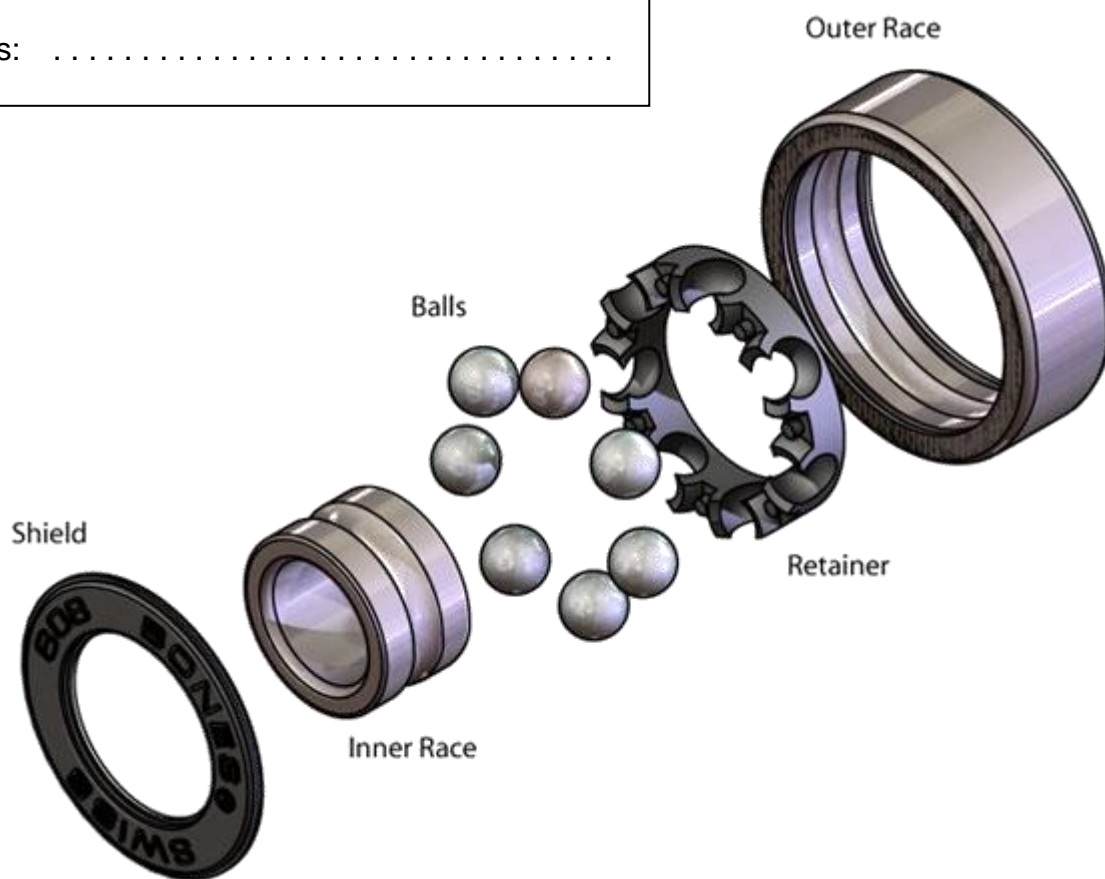




Onderhoud en Montage

Naam:

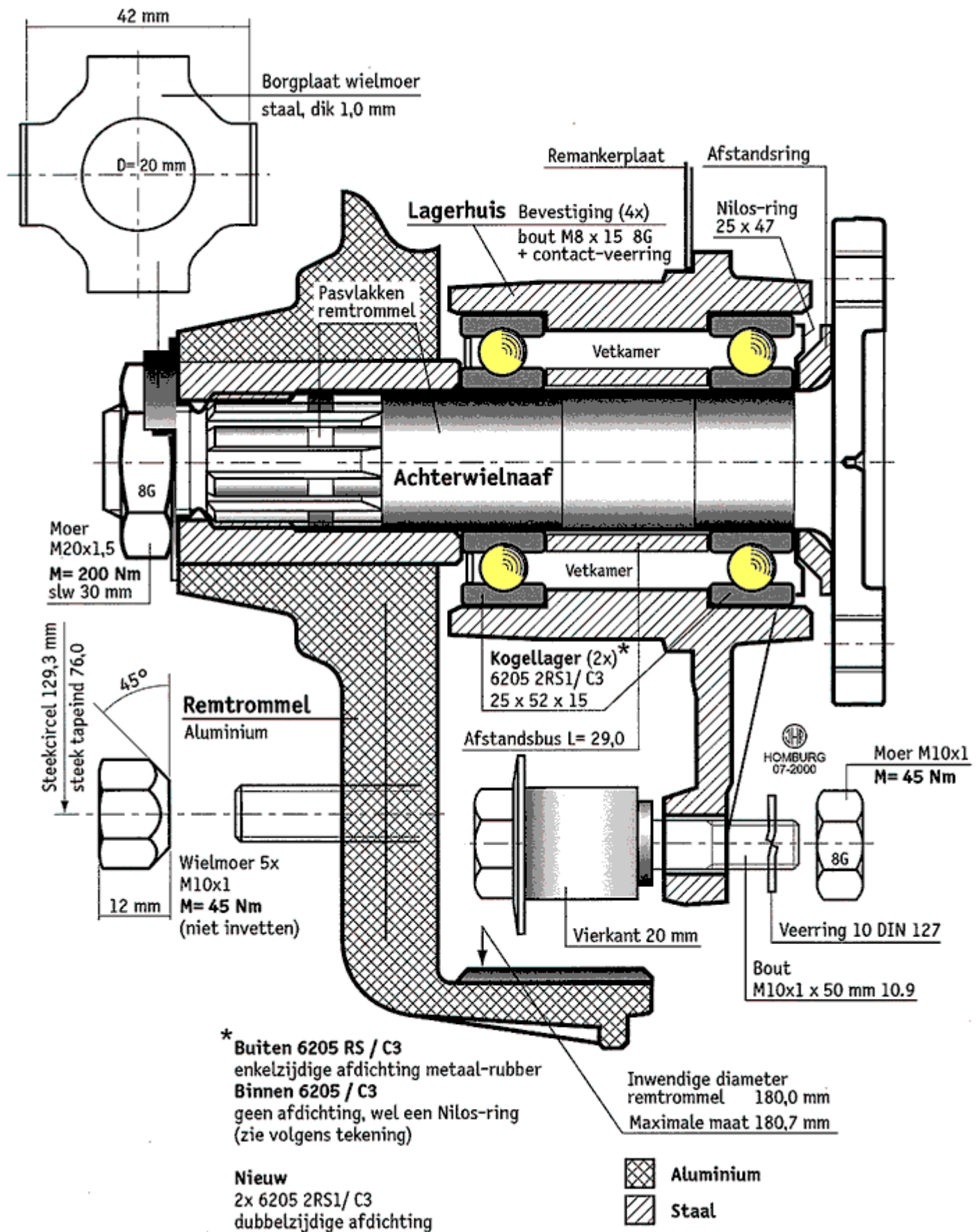
Klas:



THEORIE

JBn
Versie
2017-2018







Naam:	Montage onderhoud Theorie
Leerjaar + blok:	1 - 1
Vereiste Voorkennis:	Geen
Studiemateriaal:	Dictaat montage onderhoud; Dictaat vragen montage onderhoud; Powerpoint montage onderhoud.
Voorzieningen:	Theorielokaal met WCD's voor laptops leerlingen + BEAMER
Evaluatie:	Schriftelijk toets.
Beheerder:	Jeroen Buné
Uitvoerder(s):	Basisdocent MKE
ROOSTER:	2 lesuren = 1 klokuur
Beoordeling:	Theorie = Toets over 1 t/m 10

W.	Le s	Onderwerp	Huiswerk	Studiel ast
1	1	0-inleiding + 1-glijlagers	Hfstk 0+1	2 + 1
2	2	2-askoppelingen	Hfstk 2	2 + 1
3	3	3- uitlijnen assen	Hfstk 3	2 + 1
4	4	4- V-riem overbrenging + 5-bevestigen schijven & wielen + 6-wentellagers	Hfstk 4+5+6	2 + 1
5	5	7-kettingoverbrenging + 8-tandwielen	Hfstk 7+8	2 + 1
6	6	9-pakking (afdichtingen)	Hfstk 9	2 + 1
7	7	10-vloeistofmanagement	Hfstk 10	2 + 1
8	8	Toets	toetsvoorbereiding	3
9	9			

Opmerking: Studielast = eerste cijfer is lesuren, tweede cijfer is geschatte huiswerk

Inhoudsopgave

0.	INLEIDING	6
1.	GLIJLAGERS	7
1.1.	Namen en onderdelen van glijlagers	8
1.2.	De begrippen draagvlak en draagbeeld.....	9
1.3.	Uitlijnen van een glijlagerblok	10
1.4.	Materialen glijlagerblokken en glijlagervoeringen	11
2.	ASKOPPELINGEN.....	12
2.1.	Toepassing van de elastische pennenkoppelingen	14
2.2.	Uitlijnen van een koppeling.....	15
2.2.1.	Koppelingshelften evenwijdig stellen in horizontaal vlak	15
2.2.2.	Koppelingshelften op hoogte stellen in horizontaal vlak	16
2.2.3.	Koppelingshelften op hoogte stellen in verticaal vlak	17
2.2.4.	Controleren van de afgestelde koppeling	17
3.	UITLIJNEN VAN ASSEN.....	18
3.1.	Uitlijnen.....	19
3.2.	Uitlijnfouten.....	19
3.3.	De uitlijnprocedure	20
3.3.1.	Controle op de vlakheid en rechtheid van de fundaties	20
3.3.2.	Controle op een zogenaamde "losse voet" (soft foot).....	20
3.3.3.	Controle op de lagerspeling.....	20
3.4.	Uitlijnmethoden.....	22
3.4.1.	De dubbelradiaal methode (reverse)	23
3.4.2.	De geldigheidsregel.....	23



4.	V-RIEM OVERBRENGING.....	26
4.1.	Profielen en codes.....	28
4.2.	Mogelijke asstanden.....	30
4.3.	Het onderhoud van V-riemaandrijvingen	31
4.3.1.	Controle axiale slingering en neutrale lijn V-snaarwielen	31
4.3.2.	Het uitlijnen van riemschijven	31
4.3.3.	Slijtage aan V-riemen en schijven	33
4.3.4.	Het spannen van V-riemen.....	34
4.3.5.	De spanning van de V-riemen	35
4.3.5.1.	Te slap gespannen V-riemen	35
4.3.5.2.	Te strak gespannen V-riemen	35
4.4.	Vervuiling door olie lekkage en stof	37
4.5.	Aanlopen van V-riemen	37
5	BEVESTIGEN VAN V-RIEMSCHIJVEN EN KETTINGWIELEN.....	38
5.1	Klembus	38
5.2	Tapes Lock klembus (TL-klembus)	39
6	WENTELLAGERS.....	40
6.1	Vaste uitgangspunten voor wentellagers.....	41
6.2	Voorwaarden voor een goede werking van wentellagers	41
6.3	Bouw van een lager.....	41
6.4	Bouw van een tweerijig kogellager met trekbus	42
6.5	Lagerafmetingen en aanduidingen	42
6.6	De begrippen radiale & axiale belastingen bij wentellagers.....	44
6.7	Het smeren van wentellagers	45
6.8	Algemene montageregels bij wentellagers	45
6.9	Montage en demontage van lagers (passing op astap).....	46
6.10	Montage van een kogellager op de as d.m.v. een trekbus	47
7	KETTINGOVERBRENGING.....	49
7.1	De onderdelen van rollenkettingen	49
7.2	Enkele typen rollenkettingen	51
7.3	De hoofdmaten van een rollenketting	51
7.4	De toepassing van rollenkettingaandrijvingen	52
7.5	De hartafstand van de assen.....	52
7.6	De overbrengingsverhouding	53
7.7	Aandrijving van meerdere assen	53
7.8	Mogelijke asstanden.....	53
7.9	Het onderhoud van kettingaandrijvingen	54
7.9.1	Het uitlijnen van de kettingwielen	54
7.9.2	Kettingspanning.....	55
7.9.3	Kettingspeling.....	56
7.9.4	Spannen van een rollenketting	57
7.9.5	De sluitschakel	58
7.9.6	Slijtage aan een rollenketting	59
7.9.7	Het smeren van kettingaandrijvingen	60



8	TANDWIELEN	62
8.1	De namen en onderdelen van tandwielen	63
8.2	Uitlijnen/stellen van een cilindrische tandwieloverbrenging	64
8.3	De hartafstand van de assen.....	65
8.4	Controle op het evenwijdig liggen van de assen	67
8.4.1	Draagbeeld tandwielen.....	68
8.5	De flankspeling.....	70
8.5.1	Metten van de flankspeling.....	71
8.6	Het "stroken" van tandwielen.....	72
9	PAKKING (AFDICHTINGEN)	73
9.1	Statische afdichtingen	74
9.1.1	Plaatpakking.....	74
9.1.2	Metallieke plaatpakking	74
9.1.3	O-ringen	74
9.2	Dynamische afdichtingen	78
9.2.1	Oliekeerringen	78
9.2.2	Eisen afsluitlip oliekeerringen	78
9.2.3	Eisen toepassingen oliekeerringen.....	78
9.2.4	Toepassingen oliekeerringen	79
9.2.5	Mogelijke problemen bij oliekeerringen	79
9.2.6	Opmerkingen bij montage van oliekeerringen	79
9.2.7	Voorbeeld oliekeerring.....	81
9.3	V-ring.....	82
9.4	De stopbusafdichting	83
9.4.1	Materialen stopbuspakking.....	83
9.5	Mechanical seal.....	85
9.6	Manchetten.....	85
9.7	Vloeibaar pakkingmateriaal	86
9.7.1	Uithardingstijd.....	87
9.8	Lijmen.....	88
9.8.1	Voordelen van een lijmverbinding	88
9.8.2	Speciale ontwerpkenmerken van gelijmde constructies	89
9.9	Vast pakkingmateriaal	91
10	VLOEISTOF MANAGEMENT.....	92
10.1	Levensduur en verwerking	92
10.2	Proces- en systeemvloeistoffen.....	94
10.3	Voorbeelden systeemvloeistoffen.....	94
10.4	Slijtageprocessen	95
10.5	Filtertechniek	99
11	ALGEMENE OPMERKINGEN PRACTICUM	103

0. INLEIDING

Definitie onderhoud: Onderhoud is een ondersteunende bedrijfsactiviteit die tot doel heeft om de productiemiddelen van een bedrijf in optimale staat te brengen en te houden.

Onderhoud is dus een activiteit die tot doel heeft gebruiksmiddelen (machines en apparaten) in een verantwoord bruikbare staat te houden. Daarbij moeten we de kosten en baten voortdurend tegen elkaar afwegen.

Onderhoud omwille van veiligheid en milieu.

Niet alleen moeten we storingen proberen te voorkomen, maar we moeten ook onderhoud doen voor andere zaken in een bedrijf. Hierbij kunnen we bijvoorbeeld denken aan het volgende:

- Bij een slecht onderhouden installatie is de kans op ongelukken groter, dus moet het onderhoud van een installatie zodanig zijn dat de veiligheid voor het personeel optimaal is.
- De arbeidsomstandigheden van het personeel moeten optimaal zijn en blijven.
- Een slecht onderhouden installatie gebruikt over het algemeen meer energie en grondstoffen en dit brengt weer extra kosten met zich mee.
- In verband met de uitstoot van schadelijke stoffen moet een productie-installatie aan soms zeer strenge milieunormen voldoen.



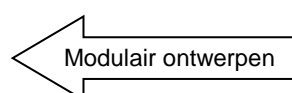
Integraal en modulair ontwerpen.

Het is de constructeur die bepaalt hoe duur het is om een ontwerp te produceren en hoe onderhoudsgevoelig de installatie blijkt te zijn. Het is zijn verantwoordelijkheid om het juiste midden te kiezen.

Dat juiste midden tussen de kostprijs van een product en het onderhoud kunnen we moeilijk vastleggen. Er zijn gebruiksvoorwerpen die zodanig zijn samengesteld dat onderhoud zinloos of onmogelijk is. Denk aan een USB-stick of horloges. Het repareren van een USB-stick is onmogelijk. Bij een moderne horloge zal een reparatietijd van een half uur vaak meer kosten dan de kostprijs van een nieuw horloge.

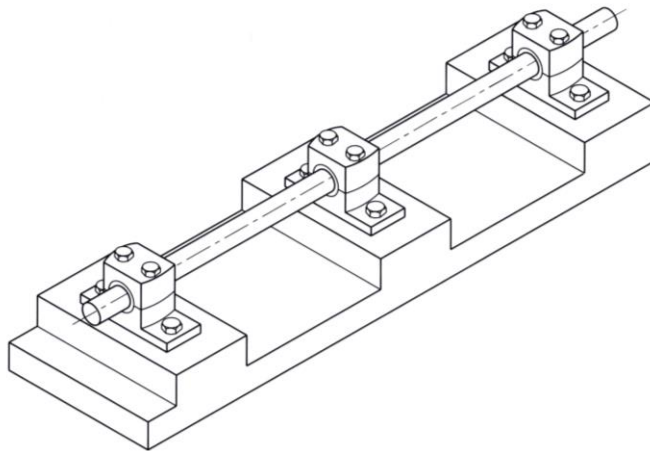
We noemen dit *integraal ontwerpen*. De kostprijs en dus ook de verkoopprijs is zodanig dat de koper beseft dat dit een weggooiprodukt is.

Daartegenover staat *modulair ontwerpen*. Hierbij kunnen we onderdelen vervangen of verwisselen. Denk bijvoorbeeld aan een pomp in een wasmachine. De motor van deze pomp komt niet in aanmerking voor opnieuw wikkelen wanneer deze doorgebrand is.



1. GLIJLAGERS

Het doel van glijlagers is het ondersteunen en/of geleiden van assen van machines en werktuigen.



Overbrengingsas in glijlagers

Een **glijlager** is een lager waarbij de as in de lager glijdt. Dit in tegenstelling tot een rollend lager, waarbij zich tussen de as en de boring rollende elementen (bijvoorbeeld kogels) bevinden.

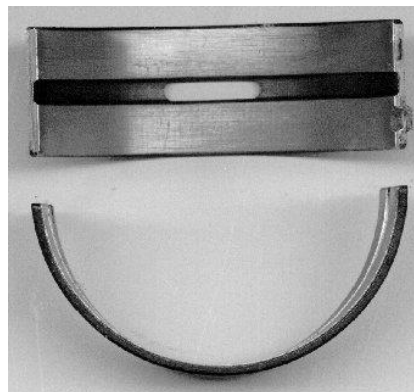
Wrijving

De wrijving en de slijtage van een glijlager is groter dan bij rollende lagers. Om de wrijving te verminderen wordt vaak smering toegepast, meestal smeerolie onder druk. Ook kan de wrijving worden verminderd door de juiste keuze van materialen. Zo werd en wordt brons in een speciale legering toegepast als "lagerbrons", dat smerende eigenschappen heeft op een stalen as. Tegenwoordig worden ook kunststoffen voor dat doel gebruikt. Bij het ontwerp gaat men er dan van uit dat de glijlager slijt, maar de as bijna niet. Op deze manier hoeft na een bepaalde standtijd alleen de glijlager vervangen te worden. Een ander materiaal voor glijlagers is babbittmetaal, een legering van o.a. koper, tin en antimoon.

