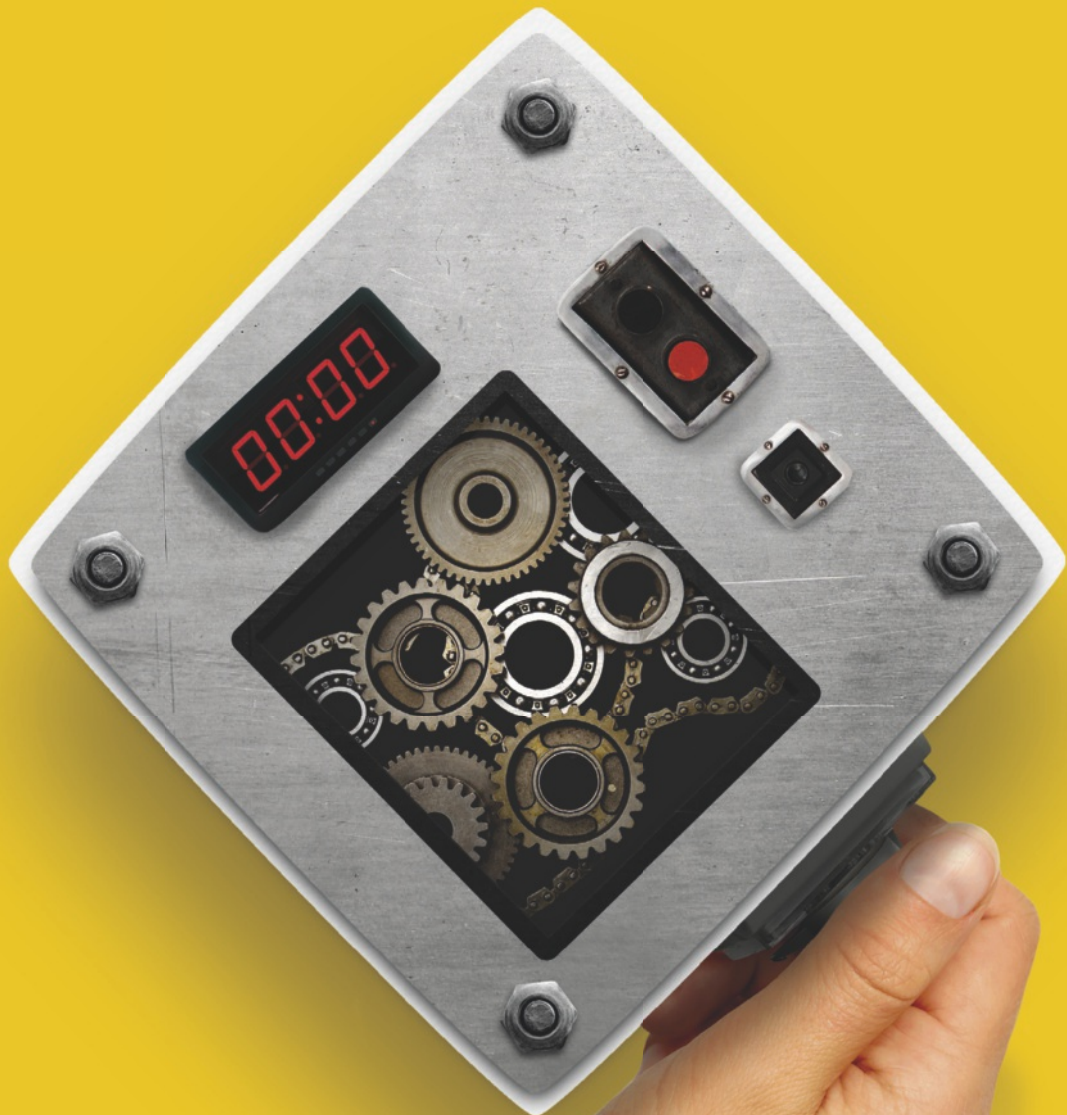


LEERWERKBOEK NIVEAU 3&4

Machinebouw 1



TOUCHTECH



Machinebouw 1



Colofon

Over ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff ontwikkelt zich van educatieve uitgeverij tot een learning design company. We brengen content, leerontwerp en technologie samen. Met onze groeiende expertise, ervaring en leeroplossingen zijn we een partner voor scholen bij het vernieuwen en verbeteren van onderwijs. Zo kunnen we samen beter recht doen aan de verschillen tussen lerenden en scholen en ervoor zorgen dat leren steeds persoonlijker, effectiever en efficiënter wordt.

Samen leren vernieuwen.

www.thiememeulenhoff.nl

ISBN 978 90 06 14098 9

1e druk, 1e oplage, 2021

© ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2021

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Deze uitgave is volledig CO₂-neutraal geproduceerd.
Het voor deze uitgave gebruikte papier is voorzien van het FSC®-keurmerk. Dit betekent dat de bosbouw op een verantwoorde wijze heeft plaatsgevonden.

Inhoudsopgave

1	MAB02 Losneembare verbindingen	7
	Introductie	8
	Theorie	9
	Kernvragen	9
	Soort verbindingen	9
	Bevestigingsschroefdraad	11
	Bewegingsschroefdraad	15
	Schroefdraadverbindingen	16
	Losneembare verbindingen	20
	Beveiligen van boutverbindingen	23
	Borgmiddelen	25
	Samenvatting	31
	Video	32
	Begrippen	32
	Theorieopdrachten	34
	Opdrachten uit de praktijk	36
	Evaluatie en reflectie	39
	Checklist	39
	Zelftoets	39
2	MAB04 Assen en as-naafverbindingen	43
	Introductie	44
	Theorie	45
	Kernvragen	45
	Assen	45
	Invloed van vormverandering bij assen	49
	As-naafverbindingen	50
	Samenvatting	64
	Video	65
	Begrippen	66
	Theorieopdrachten	68
	Opdrachten uit de praktijk	70
	Evaluatie en reflectie	74
	Checklist	74
	Zelftoets	74

