 480 1000	122		1. Koper-zink-kneedlegeringen volgens NEN EN 12163 voor de hoogste eisen op het gebied van hardheid, elasticiteit en slijtage, goed te solderen; optimale uithardingstijd; allerlei soorten veren, membranen, spanbanden, niet-magnetische constructiedelen, lagerstenen, worm- en rechte tandwielen, draadelen van klokken, spuitgiematrijzen, vonkveilige gereedschappen
CuNi2Si	CW111C	R450 R690 R800	4 2 ... 80 2 ... 30	10 10 10	450 690 800	390 570 780	143	8	goed geleidingsvermogen, goed bestand tegen corrosie en slijtage, goede glijeigenschappen, hoge wissel- en kruip-bezwijksterkte, uithardbaar; voor zwaar belaste bussen, drukschijven en leibanen, wentellagerkooien, onderdelen voor elektrische leidingen, bevestigingsdelen in de scheepsbouw, draadkabels, hoogvaste schroeven
CuCr1Zr CuCr1	CW106C CW105C	R200 R400 R470	8 ... 80 50 ... 80 4 ... 25	30 12 7	200 400 470	60 310 380	120		hoog elektrisch geleidingsvermogen, hoge ont-hardningstemperatuur en kruip-bezwijksterkte, nauwelijks las- en soldeerbaar; zeer temperatuurbestendig, uithardbaar; coquilles voor het continugieten, stroomvoerende veren en contacten, elektroden voor weerstandslas, extrusieprofielen
CuZn37	CW508L	R310 R370 R440	rondstaven 2 ... 80 2 ... 40 2 ... 10	30 12 2	310 370 440	120 300 400	110		2. koper-zink-kneedlegeringen volgens NEN EN 12 163 zeer goed koud vormbaar, goed soldeer- en lasbaar, corrosiebestendig tegen zoet water, polijstbaar; dieptrek-, druk- en stempeldelen, contactveren, schroeven, bladveren, radiatorbeugels
CuZn31Si1	CW708R	R460 R530	5 ... 40 5 ... 14	22 12	460 530	250 330	109	8	goede glijeigenschappen ook bij hoge belastingen, koudomvormbaar, beperkt soldeer- en lasbaar; lagerbussen, glijelementen, geleidingen, matrijsmeedstukken
CuZn38Mn1Al	CW716R	R490 R550	5 ... 40 5 ... 14	18 10	490 550	210 280	93		gemiddelde sterkte, goed bestand tegen weersinvloeden, goed koud omvormbaar; glijlagers, glijelementen, extrusieprofielen
CuZn40Mn2Fe1	CW723R	R460 R540	5 ... 40 5 ... 14	20 8	460 540	270 320	100		gemiddelde sterkte, weersbestendig, goed soldeerbaar, koud en warm omvormbaar; apparatenbouw, algemene machinebouw, de bouw, armaturen, koelapparatuur
CuSn6	CW452K	R340 R400 R470 R550	rondstaven 2 ... 60 2 ... 40 2 ... 12 2 ... 6	45 26 15 8	340 400 470 550	230 250 350 500	118	14	3. Koper-zink-kneedlegeringen volgens NEN EN 12163 zeer goed koud omvormbaar, goed soldeer- en lasbaar, bestand tegen zeewater en industriële atmosferen; allerlei soorten veren, slang- en veerrollen, membranen, weef- en zeefdraad, tandwielen, bussen, onderdelen voor de chemische industrie
CuSn8 CuSn8P	CW453K CW459K	R390 R450 R550 R620	2 ... 60 2 ... 40 2 ... 12 2 ... 6	45 26 15 —	390 450 550 620	260 280 430 550	115		zoals CuSn6, verhoogde slijt- en corrosiebestendigheid; dunwandige glijlagerbussen en glijlijsten, slaglijsten CuSn8P als lagermetaal voor geharde assen bij hoge, stotende belasting (bijv. Carobrons)
CuZn36Pb3	CW603N	R360 R340 R400 R480	rondstaven 6 ... 40 40 ... 80 2 ... 25 2 ... 12	20 20 12 8	360 340 400 480	180 160 250 380	102		4. Koper-zink-lood-kneedlegeringen volgens NEN EN 12164 zeer goed verspaanbaar en warm omvormbaar; draadelen, die met de automaat gemaakt worden, dunwandige extrusieprofielen (bouwprofielen)
CuZn37Mn3Al2 PbSi	CW713R	R540 R590 R620	6 ... 80 6 ... 50 15 ... 50	15 12 8	540 590 620	280 320 350	93	7	hoge sterkte en slijtvastheid, goed bestand tegen atmosferische corrosie, ongevoelig voor oliecorrosie; constructie-elementen in de machinebouw, glijlagers, klepgeleiders, drijfwerkonderdelen, zuigerringen
CuZn39Pb2	CW612N	R380 R360 R410 R490	6 ... 40 40 ... 80 2 ... 40 6 ... 14	20 25 15 —	380 360 410 490	160 150 250 370	120		zeer goed verspaanbaar, goed warm en beperkt koud omvormbaar, boor- en freeskwaliteit; onderdelen voor de precision engineering, de machine- en apparatenbouw

Tabel 1-3 Vervolg

materiaalaanduiding		toestand ⁴⁾	dikte diam. mm	A % min.	R _m min.	R _{p0,2} min.	E kN/mm ²	relatieve materiaal-kosten ²⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
aanduiding	nummer								
CuAl10Fe3Mn2	CW306G	R590 R690	rondstaven 10 ... 80 10 ... 50	12 6	590 690	330 510	120	14	5. Koper-aluminium-kneedlegeringen volgens NEN EN 12163 hoge vermoeingssterkte ook bij hoge corrosiebelasting, goede corrosiebestendigheid, zeewaterbestendig, bestand tegen koolafzetting, erosie en cavitatie, warmvast; constructieonderdelen voor de chemische apparatenbouw, hamerslagbestendige onderdelen, schroeven, aandrijfassen, tandwielen, klepzittingen
CuAl10Ni5Fe4	CW307G	R680 R740	10 ... 80 10 ... 80	10 8	680 740	480 530			zoals CW306G; condensatorbodems, slijtdelen, hydraulische besturingsonderdelen, papierindustrie, aandrijfassen, schroeven, matrijsmeedstukken zoals CW306G; zwaar belaste constructiedelen: lageronderdelen, klepzittingen, drukplaten, slijtdelen
CuAl11Fe6Ni6	CW308G	R750 R830	10 ... 80 10 ... 80	10 —	750 830	450 680			
CuNi10Fe1Mn	CW352H	R280 R350	rondstaven 10 ... 80 2 ... 20	30 10	280 350	90 150	134	18	6. Koper-nikkel-kneedlegeringen volgens NEN EN 12163 uitstekende weerstand tegen erosie, cavitatie en corrosie, ongevoelig voor spanningsscheurcorrosie, geneigd tot puntroestvorming bij afzetting van vreemde stoffen, goed koud omvormbaar en soldeerbaar; pijpleidingen, remleidingen, platen en bodems voor warmtewisselaars, condensatoren, apparatenbouw, zoetwaterbereiders zoals CW352H, maar nog beter bestand tegen erosiecorrosie; oliekoeler, ontziltingsinstallaties, scheepscondensatoren 'nieuwzilver', goed bestand tegen atmosferische invloeden, organische verbindingen, neutrale en alkalische zoutoplossingen, zeer goed koud omvormbaar, soldeer- en polijstbaar; onderdelen voor optica en precision engineering, dieptrek- en stempeldelen, tafelapparatuur, contactveren, bouwwezen
CuNi30Mn1Fe	CW354H	R340 R420	10 ... 80 2 ... 20	30 14	340 420	120 180	152		
CuNi12Zn24	CW430J	R380 R450 R540	2 ... 50 2 ... 40 2 ... 10	38 11 5	380 450 540	270 300 450	125		
CuSn10-C	CC480K	GS GM GC GZ		18 10 10 10	250 270 280 280	130 160 170 160	94 ... 98	13	7. Koper-tin-gietlegeringen volgens NEN EN 1982 (giet-tinbrons) bestand tegen corrosie, cavitatie en zeewater; zwaarbelaste en corrosiebestendige pomphuizen en armaturen, snelopende worm- en tandwielen met stootbelasting, klepzittingen goede slijtvastheid; hoogbelaste glijelementen, met belasting bewegende spindelmoeien, worm- en schroefwielkransen, glijlagers met hoge belastingspieken Standaardlegering met goede glij- en slijteigenschappen bij goede corrosiebestendigheid, uitstekende droogloopeigenschappen; bussen, glijelementen, glijlijsten, lagerschalen hogere 0,2 %-rekgrens en vermoeingssterkte, delamineren van metalen deeltjes aan de tandflanken van kegel- en wormwielen wordt voorkomen (pitting); snelopende worm- en schroefwielkransen, hoogbelaste pomp- en armatuuronderdelen, spindelmoeien
CuSn11Pb2-C	CC482K	GS GZ GC		5 5 5	240 280 280	130 150 150			
CuSn12-C	CC483K	GS GM GC GZ		7 5 6 5	260 270 300 280	140 150 150 150			
CuSn12Ni2-C	CC484K	GS GZ GC		12 8 10	280 300 300	160 180 180			
CuZn33Pb2-C	CC750S	GS, GZ		12	180	70	98	11	8. Koper-zink-gietlegeringen volgens NEN EN 1982 gunstig in prijs, goed verspaanbaar, slijp- en polijstbaar, gemiddeld geleidingsvermogen, goed bestand tegen aantasting door bedrijfswater; bij voorkeur voor zandgietdelen, gas- en waterarmaturen, behuizingen, constructiedelen Voordelig coquilletgetwerk voor serie-producten; water-, sanitair- en verwarmingsinstallaties spuitgietlegering voor ontzinkingsbestendige gietstukken, bestand tegen chloorhoudend water hoge sterkte en hardheid; voor statisch hoog belastbare constructiedelen, klep- en stuurdelen, kegels, passingen gemiddelde sterkte; constructie- en besturingsmateriaal in werktuigbouw en precision engineering, coquilletgetwerk voor machinebouw en elektrotechniek
CuZn37Pb2Ni1AlFe-C	CC753S	GM		15	300	150	100		
CuZn33Pb2Si-C	CC751S	GP		5	400	280	105		
CuZn34Mn3Al2Fe1-C	CC764S	GS GM GZ		15 10 14	600 600 620	250 260 260	110		
CuZn37Al1-C	CC766S	GM		25	450	170	100		

Tabel 1-3 Vervolg

materiaalaanduiding		toe- stand ⁴⁾	dikte diam. mm	A % min.	R _m min.	R _{p0,2} min.	E kN/mm ²	relatieve materiaal- kosten ²⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden	
aanduiding	nummer									
CuSn5Zn5Pb5-C	CC491K	GS GM GZ GC		13 6 13 13	200 220 250 250	90 110 110 110	95	12	9. Koper-tin-zink-(lood-)gietlegeringen (rood mes- sing) en koper-tin-lood-gietlegeringen (giet-tin- loodbrons) volgens NEN EN 1982 basislegering, niet voor glijdoeleinden, zeer corro- siebestendig, goede sterkte-, bewerkings- en gietei- genschappen; hoogwaardige kleppen, armaturen, waterpompbehuizingen, tandwielen, drukdichte gietstukken standaard glijmateriaal met uitstekende droogloop- eigenschappen, gemiddelde sterkte en hardheid; glijlagers voor geharde en ongeharde aandrijfassen, glijplaten en -lijsten, drukwalsen, coating voor scheepsassen constructiemateriaal met hoge sterkte en rek, ge- ringe wanddiktegevoeligheid en gasdoorlaatbaar- heid, drukdicht	
CuSn7Zn4Pb7-C	CC493K	GS GM GC, GZ		15 12 12	230 230 260	120 120 120				
CuSn7Zn2Pb3-C	CC492K	GS GM GZ GC		14 12 12 12	230 230 260 270	130 130 130 130				
CuSn10Pb10-C	CC495K	GS GM GZ GC		8 3 6 8	180 220 220 220	80 110 110 110				
CuSn5Pb20-C	CC497K	GS GC GZ		5 7 6	150 180 170	70 90 80				
CuAl9-C	CC330G	GM GZ		20 15	500 450	180 160			120	14
CuAl10Fe2-C	CC331G	GS GM GZ GC		18 20 18 15	500 600 550 550	180 250 200 200				
CuAl10Fe5Ni5-C	CC333G	GS GM GZ GC		13 7 13 13	600 650 650 650	250 280 280 280				
b) Aluminiumlegeringen K _t = 1 voor alu-kneedleg. en voor alu-gietleg. alleen bij d ≤ 12 mm K _t = 1,1 · (d/7,5 mm) ^{-0,2} voor alu-gietleg. bij 12 mm < d < 150 mm K _t = 0,6 voor alu-gietleg. bij d ≥ 150 mm genormaliseerde afmeting van de proefstaaf: d _N = 12 mm										
geven bij toepassing vaak technische en economi- sche voordelen, omdat door variëring van de leger- ingsbestanddelen (Cu, Si, Mg, Zn, Mn) bijna elke gewenste combinatie van mechanische, fysische en chemische eigenschappen (licht, sterk, bestendig) haalbaar is										
ENAW-(Al99,5)	ENAW-1050A	O/H111 H14 H18	plaatstaal	≤50 ≤25 ≤3	>20 2 ... 6 2	65 105 140	20 85 120	2,1		
ENAW-AlMn1Cu	ENAW-3003	O/H111 H14 H18	plaatstaal	≤50 ≤25 ≤3	>15 2 ... 5 2	95 145 190	35 125 170	2,1	hogere sterkte dan zuiver aluminium, goed alkali- bestendig, goed soldeer-, las- en koudomvormbaar, goede warmtesterke; dakbedekkingen, warmtewi- selaars, kookgerei, grillpannen, sluitingen, blikde- len, voertuigopbouwen	
ENAW-AlMg5	ENAW-5019	F, H112 O, H111 H12, H22 H14, H24	rondstaven	≤200 ≤80 ≤40 ≤25	14 16 8 4	250 250 270 300	110 110 180 210	2,5	verhoogd corrosiebestendig tegen zeewater, slecht soldeer- en lasbaar, goed koud omvormbaar; draai- delen voor bewerking op automaten, voornamelijk geanodiseerd en gekleurd of hardgeanodiseerd, schroeven, stiften, schroefnagels, draadproducten	
ENAW-AlMg2 Mn0,8	ENAW-5049	O, H111 H14 H18	plaatstaal	≤100 ≤25 ≤3	12 ... 18 3 ... 5 2	190 240 290	80 190 250	2,3	eigenschappen van de reeks 5000, maar moeilijk warm omvormbaar en slecht soldeerbaar; draag- constructies, opbouwen voor bedrijfswagens, carros- serieën, drukvaten, apparaten en tanks voor drank en levensmiddelen, schroeven, klinknagels	