Glijlagers worden vaak toegepast om hun gunstige eigenschappen zoals:

- stoot- en trillingdempend
- geruisloze loop
- weinig gevoelig voor stof

Glijlagerschalen voor krukas



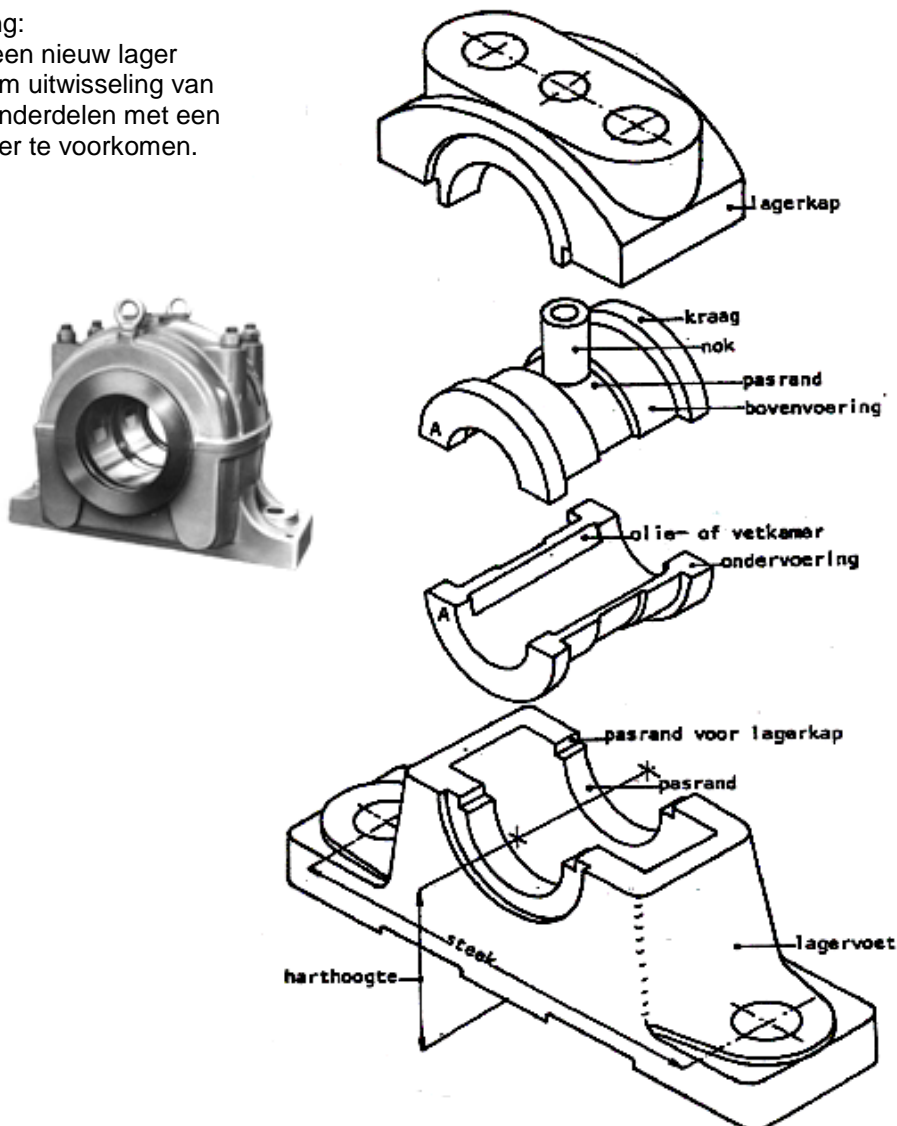
1.1. Namen en onderdelen van glijlagers

De benaming van de onderdelen van een tweeledig glijlagerblok.

- LAGERVOET:** Een **lagervoet** is het gedeelte waarmee een glijlagerblok op de fundatie wordt bevestigd.
- PASRANDEN:** Deze **pasranden** dienen om de voeringen te ondersteunen, zodat bij belasting geen vervorming van de voeringen kan ontstaan.
- STEEK:** De **steek** is de hartafstand van de boutgaten in de lagervoet.
- HARTHOOGTE:** Met de **harthoogte** wordt de hoogte aangegeven van de onderkant lagervoet tot het hart van de lagervoering.
- PASRAND KAP:** De **pasrand** is nodig om de lagerkap precies in de juiste stand te monteren, zodat geen verschuiving mogelijk is.
- OLIE-/VETKAMER:** Deze **olie- en vetkamers** dienen om het smeermiddel in het lager te verdelen.
- NOK:** De **nok** dient om meedraaien van de voering te voorkomen. De nok grijpt in de lagerkap.
- KRAGEN:** De **kragen** aan de voering dienen om verschuiving van de voering te voorkomen.
- LAGERKAP:** De **lagerkap** dient om de voering op te sluiten. De kap wordt vastgezet met lagerkapbouten (niet getekend).

Opmerking:

Je moet een nieuw lager merken om uitwisseling van de lageronderdelen met een ander lager te voorkomen.



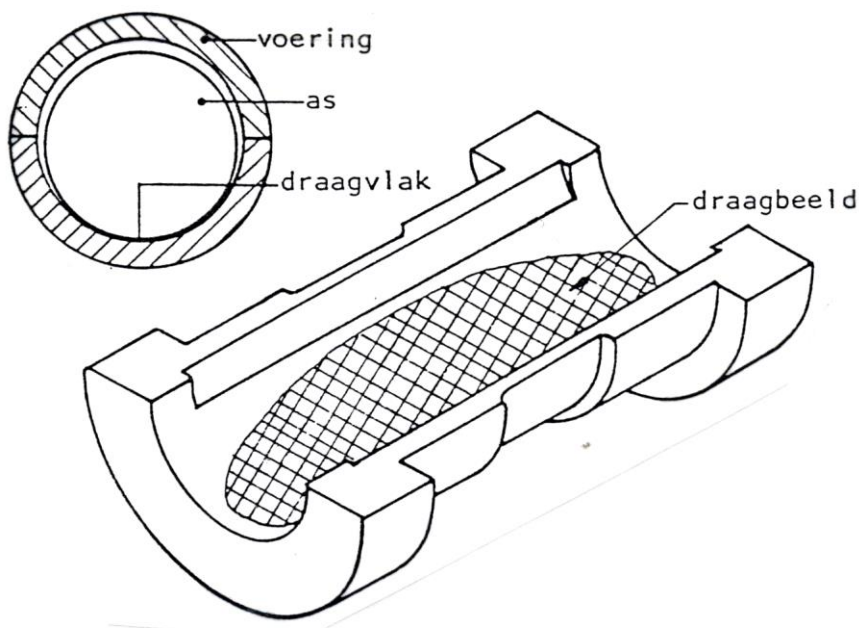
1.2. De begrippen draagvlak en draagbeeld

Met het **draagvlak** van een glijlager bedoelen we dat gedeelte van de lagervoering waar de as de lagervoering raakt.

Het draagvlak kan goed zichtbaar worden gemaakt door de as met **toucheerverf** in te smeren en rond te draaien in de voering. Het beeld dat op deze manier in de voering ontstaat noemen we het **draagbeeld** van een glijlager.

Toucheerverf (ook wel **Pruisisch blauw** genoemd) is een blauw gekleurde merkpasta.

Een goed passend en juist gemonteerd glijlager zal ongeveer een draagbeeld vertonen zoals op de tekening is aangegeven.

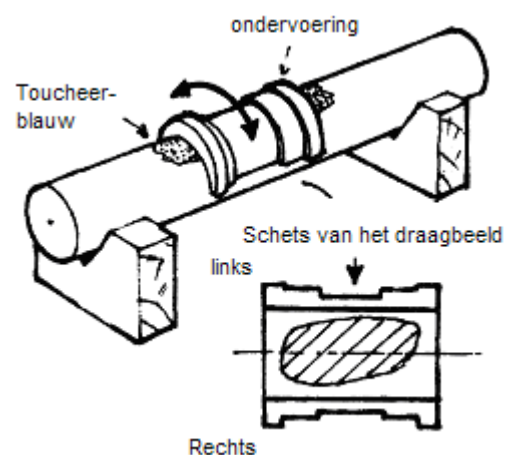


Permatex 80038 PRUISISCH BLAUW
TUBE 22ML. Voor oppervlakte onderzoek
bij precisie passingen van mechanisch
bewerkte oppervlakken. Lokaliseert
oneffenheden bij lagers, kleppen en
andere precisie componenten. Droogt
niet op en is gemakkelijk te verwijderen.

Het bovenstaande draagbeeld is een optimaal draagbeeld. Om het optimale draagbeeld van een lagerschaal zichtbaar te maken ga je als volgt te werk:

1. Smeer de as (de as gebruiken die in het glijlager ligt) in met een beetje toucheerverf (ook wel Pruisisch blauw genoemd).
2. Leg de ondervoering los op de as.
3. Beweeg de lagerschaal schommelend heen en weer (achtjes maken) over de as waar de toucheerverf op gesmeerd is.
4. Haal de lagerschaal van de as en kijk er in. Waar geen toucheerverf zit, heeft de lagerschaal de as gedragen.

Op deze manier is de voering geheel ongedwongen en laat zijn grootst mogelijke (optimale) draagbeeld met de as zien.

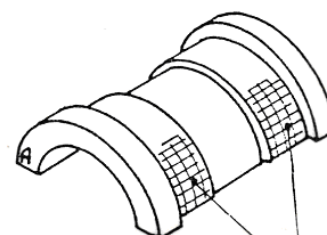
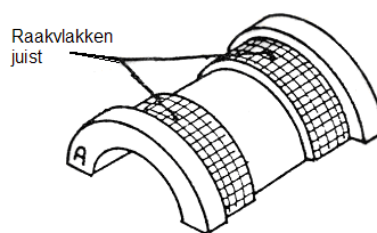


Geeft het draagbeeld geen ovaal beeld, dan zal met schraapstaaltjes het draagbeeld geoptimaliseerd moeten worden. Je schraapt dan met een schraapstaal materiaal weg op de plekken waar teveel materiaal zit. Dit is een heel geduldig en vakkundig werk.

Het controleren en beoordelen of de pasranden van de ondervoering goed aanliggen op de pasranden van de lagervoet doe je als volgt:

1. De pasranden van de lagervoet insmeren met toucheerverf.
2. De voering in de lagervoet drukken en enkele schommelende bewegingen met de voering maken.
3. De voering uit de lagervoet nemen en controleren of de draagvlakken van de voering en lagervoet elkaar op de juiste wijze hebben geraakt.

Geeft het draagbeeld geen vlak en overal een rakend beeld dan zal met schraapstaaltjes het draagbeeld geoptimaliseerd moeten worden. Je schraapt dan met een schraapstaal materiaal weg op de plekken waar teveel materiaal zit. Dit is een heel geduldig en vakkundig werk.

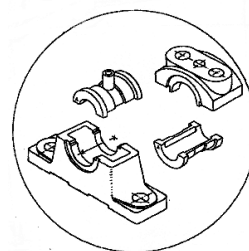


Raakvlakken fout waardoor de voering bij belasting zal vervormen

HEEL BELANGRIJK

Bij monteren van de lagerschalen en lagerkappen: de bij elkaar horende paren altijd samen houden.

Wanneer je dus een nieuw lager gaat gebruiken dan moet je alle schalen, lagervoet en lagerkap zó merken, dat je weet welke onderdelen bij welk lager horen.

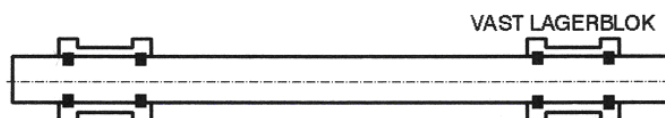


één lagerset,
alles bij elkaar houden

1.3. Uitlijnen van een glijlagerblok

Als eerste ga je het lagerblok grof uitlijnen:

1. Plaats de lagervoet op de daarvoor bestemde plaats op de fundatie.
2. Monteer de bouten, sluitringen en moeren waarmee de lagervoet moet worden vastgezet.
3. Maak de voeringen en de as schoon. Leg de as in de boringen.
4. Oefen enige druk uit op het midden van de as en draai deze een paar keer heen en weer. Het lagerblok krijgt hierdoor gelegenheid zich te richten naar de as.

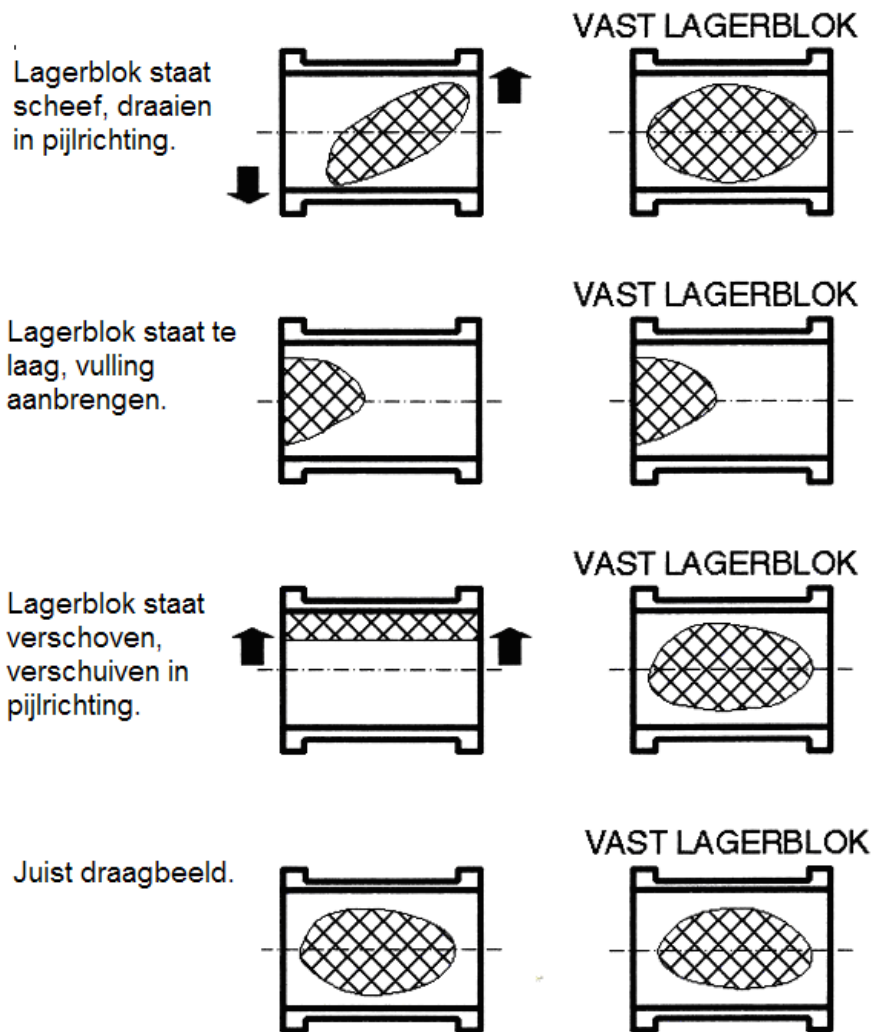


Lagerblokken hebben zich gericht, speling bij (■) overal evengroot

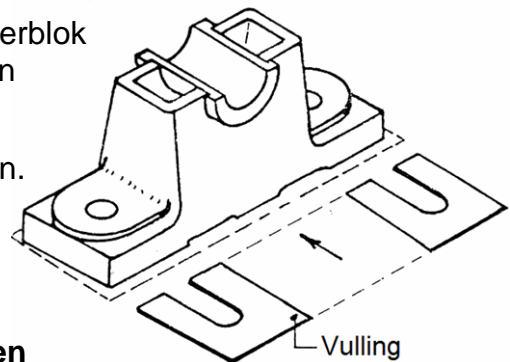


Niet juist, speling bij (□) te groot, lagerblok richten.

Als tweede ga je het lagerblok fijn uitlijnen:
Enkele voorbeelden van draagbeelden die kunnen ontstaan.



1. Wanneer de draagbeelden niet juist zijn, dan het lagerblok iets verschuiven door middel van licht tikken met een kunststof hamer of opvullen onder de lagervoet.
2. Voeringen schoonmaken en deze opnieuw toucheren. Deze handelingen herhalen tot het juiste draagbeeld is verkregen.



1.4. Materialen glijlagerblokken en glijlagervoeringen

Glijlagerblokken worden meestal gemaakt van gietijzer. Gietijzer heeft een betrekkelijk laag smeltpunt en laat zich gemakkelijk in ingewikkelde vormen gieten. Het is een goedkope manier van vormgeven.

Glijlagervoeringen worden in de meeste gevallen gemaakt van brons, babbitmetaal, witmetaal of kunststof.

Bronz is een legering van hoofdzakelijk koper en tin. Witmetaal is een legering van hoofdzakelijk tin en antimoon of lood en antimoon. Babbittmetaal is een legering van koper, tin en antimoon.

2. ASKOPPELINGEN

Het doel van askoppelingen

Askoppelingen hebben als doel twee assen aan elkaar te verbinden. Deze verbinding kan vast of beweegbaar zijn. We kunnen askoppelingen dan ook in twee groepen verdelen, namelijk:

- Vaste of starre askoppelingen
- Flexibele (beweegbare) askoppelingen

Starre koppelingen

De starre koppeling is een permanente koppeling, die het overbrengen van een rotatie of koppel mogelijk maakt. Deze koppeling wordt voornamelijk toegepast voor het verbinden, verlengen of deelbaar maken van assen. Het verbinden van assen met ongelijke diameters is eveneens mogelijk. De koppeling is torsiestijf (geen verdraaiing in de lager) en laat geen uitlijningsfouten toe.

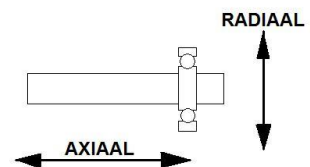


Starre koppeling

Klembus

Flexibele koppelingen

De flexibele koppeling is, evenals de starre koppeling, torsiestijf. Deze koppeling kan geringe radiale, axiale en hoekuitlijningsfouten opvangen (een cardankoppeling is een uitzondering). Van de meeste typen is een uitvoering leverbaar die radiaal kan worden uitgebouwd, zodat er geen machine-onderdelen van hun plaats hoeven te worden gehaald. Er zijn vele soorten flexibele koppelingen.



Elektromagnetische koppeling



Spelingsvrije koppeling



Tandkoppeling



Elastische koppeling



Flenskoppeling met pasbouten



Balgkoppeling



Vloeistofkoppeling



Overbelastingskoppeling



Pennenkoppeling



Balgkoppeling



Slipkoppeling



Cardankkoppeling



Super-elastische koppeling



Miniatuur koppeling



Torsie-stijve koppeling

Naast bovenstaande askoppelingen zijn er nog vele andere soorten askoppelingen.

