

Vormgesloten as-naafverbindingen

Citation for published version (APA):

Kaas, E. A. (1986). Vormgesloten as-naafverbindingen. *Constructeur*, 25(4), 58-65.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1986

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Vormgesloten as-naafverbindingen

Bij vormgesloten as-naafverbindingen wordt het wringend moment tussen de as en de naaf overgebracht doordat op de plaats van de verbinding een verandering in de ronde vorm is aangebracht.

Vormgesloten verbindingen kunnen op verschillende manieren tot stand komen:

Door gebruik te maken van afzonderlijke constructie-elementen, die worden aangebracht in uitsparingen van de as en de naaf. Voorbeelden hiervan zijn:

- dwarspenverbindingen
- langspenverbindingen
- vlakke inlegspieverbindingen
- schijfspieverbindingen

Door de as en de naaf ter plaatse van de verbinding een van de cilindrische afwijkende vorm te geven. Hiervan zijn te noemen:

- spievertanding
- kerfvertanding
- polygoonprofiel
- as en naaf met platte kanten

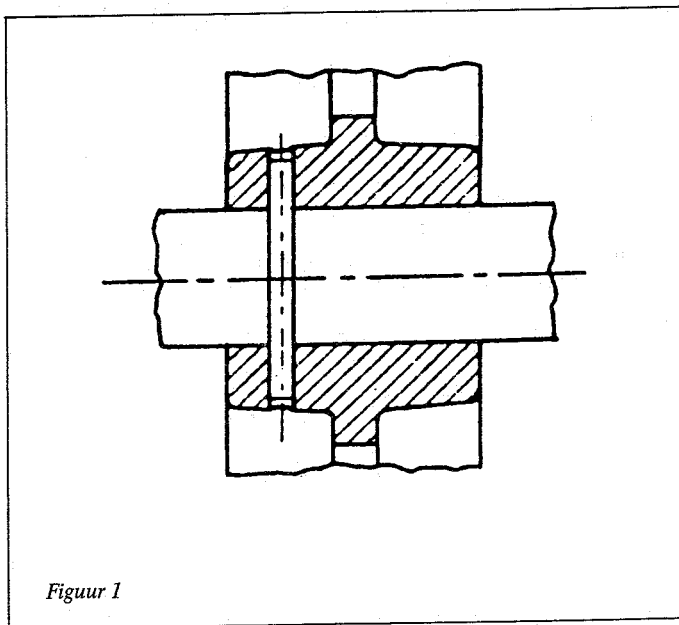
De genoemde typen vormgesloten as-naafverbindingen zullen nu nader worden beschreven.

Tot slot zal ook nog aandacht worden besteed aan enkele typen kracht-vormgesloten as-naafverbindingen, te weten:

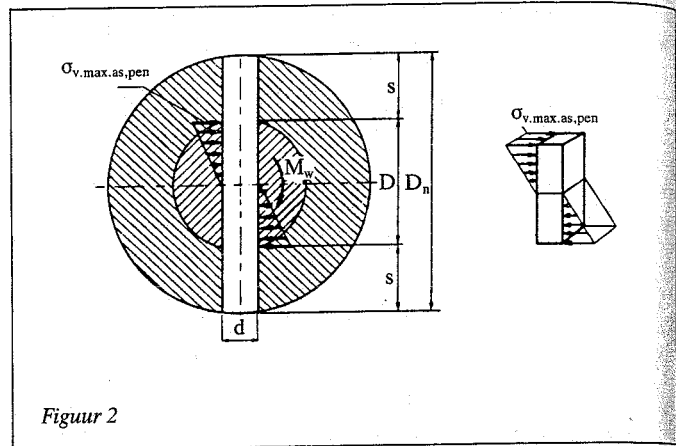
- tapse inlegspie
- kopspie
- tangenciaalspie.

Dwarspenverbinding

Een dwarspenverbinding wordt verkregen door in as en naaf tegelijkertijd een gat te boren (eventueel te ruimen) en hierin een pen aan te brengen (figuur 1).



Figuur 1



Figuur 2

Voor de bevestiging kunnen, behalve cilindrische pennen, ook conische pennen, kerfpennen en spanbussen worden toegepast. Voor de afmetingen wordt verwezen naar de desbetreffende normbladen.

Het over te brengen moment M_w veroorzaakt een vlaktedruk tussen pen en as en tussen pen en naaf. Bovendien zal de pen op afschuiving worden belast.

De vlaktedruk tussen de pen en de asgatwand verloopt zoals in figuur 2 is aangegeven.

De geprojecteerde vlaktedruk heeft dezelfde vorm als een buigspanningsverdeling in een rechthoekige doorsnede.

Dan geldt voor de maximale vlaktedruk tussen as en pen:

$$\sigma_{v,max,as,pen} = \frac{6 \cdot M_w}{d \cdot D^2} \leq \bar{\sigma}_{v,as,pen}$$

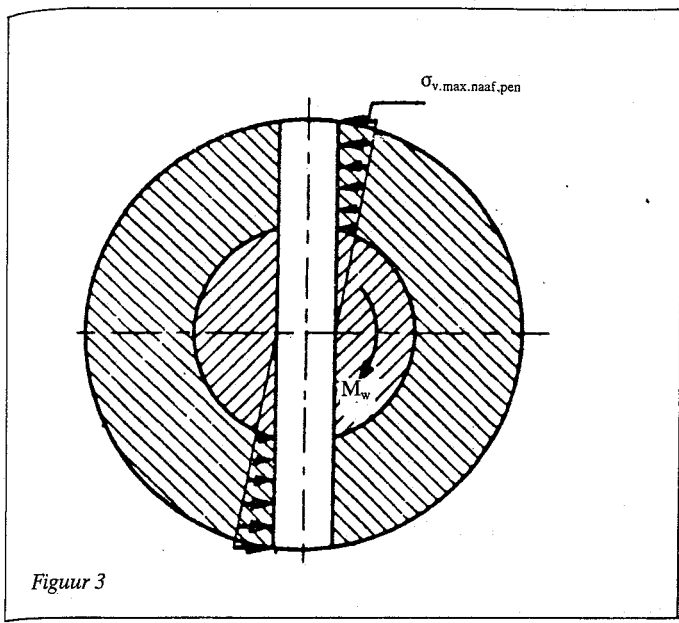
De toelaatbare waarden voor de vlaktedruk bij pen- en busverbindingen zijn vermeld in tabel 1