Tabel 1-3 Vervolg

materiaalaanduiding		toestand ⁴⁾	dikte diam. mm	A % min.	R_m min.	$R_{p0,2}$ min.	E kN/mm ²	relatieve materiaal-kosten ²⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
ENAW-AlMg _{4,5} Mn _{0,7}	ENAW-5083	O, H111	plaatstaal	≥11	275	125	70	2,1	eigenschappen van de reeks 5000, maar daarbij hoge chemische bestendigheid en lagetemperatuureigenschappen (tot 4 K), bedrijfstemperaturen tussen 80 en 200 °C bij gelijktijdige mechanische belasting vermijden; drukvaten, draagconstructies (ook zonder oppervlaktebescherming), zelfdragende opleggers en tankwagens, lasconstructies, pantserplaten, machineframes, luchtontledings- en gasverdichtingsinstallaties, methaantankers
		H14	≤50	2 ... 4	340	280			
		H16	≤25	2	360	300			
ENAW-AlMg ₄	ENAW-5086	O, H111	plaatstaal	≥11	240	100		3	eigenschappen van de reeks 5000, niet geschikt voor langdurige temperaturen boven 65 °C, gevoelig voor interkristallijne corrosie en spanningscheurcorrosie na ondeskundige warmtebehandeling; lasconstructies, machinebouw, scheepsbouw, apparaten, tanks, pijpleidingen voor levensmiddelen en drank
		H14	≤150	2 ... 4	300	240			
		H18	≤25	1	345	290			
ENAW-AlMg ₃	ENAW-5754	O, H111	plaatstaal	≥12	190	80		3	eigenschappen en toepassing gelijk aan AlMg ₂ Mn _{0,8}
		H14	≤100	3 ... 5	240	190			
		H18	≤25	2	290	250			
ENAW-AlCu ₄ PbMgMn	ENAW-2007	T3	rondstaven	≤30	7	370		2,5	2. Aluminium-kneedlegeringen, uithardbaar (NEN EN 485-2, 754-2 en 755-2) automatenlegering, alleen in koud uitgeharde toestand leverbaar in de vorm van staven en buizen, niet lasbaar, geringe chemische bestendigheid en gering geleidingsvermogen; draai- en freesdelen
		T3	≤30 ... 80	6	340	220			
		T351	≤80	5	370	240			
ENAW-AlCu ₄ SiMg	ENAW-2014	O, H111	rondstaven	≤80	10	<240		2,5	in warm uitgeharde toestand voldoende corrosiebestendig, beperkt koud omvormbaar en verspaanbaar, niet geschikt voor lassen en anodische oxidatie; matrix- en handsmeedstukken voor hoge belasting van hydraulische en pneumatische onderdelen, drijfstanen, schroeven, tandwielen, constructies in de machine-, vliegtuig- en hoogbouw
		T3	≤80	8	380	290			
		T4	≤80	12	380	220			
ENAW-AlMgSi	ENAW-6060	T6	≤80	8	450	380	70	3	de soorten van de reeks 6000 zijn koud en warm uithardbaar, lasbaar, corrosiebestendig en niet decoratief anodiseerbaar; de soort 6060 is bovendien bijzonder goed te extruderen, ook is uitharden na lassen mogelijk; profielen voor draagconstructies, kozijn-, deur-, afdek- en afsluitprofielen, rolluikstangen, verwarmingselementen, machinetafels, elektromotorhuizen, pneumatiek cilinders, opbouwen, containers, inrichtingen van schepen en railvoertuigen
		T4	profielen	≤25	16	120			
		T5	≤5	8	160	120			
ENAW-AlSi ₁ MgMn	ENAW-6082	T6	> 5 ≤ 25	8	140	100		3,2	zoals soort 6060, heeft de hoogste sterkte, taaheid en corrosiebestendigheid maar kan moeilijk worden geperst; profielen en smeedwerk voor draagconstructies, de voertuig- en machinebouw, plaatvormige delen, biervaten, schroeven, klinknagels
		T6	≤3	8	215	160			
		T6	> 3 ≤ 25	8	195	150			
ENAW-AlZn _{4,5} Mg ₁	ENAW-7020	T6	profielen	≤40	10	350		3,2	constructielegeringen van de reeks 7000 met de hoogste sterkte bij een geringe bestendigheid, goed koudomvormbaar in zachte toestand (O), hardt na het smellassen vanzelf uit, maar is kerf- en verouderingsgevoelig; profielen, buizen en platen voor gelaste draagconstructies in de machine-, vliegtuig- en hoogbouw
		T6	profielen	≤40	10	350			
		T6	profielen	≤40	10	350			
ENAC-AlCu ₄ MgTi	ENAC-21000	S	profielen	≤40	10	350	72		3. Aluminium-gietlegeringen volgens NEN EN 1706 eenvoudige gietstukken met zeer hoge sterkte (warm uitgehard) of taaheid (koud uitgehard), goed verspaanbaar, beperkt lasbaar; als fijn-gietwerk (L) ook voor ingewikkelde dunwandige gietstukken voor de machine- en voertuigbouw
		T4	alle	14	205	110			
		K	≤25	14	205	110			
ENAC-AlSi ₇ Mg _{0,3}	ENAC-42100	L	≤5	8	270	230	73		voor gietstukken met gemiddelde tot grotere wanddikten, hoge sterkte en taaheid, corrosiebestendig, als fijn-gietwerk voornamelijk voor dunwandige gietstukken voor de vlieg- en voertuigbouw; uithardbaar; achteras-koppelstangen, remzadels, wiel-dragers
		T6	≤5	8	290	210			
		L	> 5 ≤ 25	10	310	260			

Tabel 1-3 Vervolg

materiaalaanduiding		toestand ⁴⁾	dikte diam. mm	A % min.	R_m min.	$R_{p0.2}$ min.	E kN/mm ²	relatieve materiaal-kosten ²⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
aanduiding	nummer								
ENAC-AISi9Mg	ENAC-43300	S T6 K T6		2 4	230 290	190 210	75	3,5	voor ingewikkelde, dunwandige gietstukken met hoge sterkte, goede taaiheid en zeer goede weersbestendigheid, uithardbaar, goed las- en soldeerbaar, goed verspaanbaar; motorblokken, behuizingen voor aandrijvingen en omzeters
ENAC-AISi8Cu3	ENAC-46200	S F K F D F		1 1 1	150 170 240	90 100 140	75		voor ingewikkeld, dunwandig zand- en coquille-gietwerk, niet uithardbaar, zeer goed vulvermogen van de gietvorm, geringe neiging tot inwendige blaasjes of inzinkingen, goede warmtesterte tot 200 °C, geringe taaiheid en bestendigheid, productielassen mogelijk (WIG); behuizingen voor de machine-, apparaten- en voertuigbouw
ENAC-AIMg5	ENAC-51300	S F K F L F		3 4 3	160 180 170	90 100 95	69		voor corrosiebestende gietstukken, ook voor belasting door zwak alkalische media en voor gietstukken met decoratief oppervlak, niet uithardbaar, zeer goed verspaanbaar, anodisch oxideerbaar; beslagdelen, huishoudapparaten, armaturen, machines voor de levensmiddelen- en drankindustrie, scheepsbouw
c) Magnesiumlegeringen									laagste dichtheid van alle metallische materialen bij gemiddelde sterkte, uitstekend verspaanbaar, kerfgevoelig, slagvast door lage E-modulus en geluidsendepend, bijzondere beschermingsmaatregelen tegen zelfontbranding (bij smelten, gieten, verspanen) en corrosie noodzakelijk, superlichtgebouwbouw door met vezels en deeltjes (bijv. SiC) versterkt composietmateriaal (MMC) te maken
MgMn2	3.5200.08	F20 F22	>2 <2	1,5 2	200 220	145 165			1. Magnesiumlegeringen volgens DIN 1729 en DIN 9715 corrosiebestendig, licht omvormbaar, goed lasbaar (WIG); plaatprofielen, voeringen, geperste delen, brandstoftanks
MgAl3Zn	3.5312.08	F20 F24 F27	— ≤10 —	1,5 10 8	200 240 270	145 155 155	43 ... 45		gemiddelde sterkte, omvormbaar, goede chemische bestendigheid, lasbaar; constructiedelen van gemiddelde mechanische belasting
MgAl6Zn	3.5612.08	F27	≤10	10	270	175			hoge sterkte, bestand tegen trillingen, beperkt lasbaar; carrosserie-onderdelen, lichte constructiedelen
MgAl8Zn	3.5812.08	F27 F29 F31	— ≤10 ≤10	8 10 6	270 290 310	195 205 215			zeer hoge sterkte, bestand tegen trillingen, niet lasbaar; voor constructiedelen die aan trillingen en stoten blootgesteld worden
EN-MCMgAl8Zn1	EN-MC 21110	S, K F S, K T4 D F		2 8 1...7	160 240 200 (250)	90 90 140 (170)		3	2. Magnesium-gietlegeringen volgens NEN EN 1753 goed giet- en lasbaar, goede glijeigenschappen, dynamisch belastbaar; constructiedelen die aan trillingen en stoten blootgesteld worden, behuizingen voor aandrijvingen en motoren, olieopvangbakken
EN-MCMgAl9Zn1	EN-MC 21120	S, K F S, K T4 S, K T6 D F		2 6 2 1...6	160 240 240 200 (260)	90/110 110/120 150 140 (170)	41 ... 45	3,5	goed giet- en lasbaar, hoge sterkte, dynamisch belastbaar; trillings- en stootbelaste onderdelen, vlieg- en voertuigbouw, armaturen

¹⁾ De mechanische en fysische eigenschappen van de materialen worden sterk beïnvloed door fluctuaties in de legeringssamenstelling en de materiaalstructuur. De aangegeven sterktewaarden zijn alleen voor bepaalde afmetingen gegarandeerd.

²⁾ Zie ook voetnoot 3) bij tabel 1-1. De aangegeven relatieve materiaalkosten gelden bij zandgietwerk tussen 1 en 5 kg, gemiddelde moeilijkheidsgraad, seriegrootte minstens 10 stuks; coquille- en spuitgietwerk tussen 0,25 en 0,5 kg, gemiddelde moeilijkheidsgraad, seriegrootte minstens 5000 stuks.

³⁾ Verdere materiaalgegevens over koperlegeringen: zie hoofdstuk 15 Glijlagen, tabel 15-6.

⁴⁾ Toestandsaanduidingen en gietprocédé:

sterkte bij Cu-leg.: bijv. R600 → minimale treksterkte $R_m = 600 \text{ N/mm}^2$;

gietprocédé bij Cu-leg.: GS zandgieten GM coquillegieten GZ centrifugaalgieten GC continugieten GP spuitgieten;

aluminium-kneedlegeringen, niet uithardbaar: O = zachtgegloeid; F = giettoestand; H111 = gegloeid met vervolgens geringe koudversteving; H12 = koud verstevigd, 1/4-hard; H14 = koud verstevigd, 1/2-hard; H16 = koud verstevigd, 3/4-hard; H18 = koud verstevigd, 4/4-hard; H22 = koud verstevigd en teruggegloeid, 1/4-hard; H24 = koud verstevigd en teruggegloeid, 1/2-hard;

aluminium-kneedlegeringen, uithardbaar: T3 = oplosgegloeid, koud omgevormd en koud verouderd; T351 = oplosgegloeid, door gecontroleerd rekken ontspannen en koud verouderd; T4 = oplosgegloeid en koud verouderd; T5 = afgeschrikt en warm verouderd; T6 = oplosgegloeid en geheel warm verouderd;

aluminium- en magnesium-gietlegeringen: S zandgieten K coquillegieten D spuitgieten L fijngieten;

sterkte bij magn.-kneedlegering: bijv. F22 → $R_m = 10 \cdot 22 = 220 \text{ N/mm}^2$.