Van de koppelingen behandelen we in deze opdracht alleen de elastische pennenkoppeling.

Voor berekeningen en de hierbij aangeraden koppeling zie volgende site:
<http://www.koppelingen.nl/>

2.1. Toepassing van de elastische pennenkoppelingen

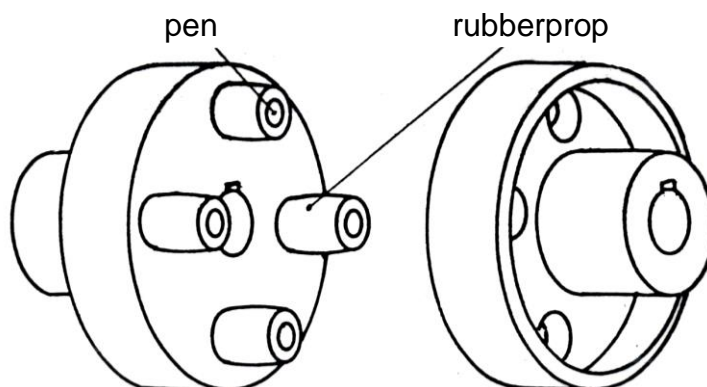
De taak van elastische koppelingen is een verbinding tussen twee assen tot stand te brengen. Hierbij moeten taken en trillingen verend worden opgevangen en gedempt door bijvoorbeeld rubberproppen.

elastische pennenkoppeling



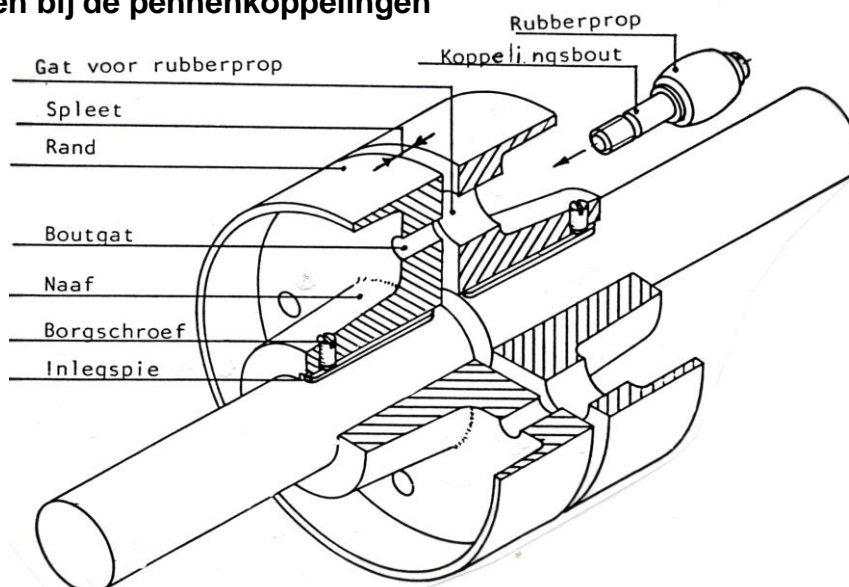
Elastische pennenkoppelingen

Een pennenkoppeling bestaat uit twee helften. De ene koppelingshelft is voorzien van stalen meeneempennen met rubberproppen, de andere helft is voorzien van gaten waarin de meeneempennen met rubberproppen passen. De proppen zijn vaak enigszins bol van vorm waardoor vering mogelijk is. Stoten en trillingen worden door de rubberproppen gedempt. Enkele toepassingen zijn: hef- en hijsinstallaties, liften, pompen en dergelijke. De meeneempennen kunnen van nieuwe proppen worden voorzien.



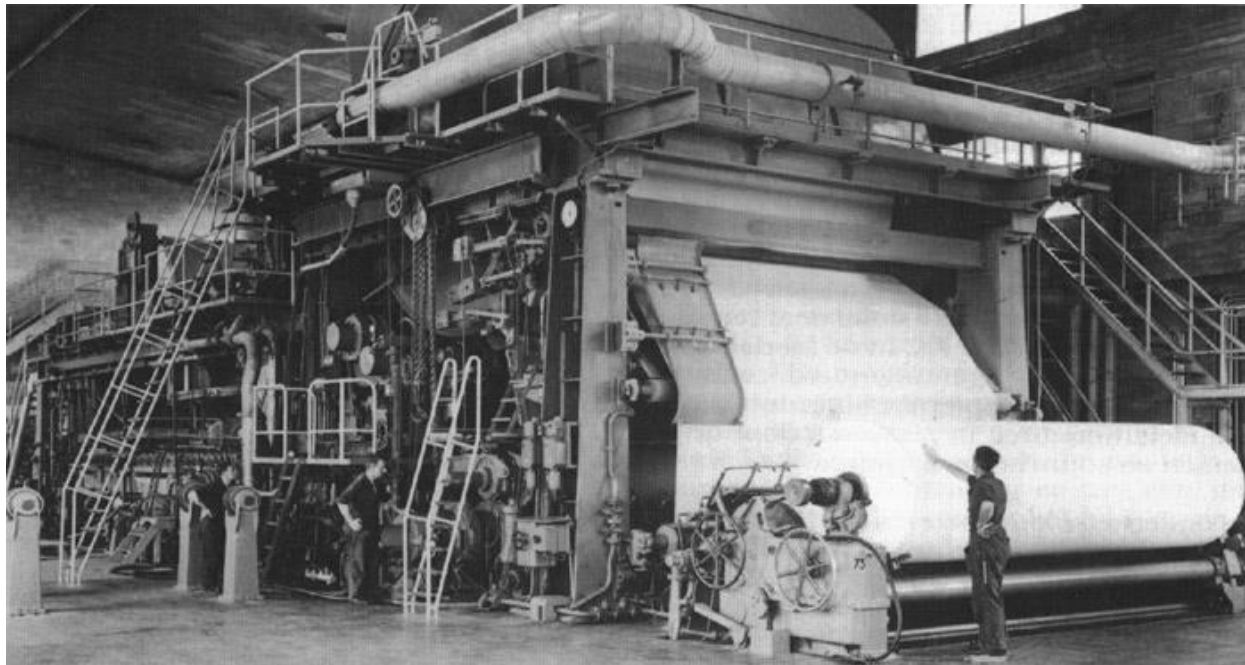
De levensduur van de pennen en de proppen wordt verlengd door een nauwkeurige afstelling van de koppeling.

benamingen bij de pennenkoppelingen



Uitlijnen van een koppeling

Het uitlijnen van een koppeling moet nauwkeurig gebeuren. De uitlijnfout moet binnen de tolerantie van de situatie vallen. Gebeurt dit niet, dan kan de koppeling of lager hierdoor storing krijgen. We verstellen in de practica-opdrachten altijd de motor. Dit zal in de praktijk ook vaak gebeuren. De machine met uitkomende astap staat meestal vast op een fundatie en is niet even te stellen. De elektromotor is meestal wel te stellen.

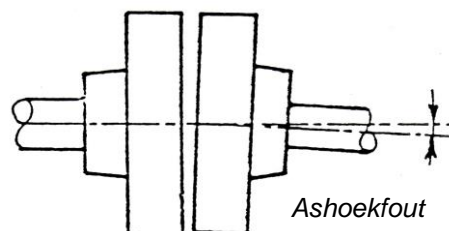
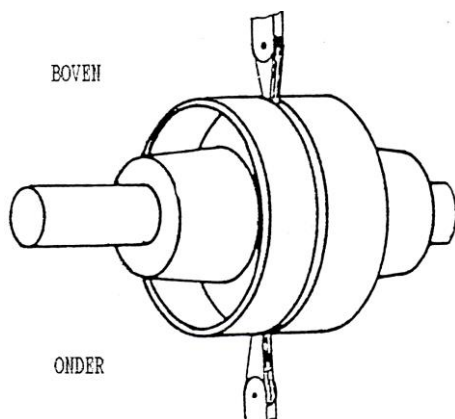


Soms is het makkelijker een elektromotor te verstellen dan de machine.

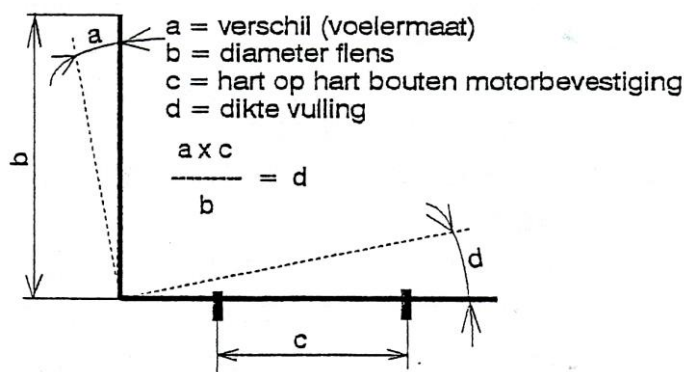
We behandelen hieronder een eenvoudige manier om een koppeling te stellen. De uitlijnfout is maximaal 0,1 mm, wat voor de gebruikte pennenkoppeling in de practica-oefeningen voldoende is.

2.1.1. Koppelingshelften evenwijdig stellen in horizontaal vlak

Als eerste stel je de motoras horizontaal evenwijdig met de machinas. Je haalt dan de ashoekfout in horizontaal vlak eruit.



Met voelermaatjes kun je de ruimte boven en onder de flensdelen van de flenskoppeling meten. Nu kun je het verschil berekenen, en zo de opvulhoogte bepalen onder de motorsteunen.



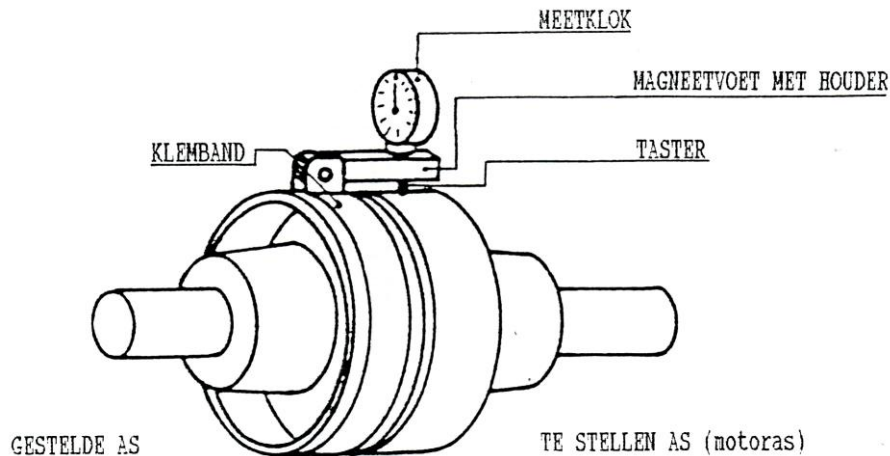
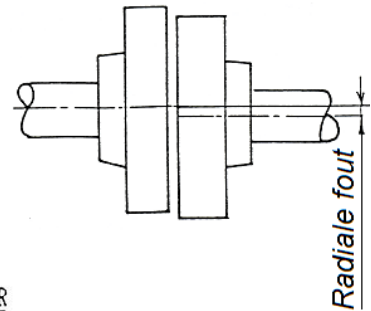
Let wel op dat je de berekende opvulling onder de juiste motorsteun zet!



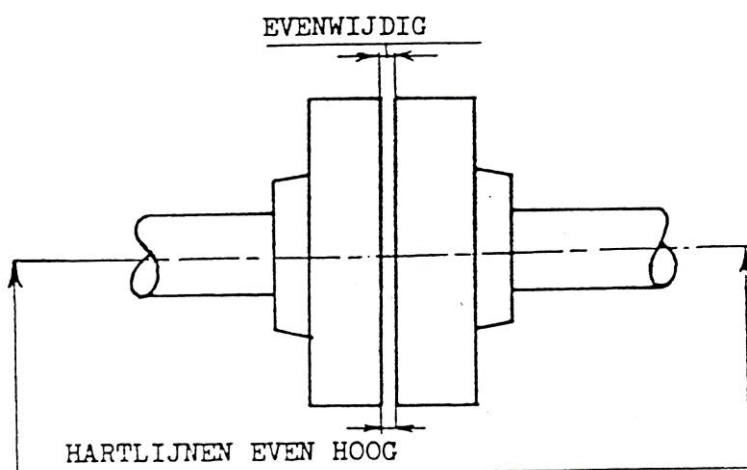
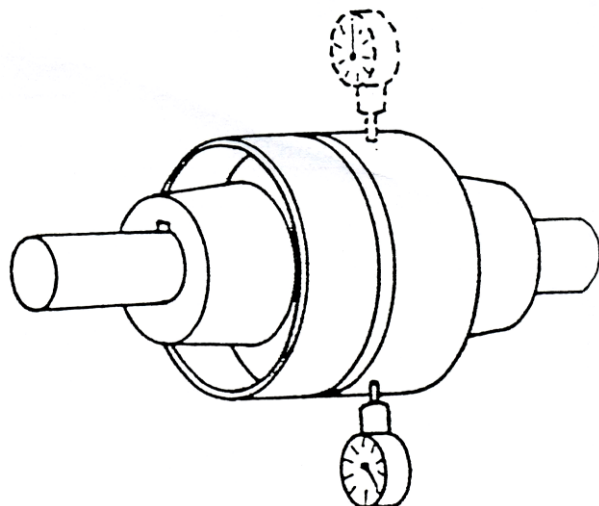
2.1.2. Koppelingshelften op hoogte stellen in horizontaal vlak

Als tweede stel je de motor op hoogte in horizontaal vlak.
Je haalt dan de radiale fout in horizontaal vlak eruit.

Je bevestigt hiervoor een meetklok op het koppelingsdeel van de machineas.



Zet de klok op nul, wanneer de meetklok boven staat (12-uursstand). Draai de klok met de koppeling naar onder (6-uursstand) en meet het verschil.
Dit verschil moet onder alle motorsteunen opgevuld worden.

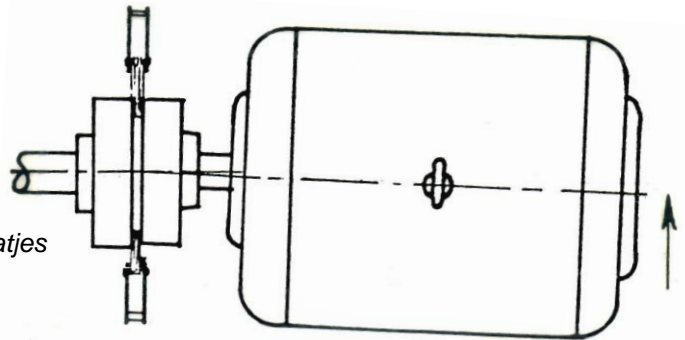


Op deze manier staan de koppelingshelften evenwijdig aan elkaar en staan de hartlijnen even hoog in horizontaal vlak.

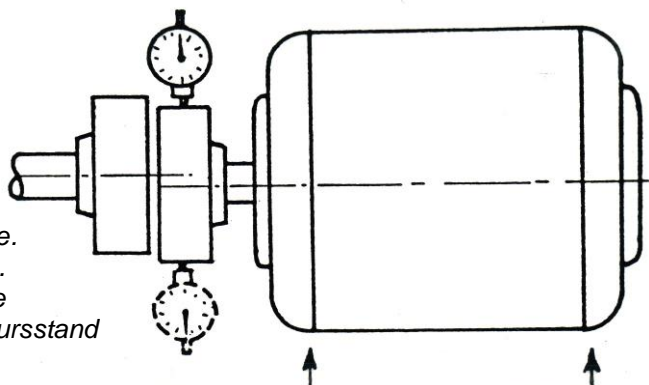
2.1.3. Koppelingshelften op hoogte stellen in verticaal vlak

Als derde leg je de hartlijnen van de assen in verticaal vlak in elkaars verlengde.
Je haalt de eventuele ashoekfout en eventuele radiale fout uit het vertikaal vlak.

*Ashoekfout
Controleren en verstellen met voelerplaatjes*

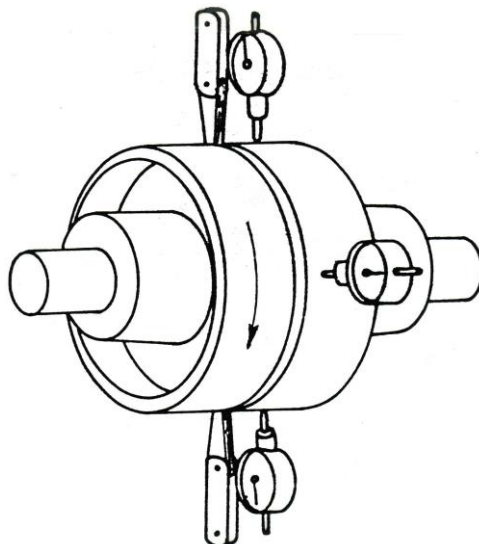


*Radiale fout
Controleren en verstellen met meetklokje.
Meetklokje op 9-uursstand op nul zetten.
Meetklokje op 3-uursstand aflezen en de motor zo corrigeren dat het klokje op 3-uursstand ook op nul staat.*



2.1.4. Controleren van de afgestelde koppeling

Tenslotte controleer je met voelermaten en meetklokje alle posities.
Evenwijdigheid en radiale stand mogen niet meer afwijken dan 0,1 mm.



3. UITLIJNEN VAN ASSEN

We onderscheiden twee belangrijke functies bij assen:

- a Ondersteunen of geleiden van roterende onderdelen. Deze assen worden **draagassen** genoemd. De as staat stil of hij roteert. Een voorbeeld zijn de assen van allerlei voertuigen zoals fietsen en auto's.
- b Overbrengen van bewegingen. Een bekende toepassing van een overbrengingsas is de krukas van een verbrandingsmotor.

Voorwaarden goed functionerende as

- Maatnauwkeurigheid.
- Cilindriciteit.
- Oppervlaktegesteldheid.
- Juiste montagewijze.

Bij een juiste montagewijze hebben we te maken met het uitlijnen van een as. De as moet in de juiste positie worden gebracht. Dit gebeurt vanuit vaste nauwkeurige uitgangspunten. Deze vaste punten worden ook wel **referentievlakken** of **referentielijnen** genoemd. Nauwkeurig en systematisch werken is hierbij een eerste vereiste.



In verschillende takken van de techniek komt het vaak voor dat roterende machines aan elkaar gekoppeld moeten worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- Dieselmotor met generator.
- Elektromotor met ventilator of pomp.
- Stoomturbine met centrifugaalpomp.

Bij het aan elkaar koppelen van deze machines moet men zorgen dat de hartlijnen van de assen in **bedrijfstoestand** in elkaars verlengde liggen. Met bedrijfstoestand bedoelen we dat de machine zijn arbeid verricht en op bedrijfstemperatuur is.

Opmerking: Het is soms zo dat de lijn waarom de as roteert, **niet** de hartlijn van de as zelf is. De rotatielijn is dan iets verschoven ten opzichte van de hartlijn. Dit hangt o.a. af van de stijfheid van de as, het type lagering en van het toerental.