3	MAB05 As-koppelingen	77
	Introductie	78
	Theorie	79
	Kernvragen	79
	Waarom een koppeling?	79
	Vaste koppelingen	80
	Flexibele koppelingen	82
	Elastische koppelingen	85
	Hoogelastische koppelingen	88
	Schakelbare koppelingen	89
	Zelfschakelende koppelingen	92
	Veiligheidskoppelingen	93
	Samenvatting	96
	Video	97
	Begrippen	98
	Theorieopdrachten	99
	Opdrachten uit de praktijk	101
	Evaluatie en reflectie	105
	Checklist	105
	Zelftoets	105
4	MAB07 Glijlagers	109
	Introductie	110
	Theorie	111
	Kernvragen	111
	Lagerbussen	111
	Asondersteuning met lagerblokken	114
	Smearing van glijlagers	118
	Indeling van glijlagermaterialen	121
	Samenvatting	126
	Video	127
	Begrippen	128
	Theorieopdrachten	129
	Opdrachten uit de praktijk	131
	Evaluatie en reflectie	135
	Checklist	135
	Zelftoets	135
5	MAB08 Wentellagers	139
	Introductie	140
	Theorie	141
	Kernvragen	141
	Opbouw van wentellagers	141
	Soorten wentellagers	143
	Codering van wentellagers	151
	Montage en smearing van wentellagers	154
	Dynamische afdichtingen	156
	Samenvatting	161
	Video	162
	Begrippen	163
	Theorieopdrachten	164
	Opdrachten uit de praktijk	166
	Evaluatie en reflectie	169
	Checklist	169
	Zelftoets	169

6	MAB09 Montage en demontage van assen en lagers	173
	Introductie	174
	Theorie	175
	Kernvragen	175
	Wentellagers of glijlagers	175
	Montage en demontage van niet-deelbare glijlagers	176
	Montage van deelbare glijlagers	178
	Montage van wentellagers op assen	180
	Montage van wentellagers in lagerhuizen	186
	Warme montage van wentellagers	187
	Demontage van wentellagers met cilindrische boring	189
	Samenvatting	192
	Video	193
	Begrippen	194
	Theorieopdrachten	195
	Opdrachten uit de praktijk	197
	Evaluatie en reflectie	202
	Checklist	202
	Zelftoets	202
7	MAB03 Veren	205
	Introductie	206
	Theorie	207
	Kernvragen	207
	Functies en toepassing van veren	207
	Bepaling inbouwmaten van veren	219
	Samenvatting	223
	Video	224
	Begrippen	225
	Theorieopdrachten	226
	Opdrachten uit de praktijk	228
	Evaluatie en reflectie	232
	Checklist	232
	Zelftoets	232
8	MAB10 Riemaandrijvingen	235
	Introductie	236
	Theorie	237
	Kernvragen	237
	Vermogen en overbrengingsverhouding	237
	Vlakke-riemaandrijving	239
	V-riemaandrijving	241
	Tandriemaandrijving	248
	Samenvatting	253
	Video	254
	Begrippen	254
	Theorieopdrachten	255
	Opdrachten uit de praktijk	257
	Evaluatie en reflectie	260
	Checklist	260
	Zelftoets	260

9	MAB11 Kettingaandrijvingen	263
	Introductie	264
	Theorie	265
	Kernvragen	265
	Vermogen en overbrengingsverhouding	265
	Kettingaandrijvingen	267
	Verschillende aandrijfkettingen	272
	Samenvatting	282
	Video	283
	Begrippen	283
	Theorieopdrachten	285
	Opdrachten uit de praktijk	287
	Evaluatie en reflectie	291
	Checklist	291
	Zelftoets	291
10	MAB13 Tandwielen en tandwielaandrijvingen	295
	Introductie	296
	Theorie	297
	Kernvragen	297
	Tandwieloverbrengingen	297
	Tandwielen	301
	Typen tandwielen	304
	Montage van tandwieloverbrengingen	309
	Slijtage van tandwielen	311
	Tandwielkasten	313
	Samenvatting	314
	Video	316
	Begrippen	317
	Theorieopdrachten	318
	Opdrachten uit de praktijk	320
	Evaluatie en reflectie	323
	Checklist	323
	Zelftoets	323
	Register	327

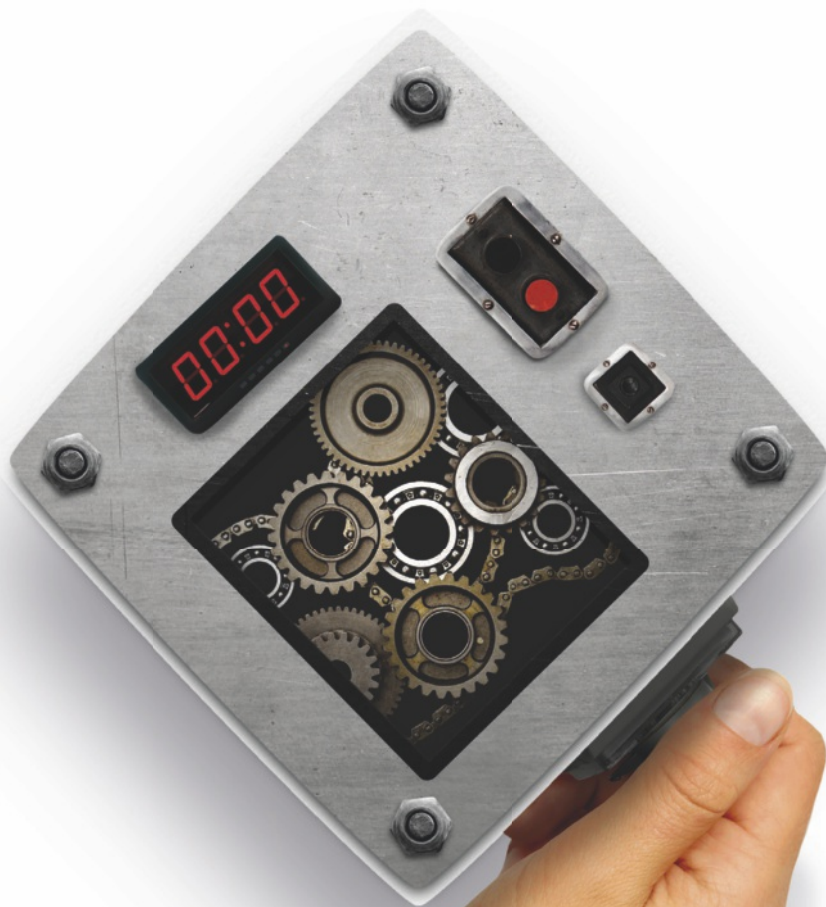
1

MAB02

Losneembare verbindingen



TOUCHTECH



Auteur
H. Hebels

Eindredactie
G. Siemens

v1.1

ThiemeMeulenhoff

Introductie

Ophanging van een motorblok

Als je goed kijkt, zie je dat bijna alle producten om je heen zijn opgebouwd uit losse onderdelen. De verbindingen tussen deze onderdelen kun je soms losmaken en soms niet, tenminste niet zonder het product te beschadigen. In de meeste constructies (producten die uit meerdere onderdelen bestaan) worden verschillende verbindingsmethodes toegepast. Een voorbeeld van zo'n verbinding is de ophanging van het motorblok in het frame van een Triumph-motorfiets. Om te voorkomen dat je onderweg onderdelen verliest, zijn de verbindingen geborgd.