Tabel 1-4 Kunststoffen

Selectie voor de algemene machinebouw

Sterktewaarden gelden bij kamertemperatuur in N/mm²

Algemene kenmerken: relatief geringe sterkte, geringe stijfheid door lage elasticiteitsmodulus, mechanische eigenschappen sterk tijd- en temperatuurafhankelijk, gering warmtegeleidingsvermogen, goede elektrische isolatie-eigenschappen; goede bestendigheid; groot aantal soorten

materiaal aanduiding handelsnaam	dichtheid ρ g/cm ³	rek ¹⁾ ϵ_M (ϵ_B) % min.	sterkte ²⁾ σ_M ($\sigma_{0.2}$) min.	tijdrekspan- ning $\sigma_{1/1000}$ min.	elasticiteits- modulus E gemiddeld	gebruiks- temperatuur continu °C max. min.	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
a) Thermoplasten								kunnen zonder chemische verandering reversibel tot een plastische toestand worden verwarmd en vervolgens gemakkelijk vervormd; ze zijn smelbaar, lasbaar, zwelbaar en oplosbaar; naar gelang de moleculuurlordering zijn ze bros en glashelder (amorf) of troebel, taai en slagvast (semi-kristallijn)
polyethyleen PE-HD PE-LD Hostalen, Vestolen, Baylon	0,96 0,92	12 (400) 8 (600)	20 (16) 8	2 1	1000 300	80 60 -50 -50	0,6 (0,3) (0,25)	PE met hoge dichtheid (PE-HD) met hogere sterkte dan PE met lage dichtheid (PE-LD), hoge taaiheid en scheur- rek, zeer geringe wateropname, grote chem. bestendig- heid; waterleidingen, fittingen, kratten, brandstoftanks, folies, afdichtingen, afvalbakken
polypropyleen PP (isotactisch) Novolen, Ultralen, Vestolen P	0,9	10 (800)	35 (20)	6	1200	100 0	0,6 (0,35)	gunstiger mechanische en thermische eigenschappen t.o.v. PE, geringe taaiheid bij koude, neigt nauwelijks tot de vorming van spanningsscheuren; vormdelen met filmscharnieren, interieur van auto's, behuizingen van huishoudelijke apparatuur, schijnwerpers en pompen
polystyreen PS Vestron, Styron, Polystyrol	1,05	3	45 (20)	18	3300	60 -10	0,6 (0,35)	amorf structuur, glashelder; stijf, hard en bros; briljant oppervlak; hoge maatvastheid, zeer goede elektrische ei- genschappen, neiging tot vorming van spanningsscheu- ren, geringe bestendigheid tegen organische producten; wegverpakkingen, brillenglazen, tekengerei, bestek, vormdelen voor televisies
acrylonitril- butadien-styreen (ABS) Novodur, Terluran, Cycolac	1,05	2 (20)	32 (15)	9	2300	75 -40		slagvast, krasvast, hoge vormvastheid en goed bestand tegen temperatuurschommelingen, goede chemische be- stendigheid, niet weervast, galvaniseerbaar; behuizingen, meubelonderdelen en tanks van allerlei aard, interieurde- len voor vrachtwagens en vliegtuigen, veiligheidshelmen, sanitaironderdelen
polyvinylchloride hard PVC-U Hostalit, Mipolam, Trovitur	1,38	4 (10)	50	20	3000	65 -5		amorf structuur, doorschijnend tot transparant, stijf, hard, slaggevoelig bij koude, goede chemische bestendig- heid, hoge dielektrische verliezen, moeilijk ontvlambaar; reservoirs in chemie en galvanotechniek, zuurbestendige onderdelen van behuizingen en apparaten, buizen, ge- luidsbandcassettes, vensterramen
polytetrafluor- ethyleen PTFE Hostaflon TF, Teflon, Fluon	2,15	10 (350)	12 (30)	1	410	250 -200	15,5	flexibel, sterke kruip, gering adhesievermogen, laagste wrijvingscoëfficiënt van alle vaste stoffen, nagenoeg uni- versele chemicaliënbestendigheid, zeer goed elektrisch isolerend, hoge thermostabiliteit, duur; antiheftcoats- ings, transportbanden (plakt niet), glijlagers, slangen, afdichtingen, plaatvormige steunvlakken, zuigerringen
polyoxymethyleen POM Delrin, Hostaform, Ultraform	1,41	8 (25)	65 (27)	12	2800	90 -60		taaihard, stijf, goede veereigenschappen, gunstig glij- en slijtgedrag, bestand tegen oplosmiddelen en chemicaliën, geen waterabsorptie, favoriet constructiemateriaal: glijla- gers, behuizingen, beslag, klik- en veerelementen, tand- wielen
polyamide PA66 Durethan A, Ultramid A, Minlon hoogste waarden: droog laagste waarden: geconditioneerd (vochtig)	1,13 1,14	5 (20) 15 (150)	80 55 (30)	7 6	2800 1600	100 100 -30 -30	2,2 (1,2)	PA-type met de hoogste hardheid, stijfheid, slijtvastheid en vormvastheid bij verwarming; mechanische eige- schappen, afmetingen van vormdelen en elektrische iso- latie-eigenschappen hangen sterk af van het vochtge- halte, meestal is verrijken met water vereist (conditioneren), goede glij- en droogloopeigenschappen, bestand tegen brandstoffen en oliën; glijelementen, tand- wielen, looprollen, behuizingen, kabels, lagerbussen, pluggen

Tabel 1-4 Vervolg

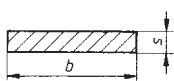
materiaal aanduiding handelsnaam	dichtheid ρ g/cm ³	rek ¹⁾ ϵ_M (%) min.	sterkte ²⁾ σ_M ($\sigma_{0.2}$) min.	tijdrekspan- ning $\sigma_{1/1000}$ min.	elasticiteits- modulus E gemiddeld	gebruiks- temperatuur continu °C max. min.	relatieve materiaal- kosten ³⁾	eigenschappen en toepassingsvoorbeelden
b) Thermoharders (duroplasten)								polymeermaterialen met een fijnmazige ruimtelijke net-structuur die na de vormgeving (uitharden) alleen nog verspanend te bewerken zijn; niet smelbaar, niet lasbaar, niet oplosbaar en slechts zwak zwellbaar, worden meestal verwerkt met versterkingsmateriaal
fenolhars-hard- weefsel DIN 7735 Hgw 2081 (vulmateriaal: ka- toenweefsel) Resofil, Resitex, Novotex	1,3	—	50 (25)		7000	110		hoge taatheid, sterkte, stijfheid en hardheid, niet bestand tegen sterke zuren en logen; mechanisch hoog belastbaar gelaagd en geperst materiaal voor tandwielen (geluids-arm), lagerbussen, glijbanen, looprollen, trekgereedschappen
polyesterhars UP DIN 16946 Typ 1110 Vestopal, Palatal	1,2	(0,6)	40		3500	100		hard, bros, transparant, meestal als giethars voor de fabricage van versterkte vormdelen, aangietmateriaal, coatings, deklagen
GFK-laminaten UP-hars — glasvezel- doek 55% — glas-roving- weefsel 65% Alpolit, Leguval, Sonoglas	1,65 1,8	— (2)	250 (50) 650	50	16000 35000	100 100	6	zeer hoge sterkte, goede chemische bestendigheid, ook voor buitentoepassingen, goede elektrische isolatie-eigenschappen, doorschijnend, laden zich elektrostatisch op; laminaten voor constructiedelen die uit grote vlakken bestaan, zoals machinehuizen, carrosserieën, reservoirs, ventilatoren, pijpleidingen, lichtstraten
PUR-integraal- hardschuim RIM-methode Baypreg, Elastop- or, Elastolit	0,40 0,60	(7) (7)	8 18 (8)	3	350 600	100 100		goede mechanische stijfheid bij laag gewicht; behuizingen voor kopieer- en rekenmachines, meubels, winkelinrichtingen, carrosserie-onderdelen, schoenzolen
c) Elastomeren (synthetische rubbers)								laten zich reversibel oprekken tot minstens twee maal hun oorspronkelijke lengte, lage elasticiteitsmodulus, flexibel
thermoplastische polyurethaan- elastomeren TPU Typ 385 Desmopan, Capro- lan, Cytar	1,20	(400)	35 (6)		50	80 — 60		hoge scheurek, gunstig wrijvings- en slijtgedrag, hoge resistentie, goed dempingsvermogen; layers, dempingselementen, membranen, tandriemen, afdichtingen, hartkleppen, infusieslangen, slangenpompen, koppelingselementen
acrylonitril-butadie- en-rubber (nitril- rubber) NBR Perbunan N, Europrene N, Butacril	1,0	(450)	6		50	100 — 30		bestand tegen olie, vetten en brandstoffen, verouderingsbestendig, slijtvast, weinig koudeflexibel, geringe gaspermeabiliteit; standaard afdichtmateriaal, O-ringen, groefringmanchetten, oliেকেerringen, benzinestangen, membranen
ethyleen-propyleen- rubber EPDM Buna AP, Vistalon, Keltan	0,86	(500)	4		200	120 — 50		goede weers-, ozon- en chemicaliënbestendigheid (behalve olie en brandstof), warmwaterbestendig (zeepsop), goed elektrisch isolerend; energie-absorberende uitwendige auto-onderdelen (spoilers, bumpers), afdichtingen, koelwaterslangen, kabelommantelingen
siliconenrubber MVQ Silopren, Silastic, Elastosil	1,25	(250)	1		200	180 — 80		moeilijk vochtig te maken, uitstekend bestand tegen warmte, koude, licht en ozon, zeer goed elektrisch isolerend, niet bestand tegen brandstof en waterdamp, fysiologisch zonder bezwaren; statische en dynamische afdichtingen, duurzaam elastische voegafdichtingen, gietmateriaal, transportbanden (niet klevende, resp. warme goederen), slangen

¹⁾ Rek bij de treksterkte. Waarden tussen haakjes () gelden voor de breukrek.

²⁾ Maximale spanning (treksterkte) die een proefstuk tijdens een trekproef verdraagt. Waarden tussen haakjes () gelden voor de buigwielsterkte.

³⁾ Zie voetnoot 3) bij tabel 1-1.

De relatieve materiaalkosten gelden voor gemiddelde afmetingen van kunststof halffabrikaten. De waarden tussen haakjes () omvatten slechts de zuivere materiaalkosten (granulaat).

Tabel 1-5 Warmgewalste stalen platstaven voor algemene toepassing volgens NEN EN 10058

Aanduiding van een warmgewalste platte staaf van S235JR met breedte $b = 60$ mm, dikte $t = 12$ mm, en vaste lengte (F) $L = 5000$ mm:
 platstaaf EN 10 058 – $60 \times 12 \times 5000$ F
 staal EN 10025-S235JR

dikte t : 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60 80

breedte b en gebied van de bijbehorende diktes t :

10 × 5; **12** × 5 6; **15** × 5 6 8 10; **16** × 5 6 8 10; **20** × 5 6 8 10 12 15; **25** × 5 6 8 10 12 15; **30** × 5 6 8 10 12 15 20;
35 × 5 6 8 10 12 15 20; **40** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30; **45** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30; **50** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30;
60 × 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40; **70** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40; **80** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60;
90 × 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60; **100** × 5 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60; **120** × 6 8 10 12 15 20 25 30
 35 40 50 60; **150** × 6 8 10 12 15 20 25 30 35 40 50 60 80

Lengtesoort: fabriekslengte (M) 3000 tot 13000 mm; vaste lengte (F) 3000 tot 13000 mm ± 100 mm; exacte lengte (E) < 6000 mm ± 25 mm, ≥ 6000 mm tot 13000 mm ± 50 mm.

Tabel 1-6 Rondstaven

soort (gebruikelijke uitvoering)	toelaatbare afwijking in mm	nominale diameter d in mm
warmgewalste stalen rondstaven volgens NEN EN 10060	$\pm 0,4 : d = 10 \dots 15$ $\pm 0,5 : d = 16 \dots 25$ $\pm 0,6 : d = 26 \dots 35$ $\pm 0,8 : d = 36 \dots 50$ $\pm 1,0 : d = 52 \dots 80$ $\pm 1,3 : d = 85 \dots 100$ $\pm 1,5 : d = 105 \dots 120$ $\pm 2,0 : d = 125 \dots 160$ $\pm 2,5 : d = 165 \dots 200$ $\pm 3,0 : d = 220$ $\pm 4,0 : d = 250$	10 12 13 14 15 16 18 19 20 22 24 25 26 27 28 30 32 35 36 38 40 42 45 48 50 52 55 60 63 65 70 73 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 190 200 220 250
blanke rondstaven volgens NEN EN 10 278 ¹⁾ eindtoestand: a) getrokken (+C) b) geschild (+SH) c) geslepen (+SL) d) gepolijst (+PL) surface quality classes 1-4 (NEN EN ISO 9443)	getrokken/geschild: h9 h10 h11 h12 geslepen/gepolijst: h6 h7 h8 h9 h10 h11 h12	niet vastgelegd

¹⁾ Vervanging voor DIN 668, DIN 670 en DIN 671: blank rondstaaf, DIN 669: blanke stalen assen, DIN 59360 resp. DIN 59361: geslepen-gepolijst blank rondstaaf.