Als de rotatielijnen van de te verbinden machines niet in elkaars verlengde liggen, kunnen er problemen ontstaan zoals:

- Snellere slijtage van asafdichtingen (labyrinten, seals e.d.).
- Snellere slijtage van sommige koppelingsonderdelen.
- Kortere levensduur van de lagers.
- Resonantie in machinedelen, leidingen, etc. (vermoeiing).
- Geluidshinder.
- Hoger energiegebruik.
- Beïnvloeding van de kwaliteit van het product.

Men moet de assen van de te verbinden machines daarom ten opzichte van elkaar uitlijnen.

3.1. Uitlijnen

Onder uitlijnen wordt verstaan:

HET STREVEN NAAR EEN OPTIMALE POSITIE VAN DE ASSEN TEN OPZICHTE VAN ELKAAR TIJDENS BEDRIJF.

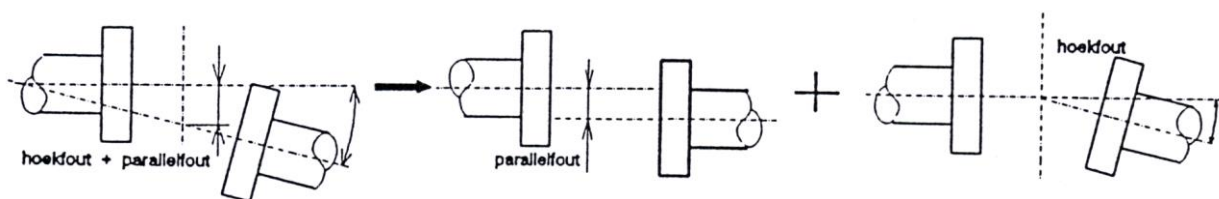
Het uitlijnen bestaat eigenlijk uit drie stappen:

- 1 Het meten van de positie van de assen t.o.v. elkaar.
- 2 Het beoordelen van de meetresultaten.
- 3 Het eventueel verstellen van één van de machines tot de juiste positie bereikt is.

3.2. Uitlijnfouten

De afwijking in de positie van twee assen t.o.v. elkaar wordt ten behoeve van het meten vaak opgesplitst in twee fouttypen:

- 1 Parallelfout.
- 2 Hoekfout.



- a De parallelfout (radiaal):

De hartlijnen van de beide assen lopen wel evenwijdig maar liggen niet in elkaars verlengde. Er is dus géén snijpunt van de beide hartlijnen.

- b De hoekfout.

De hartlijnen van beide assen snijden elkaar.
Het bovenstaande geldt in het verticale vlak (zijaanzicht) en in het horizontale vlak (bovenaanzicht).

Een combinatie van bovenstaande twee is ook mogelijk!

3.3. De uitlijnprocedure

Een goede uitlijnprocedure omvat meer dan alleen het meten van de posities van de ashartlijnen. Voor men met het eigenlijke uitlijnen begint, moet men eerst enige controles uitvoeren.

3.3.1. Controle op de vlakheid en rechtheid van de fundaties

Ook in bedrijfstoestand controleren! Met moderne technieken (sensoren) kan men ook het dynamische gedrag van de fundatie meten. Oorzaken van vervorming van de fundatie tijdens bedrijf zijn onder andere:

- Gewicht van de machines.
- Trillingen van de machines.
- Temperatuurverschillen in de fundatie.
- Dynamische krachten.

3.3.2. Controle op een zogenaamde "losse voet" (soft foot)

Soms heeft een machinevoet geen of niet volledig contact met de fundatie wanneer de fundatiebouten nog niet aangedraaid zijn. Er is dus speling tussen een voet van de machine en de fundatie. Deze speling mag een bepaalde waarde niet overschrijden (vaak minder dan 0,1 mm).

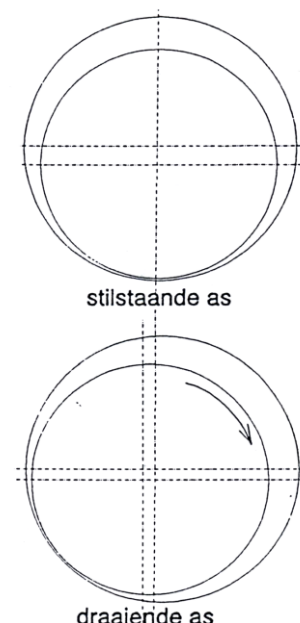
Grotere speling geeft een ontoelaatbare vervorming en spanningen in de machine.



3.3.3. Controle op de lagerspeling

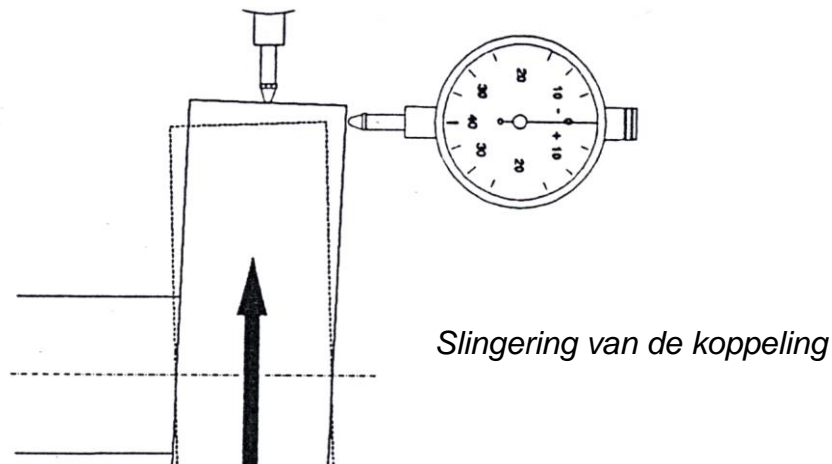
Vooral bij een grote radiale lagerspeling (zoals bij glijlagers) kan de positie van de as tijdens bedrijf veranderen. Axiale speling van de as kan, afhankelijk van de gekozen meetprocedure, de meting van de hoekfout beïnvloeden.

lagerspeling



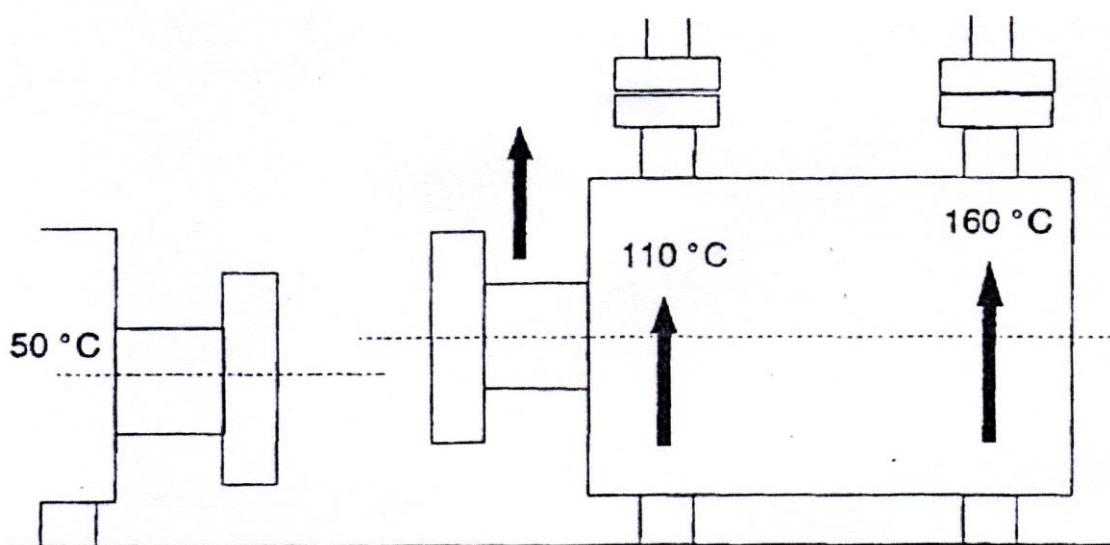
3.3.4. Controle op radiale en/of axiale speling van de assen en koppelingshelften

Slingering, bijvoorbeeld ten gevolge van een kromme as of excentrische boring in de koppeling, kan de meting van de scheefstelling beïnvloeden. Ook is dit uiteraard een oorzaak van trillingen in de machine.



3.3.5. Controle op positieverandering van de machines t.o.v. elkaar tijdens bedrijf

Onder invloed van dynamische krachten of als gevolg van warmte-uitzetting (thermische groei) kan de positie van de assen in bedrijfstoestand veranderen. Met behulp van sensoren kan men tijdens bedrijf de vervormingen meten. Warmteuitzetting kan bijv. ook gemeten worden door de machine op bedrijfstemperatuur te stoppen en de uitlijning zo snel mogelijk te meten. Na de totale afkoeling wordt dan weer gemeten. Het verschil tussen de twee metingen is de thermische groei. Indien niet snel genoeg na het stoppen gemeten kan worden, kan men eventueel extrapoleren naar de bedrijfstemperatuur (dan wel nauwkeurig de tijd en temperatuur meten).



3.3.6. Controle op spanningsvrije aansluiting van de leidingen

Leidingen mogen geen krachten overbrengen op de machines. Als bijvoorbeeld een pomp en een elektromotor gekoppeld moeten worden, stelt men eerst de pomp zodanig op dat de leidingen spanningsvrij aangesloten kunnen worden. Daarna wordt de elektromotor ten opzichte van de pomp uitgelijnd. Na de definitieve montage van de leidingen wordt de uitlijning nogmaals gecontroleerd. Wordt de pomp aangedreven door een stoomturbine, dan moeten ook de stoomleidingen zodanig aangesloten worden, dat zij op bedrijfstemperatuur geen krachten overbrengen.

Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van kompensatoren. Er zijn kompensatoren die zowel axiale (\leftrightarrow), laterale (\updownarrow) of angulaire (\curvearrowright) bewegingen op kunnen nemen.

Er zijn zelfs kompensatoren die deze combinatie hebben en bovendien trillingen kunnen opnemen.

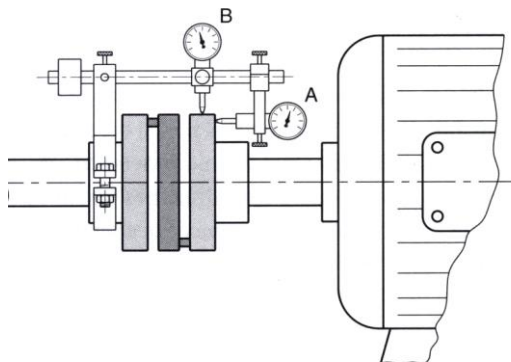


Kompensatoren

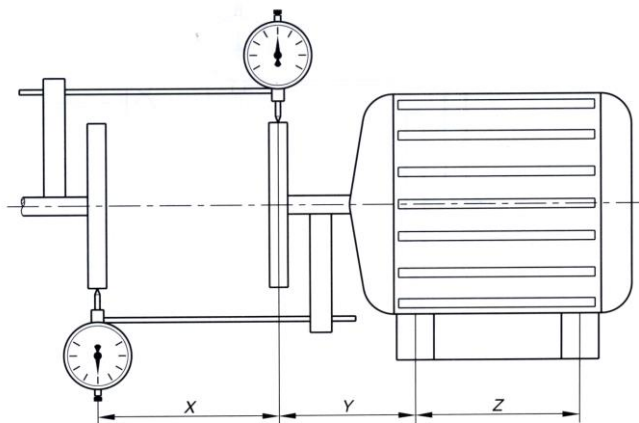
3.4. Uitlijnmethoden

We kunnen twee uitlijnmethoden onderscheiden:

- De eenzijdige axiaal-radiaal methode (face rim)



- De dubbelradiaal methode (reverse)



We behandelen in deze opdracht alleen de **dubbelradiaal methode (reverse)**.

De dubbelradiaalmethode (reverse)

Deze methode vindt steeds meer toepassing om scheefstellingen op te meten. Op ieder van de te controleren assen wordt een houder en een radiaal gemonteerde meetklok geplaatst.

Bij deze methode wordt de meetmethode niet beïnvloed door de axiale verschuifbaarheid van de assen.



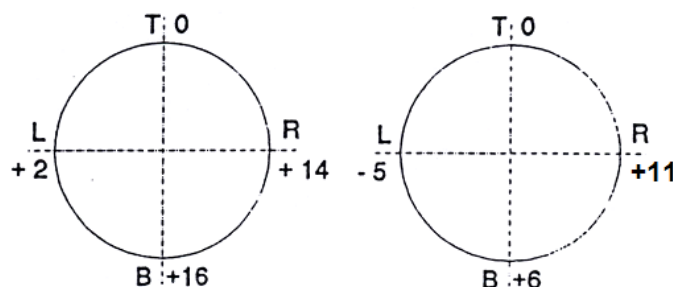
3.4.1. De geldigheidsregel

Het kan zijn dat de omstandigheden niet ideaal zijn als de dubbelradiaalmethode wordt toegepast. De houder kan doorbuigen, of er zijn afwijkingen bij de verschillende meetposities. Ze beïnvloeden de aflezing. Deze invloeden zijn af te leiden met behulp van de zogenaamde geldigheidsregel.

Bij een ideale situatie geldt namelijk:

De som van de horizontale meetwaarde is gelijk aan de som van de verticale meetwaarde.

Als de meetklok in de 12-uurpositie op nul wordt gesteld, dan is de som van de 3- en 9- uurpositie gelijk aan de 6-uurpositie.



$$\text{LEFT} + \text{RIGHT} = \text{TOP} + \text{BOTTOM}$$

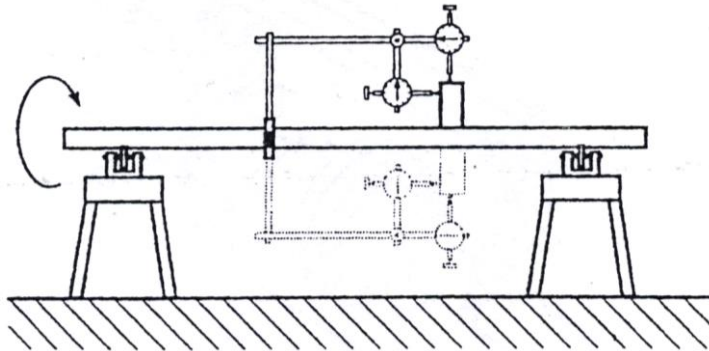
Controleer door middel van de geldigheidsregel altijd de meetwaarde. Het is een belangrijk hulpmiddel bij het uitlijnen.

3.4.1.1. Doorbuiging meetopstelling

Het is ook mogelijk vooraf de doorbuiging van de bevestigingsbeugel te bepalen.

Men plaatst dan de totale meetopstelling op een starre as of buis. Zet de meetopstelling eerst in de 12 uurstand, zet de meetklokken op 0. Draai de meetopstelling in 6 uurstand en lees de doorbuiging af.

In de onderstaande tekening is de opstelling voor het bepalen van de doorbuiging te zien.



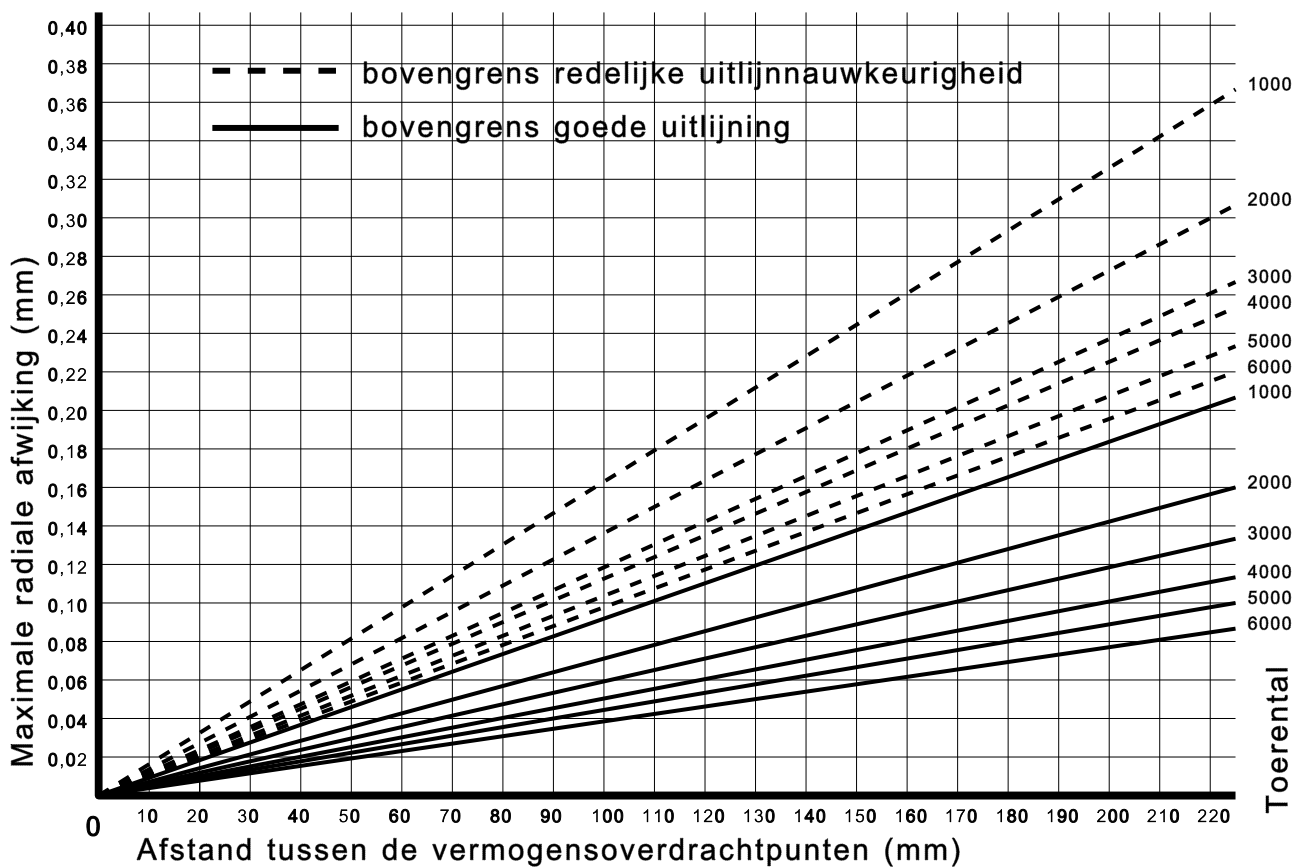
3.4.1.2. De toelaatbare uitlijnfout

Het is nooit mogelijk om machines in bedrijfstoestand 100% uit te lijnen. De voor het uitlijnen benodigde tijd en kosten moeten economisch verantwoord zijn. Uitlijnfouten worden dus binnen bepaalde toleranties geaccepteerd. Er is helaas (nog) geen internationale norm voor deze toleranties. Fabrikanten geven vaak variërende waarden en hebben verschillende uitgangspunten. Belangrijke parameters voor het bepalen van uitlijntoleranties zijn:

- a Het toerental van de as.
Dit bepaalt in grote mate de slijtage onder andere van lager en koppelingsdelen. Ook de trillingsfrequentie wordt door het toerental bepaald.
- b Het type koppeling.
Er is een grote variëteit aan koppelingen, van volledig star (bijv. flens-flens koppeling) tot hoog elastisch. Naarmate een koppeling meer elastisch is kunnen relatief grotere uitlijnfouten toegelaten worden. Men moet zich echter realiseren dat bij grote belastingen en hoge toerentallen ook hoog elastische koppelingen vrij star kunnen worden.
- c De afstand tussen de koppelingshelften.
Grote afstanden worden overbrugd door een "spacer" of tussenas. Deze verkleint de hoekfout, of zet een parallelfout om in een hoekfout. De afgebeelde grafiek geeft een voorbeeld hoe men de toleranties kan bepalen.