Figuur1 Ophanging motorblok (Bron: Shutterstock)

Oriënterende vragen

- Herken je de toegepaste verbindingsmethodes?
- Weet je hoe je een boutverbinding kunt borgen?

Theorie

Kernvragen

- Welke verbindingsmethoden kom je in de praktijk tegen?
- Welke soorten schroefdraad worden in de praktijk gebruikt en wanneer gebruik je welke soort?
- Hoe worden de verschillende schroefdraadverbindingen opgebouwd?
- Welke borgmethoden en borgmiddelen worden in de praktijk gebruikt en hoe maak je hieruit de juiste keuze?

Soort verbindingen

In de praktijk onderscheid je niet-losneembare en losneembare verbindingen.

Niet-losneembare verbindingen

Niet-losneembare verbindingen kun je alleen losnemen (demonteren) door ze stuk te maken. Daarbij worden de gescheiden onderdelen meestal beschadigd, je kunt ze niet opnieuw gebruiken.

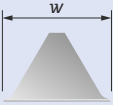




Niet-losneembare verbindingen ontstaan bijvoorbeeld door:

- klinken
- felsen
- lassen
- solderen
- lijmen

Losneembare verbindingen

Losneembare verbindingen kun je losnemen zonder ze stuk te maken. Na demontage kun je de verbinding weer herstellen. Veel losneembare verbindingen werken met schroefdraad. Zo zit er schroefdraad in belangrijke verbindingsmiddelen zoals bouten, moeren, schroeven, klemkoppelingen, slangkoppelingen enzovoorts. Hierin worden verschillende schroefdraadprofielen gebruikt. Elk profiel heeft een eigen vorm en specifieke toepassingsmogelijkheden.

Tabel 1 Schroefdraadprofielen (Bron: Tiekstramedia)

Schroefdraadprofielen		
profielvorm	benaming	toepassing
	driehoekig	bouten moeren schroeven fittings
	rond	slangkoppelingen schroefdoppen lampvoeten
	rechthoekig	transport- schroefassen
	trapezium	transport- schroefassen (zonder speling)
	zaagtand	vijzelspillen
		bevestigen
		bewegen

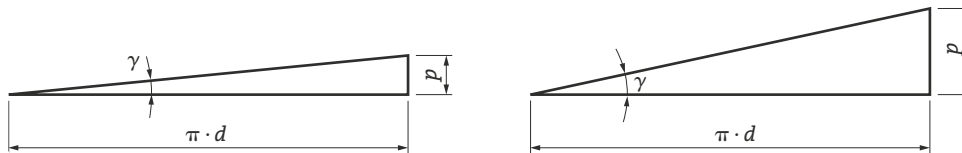
Met bevestigingsschroefdraad verbind je onderdelen met elkaar. Met bewegingsschroefdraad zet je een ronddraaiende beweging van de schroefspil om in een rechtlijnige beweging van de moer, of omgekeerd. Als de schroefspil van een schroefvijzel draait, komt de spil vanuit de stilstandende moer omhoog.



Figuur 2 Schroefvijzels (Bron: schiltz.be)

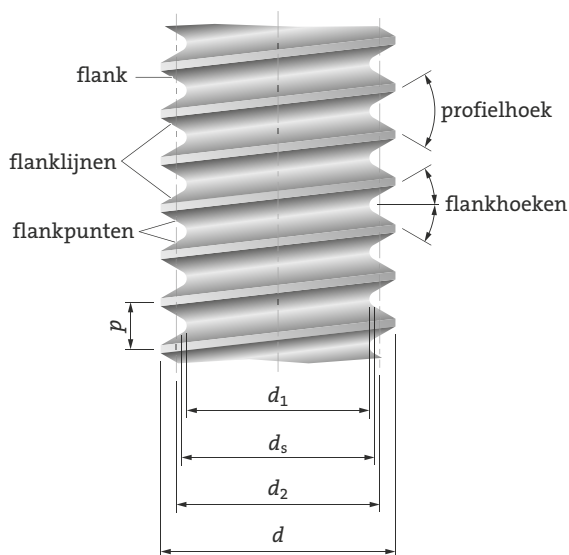
Bevestigingsschroefdraad

Bevestigingsschroefdraad heeft een kleinere **spoed** dan bewegingsschroefdraad. De spoed p is de verplaatsing die een moer langs de as maakt per omwenteling. Als je de moer voorstelt als een voorwerp op een hellend vlak, dan zie je dat de moer bij een grotere spoed op een relatief steil vlak ligt. Bij bevestigingsschroefdraad, met een relatief kleine spoed, kan de moer dus minder makkelijk wegglijden. De moer komt daardoor moeilijker los.



Figuur 3 Kleine en grote spoed (Bron: Tiekstramedia)

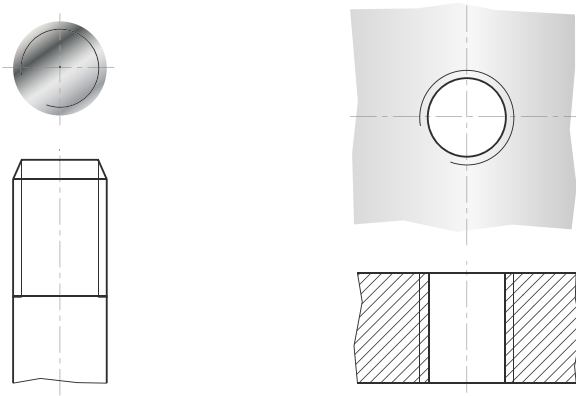
Bevestigingsschroefdraad heeft meestal een driehoekig profiel. De hoeken van de driehoek zijn in de groef en op de kop afgerond en afgetopt. De **profielhoek** en (dus ook) de **flankhoeken** zijn afhankelijk van het soort schroefdraad. De afmetingen van de schroefdraad worden in normbladen aangegeven. Daarin staan ook de benamingen van de verschillende vlakken en middellijnen (zie figuur 4).



$$\begin{aligned}
 d &= \text{buitenmiddellijn} & d_s &= \text{spanningsmiddellijn} \\
 d_1 &= \text{kernmiddellijn} & d_s &= \frac{d + d_1}{2} \\
 d_2 &= \text{flankmiddellijn} & p &= \text{spoed} \\
 d_2 &= \frac{d + d_1}{2}
 \end{aligned}$$