Tabel 1 (voor kerfpennen met 0.7 vermenigvuldigen)

Toelaatbare vlaktedrukken bij as-naafverbindingen			
Materiaal	Toelaatbare vlaktedruk in N/mm ² bij		
	Constant moment	Moment wisselend tussen nul en maximale waarde	Moment met stoten
staal	100 ÷ 150	70 ÷ 120	40 ÷ 60
gietstaal	80 ÷ 100	60 ÷ 80	30 ÷ 40
gietijzer	70 ÷ 80	50 ÷ 60	20 ÷ 30
brons, messing	30 ÷ 40	20 ÷ 30	10 ÷ 20

De vlaktedrukverdeling tussen de pen en de naaf is aangegeven in figuur 3.

Hier geldt voor de maximale vlaktedruk tussen de naaf en de pen



Figuur 3

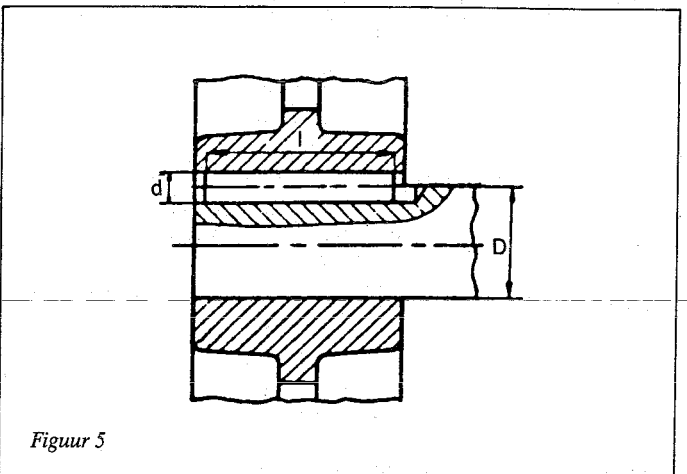
Tabel 2 Toelaatbare schuifspanningen voor pennen en bussen. (voor kerfpennen met 0.7 te vermenigvuldigen)

Materiaal	Toelaatbare schuifspanning (in N/mm ²)		
	Statische belasting	Sprongbelasting	Wisselende belasting
Fe 360	50	35	25
Fe 490	70	50	35
Fe 590	85	60	42
Fe 690	100	68	48

De lage waarde van de vlaktedruk op de naaf verklaart de geschiktheid van een dwarspenverbinding bij kunststof navens. Of de afschuiving dan wel de vlaktedruk de beperkende factor is bij een dwarspenverbinding, is afhankelijk van de toegepaste materialen en de afmetingen. Bij gelijke materialen voor as, naaf en pen en bij gebruikelijke waarden voor de pendiameter $d = 0,25 D$ is uit de tabellen 1 en 2 af te leiden dat in dat geval de afschuiving bepalend is voor het over te brengen wringend moment.

Langspenverbinding

Een langspenverbinding wordt tot stand gebracht door in het scheidingsvlak tussen as en naaf in lengterichting een gat te boren en daarin een cilindrische pen aan te brengen. Hierdoor wordt de toepassing van langspenverbindingen uiteraard beperkt tot aseinden. Zie figuur 5.



Figuur 5

Bij vergelijking met de dwarspenverbinding geldt voor de langspenverbinding:
 - een gelijkmatiger verdeelde vlaktedruk tussen as en naaf
 - een groter afschuivend oppervlak van de pen.

De vlaktedruk tussen as en pen en tussen naaf en pen verloopt zoals weergegeven in figuur 6.

Uit het evenwicht van de pen volgt:

$$\sigma_{v,pen,as} = \sigma_{v,pen,naaf}$$

Voor de maximale waarde van de optredende vlaktedruk is af te leiden:

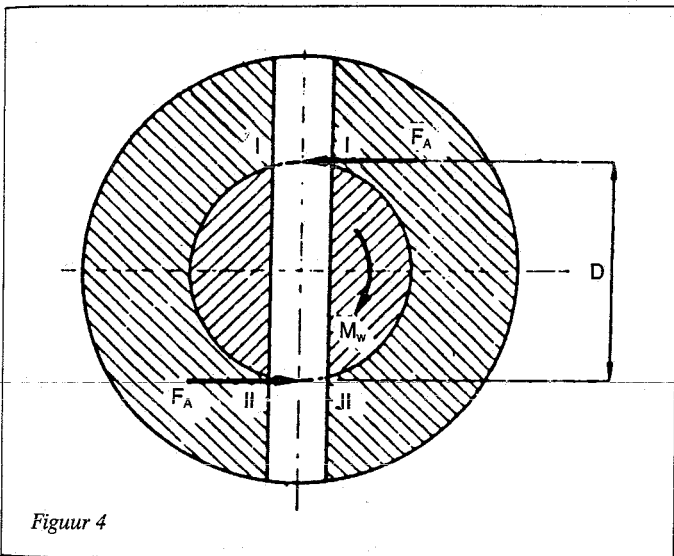
$$\sigma_{v,max} = \frac{16.M_w}{\pi.l.d.D} \leq \bar{\sigma}_v$$

Hierin is: l = penlengte.

De optredende schuifspanning kan worden berekend uit het momentenevenwicht, zoals aangegeven in figuur 7.

$$\sigma_{v,max,naaf,pen} = \frac{6.M_w.D_n}{d(D_n^3 - D^3)} \leq \bar{\sigma}_{v,naaf,pen}$$

In de doorsnede I-I en II-II (figuur 4) werken bovendien schuifspanningen op de pen.