Hieronder staat een grafiek waar aan de hand van het toerental en de afstand tussen de overdrachtspunten de maximale radiale afwijking bepaald kan worden.



Grafiek om de uitlijnnauwkeurigheid te bepalen.

4. V-RIEM-OVERBRENGING

Het doel van V-riemen

De V-snaar of V-riem is een aandrijfriem voor machines. Deze loopt over twee poelies met dezelfde v-vorm. Dit heet een profiel. De profielen zijn gestandaardiseerd, waardoor het mogelijk is wereldwijd riemen te kopen voor machines. Er is zelfs een Windows-Vista-programma om het juiste profiel te berekenen: MITCalc - V-Belts Calculation 1.14. In vergelijking met platte overbrengriemen kan met de V-snaar een groter overbrengingsvermogen worden bereikt. Dit komt doordat de poelies de V-snaar heel strak vasttrekken en zo het slippen tegengaan.

V-riemen hebben tot doel een draaiende beweging van de ene as over te brengen naar een andere as en zo een vermogen over te brengen of een toerental te veranderen.

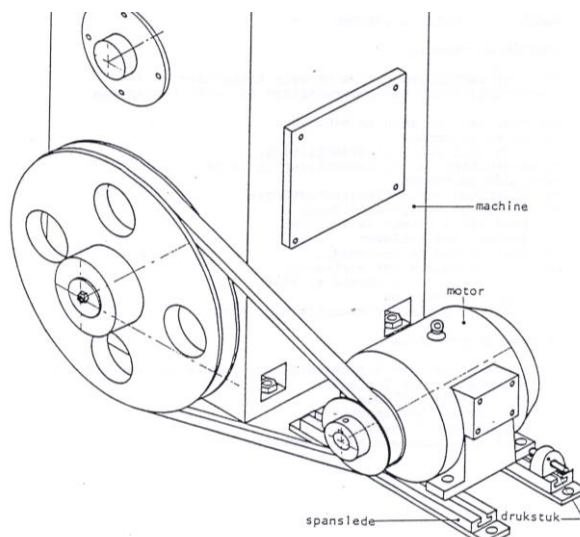
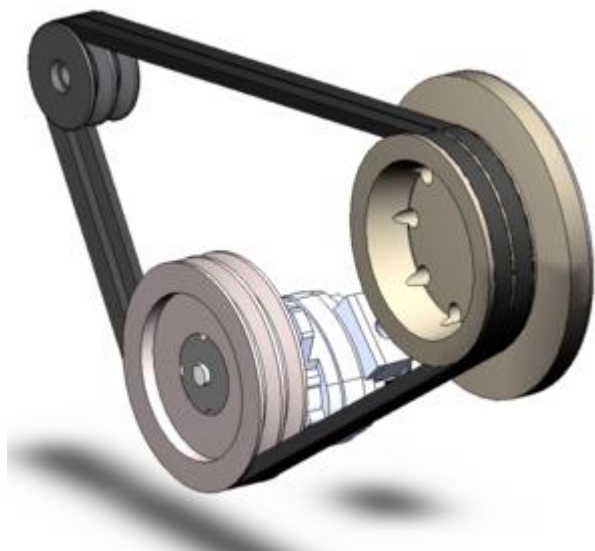
Een voorbeeld van de toepassing van een V-snaar is in een auto. Hier worden V-snaren gebruikt voor de niet-synchrone aandrijvingen, d.w.z. aandrijvingen die desnoods iets mogen slippen, zoals die van de dynamo of een koelventilator. Enige slip is hier geen probleem, als het maar niet te veel wordt. Een slippende V-snaar doet zich voor bij een te lage riemspanning, vaak in combinatie met koud weer. Dit resulteert in het bekende gepiep onder de motorkap in de wintermaanden. Bij voortdurende slip geldt dus dat het fundament waarop dit systeem is gebaseerd, wrijving, niet voldoende aanwezig is. Dit is een situatie die zo weinig mogelijk en liefst helemaal niet mag voorkomen. Wanneer een synchrone aandrijving vereist is, zoals bij de nokkenas en er dus geen enkele slip is toegestaan, worden geen V-snaren maar getande riemen gebruikt.

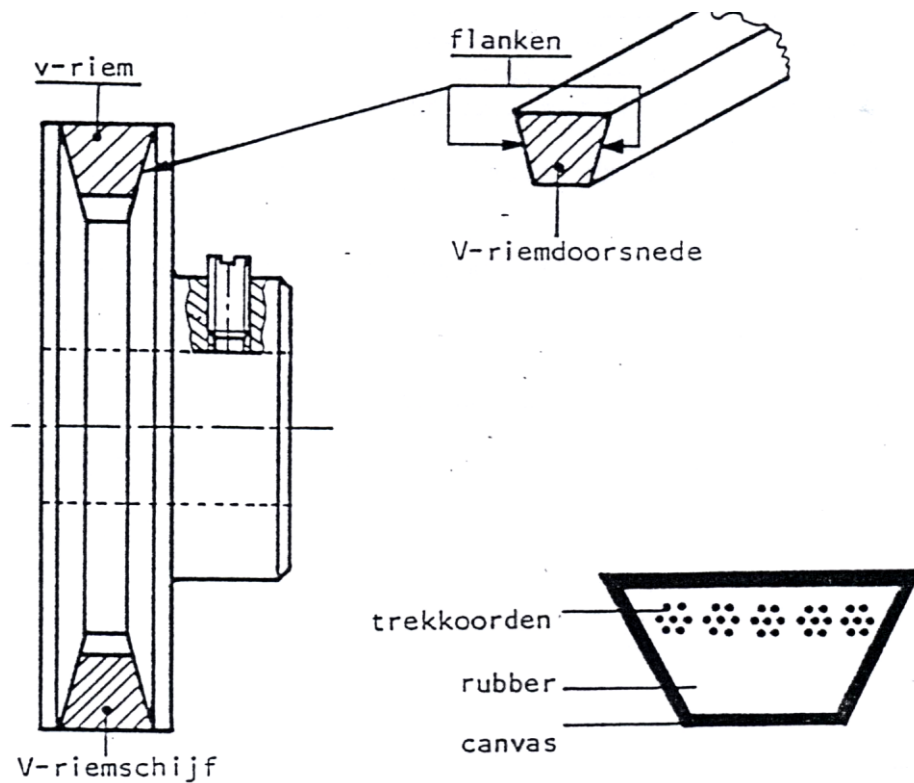
Getande riem



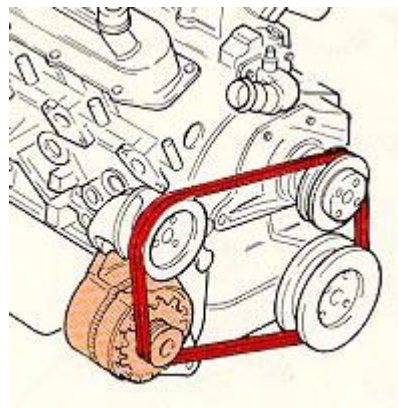
De naam V-snaar komt van de doorsnede van deze riem, die een "V"-vorm heeft. Hierdoor is het makkelijker de spanning te handhaven en ook heeft de riem een groter aangrijpend oppervlak op de poelies. De gewone V-snaar kunnen we opdelen in drie onderdelen.

- 1 Het onderste deel gemaakt uit een kunststof of rubber dat goed drukkrachten kan opnemen omdat de riem sterk wordt gebogen rond de poelie.
- 2 Het centrale deel, dat kan bestaan uit katoen, staal draadjes e.d. Dit dient om de trekkracht over te brengen van de ene op de andere schijf.
- 3 Een rubbersoort die een goede trekkracht heeft om de trekkrachten van de buiging op te nemen.





De overbrenging berust op wrijving tussen de V-riem en de riemschijven. Deze wrijving ontstaat tussen de flanken van de V-riem en de groef in de V-riemschijven.

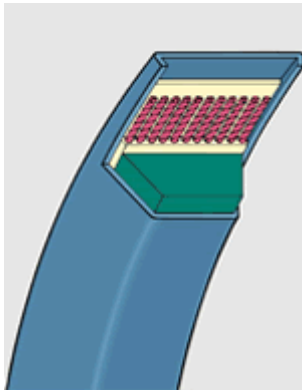


4.1. Profielen en codes

V-riemen komen in verschillende vormen voor. Met de vorm bedoelen we het profiel van de V-riem.

NORMAALPROFIEL (klassieke V-riemen)

Het profiel van normale V-riemen wordt aangeduid door de letters Z , A, B, C, D of E. De letters hebben betrekking op de breedte en de hoogte van het profiel.

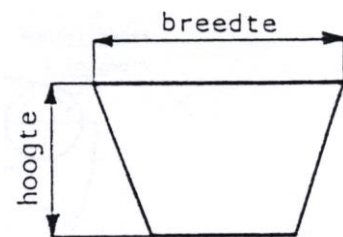


Kenmerken

Optimaal gebruik onder ongunstige condities
Mogelijkheden om als vlakke riem te gebruiken
Lange levensduur
Hoge betrouwbaarheid

Toepassing

Landbouwmachines
Zware machine constructies
Algemene machinebouw
Ventilatoren
Huishoudelijke apparaten

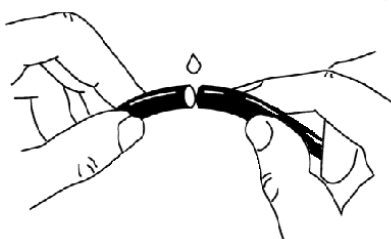


Klassieke V-riemen	
Z (10x6)	Kleine mechanische aandrijvingen
A (13 x 8)	Mechanische aandrijvingen, grondfrezen, tuinbouw, ventilatoren
B (17 x 11)	Mechanische aandrijvingen, wordt ook ingezet als transportriem
C (22 x 14)	Voor zwaardere toepassingen : steenbakkerijen, chemie,...
D (32 x 19)	
E (38 x 25)	

Voorbeeld: V-riem A483 = profiel A normaal
 breedte 13 mm
 hoogte 8 mm
 lengte 483 mm

RONDPROFIEL

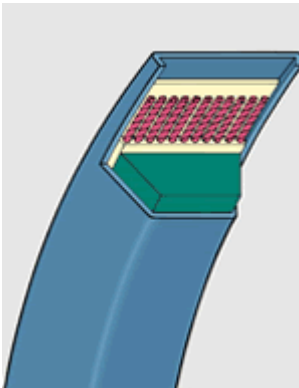
Ronde profielen worden aangegeven met de diameter en lengte. De maten worden gegeven in mm en in Engelse duimen. De overbrenging berust bij rondprofielen op wrijving tussen rondprofiel en de riemschijven. Deze wrijving ontstaat tussen de flanken van de het rondprofiel en de groef in de riemschijven, net als bij een V-riem overbrenging.



Rondprofiel kan op lengte gekocht worden en op maat gemaakt worden (lijmen).

SMALPROFIEL

Bij de aanduiding van smalle profielen heeft men SP voor de profielaanduiding geplaatst



Kenmerken

Goede vermogensoverdracht

Lange levensduur

Hoge betrouwbaarheid

Toepassing

Gereedschapsmachines

Constructie-machines

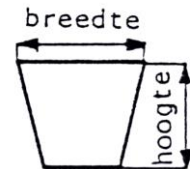
Landbouwmachines

Ventilatoren

Huishoudelijke apparaten

Verbrandingsmotoren

Profielen en nominale afmetingen



Smalprofiel V-riemen	
SPZ/XPZ SPA/XPA SPB/XPB SPC/XPC	Deze smalprofielriemen kunnen voor dezelfde toepassingen als de klassieke V-riemen gebruikt worden. Het type "SP" heeft een grotere vermogensoverdracht dan de klassieke riemen. Het type "XP" is de gertande uitvoering van de "SP"-uitvoering. Ze kunnen op kleinere schijven draaien en zijn de sterksten in hun soort.

Profiel	Breedte	Hoogte
SPZ	10 mm	8 mm
SPA	13 mm	10 mm
SPB	17 mm	13 mm
SPC	22 mm	18 mm

Voorbeeld: V-riem S.P.B 1320 = smal profiel met een bovenbreedte van profiel B = 16 mm
De hoogte van smalle profielen wijkt af van de normale profielen.

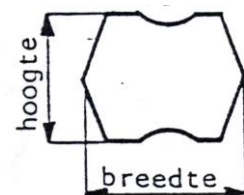
DUBBELPROFIEL

V-riemen met dubbelprofiel worden aangeduid met dubbele letters: A.A., B.B., C.C. en D.D. .

A.A.	B.B.	C.C.	D.D.
13X10	17X14	22X18	32X25



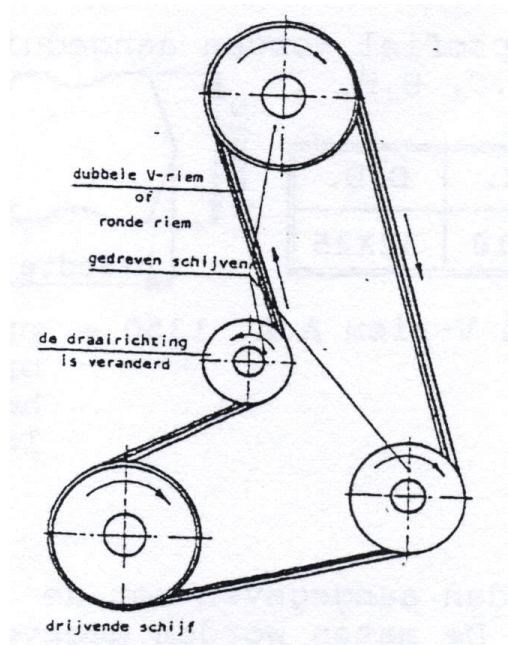
Voorbeeld: Dubbele V-riem A.A. 1350 = profiel A.
breedte 13 mm
hoogte 10 mm
lengte 1350mm





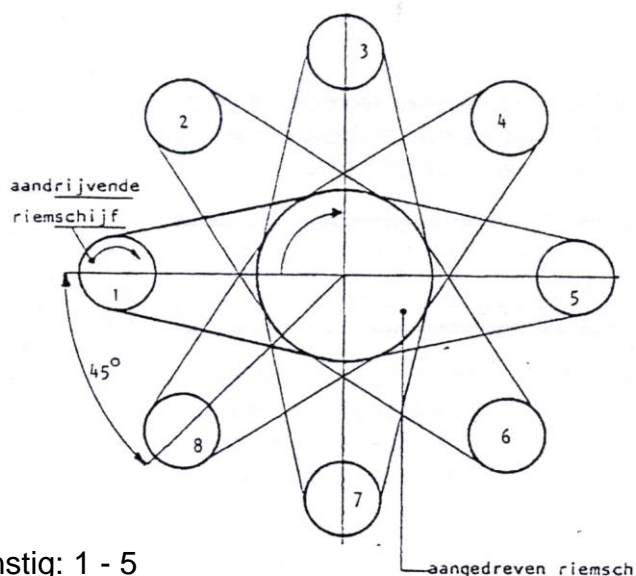
Dubbelfprofiel V-riemen en ronde riemen worden toegepast wanneer meerdere assen met dezelfde riem moeten worden aangedreven. De draairichting van de assen kan dan verschillend worden. Het aantal omwentelingen per minuut van de assen kan ook verschillend zijn. We noemen een dergelijke aandrijving een "serpentine-aandrijving".

serpentine-aandrijving



4.2. Mogelijke afstanden

Bij een V-riemoverbrenging zijn verschillende afstanden mogelijk. Niet iedere afstand is echter even goed.



Asstanden: zeer gunstig: 1 - 5
 gunstig: 2 - 4 - 6 - 8
 ongunstig: 3 - 7

4.3. Het onderhoud van V-riemoverbrengingen

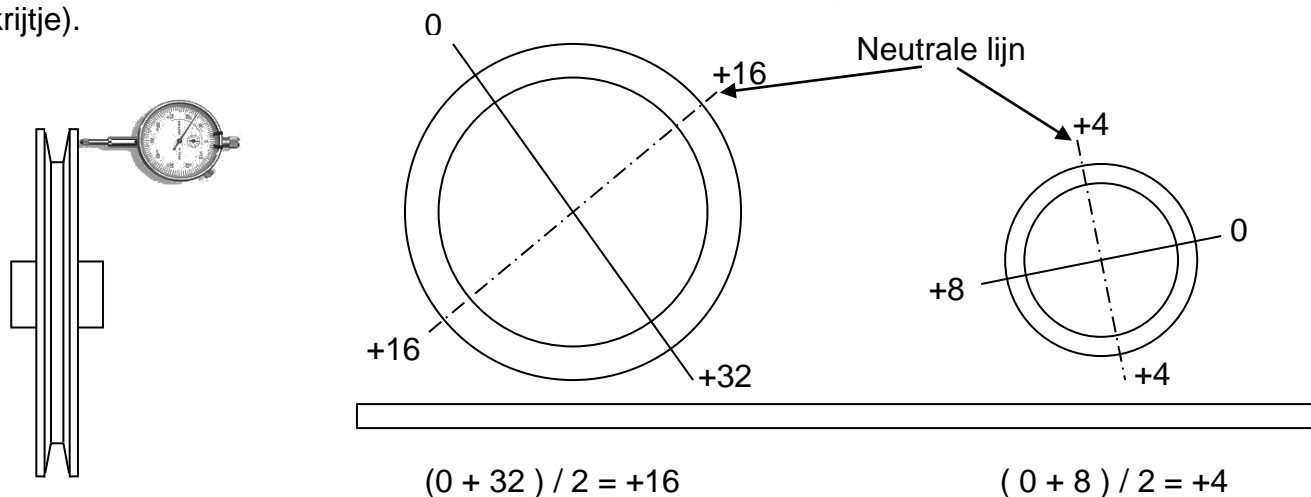
V-riemoverbrengingen vragen weinig onderhoud. Toch is een regelmatige controle nodig. We letten dan vooral op:

- controle axiale slingering en neutrale lijn.
- de uitlijning van de riemschijven.
- slijtage aan V-riemen en schijven.
- de spanning van de V-riemen.
- vervuiling door olielekage of stof.
- aanlopen van V-riemen.

4.3.1. Controle axiale slingering en neutrale lijn V-snaarwielen

Meet met behulp van een meetklok en magneetstatief de axiale slingering van de V-snaarwielen.

Teken hierbij het hoogste en laagste punt aan. Teken de zogenaamde neutrale meetpunten aan. Deze neutrale meetpunten liggen tussen het hoogste en laagste punt en vormen als het ware een haakse lijn ten opzicht van de as (gebruik voor het aftekenen een krijtje).