Figuur 4 Benamingen, hoeken en afmetingen van bevestigingsschroefdraad (Bron: Tiekstramedia)

Bij bevestigingsschroefdraad is de **spanningsmiddellijn** belangrijk voor de berekening van de sterkte onder trekbelasting. In technische tekeningen worden de buiten- en binnendraad vereenvoudigd aangegeven (zie figuur 5).



a buitendraad

b binnendraad

Figuur 5 Vereenvoudigde tekening van schroefdraad (Bron: Tiekstramedia)

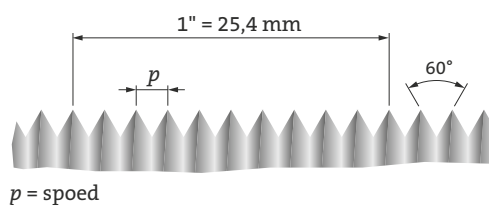
Metrische schroefdraad

Metrische schroefdraad met een grote spoed noem je een grove draad en met een kleine spoed een fijne draad. Metrische schroefdraad met een grote spoed is genormaliseerd in DIN 13 T1 of NEN-ISO 724. Je geeft dit soort schroefdraad aan met bijvoorbeeld M12. Dat wil zeggen: metrische schroefdraad met een buitenmiddellijn van 12 mm. De overige afmetingen kun je in tabellen opzoeken.

Metrische schroefdraad met een fijne spoed is genormaliseerd in DIN 13 T2. Bij metrische fijne schroefdraad M12 kun je kiezen uit de spoeden 1 mm en 1,25 mm en 1,5 mm. Dit soort schroefdraad geef je aan met bijvoorbeeld M12 × 1,5.

Unieschroefdraad

Unieschroefdraad grof (UNC) is genormaliseerd in ASME B1.1. Je geeft dit soort schroefdraad aan met bijvoorbeeld 3/4 – 10 UNC. Dat wil zeggen: de buitenmiddellijn van de schroefdraad is 3/4 inch ($= 3/4 \times 25,4 \text{ mm} = 19,05 \text{ mm}$), waarbij de schroefdraad 10 gangen per inch heeft.



Figuur 6 Tien gangen per inch (Bron: Tiekstramedia)

De spoed p kun je als volgt berekenen:

$$p = 25,4 : 10 = 2,54 \text{ mm}$$

Unieschroefdraad fijn (UNF) is genormaliseerd in ASME B1.1. Je geeft UNF aan met bijvoorbeeld 3/4 – 16 UNF.

Praktijkvoorbeeld: bepaling van de spoed bij unieschroefdraad.

Gegeven

De unieschroefdraad $\frac{3}{4} - 16$ UNF

Gevraagd

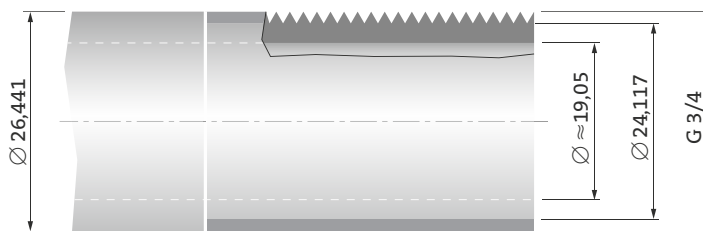
Bepaal de spoed p van de draad

Oplossing

Spoed $p = 25,4:16 = 1,59$ mm

Bevestigingspijp-schroefdraad

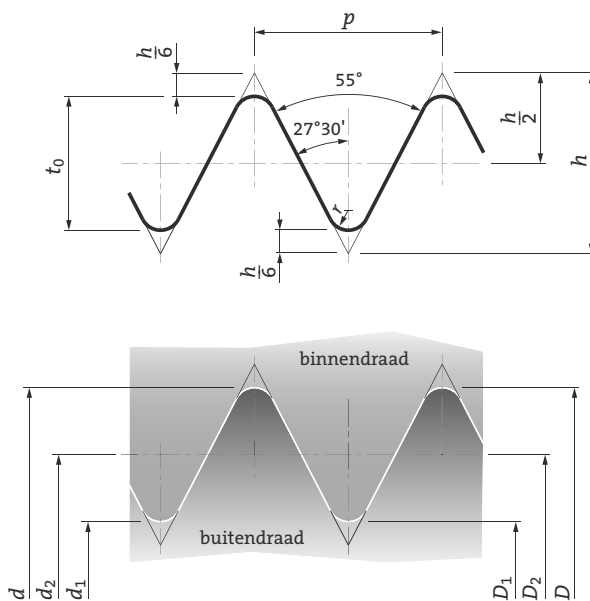
Bevestigingspijp-schroefdraad noem je in de praktijk pijpdraad. Het is genormaliseerd in NEN-EN 10226.



Figuur 7 Bevestigingspijp-schroefdraad G3/4 (Bron: Tiekstramedia)

Je geeft dit soort schroefdraad aan met bijvoorbeeld G3/4. De letter G in de aanduiding G3/4 is een afkorting van gasdraad, een veelgebruikte naam voor deze draadsoort. De maataanduiding 3/4 achter de G staat voor de nominale inwendige diameter (in inches) van de genormaliseerde gaspijp waarop je deze draad snijdt. Hierdoor is de buitenmiddellijn van de schroefdraad G3/4 niet $\frac{3}{4} \times 25,4 = 19,05$ mm, maar 26,441 mm (uitwendige diameter van $\frac{3}{4}$ " gaspijp).

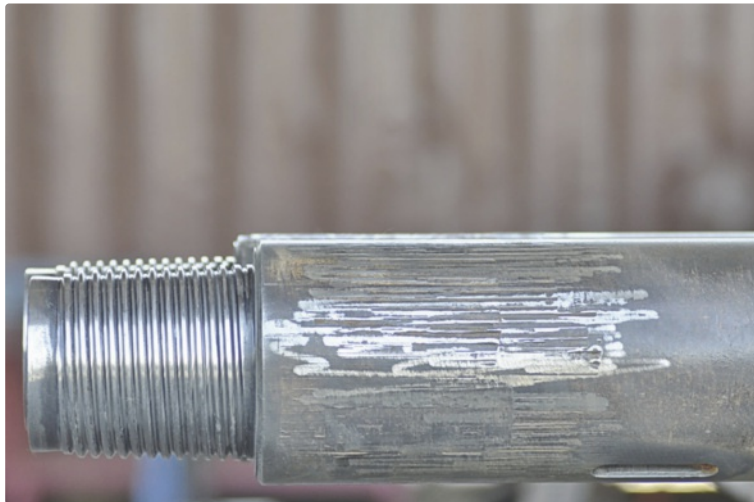
De profielhoek van deze schroefdraad is 55° . Het schroefdraadprofiel heeft een afgeronde top.