Lengtesoort voor warmgewalste rondstaven: fabriekslengte (M) 3000 tot 13000 mm; vaste lengte (F) 3000 tot 13000 mm ± 100 mm; exacte lengte (E) < 6000 mm ± 25 mm, ≥ 6000 t/m 13000 mm ± 50 mm.

Lengtesoort voor blanke rondstaven: fabriekslengte 3000 tot 9000 mm ± 500 mm; voorraadlengte 3000 of 6000 mm + 200 mm; exacte lengte t/m 9000 mm ± 5 mm (kleinste maat).

Aanduidingsvoorbeeld: blanke rondstaaf volgens NEN EN 10278, diameter 40 mm, exacte lengte 2500 ± 10 mm, tolerantieveld h10, materiaal-norm NEN EN 10084, afkorting 16MnCr5, eindtoestand getrokken (+C), oppervlaktekwaliteitsklasse 3:

rond EN 10278 – 40h10 × 2500 ± 10;
 EN 10084-16MnCr5 + C – klasse 3.

Tabel 1-7 Platte producten van staal (selectie)
Platen en banden – mechanische eigenschappen en leveringsvoorwaarden

staalsoort afkorting	materiaal- nummer	A % min.	R_m N/mm ²	R_e $R_{p0.2}$ N/mm ²	Leverbare oppervlaktegesteldheid en -vormgeving	grensmaatafwijkingen van de dikte
Koudgewalste platte producten van zachte staalsoorten voor het koud vervormen volgens NEN EN 10130 ¹⁾						
DC01	1.0330	28	270 ... 410	140 280	oppervlaktegesteldheid A: poriën, groeven en noppen toelaatbaar, zolang geschiktheid voor het vervormen en voor oppervlakteklagen niet nadelig wordt beïnvloed oppervlaktegesteldheid B: de beste plaatkant moet geschikt zijn voor kwaliteitslakken, de andere kant in ieder geval overeenkomen met oppervlaktegesteldheid A oppervlakte-uitvoeringen b: bijzonder glad ($Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$) g: glad ($Ra \leq 0,9 \mu\text{m}$) m: mat ($Ra = 0,6 \dots 1,9 \mu\text{m}$) r: ruw ($Ra \geq 1,6 \mu\text{m}$)	conform NEN EN 10131 afhankelijk van nominale dikte en nominale breedte ($\pm 0,4 \dots \pm 0,17$)
DC03	1.0347	34	270 ... 370	140 240		
DC04	1.0338	38	270 ... 350	140 210		
DC05	1.0312	40	270 ... 330	140 180		
DC06	1.0873	38	270 ... 350	120 170		
DC07	1.0898	44	250 ... 310	100 150		
Warmgewalste platte producten van staalsoorten met hogere rekgrens in veredelde toestand volgens NEN EN 10025-6 ²⁾						
			($3 \leq t \leq 50$)	($3 \leq t \leq 50$)	voor de toelaatbare oppervlakte-onvolkomen- heden en het bijwerken van oppervlaktefouten door slijpen of lassen geldt klasse A of B vol- gens EN 10163-1 en -2	zie EN 10029 klasse A
S460Q	1.8908	17	550 ... 720	460		
S500Q	1.8924	17	590 ... 770	500		
S550Q	1.8904	16	640 ... 820	550		
S620Q	1.8914	15	700 ... 890	620		
S690Q	1.8931	14	770 ... 940	690		
S890Q	1.8940	11	940 ... 1100	890		
S960Q	1.8941	10	980 ... 1150	960		

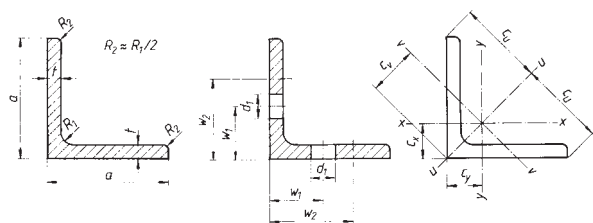
Leveringsvorm, aanwijzingen:

¹⁾ dikte: 0,35 ... 3,0 mm; plaatstaal, breedband, gesneden band of staven; levering vindt plaats in koud nagewalste toestand, geolied; **De kleinere R_e -waarde geldt voor constructiedoeleinden**; vrij van vloeifiguren: DC01: 3 maanden; DC03, DC04, DC05: 6 maanden; DC06 en DC07: onbegrensd; De mechanische eigenschappen zijn niet gegarandeerd bij DC01, en bij DC03 tot DC07 voor een termijn van zes maanden.

²⁾ toepassing in nominale diktes van 3mm tot 150mm bij de soorten S460, S500, S550, S620 en S690, maximaal 100mm bij S890 en 50mm bij S960. In principe geschikt om te lassen.

Warmgewalst plaatstaal vanaf 3mm dikte en continu warmgewalste band, zie NEN EN 10029 en NEN EN 10051.

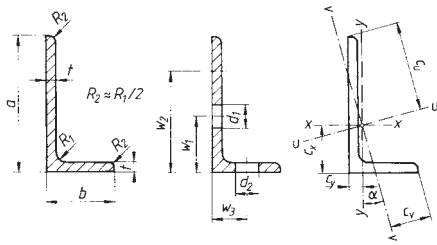
Aanduidingsvoorbeeld
Aanduiding van breedband van de staalsoort DC06 volgens EN 10130, oppervlaktegesteldheid B, oppervlakte-uitvoering mat (m):
plaatstaal EN 10130 – DC06 – B – m

Tabel 1-8 Warmgewalst gelijkzijdig hoekprofiel van staal volgens EN 10056-1


Aanduiding van een warmgewalst gelijkzijdig hoekprofiel met beenlengte $a = 80$ mm en beendikte $t = 10$ mm:
L EN 10056-1-80 × 80 × 10

aanduiding	afmetingen			massa per meter m' kg/m	door- snede A cm ²	afstanden van de aslijnen			statische waarden voor de neutrale as							gaten en krasmaten volgens DIN 997			
	a mm	t mm	R_1 mm			$c_x = c_y$ cm	c_u cm	c_v cm	$I_x = I_y$ cm ⁴	$i_x = i_y$ cm	$W_x = W_y$ cm ³	$I_u - u$ cm ⁴	i_u cm	$I_v - v$ cm ⁴	i_v cm	W_v cm ³	$d_1 \text{ max}^{1)}$ mm	w_1 mm	w_2 mm
20 × 20 × 3	20	3	3,5	0,882	1,12	0,598	1,41	0,846	0,392	0,59	0,279	0,618	0,742	0,165	0,383	0,195	4,3	12	
25 × 25 × 3	25	3	3,5	1,12	1,42	0,723	1,77	1,02	0,803	0,751	0,452	1,27	0,945	0,334	0,484	0,326	6,4	15	
25 × 25 × 4	25	4	3,5	1,45	1,85	0,762	1,77	1,08	1,02	0,741	0,586	1,61	0,931	0,430	0,482	0,399	6,4	15	
30 × 30 × 3	30	3	5	1,36	1,74	0,835	2,12	1,18	1,40	0,899	0,649	2,22	1,13	0,585	0,581	0,496	8,4	17	
30 × 30 × 4	30	4	5	1,78	2,27	0,878	2,12	1,24	1,80	0,892	0,850	2,85	1,12	0,754	0,577	0,607	8,4	17	
35 × 35 × 4	35	4	5	2,09	2,67	1,00	2,47	1,42	2,95	1,05	1,18	4,86	1,32	1,23	0,678	0,865	11	18	
40 × 40 × 4	40	4	6	2,42	3,08	1,12	2,83	1,58	4,47	1,21	1,55	7,09	1,52	1,86	0,777	1,17	11	22	
40 × 40 × 5	40	5	6	2,97	3,79	1,16	2,83	1,64	5,43	1,20	1,91	8,60	1,51	2,26	0,773	1,38	11	22	
45 × 45 × 4,5	45	4,5	7	3,06	3,90	1,25	3,18	1,78	7,14	1,35	2,20	11,4	1,71	2,94	0,870	1,65	13	25	
50 × 50 × 4	50	4	7	3,06	3,89	1,36	3,54	1,92	8,97	1,52	2,46	14,2	1,91	3,73	0,979	1,94	13	30	
50 × 50 × 5	50	5	7	3,77	4,80	1,40	3,54	1,99	11,0	1,51	3,05	17,4	1,90	4,55	0,973	2,29	13	30	
50 × 50 × 6	50	6	7	4,47	5,69	1,45	3,54	2,04	12,8	1,50	3,61	20,3	1,89	5,34	0,968	2,61	13	30	
60 × 60 × 5	60	5	8	4,57	5,82	1,64	4,24	2,32	19,4	1,82	4,45	30,7	2,30	8,03	1,17	3,46	17	35	
60 × 60 × 6	60	6	8	5,42	6,91	1,69	4,24	2,39	22,8	1,82	5,29	36,1	2,29	9,44	1,17	3,96	17	35	
60 × 60 × 8	60	8	8	7,09	9,03	1,77	4,24	2,50	29,2	1,80	6,89	46,1	2,26	12,2	1,16	4,86	17	35	
65 × 65 × 7	65	7	9	6,83	8,70	1,85	4,60	2,62	33,4	1,96	7,18	53,0	2,47	13,8	1,26	5,27	21	35	
70 × 70 × 6	70	6	9	6,38	8,13	1,93	4,95	2,73	36,9	2,13	7,27	58,5	2,68	15,3	1,37	5,60	21	40	
70 × 70 × 7	70	7	9	7,38	9,40	1,97	4,95	2,79	42,3	2,12	8,41	67,1	2,67	17,5	1,36	6,28	21	40	
75 × 75 × 6	75	6	9	6,85	8,73	2,05	5,30	2,90	45,8	2,29	8,41	72,7	2,89	18,9	1,47	6,53	23	40	
75 × 75 × 8	75	8	9	8,99	11,4	2,14	5,30	3,02	59,1	2,27	11,0	93,8	2,86	24,5	1,46	8,09	23	40	
80 × 80 × 8	80	8	10	9,63	12,3	2,26	5,66	3,19	72,2	2,43	12,6	115	3,06	29,9	1,56	9,37	23	45	
80 × 80 × 10	80	10	10	11,9	15,1	2,34	5,66	3,30	87,5	2,41	15,4	139	3,03	36,4	1,55	11,0	23	45	
90 × 90 × 7	90	7	11	9,61	12,2	2,45	6,36	3,47	92,6	2,75	14,1	147	3,46	38,3	1,77	11,0	25	50	
90 × 90 × 8	90	8	11	10,9	13,9	2,50	6,36	3,53	104	2,74	16,1	166	3,45	43,1	1,76	12,2	25	50	
90 × 90 × 9	90	9	11	12,2	15,5	2,54	6,36	3,59	116	2,73	17,9	184	3,44	47,9	1,76	13,3	25	50	
90 × 90 × 10	90	10	11	13,4	17,1	2,58	6,36	3,65	127	2,72	19,8	201	3,42	52,6	1,75	14,4	25	50	
100 × 100 × 8	100	8	12	12,2	15,5	2,74	7,07	3,87	145	3,06	19,9	230	3,85	59,9	1,96	15,5	25	55	
100 × 100 × 10	100	10	12	15,0	19,2	2,82	7,07	3,99	177	3,04	24,6	280	3,83	73,0	1,95	18,3	25	55	
100 × 100 × 12	100	12	12	17,8	22,7	2,90	7,07	4,11	207	3,02	29,1	328	3,80	85,7	1,94	20,9	25	55	
120 × 120 × 10	120	10	13	18,2	23,2	3,31	8,49	4,69	313	3,67	36,0	497	4,63	129	2,36	27,5	25	50	80
120 × 120 × 12	120	12	13	21,6	27,5	3,40	8,49	4,80	368	3,65	42,7	584	4,60	152	2,35	31,6	25	50	80
130 × 130 × 12	130	12	14	23,6	30,0	3,64	9,19	5,15	472	3,97	50,4	750	5,00	194	2,54	37,7	25	50	90
150 × 150 × 10	150	10	16	23,0	29,3	4,03	10,6	5,71	624	4,62	56,9	990	5,82	258	2,97	45,1	28	60	105
150 × 150 × 12	150	12	16	27,3	34,8	4,12	10,6	5,83	737	4,60	67,7	1170	5,80	303	2,95	52,0	28	60	105
150 × 150 × 15	150	15	16	33,8	43,0	4,25	10,6	6,01	898	4,57	83,5	1430	5,76	370	2,93	61,6	28	60	105
160 × 160 × 15	160	15	17	36,2	46,1	4,49	11,3	6,35	1100	4,88	95,6	1750	6,15	453	3,14	71,3	28	60	115
180 × 180 × 16	180	16	18	43,5	55,4	5,02	12,7	7,11	1680	5,51	130	2690	6,96	679	3,50	95,5	28	60	135
180 × 180 × 18	180	18	18	48,6	61,9	5,10	12,7	7,22	1870	5,49	145	2960	6,92	768	3,52	106	28	60	135
200 × 200 × 16	200	16	18	48,5	61,8	5,52	14,1	7,81	2340	6,16	162	3720	7,76	960	3,94	123	28	65	150
200 × 200 × 18	200	18	18	54,3	69,1	5,60	14,1	7,92	2600	6,13	181	4150	7,75	1050	3,90	133	28	65	150
200 × 200 × 20	200	20	18	59,9	76,3	5,68	14,1	8,04	2850	6,11	199	4530	7,70	1170	3,92	146	28	65	150
200 × 200 × 24	200	24	18	71,1	90,6	5,84	14,1	8,26	3330	6,06	235	5280	7,64	1380	3,90	167	28	70	150
250 × 250 × 28	250	28	18	104	133	7,24	17,7	10,2	7700	7,62	433	12200	9,61	3170	4,89	309	28	75	200
250 × 250 × 35	250	35	18	128	163	7,50	17,7	10,6	9260	7,54	529	14700	9,48	3860	4,87	364	28	80	200

¹⁾ Dezelfde krasmaten kunnen gebruikt worden bij klinknagels en schroeven met kleinere gatdiameters dan de hier aangegeven maximale waarden.