Figuur 4

Uit het momentenevenwicht volgt:

$$F_A.D = M_w$$

Dus voor de schuifspanning τ_A in het vlak A geldt:

$$\tau_A = \frac{F_A}{(\pi/4).d^2} = \frac{4.M_w}{\pi.d^2.D} \leq \bar{\tau}$$

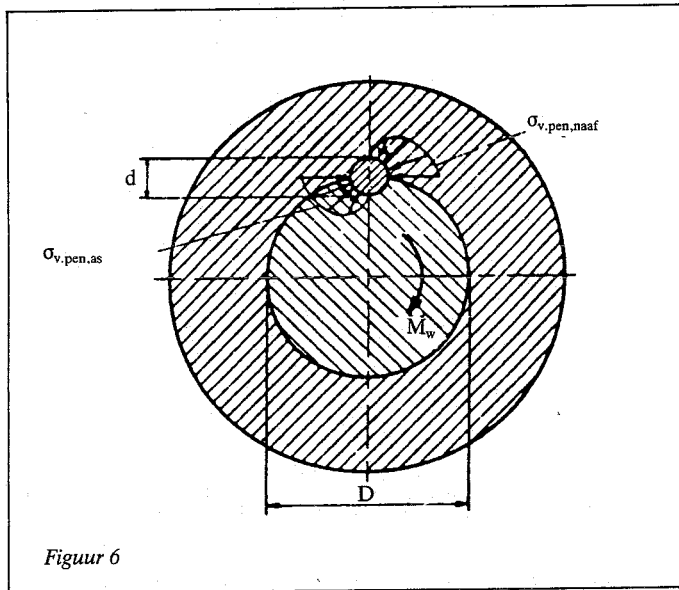
Voor de toelaatbare waarden van de schuifspanning τ zie tabel 2.

Vergelijking tussen de optredende vlaktedrukken en de schuifspanning

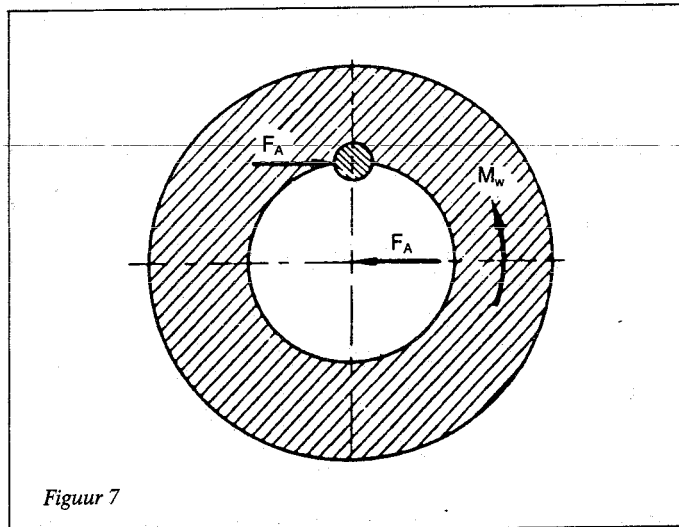
Uit een vergelijking tussen de optredende vlaktedrukken blijkt dat de vlaktedruk op de naaf veel kleiner is dan op de as.

Uitgaande van een naafdiameter $D_n = 2.D$ volgt bij voorbeeld:

$$\sigma_{v,max,as,pen} = \frac{6.M_w}{d.D^2} \quad \sigma_{v,max,naaf,pen} = \frac{12.M_w}{7.d.D^2}$$



Figuur 6



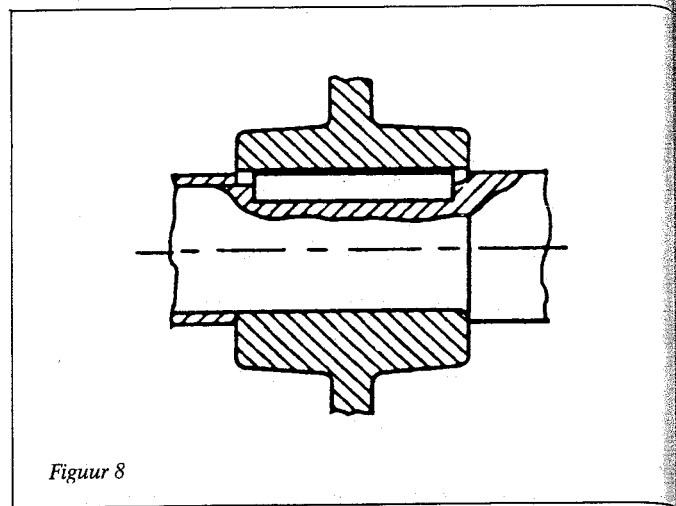
Figuur 7

Voor de schuifspanning in het doorsnedevlak A van de pen geldt:

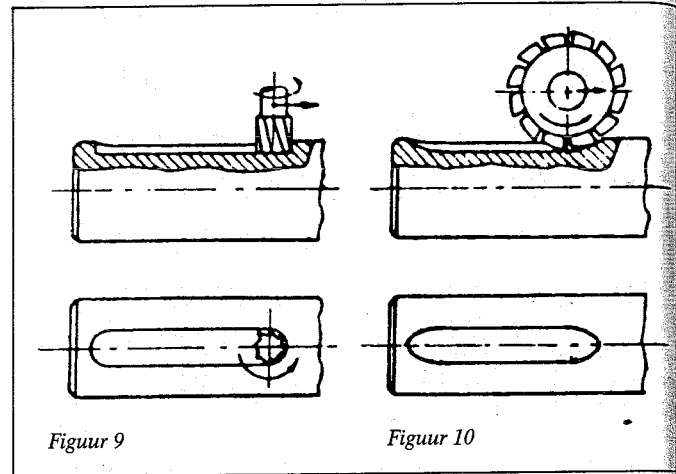
$$\tau_A = \frac{F_A}{d \cdot l} = \frac{2 \cdot M_w}{d \cdot l \cdot D} \leq \bar{\tau}$$

De toelaatbare schuifspanning is voor een aantal materialen af te lezen uit tabel 2.