Figuur 8 Draadprofiel bevestigingspijp-schroefdraad (Bron: Tiekstramedia)

Afdichtende pijpschroefdraad

Afdichtende pijpschroefdraad (R) is genormaliseerd in NEN-EN 10226. De norm slaat op draadpijpen en de onderdelen die daarop direct aansluiten. Aan de afsluiting op de schroefdraad komen dus geen andere hulpmiddelen te pas. Het basisprofiel komt overeen met dat van bevestigingspijpschroefdraad. De buitendraad is conisch, met een **coniciteit** 1 : 16. De aanduiding is bijvoorbeeld R3/4.



Figuur 9 Boorpijp met afdichtende pijpschroefdraad (Bron: Shutterstock)

Je gebruikt deze draadsoort als de pijp of mof waarop de binnendraad gesneden is een vervorming kan ondergaan. Met een aanduiding als Rc3/4 laat je zien dat de binnendraad conisch is. In tabel 2 zie je een overzicht van de drie genoemde schroefdraadsoorten en hun onderlinge verschillen.

Tabel 2 Overzicht bevestigingsschroefdraden

benaming	metrische schroefdraad		unischroefdraad		bevestigingspijpschroefdraad	
uitvoering	grof	fijn	grof	fijn	niet-afdichtend	afdichtend
voorbeeld-aanduiding	M12	M12 × 1,5	3/4 - 10 UNC	3/4 - 16 UNF	G3/4	R3/4, Rp3/4, Rc3/4
betekenis-aanduiding	<ul style="list-style-type: none"> buitenmiddellijn 12 mm spoed: zie tabel 	<ul style="list-style-type: none"> buitenmiddellijn 12 mm spoed: 1,5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> buitenmiddellijn 3/4 inch spoed: 10 gangen/inch 	<ul style="list-style-type: none"> buitenmiddellijn 3/4 inch spoed: 16 gangen/inch 	<ul style="list-style-type: none"> schroefdraad voor een genormaliseerde gasbuis met een nominale inwendige middellijn van 3/4 inch spoed: zie tabel NEN-bundel 	
					R = afdichtende buitendraad P = cilindrische binnendraad C = conische binnendraad	
profielhoek	60°	60°	60°	60°	55°	55°
norm	NEN-ISO 724	NEN-ISO 724	ASME B1.1	ASME B1.1	NEN-EN 10226	NEN-EN 10226

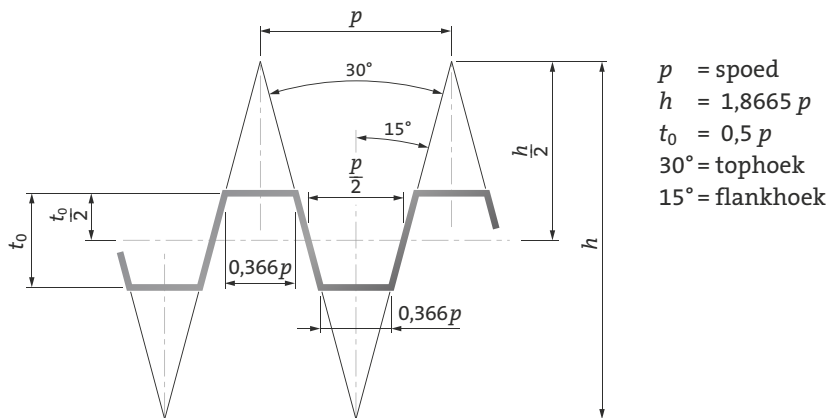
Bewegingsschroefdraad

Het schroefdraadprofiel voor bewegingsschroefdraad is meestal trapeziumvormig en soms rechthoekig. Rechthoekige schroefdraad is niet genormaliseerd en wordt niet veel meer toegepast.



Figuur 10 Trapeziumschroefdraad (Bron: schiltz.be)

Trapeziumschroefdraad is in volgens ISO 2903 genormaliseerd als metrische trapeziumschroefdraad. Je geeft dit soort schroefdraad aan met bijvoorbeeld Tr 32 × 6. Dat wil zeggen: metrische trapeziumschroefdraad met een buitenmiddellijn van 32 mm en een spoed van 6 mm. Het profiel van metrische trapeziumschroefdraad heeft een tophoek van 30°.



Figuur 11 Profiel metrische trapeziumschroefdraad (Bron: schiltz.be)

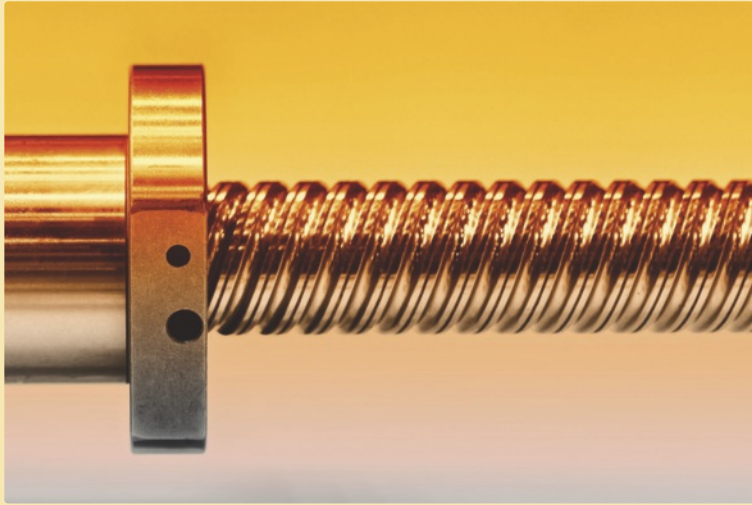
Je kunt de meervoudigheid (meer gangen) aangeven met bijvoorbeeld Tr 32 × 12 (P6). Hierin is de spoed 12 mm en de steek 6 mm. De steek is de onderlinge afstand tussen de schroefgangen. Het aantal gangen volgt uit:

$$\frac{\text{spoed}}{\text{steek}} = \frac{12 \text{ mm}}{6 \text{ mm}} = 2$$

Praktijkvoorbeeld: Meervoudige trapeziumschroefdraad

Gegeven

De meergangige trapeziumschroefdraad.