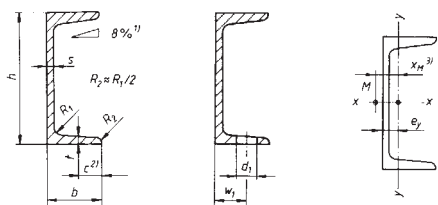
Tabel 1-9 Warmgewalst ongelijkzijdig hoekprofiel van staal volgens EN 10056-1

Aanduiding van een warmgewalst ongelijkzijdig hoekprofiel met beenlengte $a = 100$ mm en $b = 50$ mm, beendikte $t = 8$ mm:
L EN 10056-1-100 × 50 × 8

aanduiding	afmetingen				massa per meter m' kg/m	doorsnede A cm ²	afstanden van de aslijnen				helling van de aslijn $v-v$ tan α	statische waarden voor de neutrale as ¹⁾						gaten en krasmaten volgens DIN 997				
	a mm	b mm	t mm	R_1 mm			c_x cm	c_y cm	c_u cm	c_v cm		I_x cm ⁴	I_y cm ⁴	I_u cm ⁴	I_v cm ⁴	I_{xy} cm ⁴	I_{uv} cm ⁴	d_1 max mm	d_2 max mm	w_1 mm	w_2 mm	w_3 mm
30 × 20 × 3	30	20	3	4	1,12	1,43	0,990	0,502	2,05	1,04	0,427	1,25	0,621	0,437	0,292	1,43	0,256	8,4	4,3	17		12
30 × 20 × 4	30	20	4	4	1,46	1,86	1,03	0,541	2,02	1,04	0,421	1,59	0,807	0,553	0,379	1,81	0,330	8,4	4,3	17		12
40 × 20 × 4	40	20	4	4	1,77	2,26	1,47	0,48	2,58	1,17	0,252	3,59	1,42	0,600	0,393	3,80	0,393	11	4,3	22		12
40 × 25 × 4	40	25	4	4	1,93	2,46	1,36	0,623	2,69	1,35	0,380	3,89	1,47	1,16	0,619	4,35	0,700	11	6,4	22		15
45 × 30 × 4	45	30	4	4,5	2,25	2,87	1,48	0,74	3,07	1,58	0,436	5,78	1,91	2,05	0,91	6,65	1,18	13	8,4	25		17
50 × 30 × 5	50	30	5	5	2,96	3,78	1,73	0,741	3,33	1,65	0,352	9,36	2,86	2,51	1,11	10,3	1,54	13	8,4	30		17
60 × 30 × 5	60	30	5	5	3,36	4,28	2,17	0,684	3,88	1,77	0,257	15,6	4,07	2,63	1,14	16,5	1,71	17	8,4	35		17
60 × 40 × 5	60	40	5	6	3,76	4,79	1,96	0,972	4,10	2,11	0,434	17,2	4,25	6,11	2,02	19,7	3,54	17	11	35		22
60 × 40 × 6	60	40	6	6	4,46	5,68	2,00	1,01	4,08	2,10	0,431	20,1	5,03	7,12	2,38	23,1	4,16	17	11	35		22
65 × 50 × 5	65	50	5	6	4,35	5,54	1,99	1,25	4,53	2,39	0,577	23,2	5,14	11,9	3,19	28,8	6,32	21	13	35		30
70 × 50 × 6	70	50	6	7	5,41	6,89	2,23	1,25	4,83	2,52	0,500	33,4	7,01	14,2	3,78	39,7	7,92	21	13	40		30
75 × 50 × 6	75	50	6	7	5,65	7,19	2,44	1,21	5,12	2,64	0,435	40,5	8,01	14,4	3,81	46,6	8,36	23	13	40		30
75 × 50 × 8	75	50	8	7	7,39	9,41	2,52	1,29	5,08	2,62	0,430	52,0	10,4	18,4	4,95	59,6	10,8	23	13	40		30
80 × 40 × 6	80	40	6	7	5,41	6,89	2,85	0,884	5,20	2,38	0,258	44,9	8,73	7,59	2,44	47,6	4,93	23	11	45		22
80 × 40 × 8	80	40	8	7	7,07	9,01	2,94	0,963	5,14	2,34	0,253	57,6	11,4	9,61	3,16	60,9	6,34	23	11	45		22
80 × 60 × 7	80	60	7	8	7,36	9,38	2,51	1,52	5,55	2,92	0,546	59,0	10,7	28,4	6,34	72,0	15,4	23	17	45		35
100 × 50 × 6	100	50	6	8	6,84	8,71	3,51	1,05	6,55	3,00	0,262	89,9	13,8	15,4	3,89	95,4	9,92	25	13	55		30
100 × 50 × 8	100	50	8	8	8,97	11,4	3,60	1,13	6,48	2,96	0,258	116	18,2	19,7	5,08	123	12,8	25	13	55		30
100 × 65 × 7	100	65	7	10	8,77	11,2	3,23	1,51	6,83	3,49	0,415	113	16,6	37,6	7,53	128	22,0	25	21	55		35
100 × 65 × 8	100	65	8	10	9,94	12,7	3,27	1,55	6,81	3,47	0,413	127	18,9	42,2	8,54	144	24,8	25	21	55		35
100 × 65 × 10	100	65	10	10	12,3	15,6	3,36	1,63	6,76	3,45	0,410	154	23,2	51,0	10,5	175	30,1	25	21	55		35
100 × 75 × 8	100	75	8	10	10,6	13,5	3,10	1,87	6,95	3,65	0,547	133	19,3	64,1	11,4	162	34,6	25	23	55		40
100 × 75 × 10	100	75	10	10	13,0	16,6	3,19	1,95	6,92	3,65	0,544	162	23,8	77,6	14,0	197	42,2	25	23	55		40
100 × 75 × 12	100	75	12	10	15,4	19,7	3,27	2,03	6,89	3,65	0,540	189	28,0	90,2	16,5	230	49,5	25	23	55		40
120 × 80 × 8	120	80	8	11	12,2	15,5	3,83	1,87	8,23	4,23	0,437	226	27,6	80,8	13,2	260	46,6	25	23	50	80	45
120 × 80 × 10	120	80	10	11	15,0	19,1	3,92	1,95	8,19	4,21	0,435	276	34,1	98,1	16,2	317	58,8	25	23	50	80	45
120 × 80 × 12	120	80	12	11	17,8	22,7	4,00	2,03	8,15	4,20	0,431	323	40,4	114	19,1	371	66,7	25	23	50	80	45
125 × 75 × 8	125	75	8	11	12,2	15,5	4,14	1,68	8,44	4,20	0,360	247	29,6	67,6	11,6	274	40,9	25	23	50	85	40
125 × 75 × 10	125	75	10	11	15,0	19,1	4,23	1,76	8,39	4,17	0,357	302	36,5	82,1	14,3	334	49,9	25	23	50	85	40
125 × 75 × 12	125	75	12	11	17,8	22,7	4,31	1,84	8,33	4,15	0,354	354	43,2	95,5	16,9	391	58,5	25	23	50	85	40
135 × 65 × 8	135	65	8	11	12,2	15,5	4,78	1,34	8,79	3,95	0,245	291	33,4	45,2	8,75	307	29,4	25	21	50	85	35
135 × 65 × 10	135	65	10	11	15,0	19,1	4,88	1,42	8,72	3,91	0,243	356	41,3	54,7	10,8	375	35,9	25	21	50	85	35
150 × 75 × 9	150	75	9	12	15,4	19,6	5,26	1,57	9,82	4,50	0,261	455	46,7	77,9	13,1	483	50,2	28	23	60	105	40
150 × 75 × 10	150	75	10	12	17,0	21,7	5,31	1,61	9,79	4,48	0,261	501	51,6	85,6	14,5	531	55,1	28	23	60	105	40
150 × 75 × 12	150	75	12	12	20,2	25,7	5,40	1,69	9,72	4,44	0,258	588	61,3	99,6	17,1	623	64,7	28	23	60	105	40
150 × 75 × 15	150	75	15	12	24,8	31,7	5,52	1,81	9,63	4,40	0,253	713	75,2	119	21,0	753	78,6	28	23	60	105	40
150 × 90 × 10	150	90	10	12	18,2	23,2	5,00	2,04	10,1	5,03	0,360	533	53,3	146	21,0	591	88,3	28	25	60	105	45
150 × 90 × 12	150	90	12	12	21,6	27,5	5,08	2,12	10,1	5,00	0,358	627	63,3	171	24,8	694	104	28	25	60	105	45
150 × 90 × 15	150	90	15	12	26,6	33,9	5,21	2,23	9,98	4,98	0,354	761	77,7	205	30,4	841	126	28	25	60	105	45
150 × 100 × 10	150	100	10	12	19,0	24,2	4,81	2,34	10,3	5,29	0,438	553	54,2	199	25,9	637	114	28	25	60	105	55
150 × 100 × 12	150	100	12	12	22,5	28,7	4,89	2,42	10,2	5,28	0,436	651	64,4	233	30,7	749	134	28	25	60	105	55
200 × 100 × 10	200	100	10	15	23,0	29,2	6,93	2,01	13,2	6,05	0,263	1220	93,2	210	26,3	1290	135	28	25	60	150	55
200 × 100 × 12	200	100	12	15	27,3	34,8	7,03	2,10	13,1	6,00	0,262	1440	111	247	31,3	1530	159	28	25	60	150	55
200 × 100 × 15	200	100	15	15	33,75	43,0	7,16	2,22	13,0	5,84	0,260	1758	137	299	38,5	1864	193	28	25	60	150	55
200 × 150 × 12	200	150	12	15	32,0	40,8	6,08	3,61	13,9	7,34	0,552	1650	119	803	70,5	2030	430	28	28	60	150	60/
200 × 150 × 15	200	150	15	15	39,6	50,5	6,21	3,73	13,9	7,33	0,551	2022	147	979	86,9	2476	526	28	28	60	150	105

¹⁾ traagheidsstraal $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$.

²⁾ Dezelfde krasmaten kunnen gebruikt worden bij klinknagels en schroeven met kleinere gatdiameters dan de hier aangegeven maximale waarden.