Uitgaande van de gebruikelijke waarden voor de penafmetingen ($d = 0,15 \cdot D$; $l = 1,05 \cdot D$) blijkt bij gelijke materialen voor as, naaf en pen bij deze verbinding de vlaktedruk bepalend te zijn voor het over te brengen wringend moment M_w .



Figuur 8



Figuur 9

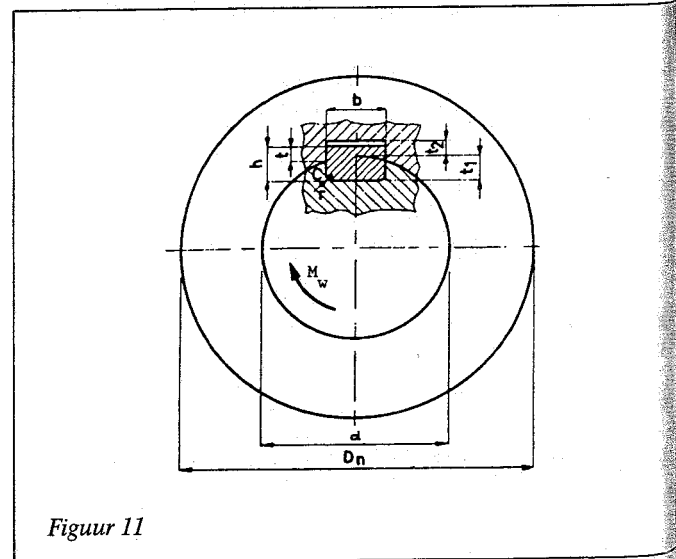
Figuur 10

Vlakke inlegspieverbinding

Bij een vlakke inlegspieverbinding wordt het wringend moment tussen as en naaf overgebracht door een vlakke spie die zich bevindt in een gleuf tussen de as en de naaf. Zie figuur 8.

De gleuf in de as is niet doorlopend en kan worden gemaakt met een spiebaanfrees (figuur 9) of met een schijffrees (figuur 10).

De afmetingen van een spie zijn genormaliseerd volgens NEN 2430. De keuze van een spie is uitsluitend afhankelijk van de asdiameter.



Figuur 11

De genormaliseerde afmetingen zijn zodanig gekozen dat de optredende vlaktedruk en niet de afschuiving bepalend is voor de grootte van het over te brengen moment.

Voor de vlaktedruk op as en naaf geldt (figuur 11):

$$\sigma_{v,as} = \frac{2 \cdot M_w}{(l-b) \cdot (h-t) \cdot d}$$

$$\sigma_{v,naaf} = \frac{2 \cdot M_w}{(l-b) \cdot t \cdot d}$$

Hierin is:

- l-b = dragende spielengte
- h = hoogte van de spie
- t = dragende spiehoogte in de naaf.

Aangezien de waarde van t tijdens het ontwerpproces niet bekend is, kan als benadering voor de berekening worden aangenomen:

$$t = 0,5 \cdot h.$$

Met deze benadering geldt voor de vlaktedruk:

$$\sigma_{v,as} = \sigma_{v,naaf} = \frac{4 \cdot M_w}{(l-b) \cdot h \cdot d} \leq \bar{\sigma}_{v,as,naaf}$$

Voor de toelaatbare vlaktedrukken voor het as- en naafmateriaal zie tabel 1.

Een vlakke inlegspie wordt meestal toegepast bij belastingssituaties met een constant wringend moment.

Blijkt de berekende vlaktedruk groter dan de toelaatbare waarde, dan kan eventueel worden nagegaan of een verbinding met twee, diametraal tegenover elkaar gelegen, inlegspieën voldoet.

Is dit niet het geval dan is een vlakke spieverbinding bij de gegeven asdiameter en het over te brengen moment niet mogelijk en moet worden uitgekeken naar een ander type verbinding.

Schijfspieverbinding

Een as-naafverbinding met behulp van een schijfspie is weergegeven in figuur 12.

De verbinding is gemakkelijk te vervaardigen met een schijffrees en daardoor goedkoop. Een nadeel is de grote asverzwakking. Daarom is de toepassing beperkt tot zeer laag belaste assen.

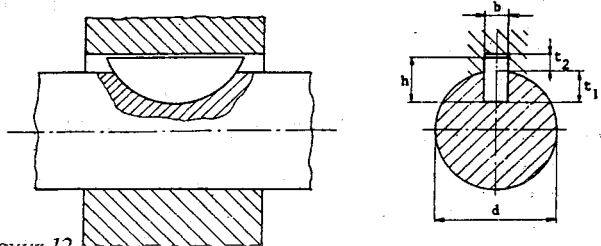
De berekening verloopt op dezelfde wijze als bij de vlakke inlegspie.

De afmetingen van schijfspieën zijn genormaliseerd als functie van de asdiameter volgens DIN 6888.

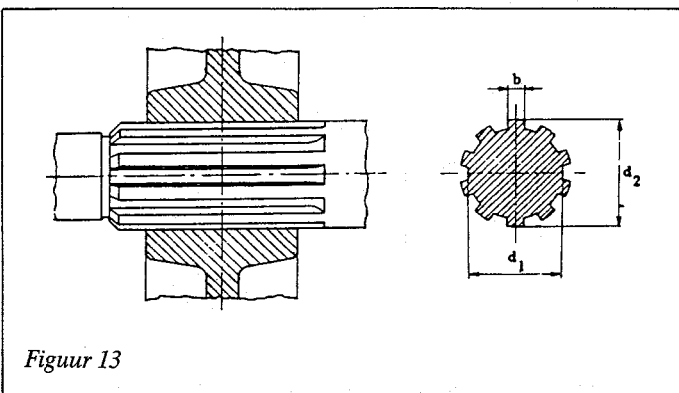
Ook hier is een controleberekening voor de optredende vlaktedruk noodzakelijk, waarbij de belaste oppervlakken van de spiegleuven benaderd kunnen worden uit de gegeven afmetingen.