Figuur 12 Meergangige trapeziumschroefdraad (Bron: Shutterstock)

Gevraagd

Hoeveel gangen heeft de schroefdraad van de spindel?

Oplossing

Als je een schroeflijn volgt die via de achterkant weer tevoorschijn komt, zie je dat hij twee schroeflijnen overspringt. De schroefdraad is driegangig.

Schroefdraadverbindingen

Welke bouten of schroeven je voor een schroefdraadverbinding gebruikt, hangt af van:

- het materiaal van de te verbinden delen;
- de krachten op de bouten of schroeven;
- de elasticiteit van de verbinding;
- het aantal keren van monteren en/of demonteren;
- de ruimte voor de verbinding;
- de ruimte voor montage en demontage.

Bouten

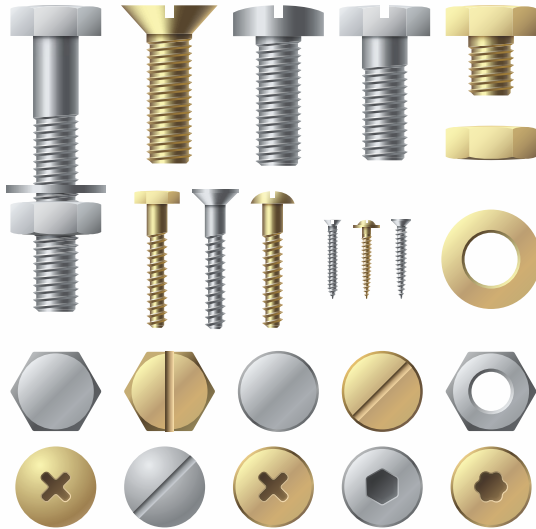
Een bout herken je aan zijn vierkante of zeskante kop aan een steel met schroefdraad. In tabel 3 zie je verschillende soorten bouten. Voor sommige bouten is er meer dan één norm. Dit komt door verschillen in draadsoort, inschroeflengte, materialen en verhoudingen in de afmetingen.

Tabel 3 Genormaliseerde bouten

Afbeelding	Benaming	Normbladen	
		DIN	ISO
	zeskantbout	601 931 960	4014 8765
	zeskantbout met schroefdraad over de volle lengte van de steel	933 961	4017
	zeskantbout met moer	601 555	4014
	zeskantbout met tap	561	
	zeskantpasbout	609	
	slotbout	603	8677

Schroeven

Volgens de norm is een schroef een bevestigingsartikel met buitendraad, al dan niet met een kop, en uitgevoerd met een voorziening tot aandraaien. Deze uitsparing zit uitsluitend in de kop of in de steel. Schroeven kunnen verschillende koppen hebben.



Figuur 13 Kopvormen van schroeven (Bron: Shutterstock)

De gelegenheid tot aandraaien in de kop of de steel kan bestaan uit een rechte gleuf, een kruiskop, een torxkop of een binnenzeskant. Er zijn drie groepen schroeven:

- schroeven met gewone schroefdraad
- schroeven met zelftappende schroefdraad
- plaatschroeven

Schroeven met gewone schroefdraad

Bij toepassing van schroeven met gewone schroefdraad moet je het gat voorboren en daarna schroefdraad tappen.

Tabel 4 Genormaliseerde schroeven

Afbeelding	Benaming	Normbladen	
		DIN	ISO
	cilinderkopschroef met binnenzeskant	912 6912	4762
	cilinderkopschroef met zaagsnede	84	1207

Afbeelding	Benaming	Normbladen	
	bol verzonken schroef met zaagsnede	964	2010
	plat verzonken schroef met zaagsnede	963	2009
	stelschroef met binnen zeskant (vlak)	913	4026
	stelschroef met binnen zeskant (punt)	914	4027
	stelschroef met binnen zeskant (stift)	915	4028
	stelschroef met binnen zeskant (krater)	916	4029
	bol verzonken schroef met kruisgleuf	966	7046 7047

Schroeven met zelftappende schroefdraad

Gaten boren en daarna schroefdraad tappen is nogal kostbaar, vooral als het om grote series en massafabricage gaat. In de praktijk gebruik je daarom steeds meer zelftappende schroeven (zelftappers). De spoed van de schroefdraad is bij deze schroeven vrij groot en je hoeft het gat niet voor te boren.



Figuur 14 Zelftappende schroef (Bron: ecotools.nl)

Plaatschroeven

Bij genormaliseerde plaatschroeven moet je het gat voorboren. Je hoeft geen schroefdraad te tappen (zie tabel 5).

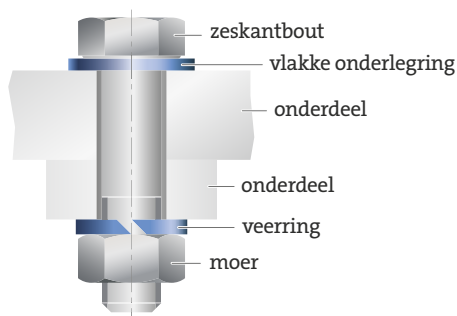
Tabel 5 Genormaliseerde plaatschroeven

Afbeelding	Benaming	Normbladen	
		DIN	ISO
	zeskantplaatbout met spitse punt	7976	1479C
	plat verzonken plaatschroef met zaagsnede	7972	1482C
	bol verzonken plaatschroef met kruisgleuf	7983	1483C
	bolcilinderkopschroef met kruisgleuf	7981	7049C

Losneembare verbindingen

Zeskantbout

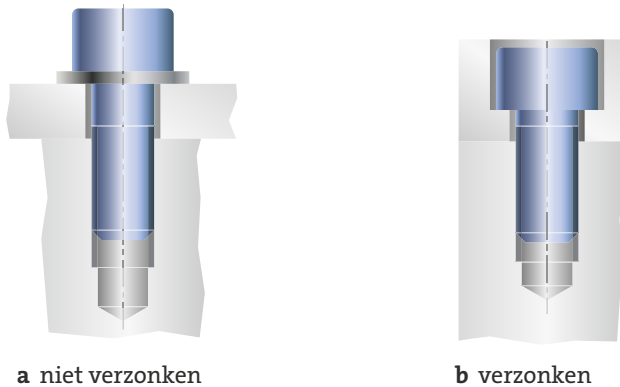
Bij een losneembare verbinding met een zeskantbout is het te boren gat doorlopend. Met de moer draai je de verbinding vast en een veerring voorkomt dat de verbinding lost. De onderlegging of sluitring zorgt ervoor dat het onderdeel niet beschadigt tijdens het aandraaien.