Tabel 1-10 Warmgewalst U-profielstaal met hellende flensvlakken volgens DIN 1026-1

Aanduiding van een warmgewalst U-staal met hoogte $h = 200$ mm van S235JR (materiaalnummer 1.0038):

U-profiel DIN 1026–U200–S235JR
of U-profiel DIN 1026–U200–1.0038

Bestelvoorbeeld: 10 t warmgewalst U-staal met bovengenoemde norm-aanduiding, in vaste lengtes van 5500 mm:

10 t U-profiel DIN 1026–U200 × 5500–S235JR

Handelslengtes: 3 tot 15 m

symbool U	maten voor				door- snede A cm ²	massa per meter m' kg/m	voor de buigingsas						afstand van de as		flensgaten vol- gens DIN 997	
	h	b	s	$t = R_1$			$x - x$			$y - y$			$y - y$		$d_1^{4) 5) 6)}$	
	mm	mm	mm	mm			I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm	e_y cm	$x_M^{3)}$ cm	max mm	w_1 mm
30 × 15	30	15	4	4,5	2,21	1,74	2,53	1,69	1,07	0,38	0,39	0,42	0,52	0,74	4,3	10
30	30	33	5	7	5,44	4,27	6,39	4,26	1,08	5,33	2,68	0,99	1,31	2,22	8,4	20
40 × 20	40	20	5	5,5	3,66	2,87	7,58	3,79	1,44	1,14	0,86	0,56	0,67	1,01	6,4	11
40	40	35	5	7	6,21	4,87	14,1	7,05	1,50	6,68	3,08	1,04	1,33	2,32	8,4	20
50 × 25	50	25	5	6	4,92	3,86	16,8	6,73	1,85	2,49	1,48	0,71	0,81	1,34	8,4	16
50	50	38	5	7	7,12	5,59	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	1,37	2,47	11	20
60	60	30	6	6	6,46	5,07	31,6	10,5	2,21	4,51	2,16	0,84	0,91	1,50	8,4	18
65	65	42	5,5	7,5	9,03	7,09	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	1,42	2,60	11	25
80	80	45	6	8	11,0	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	1,45	2,67	13	25
100	100	50	6	8,5	13,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	1,55	2,93	13	30
120	120	55	7	9	17,0	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	1,60	3,03	17	30
140	140	60	7	10	20,4	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	1,75	3,37	17	35
160	160	65	7,5	10,5	24,0	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	1,84	3,56	21	35
180	180	70	8	11	28,0	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	1,92	3,75	21	40
200	200	75	8,5	11,5	32,2	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	2,01	3,94	23	40
220	220	80	9	12,5	37,4	29,4	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	2,14	4,20	23	45
240	240	85	9,5	13	42,3	33,2	3600	300	9,22	248	29,6	2,42	2,23	4,39	25	45
260	260	90	10	14	48,3	37,9	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	2,36	4,66	25	50
280	280	95	10	15	53,3	41,8	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	2,53	5,02	25	50
300	300	100	10	16	58,8	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	2,70	5,41	28	55
320	320	100	14	17,5	75,8	59,5	10870	679	12,1	597	80,6	2,81	2,60	4,82	28	58
350	350	100	14	16	77,3	60,6	12840	734	12,9	570	75,0	2,72	2,40	4,45	28	58
380	380	102	13,5	16	80,4	63,1	15760	829	14,0	615	78,7	2,77	2,38	4,58	28	60
400	400	110	14	18	91,5	71,8	20350	1020	14,9	846	102	3,04	2,65	5,11	28	60

1) $h > 300$ mm: 5 %.

2) $h \leq 300$ mm: $c = 0,5b$, $h > 300$ mm: $c = 0,5(b - s)$.

3) x_M = afstand van het schuifspanningsmiddelpunt M van de y - y -as.

4) Voor hoogvaste schroeven (NEN EN 14399) geldt bij U120, U160, U200 en U240 de eerstvolgende kleinere gatdiameter.

5) In afwijking hiervan gelden volgens DIN 101 voor klinkverbindingen de volgende gatdiameters d_0 : 4,2 6,3 10,5

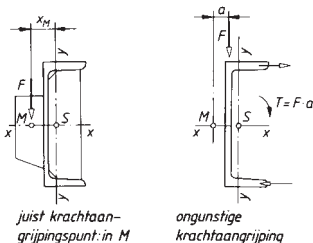
6) Voor klinknagels en schroeven met kleinere dan de hier aangegeven maximale diameters kunnen dezelfde krasmaten toegepast worden..

Let op: bij de loodrechte belasting van een UNP-balk (asymmetrisch profiel) geldt de spanningsvergelijking $\sigma = M/W$ alleen wanneer

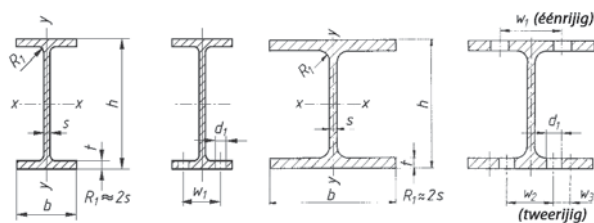
a) de werklijn van de belasting F door het schuifspanningsmiddelpunt M gaat,

b) twee U-profielen  of  met dwarsverbinding tot een symmetrisch draagprofiel samengesteld worden.

Gaat bij een afzonderlijk U-profiel de belasting niet door M , dan buigen de flenzen zijdelings uit (zie figuur) en treden extra buig- en torsiespanningen op.



UNP-profielen moeten in het schuifspanningsmiddelpunt M en, als dat niet mogelijk is, in het lijfvlak worden belast.

Tabel 1-11 Warmgewalste I-balken volgens DIN 1025 (zie ook NEN EN 10 034) (selectie)

middelbrede I-balken met
evenwijdige flensvlakken
(IPE-reeks) volgens
DIN 1025-5

brede I-balken met evenwijdige
flensvlakken (IPB-reeks)
DIN 1025-2

Aanduiding van een warmgewalste I-balk van S235JR-staal (materiaalnummer 1.0038) volgens NEN EN 10025 met symbool IPE300:

I-profiel DIN 1025 – S235JR – IPE300
of I-profiel DIN 1025 – 1.0038 – IPE300

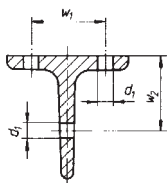
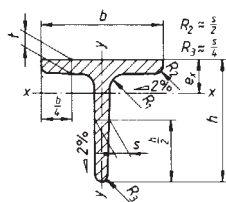
symbool	maten voor				door- snede <i>A</i> cm ²	massa per meter <i>m'</i> kg/m	voor de buigingsas							flensgaten volgens DIN 997		
	<i>h</i> mm	<i>b</i> mm	<i>s</i> mm	<i>t</i> mm			<i>I</i> _x cm ⁴	<i>x</i> – <i>x</i>		<i>I</i> _y cm ⁴	<i>y</i> – <i>y</i>		<i>d</i> ₁ ^{1) 2) 3)} max mm	<i>w</i> ₁ mm	<i>w</i> ₂ mm	<i>w</i> ₃ mm
								<i>W</i> _x cm ³	<i>i</i> _x cm		<i>W</i> _y cm ³	<i>i</i> _y cm				
IPE	middelbrede I-balken (IPE-reeks) volgens DIN 1025-5															
80	80	46	3,8	5,2	7,64	6,0	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	6,4	26		
100	100	55	4,1	5,7	10,3	8,1	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	8,4	30		
120	120	64	4,4	6,3	13,2	10,4	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	8,4	36		
140	140	73	4,7	6,9	16,4	12,9	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	11	40		
160	160	82	5,0	7,4	20,1	15,8	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	13	44		
180	180	91	5,3	8,0	23,9	18,8	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	13	50		
200	200	100	5,6	8,5	28,5	22,4	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	13	56		
220	220	110	5,9	9,2	33,4	26,2	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	17	60		
240	240	120	6,2	9,8	39,1	30,7	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	17	68		
270	270	135	6,6	10,2	45,9	36,1	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	21 (17)	72		
300	300	150	7,1	10,7	53,8	42,2	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	23	80		
330	330	160	7,5	11,5	62,6	49,1	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	25 (23)	86		
360	360	170	8,0	12,7	72,7	57,1	16270	904	15,0	1040	123	3,79	25	90		
400	400	180	8,6	13,5	84,5	66,3	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	28 (25)	96		
450	450	190	9,4	14,6	98,8	77,6	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	28	106		
500	500	200	10,2	16,0	116	90,7	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	28	110		
550	550	210	11,1	17,2	134	106	67120	2440	22,3	2670	254	4,45	28	120		
600	600	220	12,0	19,0	156	122	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	28	120		
IPB	brede I-balken (IPB-reeks) volgens DIN 1025-2															
100	100	100	6	10	26,0	20,4	450	89,9	4,16	167	33,5	2,53	13	56	–	
120	120	120	6,5	11	34,0	26,7	864	144	5,04	318	52,9	3,06	17	66	–	
140	140	140	7	12	43,0	33,7	1510	216	5,93	550	78,5	3,58	21	76	–	
160	160	160	8	13	54,3	42,6	2490	311	6,78	889	111	4,05	23	86	–	
180	180	180	8,5	14	65,3	51,2	3830	426	7,66	1360	151	4,57	25	100	–	
200	200	200	9	15	78,1	61,3	5700	570	8,54	2000	200	5,07	25	110	–	
220	220	220	9,5	16	91,0	71,5	8090	736	9,43	2840	258	5,59	25	120	–	
240	240	240	10	17	106	83,2	11260	938	10,3	3920	327	6,08	25	96	35	
260	260	260	10	17,5	118	93,0	14920	1150	11,2	5130	395	6,58	25	106	40	
280	280	280	10,5	18	131	103	19270	1380	12,1	6590	471	7,09	25	110	45	
300	300	300	11	19	149	117	25170	1680	13,0	8560	571	7,58	28	120	45	
320	320	300	11,5	20,5	161	127	30820	1930	13,8	9240	616	7,57	28	120	45	
340	340	300	12	21,5	171	134	36660	2160	14,6	9690	646	7,53	28	120	45	
360	360	300	12,5	22,5	181	142	43190	2400	15,5	10140	676	7,49	28	120	45	
400	400	300	13,5	24	198	155	57680	2880	17,1	10820	721	7,40	28	120	45	
450	450	300	14	26	218	171	79890	3550	19,1	11720	781	7,33	28	120	45	
500	500	300	14,5	28	239	187	107200	4290	21,2	12620	842	7,27	28	120	45	
550	550	300	15	29	254	199	136700	4970	23,2	13080	872	7,17	28	120	45	
600	600	300	15,5	30	270	212	171000	5700	25,2	13530	902	7,08	28	120	45	

¹⁾ Waarden tussen () gelden voor hoogwaardige schroeven NEN EN 14399.

²⁾ In afwijking hiervan gelden volgens DIN 101 voor klinkverbindingen de volgende gatdiameters *d*₀: 6,3 10,5.

³⁾ Voor klinknagels en schroeven met kleinere dan de hier aangegeven maximale diameters kunnen dezelfde krasmaten worden toegepast.

Tabel 1-12 Warmgewalst gelijkbenig T-staal met afgeronde kanten en overgangen volgens NEN EN 10055



Aanduiding van een T-profiel met hoogte 80 mm van S235JR volgens NEN EN 10025:

T-profiel EN 10055–T80
staal EN 10025–S235JR

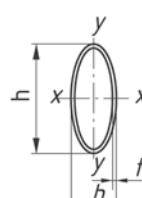
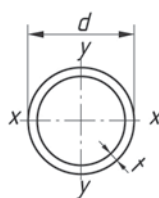
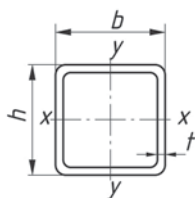
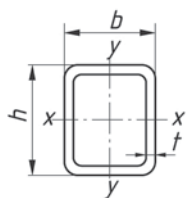
symbol T	maten voor		doorsne- de A cm ²	massa per meter m' kg/m	e_x cm	voor de buigingsas						krasmaten volgens DIN 997		
	$b = h$	$s = t = R_1$				$x - x$			$y - y$			$d_1^{1)2)}$ max. mm	w_1 mm	w_2 mm
	mm	mm				I_x cm ⁴	W_x cm ³	i_x cm	I_y cm ⁴	W_y cm ³	i_y cm			
30	30	4	2,26	1,77	0,85	1,72	0,80	0,87	0,87	0,58	0,62	4,3	17	17
35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,04	1,57	0,90	0,73	4,3	19	19
40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	1,18	2,58	1,29	0,83	6,4	21	22
50	50	6	5,66	4,44	1,39	12,1	3,36	1,46	6,60	2,42	1,03	6,4	30	30
60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	1,73	12,2	4,07	1,24	8,4	34	35
70	70	8	10,6	8,32	1,94	44,5	8,79	2,05	22,1	6,32	1,44	11	38	40
80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	2,33	37,0	9,25	1,65	11	45	45
100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	2,92	88,3	17,7	2,05	13	60	60
120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	3,51	178	29,7	2,45	17	70	70
140	140	15	39,9	31,3	3,80	660	64,7	4,07	330	47,2	2,88	21	80	75

¹⁾ In afwijking hiervan gelden volgens DIN 101 voor klinkverbindingen de volgende gatdiameters d_0 : 4,2 6,3 10,5.

²⁾ Voor klinknagels en schroeven met kleinere dan de hier aangegeven maximale diameters kunnen dezelfde krasmaten toegepast worden.