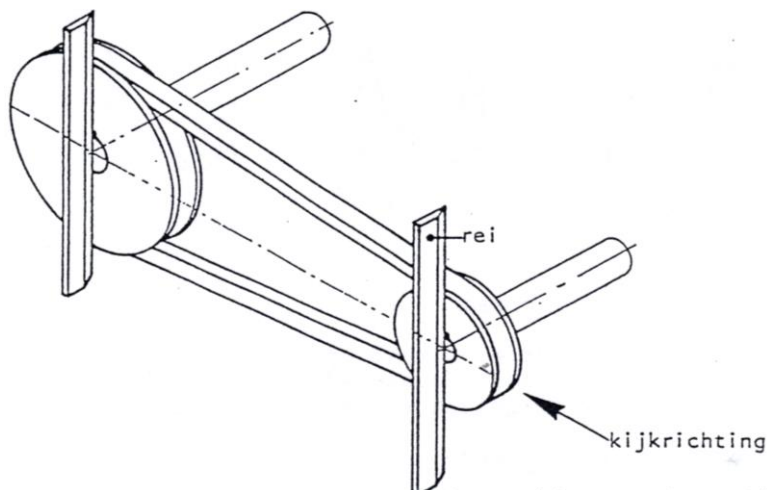
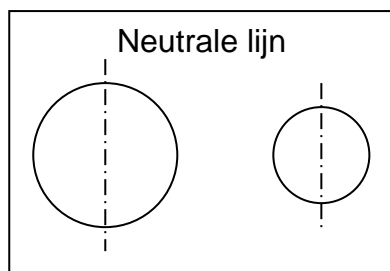


Als je de V-snaarwielen wil uitlijnen dan moeten de V-snaarwielen in de juiste stand gezet worden.

4.3.2. Het uitlijnen van riemschijven

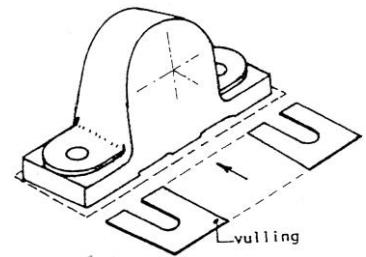
De V-riemschijven moeten in één vlak staan. Dit kun je op 2 manieren controleren:

- 1 Kijk of de assen, waar de riemschijven op bevestigd zijn, in één vlak gemonteerd zijn. De reien moeten stroken.

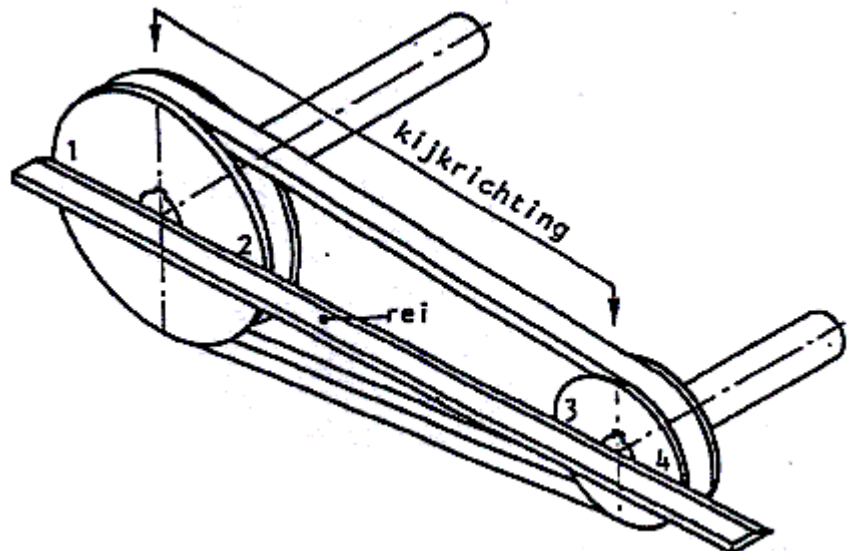
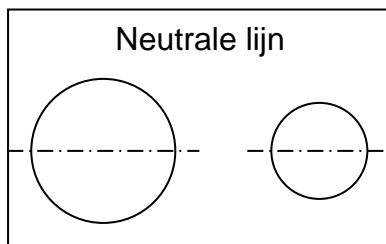




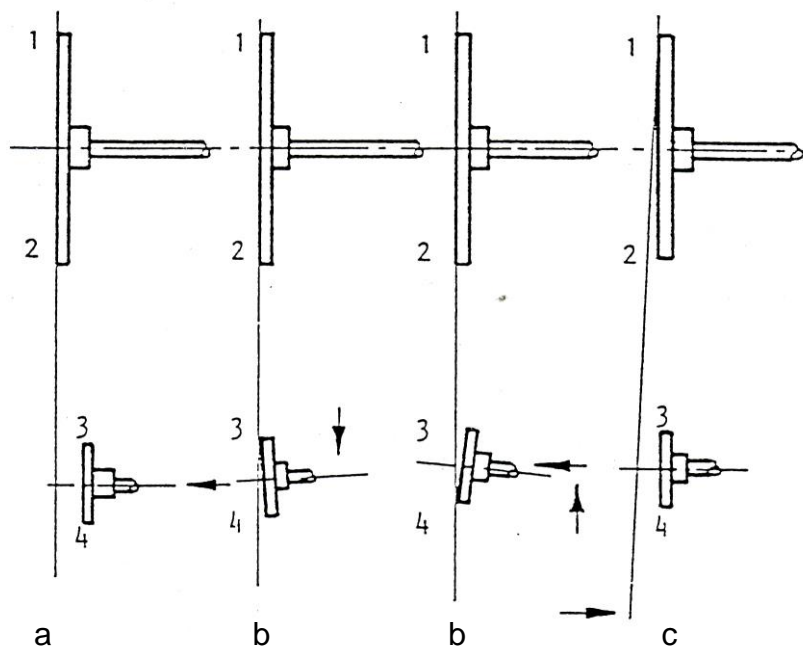
Doen ze dit niet dan zal door middel van vulplaten onder de motorvoet een V-snaarwiel zo gekanteld moeten worden dat de reien wel in één vlak staan.



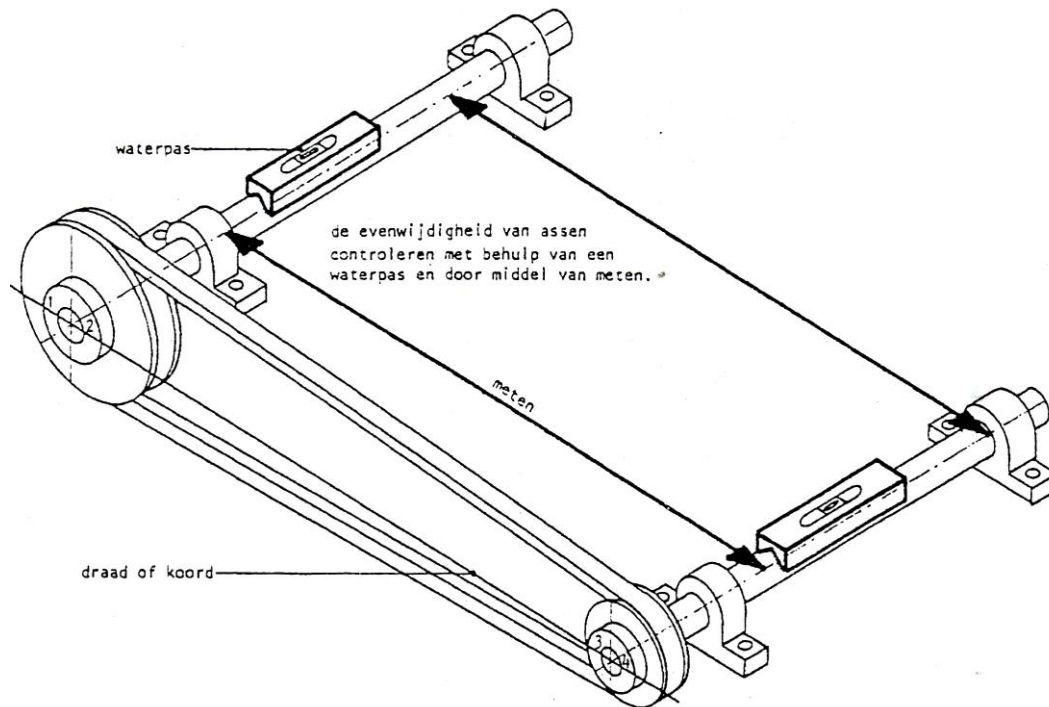
- 2 Kijk of de assen waar de riemschijven op bevestigd zijn evenwijdig gemonteerd zijn. De rei moet op de punten 1-2-3-4 aanliggen. Dit kan met een rei of met een strak getrokken draad of koord gebeuren



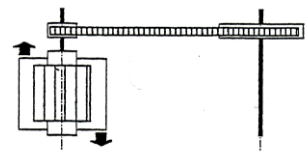
- a: Leg de rei of strak getrokken draad zo dat deze gelijk ligt over de punten 1 en 2.
 b: Beweeg de "motoras" langzaam in richting van punt 3 en 4.
 c: Controleer nogmaals de evenwijdigheid, alle punten moeten in één lijn liggen.



Wanneer de hartafstand van de assen te groot is voor een rei of draad kan ook met een waterpas met meetlint gemeten worden (waterpasstand van de assen wordt dan gelijkgezet).



Hou rekening met **voorliegen** van de motor.
Hiermee breng je de speling van de motor, die deze krijgt wanneer je de V-snaar op spanning brengt, al in het evenwijdig vlak.

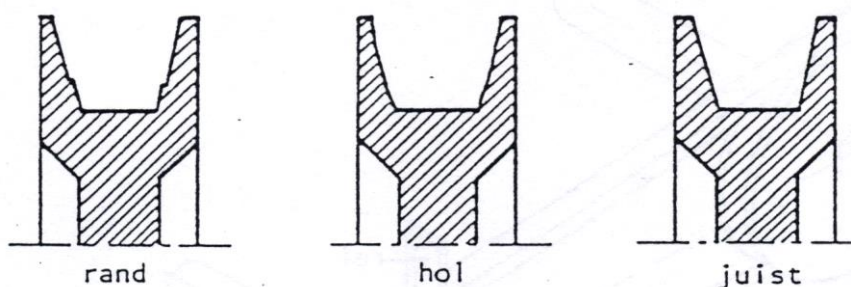


4.3.3. Slijtage aan V-riemen en schijven

De riemen moeten op de juiste wijze in de groef liggen en mogen geen rafels of breuken vertonen.



De groeven van de V-riemschijven moeten glad en vlak zijn.

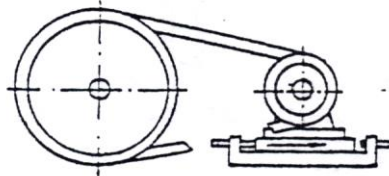


4.3.4. Het spannen van V-riemen

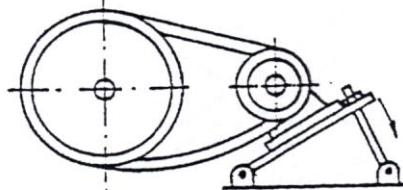
De werking van een V-riem berust op wrijving. Als er geen spanning op staat, blijft de aangedreven schijf stil staan.

V-riemen kunnen op de juiste spanning gebracht worden met behulp van:

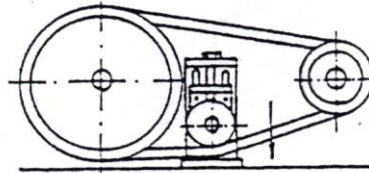
- een spanslede:



- een motorwip:

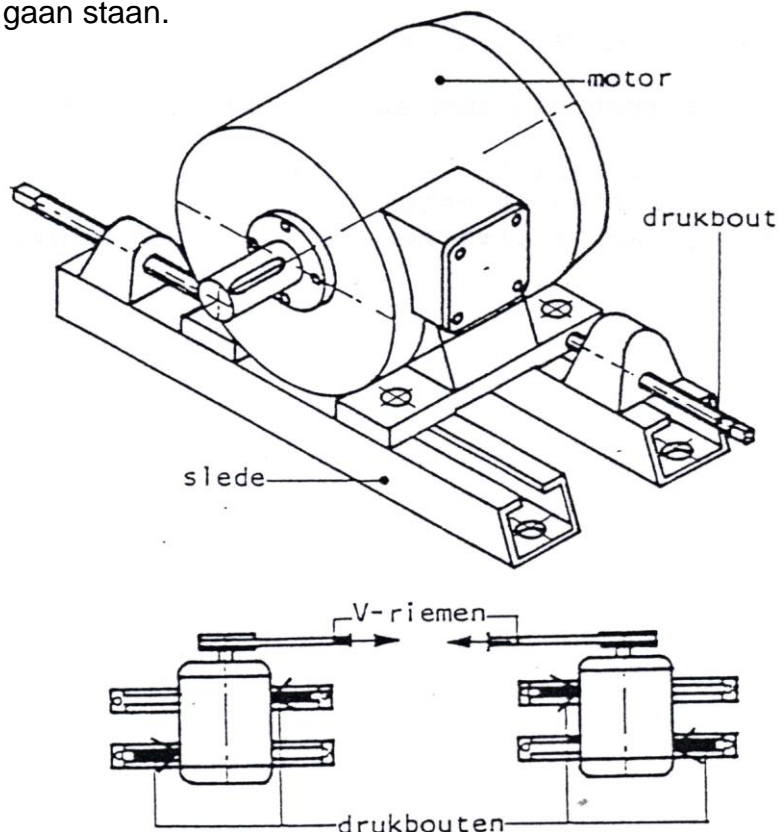


- een spanrol:



We behandelen alleen de spanslede. Deze wordt bij deze opdracht gebruikt.

Met behulp van de spanslede kan de motor worden verplaatst en de V-riem worden gespannen. Let op de plaatsing van de drukbouten. De motor wil door de spanning in de V-riem scheef gaan staan.



4.3.5. De spanning van de V-riemen

Een V-riemoverbrenging kan alleen goed werken wanneer de riemen met de juiste spanning om de schijven liggen. De flanken van de V-riem moeten voldoende wrijving op de flanken van de groeven veroorzaken om de overbrenging van een vermogen tot stand te kunnen brengen.

4.3.5.1. Te slap gespannen V-riemen

Bij een te slap gespannen V-riem zal bij belasting de riem door de groef van de schijf slippen. Dit heeft tot gevolg:

- verlies van vermogen en toerental aan de aangedreven as.
- extra slijtage van de V-riem.
- extra slijtage van de groef in de riemschijf.
- de schijf en de riem worden heet. Door de warmte kan het materiaal van de riem verbranden.

4.3.5.2. Te strak gespannen V-riemen

Bij te strak gespannen V-riemen zullen de lagers van de assen te zwaar worden belast. Dit heeft tot gevolg:

- warm lopen van de lagers.
- voortijdige slijtage of vernieling van de lagers.
- inwendige breuk van de V-riem.

4.3.5.3. De juiste spanning van V-riemen

De spanning van V-riemen kan men op verschillende manieren controleren.

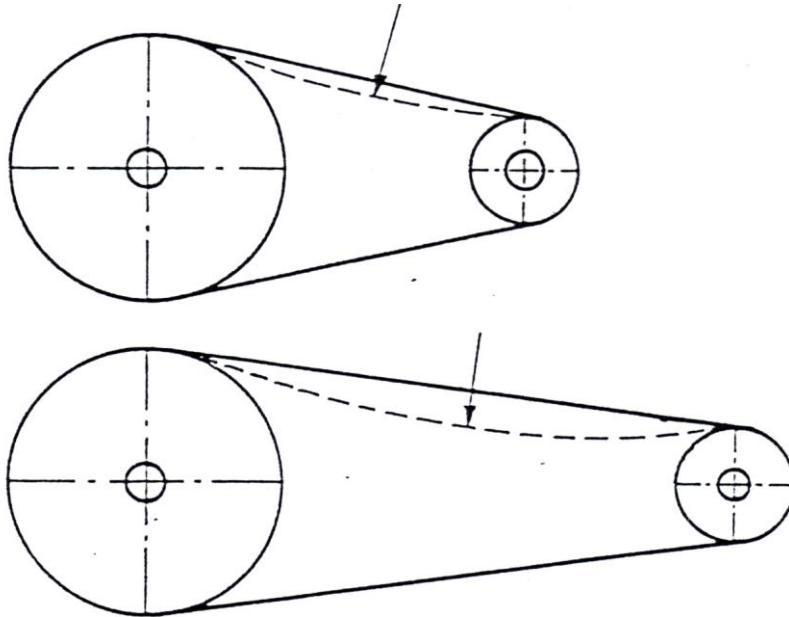
- door de riem met de duim in te drukken.
- door de rek van de riem te meten.
- door de spanning van de riem met een voorspanningsmeter te meten.

Voorspanningsmeter



4.3.5.4. Spanning meten van een V-riem: duimdruk

Span de V-riem zodanig, dat je de riem met de duim nog ongeveer een riemdikte naar beneden kunt drukken. Bij een overbrenging met grotere afstand zal de riem verder naar beneden gedrukt kunnen worden (zie tekening).



Bij zwaardere V-riemen zal de benodigde kracht groter moeten zijn dan bij een lichte V-riem. Deze methode is geen nauwkeurige methode, de ervaring van de onderhoudspersoon speelt hierbij een grote rol.

4.3.5.5. Spanning meten van een V-riem: rek meten

De spanning van een V-riem wordt gecontroleerd door te meten hoeveel de riem door het spannen gerekt is.

Een juist gespannen V-riem ondervindt een rek van 0,5%. Dit kan men meten door op de V-riem voor het spannen twee merktekens aan te brengen. Na het spannen moet de afstand tussen de merktekens 0,5% zijn toegenomen (rek).

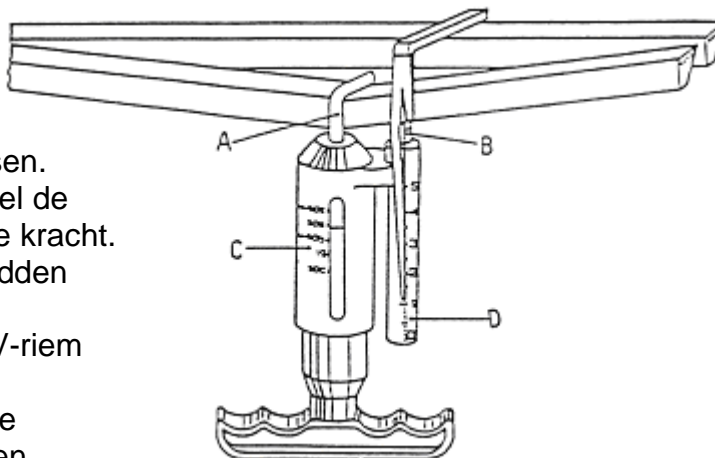
Het spreekt vanzelf dat men bij het aanbrengen van de merktekens de riem niet mag beschadigen (gebruik hiervoor een potlood).