Spievertanding

Bij een as-naafverbinding met een vlakke inlegspie is de grootte van het over te brengen moment beperkt.



Figuur 12



Figuur 13

Een groter wringend moment kan worden overgebracht door een aantal spieën toe te passen, die dan met de as uit een stuk zijn uitgevoerd.

Op deze wijze ontstaat de spievertanding, ook wel sterspie- genoemd (figuur 13).

De spievertandingen zijn genormaliseerd als functie van de asdiameter.

De genormaliseerde afmetingen voor de lichte, de midden en de zware serie zijn weergegeven in tabel 3.

Afmetingen voor rechte spievertanding volgens DIN 5461 t/m 5465									
Binnen diameter d ₁ mm	Lichte serie DIN 5462			Midd. serie DIN 5463			Zware serie DIN 5464		
	Aantal spieën z	d ₂ mm	b mm	Aantal spieën z	d ₂ mm	b mm	Aantal spieën z	d ₂ mm	b mm
11	—	—	—	6	14	3	—	—	—
13	—	—	—	6	16	3½	—	—	—
16	—	—	—	6	20	4	10	20	2½
18	—	—	—	6	22	5	10	23	3
21	—	—	—	6	25	5	10	26	3
23	6	26	6	6	28	6	10	29	4
26	6	30	6	6	32	6	10	32	4
28	6	32	7	6	34	7	10	35	4
32	8	36	6	8	38	6	10	40	5
36	8	40	7	8	42	7	10	45	5
42	8	46	8	8	48	8	10	52	6
46	8	50	9	8	54	9	10	56	7
52	8	58	10	8	60	10	16	60	5
56	8	62	10	8	65	10	16	65	5
62	8	68	12	8	72	12	16	72	6
72	10	78	12	10	82	12	16	82	7
82	10	88	12	10	92	12	20	92	6
92	10	98	14	10	102	14	20	102	7
102	10	108	16	10	112	16	20	115	8
112	10	120	18	10	125	18	20	125	9

Tabel 3

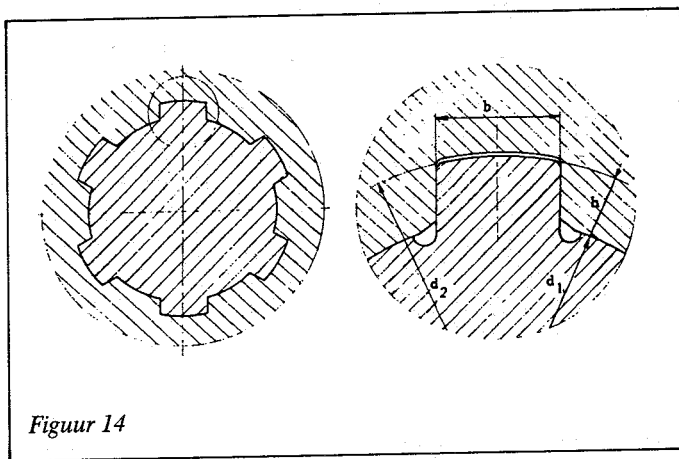
Vormgesloten as-naafverbindingen

Kerfvertanding

Worden de rechte tanden van een spievertanding vervangen door driehoekige tanden, dan leidt dit tot de kerfvertanding (figuur 14).

De kerfwerking is lager dan bij de rechte spievertanding, daarom kunnen assen met kerfvertanding grotere momenten overbrengen. De kerfvertanding-verbindingen zijn genormaliseerd, zoals weergegeven in tabel 4.

Voor de momentoverdracht is de vlaktedruk bepalend. Bij een nauwkeurige fabricage dragen alle spieën evenveel bij aan de momentoverdracht. Veiligheidshalve wordt aangenomen dat door fabricage-onnauwkeurigheden slechts 75% van het mogelijke draagvlak meedoet. Zie figuur 14.



Figuur 14

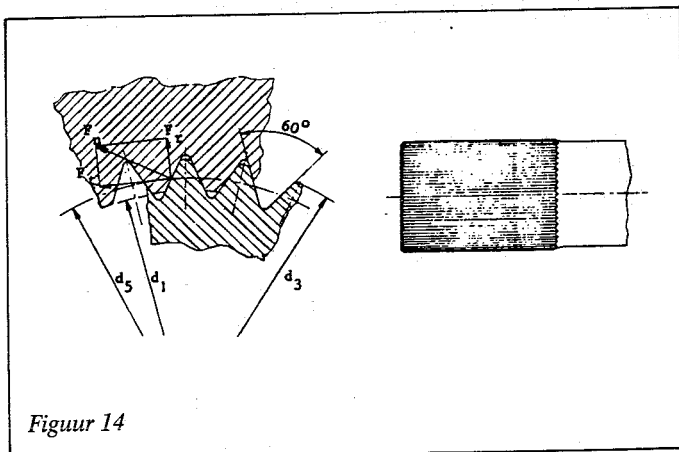
De optredende vlaktedruk wordt dan:

$$\sigma_v = \frac{2 \cdot M_w}{d_m \cdot h' \cdot l \cdot 0,75 \cdot z} \leq \bar{\sigma}_v$$

Hierin is:

- d_m = de gemiddelde diameter van het dragende oppervlak van de spie = $(d_2 + d_1) / 2$
- h' = de dragende spiehoogte, bij benadering: $h' = (d_2 - d_1) / 2$
- l = de dragende spielengte
- z = het aantal spieën

De optredende vlaktedruk σ_v dient kleiner te blijven dan de toelaatbare vlaktedruk uit tabel 1.