Figuur 15 Verbinding met zeskantbout en moer (Bron: Tiekstramedia)

Cilinderkopschroef met binnenzeskant

Bij een losneembare verbinding met een cilinderkopschroef of inbusbout is het te boren gat niet doorlopend. In het niet doorlopende gat tap je de gewenste schroefdraad. Cilinderkopschroeven kun je wel of niet **verzonken monteren**. Als je vlak verzonken wilt monteren, dan moet je het doorlopende gat in de ene verbindingshelft verzinken.



Figuur 16 Verbinding met cilinderkopschroef met binnenzeskant (Bron: Tiekstramedia)

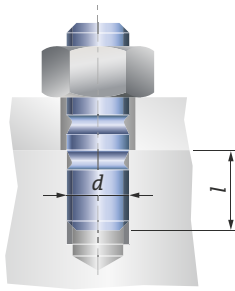
Vergeleken met zeskantbouten hebben cilinderkopschroeven met binnenzeskant het voordeel dat voor de kop weinig ruimte nodig is. Behalve ruimtebesparend is een constructie met dit soort schroeven ook gewicht besparend.



Figuur 17 Verbinding met cilinderkopschroeven met binnenzeskant (Bron: Shutterstock)

Tapeind

Bij een verbinding met een tapeind is het te boren gat niet doorlopend. In het **blinde gat** tap je de gewenste schroefdraad. Het tapeind wordt in het draadgat gemonteerd. Op het andere eind draai je een moer. Daardoor komt de verbinding tot stand.

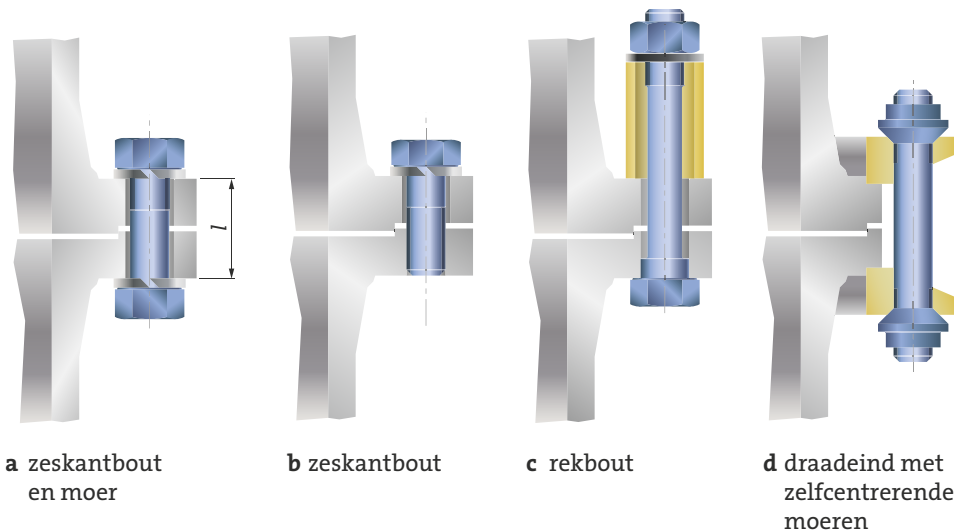


Figuur 18 Toepassing tapeind (Bron: Tiekstramedia)

Tapeinden zijn genormaliseerd; de inschroeflengte l kan variëren van d tot $2 \cdot d$. Voor staal is een inschroeflengte $l = d$ voldoende, maar voor zachte materialen als aluminium is een grotere inschroeflengte nodig.

Flensverbindingen

Flensverbindingen komen veel voor in de praktijk. Bij deze methode worden twee flenzen (platte ringen aan het uiteinde van een buis) door een schroefverbinding met elkaar verbonden.

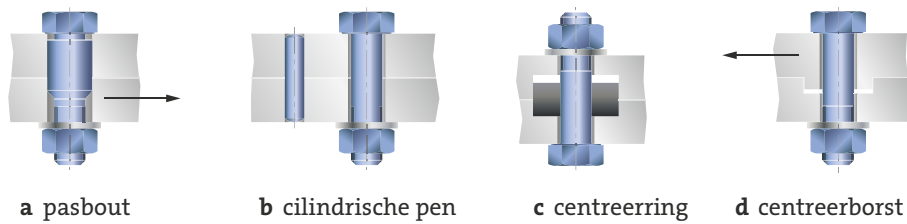


Figuur 19 Verbindingsmogelijkheden voor twee flenzen (Bron: Tiekstramedia)

De verbinding met een **rekbout** (zie figuur 19c) is bijzonder. De bout is over een bepaalde lengte dunner. Om een van tevoren vastgestelde voorspanning te krijgen, moet je de bout over een bepaalde lengte rekken. De gevaarlijke doorsnede zit bij een rekbout niet in het schroefdraadgedeelte, maar in de verdunde steel. Als je een flensverbinding uitvoert met overschuifflenzen dan kun je het beste draadeinden met zelf centrerende moeren gebruiken (zie figuur 19d).

Verbindingen voor opnemen dwarskrachten

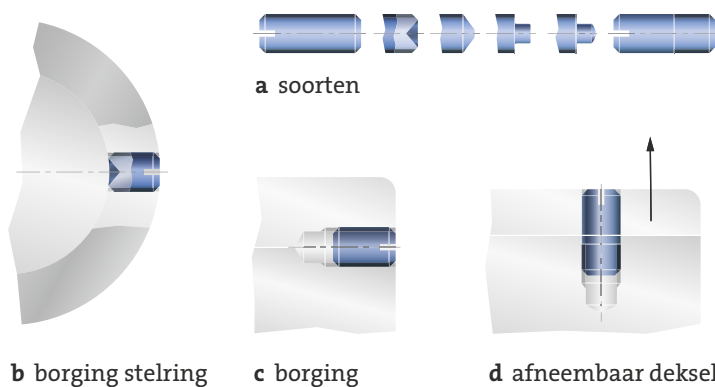
Als constructiedelen ten opzichte van elkaar kunnen verschuiven, dan moet de boutsteel de dwarskracht opnemen. Op dit deel van de steel mag dan geen schroefdraad zitten. Je kunt in dit geval een pasbout gebruiken waarvan de steel dikker is dan het draaddeel. Er zijn ook andere constructies mogelijk.



Figuur 20 Verbindingen die dwarskracht opnemen (Bron: Tiekstramedia)

Stelschroeven

Stelschroeven worden gebruikt voor verschillende toepassingen. In de meeste gevallen zijn ze genormaliseerd. De verschillen zitten in de uitvoering van de punt (zie figuur 21). In deze figuur zie je ook enkele mogelijkheden om onderdelen met stelschroeven te borgen of te **positioneren**.