4.3.5.6. Spanning meten van een V-riem: voorspanningsmeter

De meest nauwkeurige methode is het meten van de riemspanning met een voorspanningsmeter. Helaas is deze methode alleen toepasbaar bij meervoudige riemschijven.

Men gaat als volgt te werk:

- Bepaal het snaartype.
- Bepaal de nominale diameter of de buitendiameter van de kleine riemschijf.
- Meet de hartafstand van de assen.
- Bereken met behulp van de tabel de indrukdiepte en de bijbehorende kracht.
- Plaats de lasthaak (A) in het midden van het trekkend part.
- De meetarm (B) op de andere V-riem laten rusten.
- Afhankelijk van het profiel (C) de handgreep naar beneden trekken.
- De indrukdiepte (D) aflezen.
- Riemspanning corrigeren totdat de berekende indrukdiepte bereikt is.



profiel	drukkracht per V-snaar in N	nominale diameter in mm	buiten-diameter in mm	indrukdiepte per 100 mm asafstand in mm
SPZ 3V A	25	63 ≤ 71 > 71 ≤ 90 > 90 ≤ 125 > 125	67 ≥ 75 > 75 ≥ 94 > 94 ≥ 125 > 125	2,00 1,75 1,45 1,30
SPA B	50	90 ≤ 100 > 100 ≤ 140 > 140 ≤ 200 > 200	96 ≥ 106 > 106 ≥ 146 > 146 ≥ 206 > 206	2,75 2,30 2,10 2,00
SPB 5V	75	140 ≤ 160 > 160 ≤ 224 > 224 ≤ 355 > 355	147 ≥ 167 > 167 ≥ 231 > 231 ≥ 362 > 362	2,00 1,55 1,20 1,10
SPC	125	224 ≤ 250 > 250 ≤ 355 > 355 ≤ 560 > 560	234 > 260 > 260 ≥ 365 > 365 ≥ 570 > 570	2,10 1,80 1,60 1,55

4.4. Vervuiling door olie lekkage en stof

Niet alle V-riemen zijn bestand tegen olie. De V-riemen kunnen door de olie zacht en kleverig worden.

Stof en gruis kan veel slijtage aan de riemschijven veroorzaken.

4.5. Aanlopen van V-riemen

V-riemen kunnen aanlopen tegen beschermkappen of beugels. In vrij korte tijd zal dan de riem onbruikbaar worden.

5 BEVESTIGEN VAN V-RIEMSCHIJVEN EN KETTINGWIELEN

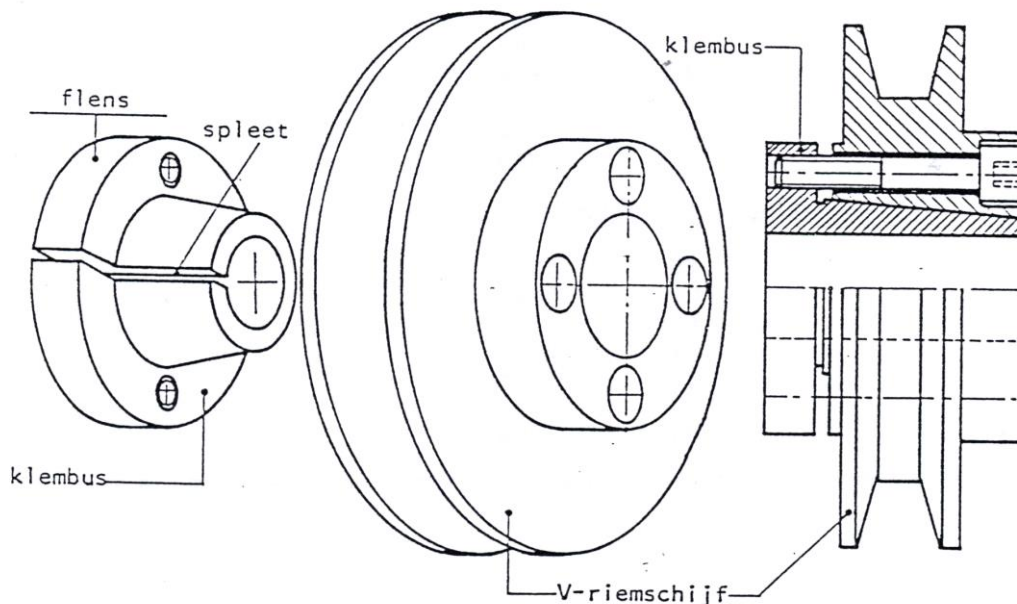
V-riemschijven en kettingwielen kunnen op verschillende manieren op assen worden bevestigd:

- Met behulp van inlegspie en borging.
- Met behulp van klembussen:
 - De gespleten klembus.
 - De TL-klembus.

We behandelen van de klembussen alleen de gespleten klembus en de TL-klembus.

5.1 Klembus

V-riemschijven kunnen met behulp van een gespleten klembus op een as worden vastgezet. Aan de buitenkant is de klembus conisch, de boring is cilindrisch. Met behulp van twee of meer bouten wordt de klembus in de boring van de riemschijf getrokken en vast op de as geklemd. De klembus heeft een kraag.

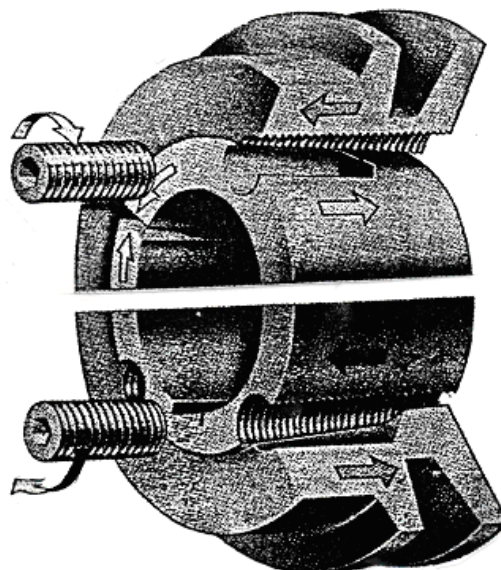


aandraaimomenten KLEMBUS (inbus V-riemschijf)	
M5	- 3Nm
M6	- 5Nm
M8	- 12Nm
M10	- 24Nm
M12	- 30Nm
M14	- 45Nm
M16	- 70Nm

5.2 Tapes Lock klembus (TL-klembus)

V-riemenschijven kunnen met behulp van een gespleten klembus op een as worden vastgezet.

De TL-klembus bezit geen kraag (zie afbeelding). Hierdoor kan de naaf van het wiel samen met de klembus dichter bij het lagerhuis gemonteerd worden. De klembus is conisch van buiten en heeft een cilindrische boring. Een spiebaan is aanwezig om bij zware belastingen slip tussen bus en as tegen te gaan. Voor montage dienen twee of meer stelschroeven in de halve draadgaten in de naaf en evenzoveel halve blinde gaten in de klembus. Deze combinatie van stelschroeven, halve draadgaten en halve blinde gaten geeft voldoende klemkracht. Voor de demontage is één half draadgat in de klembus en één half blind gat in de naaf aanwezig.



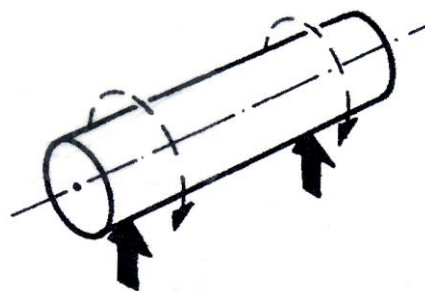
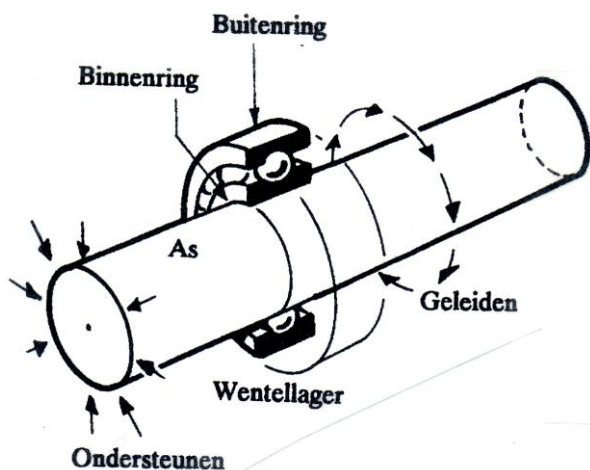
De stelschroeven dienen tijdens de montage met een momentsleutel te worden vastgezet.



6 WENTELLAGERS

Draaiende delen moeten zo soepel mogelijk kunnen draaien. Hoe meer weerstand, hoe groter de slijtage. Een lager geleidt en ondersteunt de ronddraaiende delen, lagers verminderen de wrijving en daardoor slijtage.

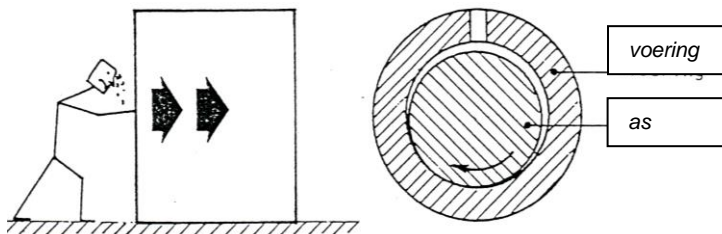
Wentellagers worden toegepast in wielen van auto's, fietsen, motoren en bij de ronddraaiende overbrengingen in machines, motoren en werktuigen.



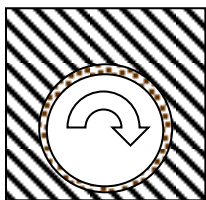
Ondersteunen en geleiden van assen en onderdelen

Wentellagers worden veel toegepast omdat ze in vergelijking met glijlagers bij een gelijke belasting minder wrijving veroorzaken (gemakkelijker draaien).

In een glijlager krijgt de as een goede oliefilm in een bus of lagerschalen. Door de oliefilm krijgt het glijlager geen metallisch contact waardoor deze niet slijt.



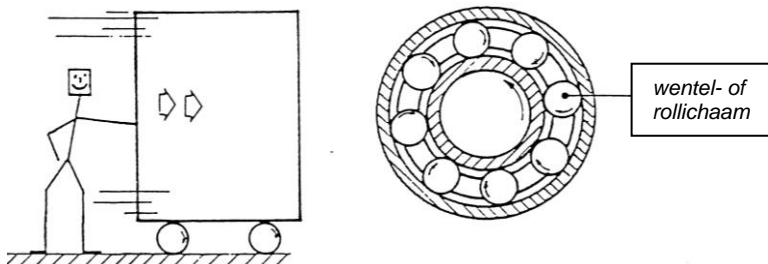
Metallisch contact



Geen metallisch contact

Hiernaast links is een situatie met metallisch contact te zien en een situatie zonder metallisch contact met een oliefilm. De oliefilm gaat tussen de as en de voering zitten waardoor er geen slijtage optreedt.

In een wentellager rolt de as met een binnenring op rollichamen in de buitenring.



6.1 Vaste uitgangspunten voor wentellagers

- 1 Een wentellager heeft één ring met een vaste passing. De andere ring heeft een losse of een schuivende passing.
- 2 Het draaiend onderdeel heeft altijd een vaste passing met het wentellager.
- 3 De tolerantievelden van de diameters van de lagers liggen vast. De diameters van de as en het huis moeten altijd aan het wentellager worden aangepast.
- 4 Montage- en demontagevolgorde wordt bepaald door de plaats van de vaste passing van de wentellagers.

6.2 Voorwaarden voor een goede werking van wentellagers

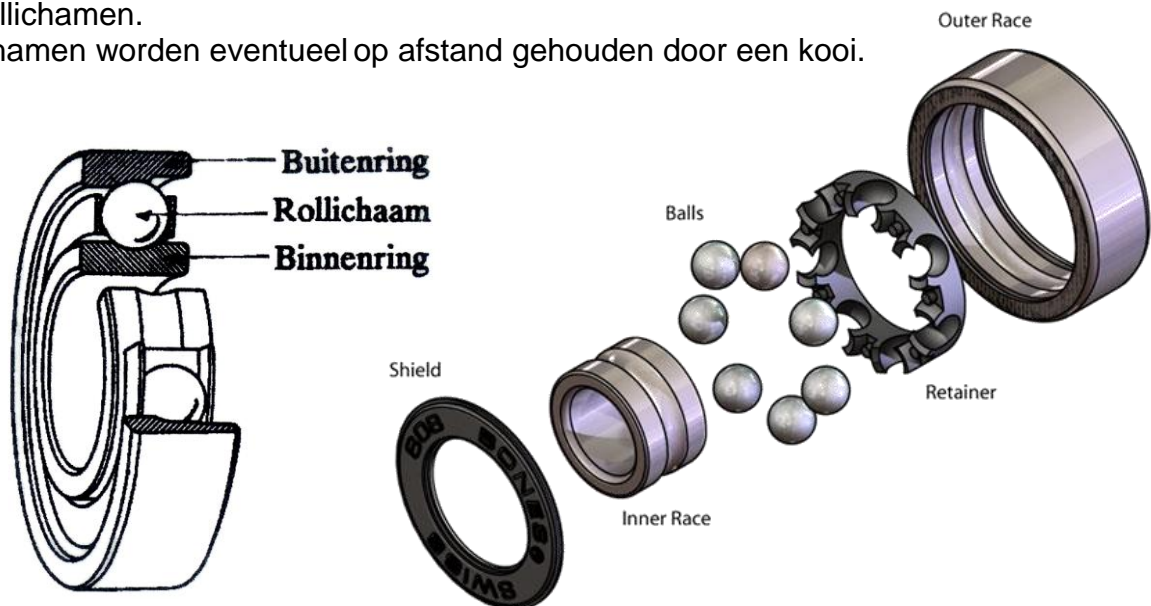
- 1 De diameters van de as en het huis moeten in het voorgeschreven tolerantieveld liggen.
- 2 De draagvlakken van de as en het huis moeten volkomen rond zijn.
- 3 De lagers moeten op de juiste wijze zijn gesmeerd.
- 4 De lagers moeten beschermd zijn tegen vocht, vuil en stof.
- 5 De lagers moeten op de juiste wijze zijn gemonteerd.

6.3 Bouw van een wentellager

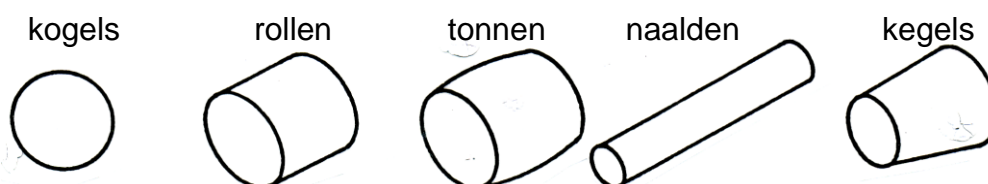
Er zijn drie belangrijke onderdelen bij een wentellager te onderscheiden:

- De binnenring.
- De buitenring.
- De rollichamen.

De rollichamen worden eventueel op afstand gehouden door een kooi.



De rollichamen kunnen in verschillende vormen voorkomen:

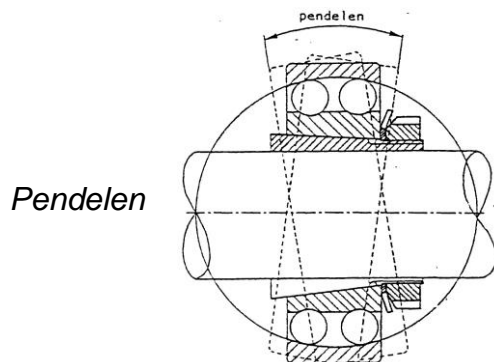
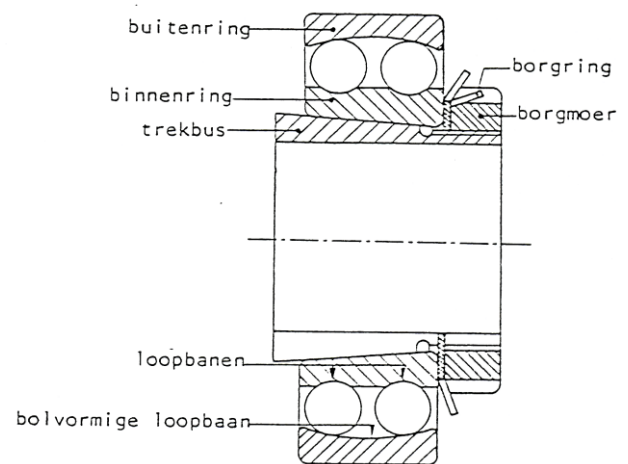


6.4 Bouw van een tweerijig kogellager met trekbus

Bij een tweerijig kogellager heeft elke rij kogels een eigen loopbaan in de binnenring. In de buitenring hebben de twee rijen kogels een gemeenschappelijke bolvormige loopbaan. De buitenring kan zich daardoor vrij instellen ten opzichte van de binnenring en de kogels.

Deze mogelijkheid noemen we pendelen.

Tweerijige tonlagen kunnen uitgevoerd zijn met een cilindrische of een conische boring.

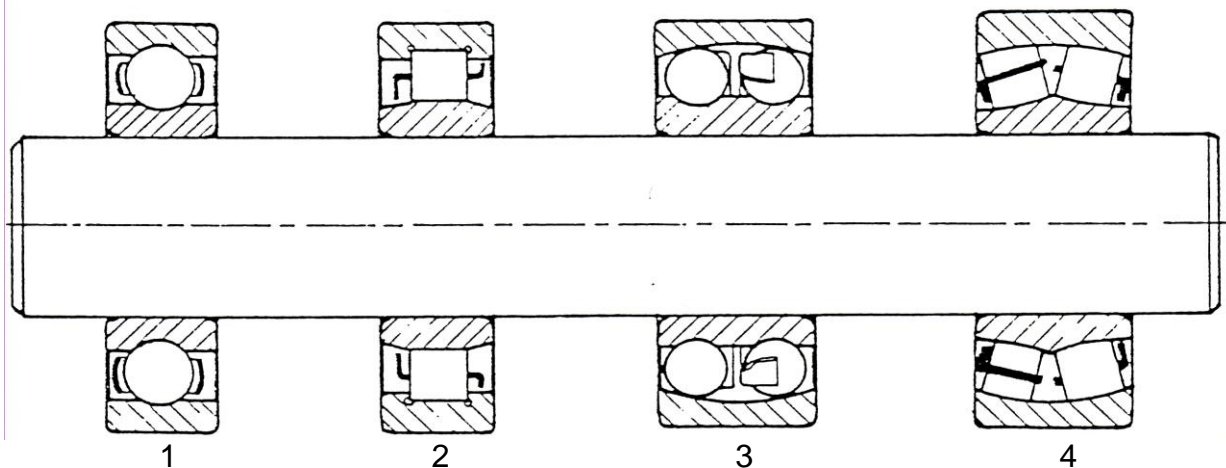


Trekbus



6.5 Lagerafmetingen en aanduidingen

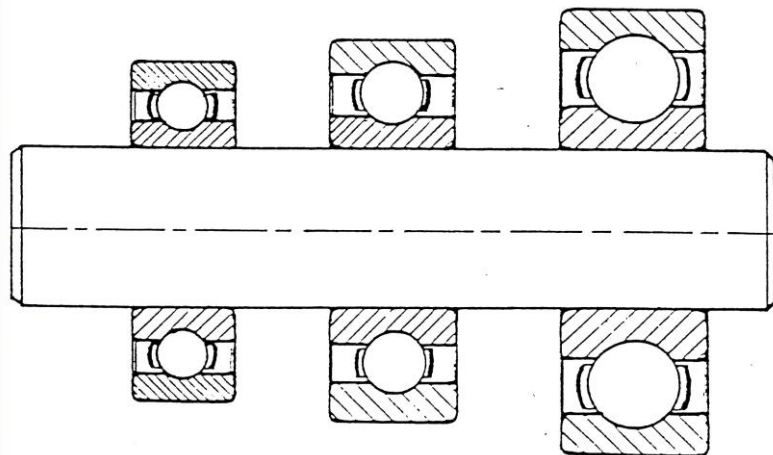
We kunnen verschillende typen lagers kiezen met dezelfde binnen- en buitendiameters al naar de aard en de grootte van de belasting, die een lager moet kunnen opnemen.