Figuur 14

Afmetingen voor kerfvertanding vlg. DIN 5481

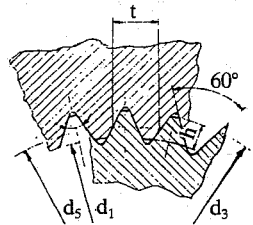
$$\bar{M}_w = 0,75 \cdot h' \cdot L \cdot z \cdot \frac{d_m}{2} \cdot \bar{\sigma}_v$$

$$h' = \text{dragende tandhoogte} = \frac{d_3 - d_1}{2}$$

L = naaflengte

z = aantal tanden

d_m = gemiddelde diameter dragende zijkant = d_5



Diameter-aanduiding (d_1, d_3)	d_1	d_3	d_5	Steek t berekend voor d_5	γ	Aantal tanden z
7.8	6,9	8,1	7,5	0,842	47° 8'35"	28
8.10	8,1	10,1	9	1,010	47° 8'35"	28
10.12	10,1	12	11	1,152	48°	30
12.14	12	14,2	13	1,317	48°23'14"	31
15.17	14,9	17,2	16	1,571	48°25'	32
17.20	17,3	20	18,5	1,761	49° 5'27"	33
21.24	20,8	23,9	22	2,033	49°24'42"	34
26.30	26,5	30	28	2,513	49°42'52"	35
30.34	30,5	34	32	2,792	50°	36
36.40	36	39,9	38	3,226	50°16'13"	37
40.44	40	44	42	3,472	50°31'35"	38
45.50	45	50	47,5	3,826	50°36'9"	39
50.55	50	54,9	52,5	4,123	51°	40
55.60	55	60	57,5	4,301	51°25'43"	42

Tabel 4

Voor de optredende vlaktedruk geldt:

$$\sigma_v = \frac{2 \cdot M_w}{d_m \cdot h' \cdot l \cdot 0,75 \cdot z} \leq \bar{\sigma}_v$$

met:

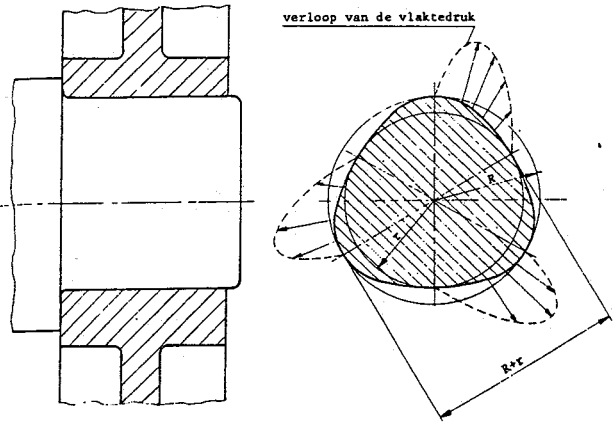
- d_m = de gemiddelde diameter van de dragende zijkant = d_5
- h' = dragende spiehoogte = $(d_3 - d_1) / 2$
- l = dragende naaflengte
- z = aantal tanden

Door de driehoekige tandvorm treden er behalve tangenciale krachten F_t , ook radiale krachten F_r op (figuur 14), die de naaf willen verwijderen. Dit kan onder bepaalde omstandigheden een nadeel zijn van de kerfvertanding.

Polygoonprofiel

De grondvorm van dit profiel is een gelijkzijdige veelhoek, waarvan de zijden en hoeken zodanig zijn afgerond, dat een profiel ontstaat waarvan de dikte $R + r$, gemeten over het middelpunt, aan alle zijden dezelfde grootte heeft.

In figuur 15 is een P3-profiel weergegeven, een aanduiding die het aantal hoeken aangeeft.



Figuur 15

Voor de vlaktedruk geldt:

$$\sigma_v = \frac{M_w}{3 \cdot e \cdot d_m \cdot l} \leq \bar{\sigma}_v$$

met:

- e = excentriciteit
- l = naaflengte
- d_m = gemiddelde profielhoogte = (d_u + d_i) / 2

As en naaf met platte kanten

Een goede momentoverdracht bij een aseinde met twee platte kanten (figuur 16) en een vierkant aseinde (figuur 17) wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de fabricage.

Deze is moeilijk uit te voeren en is dus erg kostbaar.

Is de passing niet nauwkeurig uitgevoerd, dan zullen de profielen op punten gaan dragen en treden ontoelaatbaar grote vlaktedrukken op.

De berekening geschiedt op vlaktedruk.

Polygoonprofielen hebben een zeer lage kerffactor en zijn dus geschikt voor het overdragen van grote momenten. De nauwkeurige vervaardiging en bewerking vereist speciaal gereedschap en maakt de verbinding relatief duur. De afmetingen van de diverse soorten polygoonprofielen zijn genormaliseerd, zoals in een voorbeeld in tabel 5 te zien is.

Afmetingen voor polygoonprofiel P3

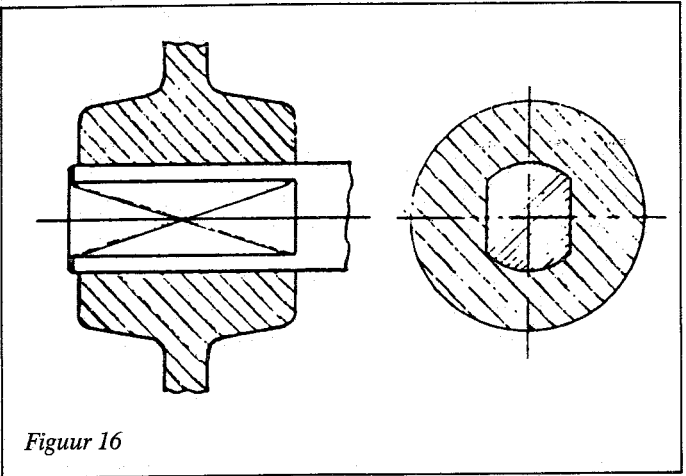
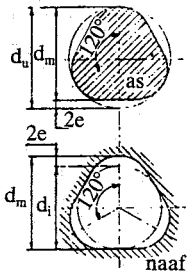
$$M_w = 3 \cdot e \cdot d_m \cdot L \cdot \bar{\sigma}_v$$