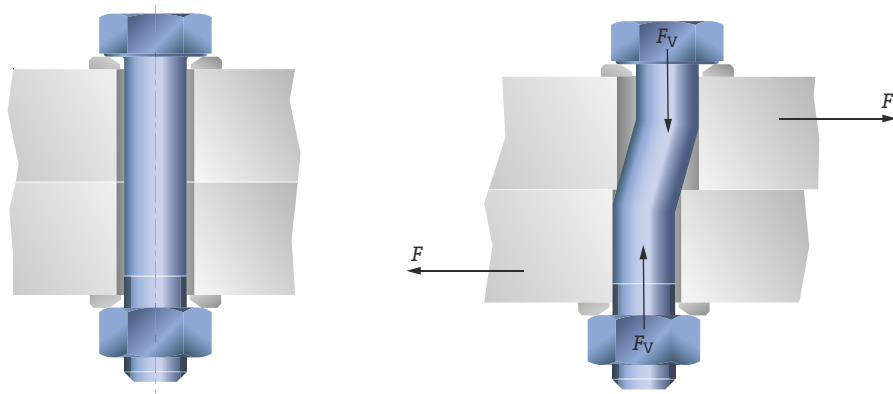


Figuur 21 Soorten stelschroeven en enkele toepassingen (Bron: Tiekstramedia)

Beveiligen van boutverbindingen

Het is belangrijk dat een boutverbinding bij de montage de juiste **voorspankracht** krijgt. Net zo belangrijk is dat die voorspankracht niet mag verdwijnen onder de bedrijfsbelasting. De voorspankracht kan op de volgende twee manieren verloren gaan.

- Door losdraaien. Omdat bij een boutverbinding de bout met speling in de gaten gemonteerd wordt, kunnen de contactvlakken ten opzichte van elkaar bewegen, loodrecht op de steel van de bout. Daardoor zal de bout verbuigen (zie figuur 22b). De kop en de moer van de bout liggen allebei aan één zijde op het materiaal aan. Op de plaatsen waar moer en boutkop aanliggen, ontstaat **elastische vervorming**. Hierdoor kan een losdraaimoment ontstaan (zie figuur 22b). Als de verbinding daarvoor losdraait, vervalt de voorspankracht.



a boutverbinding in ruim gat

b de bout buigt doordat de contactvlakken bewegen

Figuur 22 Boutverbinding (Bron: Tiekstramedia)

- Door losgaan. Dit gebeurt als de klemkracht verloren gaat door het **kruipen** van de bout of het **zetten** van de boutverbinding. De verbinding gaat los doordat de voorspankracht vervalt.

Als je het losdraaien van een verbinding wilt voorkomen, moet je een pasbout gebruiken. Omdat de steel daarvan dikker is dan het draaddeel, kunnen de contactvlakken niet bewegen.



Figuur 23 Pasbout (Bron: Shutterstock)

Doordat de contactvlakken niet kunnen bewegen, zijn er geen andere borgmiddelen nodig. Je kunt ook een schroefdraad met een kleinere spoed toepassen, zodat er geen inwendig losdraaimoment kan ontstaan.

Borgmiddelen

Wanneer er geen constructieve oplossingen zijn voor het losraken van een verbinding, zoals pasbouten of schroefdraad met een kleinere spoed, moet je de verbinding borgen. Dit kan op verschillende manieren, afhankelijk van de manier waarop de boutverbinding kan losraken. Er zijn drie groepen borgmiddelen, elk met een eigen functie:

- Zetborgmiddelen om het kruipen en zetten van een boutverbinding te compenseren.
- Verliesborgmiddelen om het uit elkaar vallen van een verbinding te voorkomen (als de verbinding gedeeltelijk mag losraken en de voorspankracht dus minder mag worden).
- Losdraaiborgmiddelen om het inwendig losdraaimoment te blokkeren en zo het automatisch losdraaien van een verbinding te voorkomen.

TouchTech – Techniek die je raakt

Dit boek is onderdeel van TouchTech, een complete modulaire methode voor mbo Techniek niveau 3 en 4. Dit standaardboek is opgebouwd uit een aantal opeenvolgende modules van één vakgebied. TouchTech is in boekvorm, als boek OpMaat en digitaal beschikbaar. TouchTech heeft een breed aanbod van circa 400 modules voor de vele vakgebieden in de elektrotechniek, werktuigkunde en mechatronica.

Het leerwerkboek Machinebouw 1 behandelt in tien modules de theoretische basis voor verbindingen, lagers en aandrijvingen. Ook assen, as-naafverbindingen en veren komen aan bod, net als montage en demontage van lagers.

Learning by doing

De serie TouchTech helpt de verbinding te maken tussen theorie en praktijk. Elke module start met kernvragen (leerdoelen), zodat je weet wat je gaat leren. Binnen elke module wordt beknopte theorie gekoppeld aan praktijkvoorbeelden. Na de theorie volgen korte verwerkings- en toepassingsopdrachten om de lesstof eigen te maken en de relatie met de praktijk te leggen.

Anytime/anywhere

Met deze nieuwe serie is de benodigde theorie anytime/anywhere beschikbaar. De theorie is beschikbaar in modules op onderwerp, zodat je eenvoudig kunt beschikken over alleen de theorie die je op dat moment nodig hebt tijdens lessen, praktijkopdrachten en projecten.

Bewezen didactiek

De didactische opbouw van elke module is gebaseerd op het zesleerfasenmodel: na een introductie vanuit de praktijk volgt de theorie, verduidelijkt met praktijkvoorbeelden. In het tweede deel ga je aan de slag met verwerkingsvragen, toepassingsvragen en ten slotte met de evaluatie en reflectie.

Diversiteit aan leermiddelen

TouchTech is leverbaar op papier of digitaal in een volgorde die jij wilt. De opzichzelfstaande modules zijn samen te stellen tot maatwerkreaders, maar ook als standaardboek (leerwerkboek) met vaste volgorde per vakgebied te bestellen. Digitaal is de methode als licentie beschikbaar voor scholen, waarbij zelf een curriculum samengesteld kan worden uit het brede aanbod van modules.

TouchTech bevat modules die onder andere geschikt zijn voor de kwalificaties:

- Middenkader Engineering
- Elektrotechnische installaties
- Mechatronica
- Human Technology
- Werktuigkundige installaties

Auteur:

H. Hebels

Eindredactie:

G. Siemens



9 789006 140989