Tabel 1-13 Holle profielen, buizen

a) Warmgevormde holle profielen voor de staalbouw van ongelegeerd en fijnkorrelig constructiestaal volgens NEN EN 10210-2 (standaard maten)



rechthoekige holle profielen

vierkante holle profielen

ronde holle profielen

elliptische holle profielen¹⁾

nominale maat		wanddikte ²⁾	door- snede	massa per meter	oppervlakte- traagheidsmoment		weerstandsmoment		traagheidsstraal		torsie ³⁾	
<i>h</i> mm	<i>b</i> mm	<i>t</i> mm	<i>A</i> cm ²	<i>m'</i> kg/m	<i>I_x</i> cm ⁴	<i>I_y</i> cm ⁴	<i>W_x</i> cm ³	<i>W_y</i> cm ³	<i>i_x</i> cm	<i>i_y</i> cm	<i>I_t</i> cm ⁴	<i>W_t</i> cm ³
holle profielen met rechthoekige doorsnede (selectie)												
50	30	2,6 (3,2 4,0 5,0)	3,82	3,00	12,2	5,38	4,87	3,58	1,79	1,19	12,1	5,90
60	40	2,6 (3,2 4,0 5,0 6,3)	4,86	3,81	23,6	12,4	7,86	6,22	2,20	1,60	25,9	10,04
80	40	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	7,16	5,62	57,2	18,9	14,3	9,5	2,83	1,63	46,2	16,08
90	50	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	8,44	6,63	89,1	35,3	19,8	14,1	3,25	2,04	80,9	23,58
100	50	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	9,08	7,13	116	38,8	23,2	15,5	3,57	2,07	93,4	26,38
100	60	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	9,72	7,63	131	58,8	26,2	19,6	3,67	2,46	129	32,36
120	60	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0)	13,6	10,7	249	83,1	41,5	27,7	4,28	2,47	201	47,10
120	80	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0)	15,2	11,9	303	161	50,4	40,2	4,46	3,25	330	64,98
140	80	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0)	16,8	13,2	441	184	62,9	46,0	5,12	3,31	411	77
150	100	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0 12,5)	19,2	15,1	607	324	81,0	64,8	5,63	4,11	660	105
160	80	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0 12,5)	18,4	14,4	612	207	76,5	51,7	5,77	3,35	493	88
180	100	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0 12,5)	21,6	16,9	945	379	105	75,9	6,61	4,19	852	127
200	100	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0 12,5 16,0)	23,2	18,2	1223	416	122	83	7,26	4,24	983	142
200	120	6,3 (8,0 10,0 12,5)	38,3	30,1	2065	929	207	155	7,34	4,92	2028	255
250	150	6,3 (8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	48,4	38,0	4143	1874	331	250	9,25	6,22	4054	413

Tabel 1-13 Vervolg

nominale maat	wanddikte ²⁾	door- snede	massa per meter	oppervlakte- traagheids- moment	weerstand- moment	traag- heids- straal	torsie ³⁾	
mm	t mm	A cm ²	m' kg/m	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I _t cm ⁴	W _t cm ³
b	holle profielen met vierkante doorsnede (selectie)							
40	2,6 (3,2 4,0 5,0)	3,82	3,00	8,8	4,4	1,52	14,0	6,41
50	2,6 (3,2 4,0 5,0 6,3)	4,86	3,81	18,0	7,21	1,93	28,4	10,6
60	2,6 (3,2 4,0 5,0 6,3 8,0)	5,90	4,63	32,2	10,7	2,34	50,2	15,7
70	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	8,4	6,63	62,3	17,8	2,72	97,6	26,1
80	3,2 (4,0 5,0 6,3 8,0)	9,72	7,63	95	23,7	3,13	148	34,9
90	4,0 (5,0 6,3 8,0)	13,6	10,7	166	37,0	3,50	260	54,2
100	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0)	15,2	11,9	232	46,4	3,91	361	68,2
120	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5)	22,7	17,8	498	83,0	4,68	777	122
140	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5)	26,7	21,0	807	115	5,50	1 253	170
150	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	28,7	22,6	1 002	134	5,90	1 550	197
160	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	30,7	24,1	1 225	153	6,31	1 892	226
180	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	34,7	27,3	1 765	196	7,13	2 718	290
200	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	38,7	30,4	2 445	245	7,95	3 756	362
220	6,3 (8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	53,4	41,9	4 049	368	8,71	6 240	544
250	6,3 (8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	61,0	47,9	6 014	481	9,93	9 238	712
260	6,3 (8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	63,5	49,9	6 788	522	10,3	10 420	773
300	6,3 (8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	74,0	57,8	10 550	703	12,0	16 140	1043
350	8,0 (10,0 12,5 14,2 16,0)	109	85,4	21 130	1207	13,9	32 380	1789
400	10,0 (12,5 14,2 16,0 20,0)	155	122	39 130	1956	15,9	60 090	2895
d	holle profielen met cirkelvormige doorsnede (selectie)							
21,3	2,3 (2,6 3,2)	1,37	1,08	0,629	0,590	0,677	1,26	1,18
26,9	2,3 (2,6 3,2)	1,78	1,40	1,36	1,01	0,874	2,71	2,02
33,7	2,6 (3,2 4,0)	2,54	1,99	3,09	1,84	1,10	6,19	3,67
42,4	2,6 (3,2 4,0)	3,25	2,55	6,46	3,05	1,41	12,9	6,10
48,3	2,6 (3,2 4,0 5,0)	3,73	2,93	9,78	4,05	1,62	19,6	8,10
60,3	2,6 (3,2 4,0 5,0)	4,71	3,70	19,7	6,52	2,04	39,3	13,0
76,1	2,6 (3,2 4,0 5,0)	6,00	4,71	40,6	10,7	2,60	81,2	21,3
88,9	3,2 (4,0 5,0 6,0 6,3)	8,62	6,76	79,2	17,8	3,03	158	35,6
101,6	3,2 (4,0 5,0 6,0 6,3 8,0 10,0)	9,89	7,77	120	23,6	3,48	240	47,2
114,3	3,2 (4,0 5,0 6,0 6,3 8,0 10,0)	11,2	8,77	172	30,2	3,93	345	60,4
139,7	4,0 (5,0 6,0 6,3 8,0 10,0 12,0 12,5)	17,1	13,4	393	56,2	4,80	786	112
168,3	4,0 (5,0 6,3 8,0 10,0 12,5)	20,6	16,2	697	82,8	5,81	1 394	166
177,8	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5)	27,1	21,3	1 014	114	6,11	2 028	228
193,7	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0)	29,6	23,3	1 320	136	6,67	2 640	273
219,1	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0 20,0)	33,6	26,4	1 928	176	7,57	3 856	352
244,5	5,0 (6,3 8,0 10,0 12,5 14,2 16,0 20,0 25,0)	37,6	29,5	2 699	221	8,47	5 397	441

¹⁾ Voor maten (120 × 60 tot 500 × 250) en statische waarden, zie het normblad

²⁾ Statische waarden voor de kleinste wanddikte. Overige wanddiktes tussen ().

³⁾ I_t = torsietraagheidsmoment (torsietraagheidsconstante, polair traagheidsmoment bij buizen)
 W_t = torsieweerstandsmoment (constante van de torsiemodulus)

Tabel 1-13 Vervolg**Lengtesoort**

Handelslengte: 4000 tot 16000 mm met een lengteverschil van ten hoogste 2000 mm per orderregel. 10 % van de geleverde profielen mag liggen onder de minimale lengte die voor de bestelde producten geldt maar tegelijkertijd niet korter zijn dan 75 % ervan.

Vaste lengte: 4000 tot 16000 mm, grensmaatafwijking ± 500 mm

De overige lengtes bedragen 6 tot 12 m

Exacte lengte: $2000 \text{ mm} \leq L \leq 6000 \text{ mm}$, grensmaatafwijking $+ 10/0$ mm

$L \geq 6000$ mm, grensmaatafwijkingen $+ 15/0$ mm

Materiaal

Ongeleerd constructiestaal: S235JRH, S275JOH, S275J2H, S355JOH, S355J2H.

Fijnkorrelig constructiestaal: S275NLH, S275NLH, S355NLH, S460NH, S460NLH.

Bestelvoorbeeld

400 m warmgevormde rechthoekige holle profielen in de afmeting $140 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ en een wanddikte van 6,3 mm volgens NEN EN 10210, vervaardigd van de staalsoort S355JOH (JO: minimale waarde van de kerfslagarbeid 27J bij 0°C , H: hol profiel), geleverd in handelslengtes met een keuringscertificaat 3.1.B volgens EN 10204:

400 m profielen – HFRHF – $140 \times 80 \times 6,3$ – EN 10210 – S355JOH – handelslengte – EN 10204 – 3.1.B

b) Naadloze en gelaste stalen buizen voor algemene toepassingen volgens NEN EN 10220.

Er zijn voorkeursmaten voor de buitendiameter en wanddikte vastgelegd, evenals waarden voor de massa per lengte-eenheid in kg/m (zie normblad). Materiaal, grensmaatafwijkingen, etc. zijn te vinden in de toepassingsnormen.

De indeling van de buizen vindt plaats in drie verschillende reeksen buitendiameters en geprefereerde wanddiktes. Aanbevolen wordt om voor buizen die bestemd zijn als onderdeel van pijpleidingssystemen, een buitendiameter van reeks 1 te kiezen.

Reeks 1: buitendiameters waarvoor alle appendages genormaliseerd zijn.

Buitendiameters en wanddiktes van ... tot (in mm):

10,2: 0,5 ... 2,6; **13,5:** 0,5 ... 3,6; **17,2:** 0,5 ... 4,5; **21,3:** 0,5 ... 5,4; **26,9:** 0,5 ... 8; **33,7:** 0,5 ... 8,8; **42,4:** 0,5 ... 10; **48,3:** 0,6 ... 12,5; **60,3:** 0,6 ... 16; **76,1:** 0,8 ... 20; **88,9:** 0,8 ... 25; **114,3:** 1,2 ... 32; **139,7:** 1,6 ... 40; **168,3:** 1,6 ... 50; **219,1:** 1,8 ... 70; **273:** 2,0 ... 80; **323,9/355,6/406,4:** 2,6 ... 100; **457/508/610:** 3,2 ... 100; **711:** 4 ... 100; **813/914/1016:** 4 ... 65; **1067/1118/1219:** 5 ... 65; **1422:** 5,6 ... 65; **1626:** 6,3 ... 65; **1829:** 7,1 ... 65; **2032:** 8 ... 65; **2235:** 8,8 ... 65; **2540:** 10 ... 65.

Geprefereerde wanddiktes (in mm):

0,5 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4 4,5 5,0 5,4 5,6

6,3 7,1 8 8,8 10 11 12,5 14,2 16 17,5 20 22,2 25 28 30 32 36 40 45 50 55 60 65 (70) (80) (90) (100)

Reeks 2: buitendiameters waarvoor niet alle onderdelen genormaliseerd zijn (in mm):

12 12,7 16 19 20 25 31,8 32 38 40 51 57 63,5 70 101,6 127 133 762 1168 1321 1524 1727 1930 2134 2337 2438

Reeks 3: buitendiameters waarvoor nauwelijks appendages bestaan (in mm):

14 18 22 25,4 30 35 44,5 54 73 82,5 108 141,3 152,4 159 177,8 193,7 244,5 559 660 864

Toewijzing van wanddiktes bij reeks 2 en 3 overeenkomstig als bij reeks 1

Tabel 1-13 Vervolg

c) Stalen precisiebuizen, naadloos koudgetrokken buizen volgens NEN EN 10305-1 (selectie)

Voorkeurswaarden voor diameter en wanddikte komen overeen met de grijze vlakken.

De buizen worden gekenmerkt door nauwkeurig gedefinieerde grensmaatafwijkingen en een vastgelegde oppervlakterutheid. ($D \leq 260$ mm: $Ra \leq 4 \mu\text{m}$, $D > 260$ mm: $Ra \leq 6 \mu\text{m}$.)

Maten in mm

Nominale buitendiameter D ¹⁾ met grensmaat-afwijkingen		wanddikte T ³⁾																					
		1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	12	14	16
grensmaatafwijkingen voor nominale binnendiameter d ²⁾																							
10	±0,08	±0,15						±0,25															
12		±0,15						±0,25															
14			±0,15						±0,25														
15		±0,08	±0,15						±0,25														
16		±0,08	±0,15						±0,25														
18		±0,08	±0,15						±0,25														
20		±0,08	±0,15						±0,25														
22		±0,08	±0,15						±0,25														
25		±0,08	±0,15						±0,25														
26		±0,08	±0,15						±0,25														
28		±0,08	±0,15						±0,25														
30		±0,08	±0,15						±0,25														
32	±0,15	±0,15																		±0,25			
35		±0,15																		±0,25			
38		±0,15																		±0,25			
40		±0,15																		±0,25			
42	±0,20	±0,20																		±0,25			
45		±0,20																		±0,25			
48		±0,20																		±0,25			
50		±0,20																		±0,25			
55	±0,25	±0,25																		±0,25			
60		±0,25																		±0,25			
65	±0,30	±0,30																		±0,25			
70		±0,30																		±0,25			
75	±0,35	±0,35																		±0,25			
80		±0,35																		±0,25			
85	±0,40					±0,40														±0,25			
90						±0,40														±0,25			
95	±0,45						±0,45												±0,25				
100							±0,45												±0,25				
110	±0,50						±0,50												±0,25				
120							±0,50												±0,25				
130	±0,70							±0,70								±0,25							
140								±0,70								±0,25							
150	±0,80								±0,80						±0,25								
160									±0,80						±0,25								

¹⁾ Totale diameterbereik tussen 4 en 380 mm. Grensmaatafwijkingen van diameters gelden voor leveringstoestand +C of +LC.