d_m = gemiddelde profielhoogte

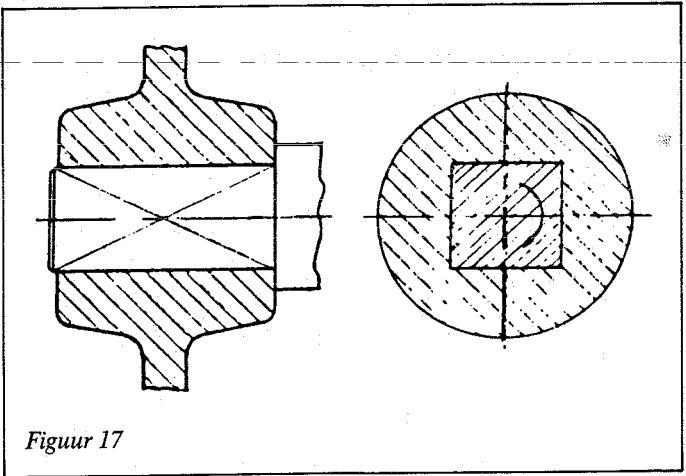
$$= \frac{d_u + d_i}{2}$$

e = excentriciteit

L = naaflengte



Figuur 16



Figuur 17

Kracht-vormgesloten verbindingen

Van een kracht-vormgesloten verbinding wordt gesproken als in een vormgesloten verbinding door middel van een of meer tussenelementen een blijvende voorspanning wordt opgewekt.

Het wringend moment wordt in principe door de wrijvingskracht overgebracht, maar als de voorspankracht wegvalt blijft de verbinding intact door de vorm van het tussenelement.

Voorbeelden van dit type verbindingen zijn:

- tapse inlegspie-verbinding

Voor verschuifbare verbindingen				Voor vaste verbindingen			
d _m mm	e mm	d _u mm	d _i mm	d _m mm	e mm	d _u mm	d _i mm
14	0,8	15,6	12,4	22	0,8	23,6	20,4
16		17,6	14,4	25		26,6	23,4
18		19,6	16,4	28		29,6	26,4
20		21,6	18,4	30		31,6	28,4
22	1,2	24,4	19,6	32	1,2	34,4	29,6
25		27,4	22,6	34		36,4	31,6
28		30,4	25,6	36		38,4	33,6
30		32,4	27,6	38		40,4	35,6
32	1,8	35,6	28,4	40	1,8	42,4	36,6
34		37,6	30,4	42		44,4	39,6
36		39,6	32,4	45		47,4	42,6
38		41,6	34,4	48	1,8	51,6	44,4
40		43,6	36,4	50		53,6	46,4
42		45,6	38,4	53		56,6	49,4
45		48,6	41,4	56		59,6	52,4
48	2,7	53,4	42,6	60	2,7	63,6	56,4
50		55,4	44,6	63		66,6	59,4
53		58,4	47,6	67		70,6	63,4
56		61,4	50,6	71		76,4	65,6
60		65,4	54,6	75		80,4	69,6
63		68,4	57,6	80		85,4	74,6
67		72,4	61,6	85		90,4	79,6
				90		95,4	84,6
				95		100,4	89,6

Tabel 5

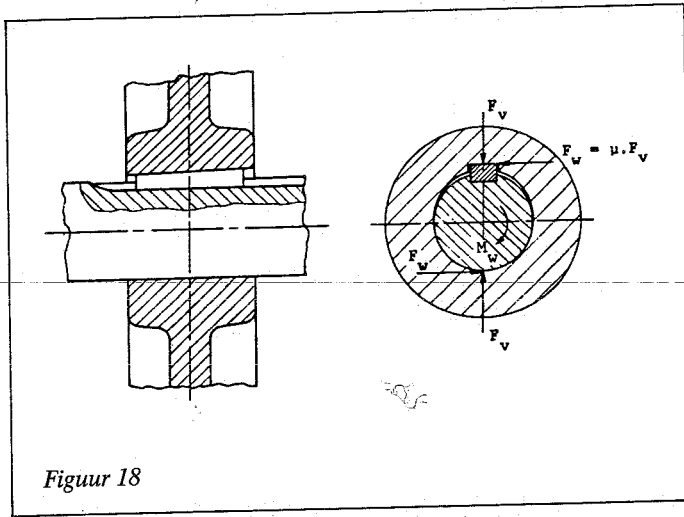
Vormgesloten as-naafverbindingen

- kopspie-verbinding
- tangenciaalspie-verbinding.

Tapse inlegspie-verbinding

Bij deze verbinding wordt door een wigvormige spie een blijvende voorspankracht uitgeoefend. De wigvormige spie (waarvan de helling meestal 1 : 100 is) wordt tapse inlegspie of drijfspie genoemd. Een drijfspieverbinding is weergegeven in figuur 18.

Bij het indrijven van de spie wordt eerst de aanwezige speling eenzijdig weggedrukt. Daarna ontstaat een toenemende voorspankracht F_v , zoals aangegeven in figuur 18. Een nadeel van deze verbinding is dan ook de optredende excentriciteit tussen as en naaf waardoor hoge toerentallen niet toelaatbaar zijn.



De optredende wrijvingskracht wordt:

$$F_w = \mu \cdot F_v$$

En het over te dragen moment:

$$M_w = \mu \cdot F_v \cdot d$$

Richtwaarden voor wrijvingscoëfficiënt μ zijn voor verschillende materiaalcombinaties gegeven in tabel 6.

Bij een helling 1:100 en een wrijvingscoëfficiënt $\mu = 0,1$ geldt bij benadering:

$$F_v = 5 \cdot F_a$$

Hierbij is F_a de benodigde aandrukkraft, waarmee de spie wordt ingedreven.

Richtwaarden voor de coëfficiënt van de droge glijdende wrijving	
Materiaalcombinatie	μ
staal-staal of gietstaal	0,07 ÷ 0,16
staal-gietijzer of brons	0,15 ÷ 0,20
gietijzer-gietijzer of brons	0,15 ÷ 0,25
staal-aluminium	0,05 ÷ 0,06
staal-messing	0,05 ÷ 0,14

Opm: de kleinste waarden gelden voor gladde oppervlakken, de grootste voor ruwere oppervlakken.

Tabel 6

Voor de optredende vlaktedruk geldt, bij verwaarlozing van de zeer flauwe helling:

$$\sigma_v = \frac{F_v}{l \cdot b}$$

- l = contactlengte tussen spie en as of naaf
- b = breedte van de spie

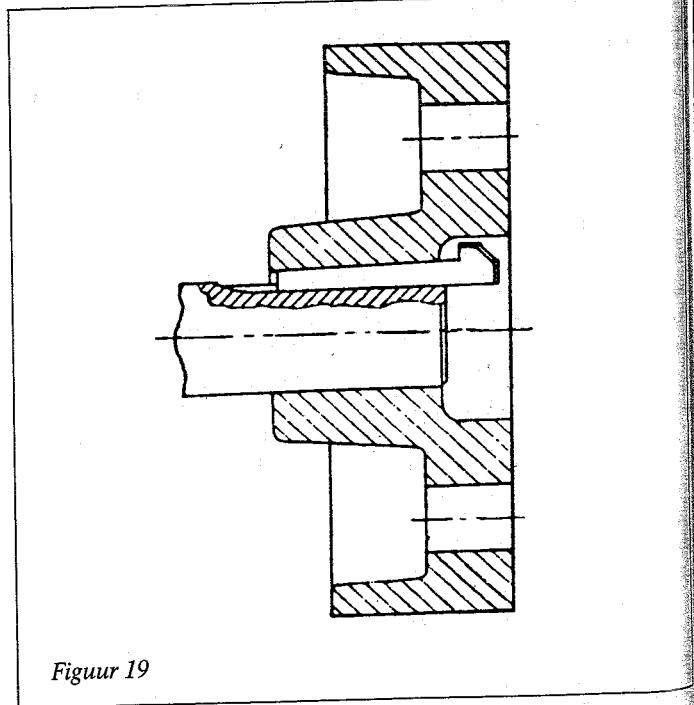
Voor het verband tussen de vlaktedruk en het over te brengen moment geldt:

$$\sigma_v = \frac{M_w}{\pi \cdot d \cdot l \cdot b} \leq \bar{\sigma}_v$$

De waarde van de toelaatbare vlaktedruk $\bar{\sigma}_v$ is vermeld in tabel 1.

Kopspie-verbinding

Bij de kopspie-verbinding is de tapse spie voorzien van een kop om de montage en de demontage te vergemakkelijken. De afmetingen van kopspieën en de bijbehorende spiegleuven zijn genormaliseerd volgens NEN 2433. De afmetingen van de toe te passen spieën zijn afhankelijk van de asdiameter. De berekening voor het over te brengen wringend moment is gelijk aan die voor de vlakke inlegspie. Een voorbeeld van een kopspieverbinding is te zien in figuur 19.



Figuur 19

Tangentiaal-spieeverbinding

Een verbinding met behulp van twee tangentiaal-spieënparen is weergegeven in figuur 20.

In de as en in de naaf zijn groeven aangebracht, die samen een rechthoekige kamer vormen.

Hierin worden twee tapse inlegspleen tegen elkaar ingeslagen, waardoor op de as en de naaf tangentiaal gerichte krachten ontstaan.

De as wordt aan de onderkant tegen de naaf aangedrukt. Het wringend moment wordt overgebracht via de wrijvingskrachten.

Tangentiaalspleen en de bijbehorende spiegleuven zijn genormaliseerd volgens DIN 268 en DIN 271.

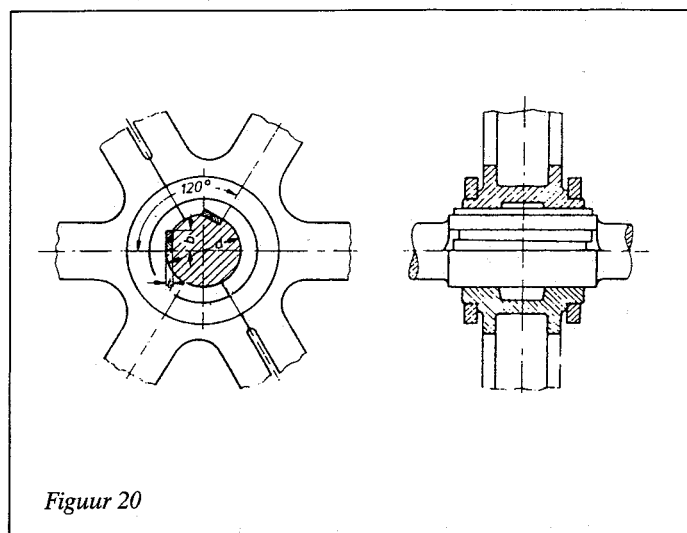
Samenvatting

In aansluiting op de voorgaande artikelen over krachtgesloten asnaafverbindingen is in dit artikel een beschrijving gegeven van vormgesloten en kracht-vormgesloten verbindingen.

Omdat de berekeningswijze van alle as-naafverbindingen eenduidig vastligt is het vrij eenvoudig om deze berekeningen weer te geven in een computerprogramma.

Dit is al mogelijk op een microcomputer.

In het ontwerp-kunde-onderwijs van de afdeling werktuigbouw-



Figuur 20

kunde wordt een pakket computerprogramma's gebruikt voor het berekenen van werktuigonderdelen. De programma's voor het berekenen van as-naafverbindingen maken hier deel van uit.

Voor literatuur over as-naafverbindingen wordt verwezen naar de lijst bij het voorgaande artikel over krachtgesloten as-naafverbindingen (de Constructeur nr. 3, maart 1986). □ CC

Omcirkel nr. A 0300 voor meer informatie

pe GEHEEL TOT UW DIENST!

pe pipeline equipment benelux bv
postbus 186 2700 AD Zoetermeer Tel. 079-417714

PLAN FOR POWER AT PETROTECH 86
21-24 April Petro tech 86
AMSTERDAM rai
Standnr. H.170