²⁾ De buizen zijn bepaald volgens buitendiameter (D) en binnendiameter (d), $d = D - 2T$.

³⁾ Grensmaatafwijkingen wanddiktes: $\pm 10\%$ of $\pm 0,1$ mm. De grotere waarde geldt.

Leveringstoestand

trekblank/hard: +C, trekblank/zacht: +LC, trekblank en spanningsarm gegloeid: +SR, gegloeid: +A, normaalgegloeid: +N.

Tabel 1-13 Vervolg**Buislengte**

lengtesoort	lengte L in mm	grensmaten in mm
handelslengte	≥ 3000	
vaste lengte		± 500
exacte lengte	$500 < L \leq 2000$	0/+3
	$2000 < L \leq 5000$	0/+5
	$5000 < L \leq 8000$	0/+10
	$L \leq 500$ of $L > 8000$	zoals overeengekomen

Materiaal:

E215, E235, E355. Andere mogelijke staalsoorten: E255, E410, 26Mn5, C35E, C45E, 26Mo2, 25CrMo4, 42CrMo4, 10S10, 15S10, 18S10 en 37S10.

Bestelvoorbeeld:

180 m buizen met een buitendiameter $D = 80$ mm en een binnendiameter $ID = 74$ mm volgens EN 10305-1, gemaakt van de staalsoort E235 in normaalgegleide toestand, geleverd in handelslengte met optie 19 (keuringscertificaat 3.1.B volgens EN 10204):

180 m buizen – 80 × d 74 – EN 10305-1 – E235 + N – handelslengte – optie 19

d) Naadloze stalen buizen voor drukbelasting van ongelegeerde staalsoorten volgens NEN EN 10216-1
De buizen worden conform NEN EN 10220 gekozen voorkeurswaarden naar buitendiameter D en wanddikte T vastgesteld.

Reeks 1: buitendiameters waarvoor alle appendages genormaliseerd zijn

Buitendiameters en wanddiktes van ... tot (in mm):

10,2: 1,6 ... 2,6; **13,5:** 1,8 ... 3,6; **17,2:** 1,8 ... 4,5; **21,3:** 2 ... 5; **26,9:** 2 ... 8; **33,7:** 2,3 ... 8,8;
42,4: 2,6 ... 10; **48,3:** 2,6 ... 12,5; **60,3:** 2,9 ... 16; **76,1:** 2,9 ... 20; **88,9:** 3,2 ... 25; **114,3:** 3,6 ... 32;
139,7: 4 ... 40; **168,3:** 4,5 ... 50; **219,1:** 6,3 ... 70; **273:** 6,3 ... 80; **323,9:** 7,1 ... 100; **355,6:** 8 ... 100;
406,4: 8,8 ... 100; **457:** 10 ... 100; **508:** 11 ... 100; **610:** 12,5 ... 100; **711:** 25 ... 100.

Geprefereerde wanddiktes (in mm): 1,6 1,8 2 2,3 2,6 2,9 3,2 3,6 4,0 4,5 5,0 5,6 6,3 7,1 8,0 8,8 10,0 11,0 12,5 14,2 16 17,5 20 22,2 25 28 30 32 36 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100

Reeks 2 en 3: zie voor buitendiameters NEN EN 10220, tabel 1-13b

Leveringstoestand: De buizen moeten of normaalgegleoid of normaliserend omgevormd worden geleverd.

Grensmatafwijkingen

buitendiameter D mm	grensmaat-afwijkingen voor D	grensmatafwijkingen voor T bij een T/D -verhouding van			
		$\leq 0,025$	$> 0,025$ t/m 0,050	$> 0,050$ t/m 0,10	$> 0,10$
$D \leq 219,1$	$\pm 1\%$ of $\pm 0,5$ mm, telkens geldt de grotere waarde	$\pm 12,5\%$ of $\pm 0,4$ mm, telkens geldt de grotere waarde			
$D > 219,1$		$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 12,5\%$	$\pm 10\%$

Materiaal:

P195TR1, P235TR1, P265TR1 in kwaliteit TR1 zonder vastgesteld Al-aandeel, zonder gedefinieerde waarden van de kerfslag en zonder specifieke keuring.

P195TR2, P235TR2, P265TR2 in kwaliteit TR2 met vastgesteld Al-aandeel, met gedefinieerde waarden van de kerfslag en met specifieke keuring.

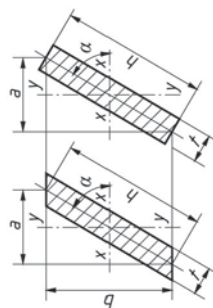
Bestelvoorbeeld:

40 t naadloos stalen buizen met een buitendiameter van 219,1 mm en een wanddikte van 8 mm volgens EN 10216-1, vervaardigd van de staalsoort P235TR2 in een exacte lengte van 8000 ± 15 mm:

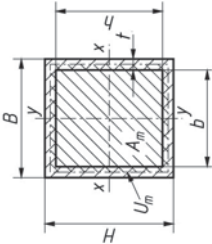
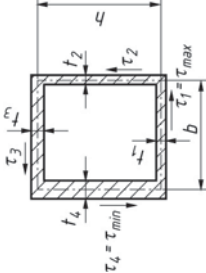
40 t buizen – 219,1 × 8 – EN 10216-1 – P235TR2 – optie 8: 8000 mm.

Tabel 1-14 Oppervlaktemomenten van 2e orde en weerstandsmomenten¹⁾

doorsnede	buiging		torsie	
	oppervlakte- traagheidsmoment I_b	weerstandsmoment W_b	torsietraagheidsmoment I_t	torsieweerstandsmoment W_t
rechthoek	$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$	$I_t = c_1 \cdot h \cdot b^3$	$W_t = \frac{c_1}{c_2} \cdot h \cdot b^2$ waarbij $c_1 = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{0,63}{h/b} + \frac{0,052}{(h/b)^5} \right)$ $c_2 = 1 - \frac{0,65}{1 + (h/b)^3}$
vierkant	$I_x = I_y = I_z = \frac{h^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{h^3}{6}$ $W_z = \frac{\sqrt{2} \cdot h^3}{12}$	$I_t = 0,141 \cdot h^4$	$W_t = 0,208 \cdot h^3$
smalle schuine rechthoek	$I_x = \frac{t}{12} \cdot h \cdot b^2 = \frac{t}{12} h^3 \cdot \sin^2 \alpha$ $I_y = \frac{t}{12} \cdot h \cdot a^2 = \frac{t}{12} h^3 \cdot \cos^2 \alpha$		$I_t \approx \frac{1}{3} \cdot h \cdot t^3$	$W_t \approx \frac{1}{3} \cdot h \cdot t^2$

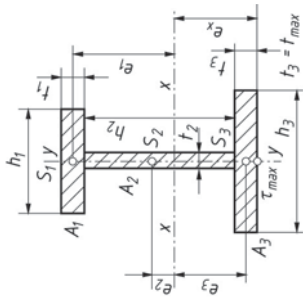


Tabel 1-14 Vervolg

doorsnede	buiging		torsie	
	oppervlakte- traagheidsmoment I_b	weerstandsmoment W_b	torsietraagheidsmoment I_t	torsieweerstandsmoment W_t
rechthoekige koker 1. wanddikte t constant 	$I_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{12}$ $I_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6H}$ $W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6B}$	2. formule van Bredt $I_t = 2 \cdot (A_a + A_i) \cdot t \cdot \frac{A_m}{U_m}$ $\approx 4 A_m^2 \cdot \frac{t}{U_m}$ A_m vlak dat door de profielmid- dellijn wordt omsloten U_m lengte van de profielmiddel- lijn	1. formule van Bredt $W_t \approx 2 \cdot A_m \cdot t$
2. wanddikte t veranderlijk bijv. $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ 			$I_t = \frac{4 \cdot b^2 \cdot h^2}{b \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_3} \right) + h \left(\frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_4} \right)}$	$W_{t_{\min}} = 2 \cdot b \cdot h \cdot t_{\min}$ $W_{t_{\max}} = 2 \cdot b \cdot h \cdot t_{\max}$

Tabel 1-14 Vervolg

doorsnede	buiging		torsie	
	oppervlakte- traagheidsmoment I_b	weerstandsmoment W_b	torsietraagheidsmoment I_t	torsieweerstandsmoment W_t
samengestelde dunwandige doorsneden	$I = \sum I_i + \sum A_i \cdot e_i^2$ voorbeeld: $I_x = I_1 + I_2 + I_3 + A_1 \cdot e_1^2 + A_2 \cdot e_2^2 + A_3 \cdot e_3^2$	$W = \frac{I}{e}$	$I_t = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n h_i \cdot t_i^3$ voorbeeld: $I_t \approx \frac{1}{3} (h_1 \cdot t_1^3 + h_2 \cdot t_2^3 + h_3 \cdot t_3^3)$	$W_t = \frac{1}{3 \cdot t_{\max}} \cdot \sum_{i=1}^n h_i \cdot t_i^3$



1) Oppervlakte- en weerstandsmomenten voor asdoorsneden, zie tabel 11-3. Oppervlakte- en weerstandsmomenten voor standaardprofielen, zie tabel 1-8 tot tabel 1-13.

Tabel 1-15 Verhoudingen, afhankelijk van de lengtemaat, trappen en reeksen voor indeling in typen

kengrootheid	verhouding	trap	reeks
1. lengte L	$q_L = L_1/L_0$	$q_{\tau/p}$	Rr/p
2. oppervlak A	$q_A = A_1/A_0 = q_L^2$	$q_{\tau/2p}$	Rr/2p
3. volume V	$q_V = V_1/V_0 = q_L^3$	$q_{\tau/3p}$	Rr/3p
massa m	$q_m = m_1/m_0 = q_L^3$	$q_{\tau/3p}$	Rr/3p
4. dichtheid ρ	$q_\rho = \rho_1/\rho_0 = 1$	—	—
5. kracht F	$q_F = F_1/F_0 = q_L^2$	$q_{\tau/2p}$	Rr/2p
6. spanning σ	$q_\sigma = \sigma_1/\sigma_0 = 1$	—	—
druk p	$q_p = p_1/p_0 = 1$	—	—
7. tijd t	$q_t = t_1/t_0 = q_L$	$q_{\tau/p}$	Rr/p
8. snelheid v	$q_v = v_1/v_0 = 1$	—	—
9. versnelling a	$q_a = a_1/a_0 = q_L^{-1}$	$q_{\tau/-p}$	Rr/-p (dalend)
toerental n	$q_n = n_1/n_0 = q_L^{-1}$	$q_{\tau/-p}$	Rr/-p (dalend)
10. hoekversnelling α	$q_\alpha = \alpha_1/\alpha_0 = q_L^{-2}$	$q_{\tau/-2p}$	Rr/-2p (dalend)
11. vermogen P	$q_P = P_1/P_0 = q_L^2$	$q_{\tau/2p}$	Rr/2p
12. moment M resp. T	$q_M = M_1/M_0 = q_L^3 = T_1/T_0$	$q_{\tau/3p}$	Rr/3p
13. weerstandsmoment W	$q_W = W_1/W_0 = q_L^3$	$q_{\tau/3p}$	Rr/3p
arbeid W			
14. oppervlaktetraagheismoment I	$q_I = I_1/I_0 = q_L^4$	$q_{\tau/4p}$	Rr/4p
15. massamoment van 2e orde J	$q_J = J_1/J_0 = q_L^5$	$q_{\tau/5p}$	Rr/5p

Roloff/Matek geldt al 50 jaar als een standaardwerk voor de werktuigbouw. De uitgaven staan bekend om de alomvattende informatie, actuele normen en heldere uitleg die hun functionaliteit voor interpretatie en berekening keer op keer bewijzen. Gebruikers, zowel in het onderwijs als het werkveld, noemen Roloff/Matek onmisbaar voor het berekenen van constructies. De uitvoering en up-to-date behandeling van machineonderdelen maakt het een compleet studieboek en een essentieel naslagwerk voor iedere ontwerper.

De methode bestaat uit een:

- Theorieboek
- Tabellenboek

Dit tabellenboek bevat een groot aantal tabellen, grafieken en schema's bij elk hoofdstuk in het theorieboek, dat de belangrijkste machineonderdelen beschrijft. De gebruiker vindt hier alle hulpmiddelen voor calculatie en constructie. De informatie wordt compact en overzichtelijk gepresenteerd.

De theorie is ingedeeld in 24 afzonderlijke hoofdstukken, die onafhankelijk van elkaar kunnen worden bestudeerd. Dit tabellenboek biedt ondersteuning bij de praktische toepassing van de theorie en bij het maken van eigen berekeningen.

Deze geactualiseerde zesde druk, gebaseerd op de vierentwintigste Duitse druk, is op diverse punten verbeterd. De wijzigingen in dit tabellenboek zijn vooral ingegeven door de aanpassing naar de huidige stand van zaken op het gebied van normering (NEN EN, NEN ISO, DIN). Dit is met name aan de orde in het hoofdstuk Lasverbindingen en het hoofdstuk Veren.