Doorsneden van verschillende lagertypen:

- 1 éénrijig groefkogellager
- 2 éénrijig cilinderlager
- 3 tweerijig zich instellend kogellager
- 4 **tweerijig tonlager**

Er zijn van elk lagertype verschillende afmetingseries, zodat men voor dezelfde asdiameters verschillende lagers van hetzelfde type kan kiezen, al naar de grootte van de belasting.



De uitwendige maten van wentellagers zijn internationaal in maattabellen vastgelegd. De afgekorte aanduidingen voor lagers bestaan uit cijfers of een samenstelling van letters en cijfers.

De aanduiding vindt plaats in twee groepen cijfers met onderling een kleine tussenruimte. De eerste groep cijfers geeft de lagervorm aan, soms ook de breedte- en de diameter-serie. De tweede groep is de aanduiding voor de boring. Vermenigvuldigt men dit kengetal met 5, dan vindt men de diameter van de boring in mm, althans bij de lagers met een boring van 20 tot 480 mm.

Voorbeelden:

62 06 = op het lager aangebrachte nummer

06 = $0,6 \times 5 = 30$ mm boring

2 = buitendiameterserie

6 = lagervorm (éénrijig groefkogellager)



NU 210 = op het lager aangebrachte nummer

10 = $10 \times 5 = 50$ mm boring

2 = buitendiameterserie

NU = lagervorm (éénrijig groefkogellager)

Bij het bestellen van een nieuw lager is het voldoende om het nummer van het oude lager op te geven.

Opmerking: Het belangrijk dat de lagercode makkelijk leesbaar is. Op deze manier kan dan een lager gekocht worden zonder dat er veel gedemonteerd moet worden.

Dus bij montage de lagercode altijd naar buiten plaatsen (indien mogelijk).

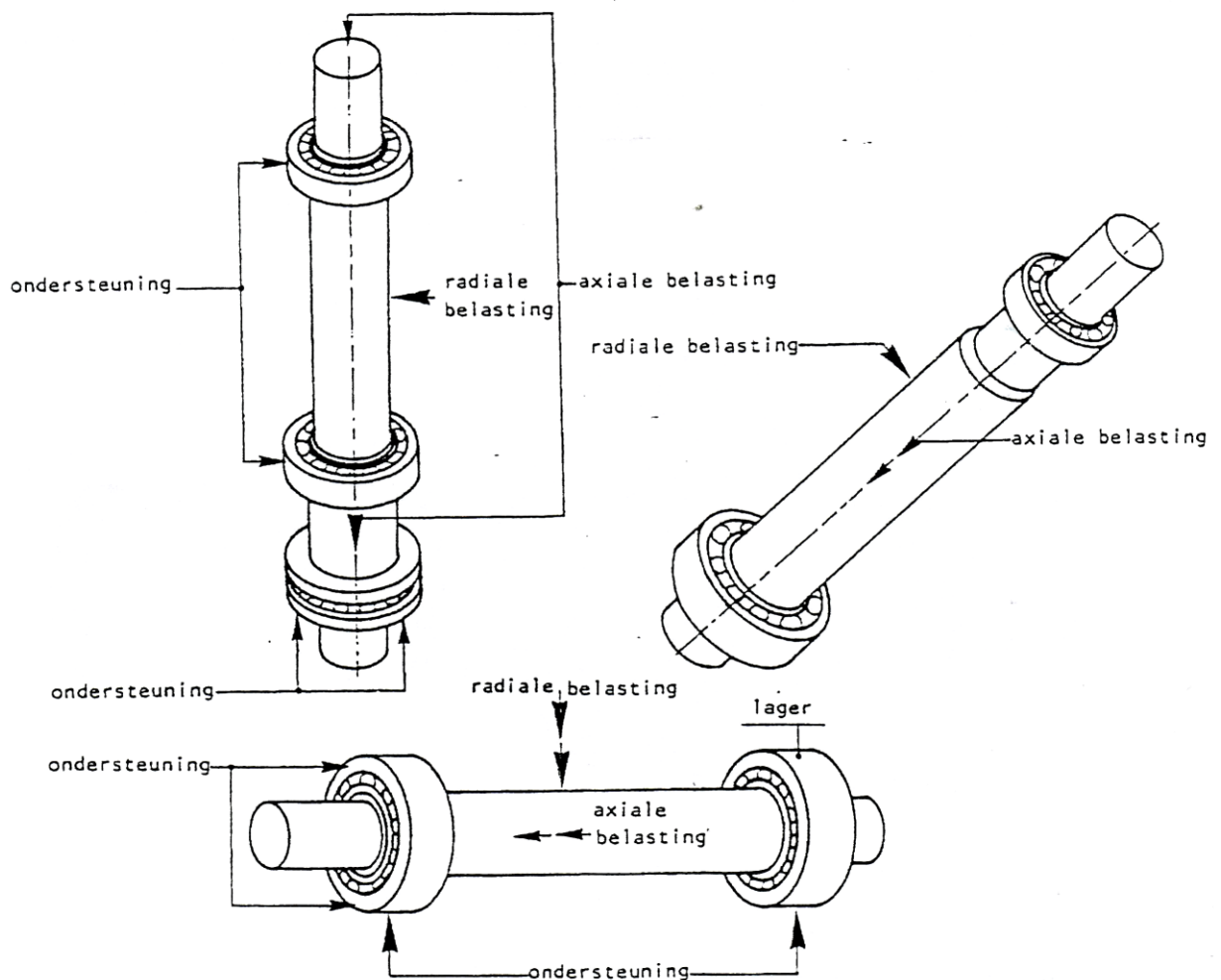
6.6 De begrippen radiale & axiale belastingen bij wentellagers

Letten we op de krachten die optreden bij assen en hun ondersteuning dan onderscheiden we daarbij:

- krachten die in hoofdzaak **loodrecht** op de asrichting werken.
We spreken van **radiale krachten** waardoor het lager **radiaal belast** wordt.
- krachten die in hoofdzaak in de **lengterichting** van een as werken.
Deze krachten noemen we **axiale krachten** waardoor het lager **axiaal** wordt belast.
- krachten die zowel **loodrecht** op de as, als in de **lengterichting** van de as werken.
We spreken dan van een combinatie van **radiale en axiale** krachten, waardoor het lager zowel **axiaal als radiaal** wordt belast.

De stand van de assen kan verschillend zijn.

We onderscheiden: - horizontaal liggende assen
- verticaal staande assen
- schuinstaande assen



6.7 Het smeren van wentellagers

Het smeren heeft tot doel:

- de wrijving te verminderen.
- de slijtage klein te houden.
- warmte af te voeren.
- het lager tegen oxyderen te beschermen.



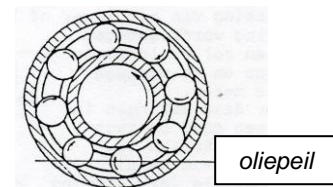
Bijna alle wentellagers kunnen óf met kogellagervet óf met minerale olie gesmeerd worden. Bij zeer hoge toerentallen past men alleen oliesmering toe.

VETSMERING

Van een met vet te smeren lager moeten alle holten met vet gevuld worden. Dan worden beide zijanten met vet afgestreaken. Het lagerhuis wordt voor ongeveer 1/3 gedeelte met vet gevuld. Een te grote vetvulling kan aanleiding geven tot ongewenste warmteontwikkeling.

OLIESMERING

Oliesmering wordt meestal als badsmering toegepast. Bij een horizontaal geplaatste as mag in het algemeen het oliepeil niet hoger zijn dan tot het hart van de onderste kogel of rol van het lager.



6.8 Algemene montageregels bij wentellagers

Een eerste voorwaarde voor het verkrijgen van een goed gemonteerde wentellager is, dat tijdens de montage de **grootst mogelijke reinheid** in acht wordt genomen.

Zelfs de kleinste vuildeeltjes in het lager zullen beschadigen van de loopbaan veroorzaken.

De lagers moeten tot vlak voor de montage in de originele verpakking blijven. In de fabriek zijn de lagers in een roestwerende olie gedompeld. Deze beschermende laag mag niet verwijderd worden voor de montage.

Gebruikte en vervuilde lagers dienen voor montage zorgvuldig schoongemaakt te worden. Dit kan gebeuren in waspetroleum of gasolie. Dit geldt ook voor nieuwe lagers, waarvan de verpakking stuk is. Gesloten lagers mogen niet worden uitgewassen: het vet, dat in het lager zit, kan er worden uitgewassen.

Ook alle delen van de lagerconstructie dient men voor de montage goed schoon te maken en te controleren op beschadigingen. Zorg er voor, dat de **directe omgeving** waar de montage plaatsvindt **schoon is**.

Ook tijdens de montage dient men er voor te zorgen dat de lagers **niet in aanraking komen met vocht en vuil**.

Tijdens werkonderbrekingen dient men de te monteren delen te beschermen tegen vuil en vocht. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door ze af te dekken met een schone, niet pluizende, doek.

Na demontage worden de lagers schoongemaakt en na controle op beschadigingen licht ingeolied en ingepakt. Hier kan men schoon papier voor gebruiken.

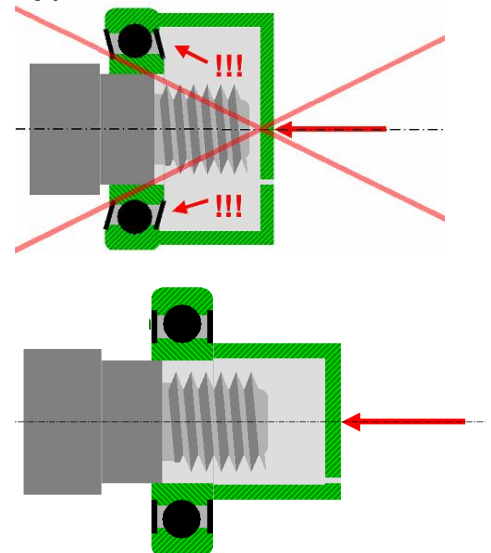
Bij de montage en demontage van wentellagers dient men de montage- en demontagevoorschriften nauwgezet te hanteren. Dit houdt onder andere in dat **montage- en/of demontagekrachten nooit via de wentellichamen mogen worden overgebracht**, dat wil zeggen:

- Een wentellager dat met een vaste passing op een as gemonteerd is, mag **niet** met behulp van krachten (slagen) op de buitenring gedemonteerd of gemonteerd worden.
- Een wentellager waarbij de buitenring met een vaste passing gemonteerd is, mag **niet** met krachten uitgeoefend op de binnenring gedemonteerd en/of gemonteerd worden.

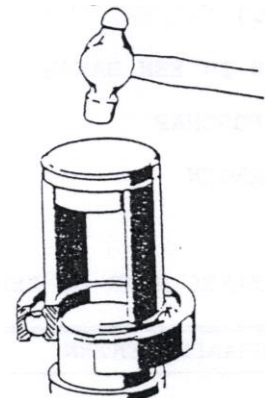
6.9 Montage en demontage van lagers (passing op astap)

Als het lager met een losse passing is bevestigd, kan het zo van de as worden afgeschoven mits er geen schranken optreedt. Als het lager bevestigd is met een vaste passing, dan heb je bij de (de)montage hulpmiddelen nodig.

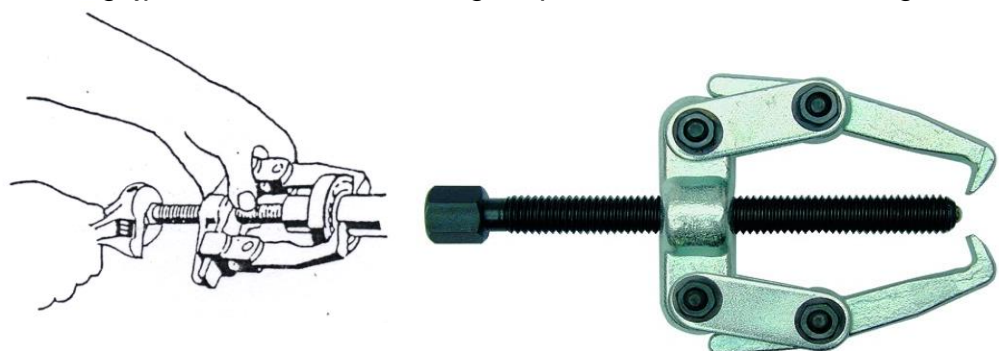
De lageronderdelen zijn niet gescheiden uitneembaar. Het lager moet dus in zijn geheel geplaatst of verwijderd worden. Voor de montage gebruik je een passende montagebus.



De montagebus moet dan op de binnenring passen. Dat moet omdat de kracht op de juiste manier moet aangrijpen.



Het demonteren van een lager gebeurt vaak met een poelietrekker. Daarbij moet je ook opletten dat de krachten op de binnenring aangrijpen. Laat de punt van de poelietrekker in het midden van de as aangrijpen. Draai daarna rustig de poelietrekker zodat het lager van de as komt.



demonteren van een lager met poelietrekker

6.10 Montage van een kogellager op de as d.m.v. een trekbus

Van sommige typen wentellagers bestaat ook een uitvoering met conische boring. Zij kunnen gemonteerd worden op verschillende soorten klembussen of direct op een conische zitting.

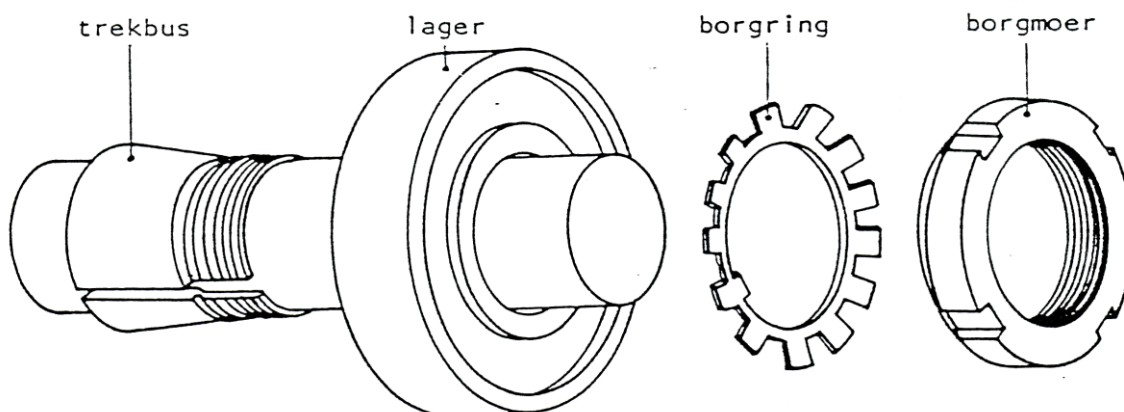
Zowel voor montage op een klembus als voor montage op een conische zitting geldt, dat de binnenring steeds een vaste passing moet hebben, die zwaarder moet zijn naarmate de belasting op het lager groter is. De passing wordt verkregen door de conische binnenring op de conische klembus of zitting te drijven, waarbij de binnenring elastisch uitzet. Deze uitzetting veroorzaakt een vermindering van de lagerspeling. De mate van spelingsvermindering bepaalt de verkregen passing.

Zichzelfinstellende kogellagers, die gemonteerd worden op een trekbus of direct op een conische zitting, drijft men gewoonlijk zo ver op, dat de speling juist is verdwenen. Dit wordt gecontroleerd door na te gaan of men de buitenring nog zonder voelbare weerstand kan ronddraaien en met een geringe weerstand kan pendelen.

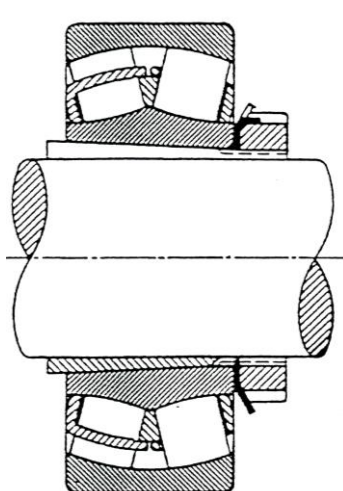


trekbus

Een eerste voorwaarde voor de correcte montage van een kogellager op de as met behulp van een trekbus, is dat bij de montage de grootst mogelijke reinheid in acht wordt genomen. Zie hiervoor de "algemene montageregels voor wentellagers".



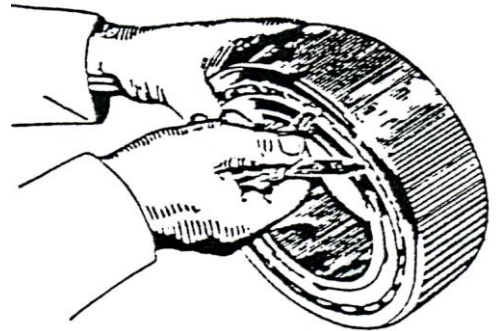
In de onderstaande figuur is een tonlager op een as gemonteerd met een trekbus.



Bij de montage van tonlagers met een conische boring controleert men de juiste opdrijving door de spelingsvermindering of de axiale verplaatsing van het lager ten opzichte van de klembus te meten.

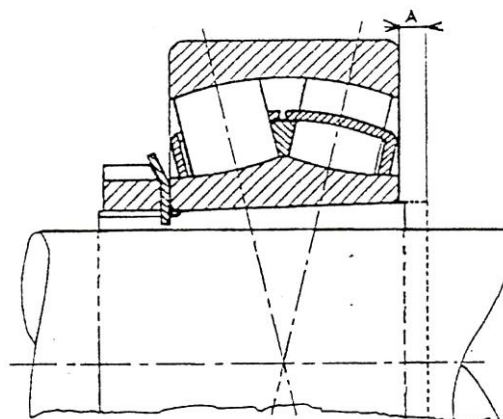
De spelingsvermindering wordt gemeten door de speling tussen rol en loopbaan van de buitenring vóór en na montage met een voelmaat te meten. Het uitgangspunt voor deze metingen is het ogenblik waarop een goed contact tussen as en lagerring ontstaan is.

In deze montageopdracht gaan we uit van het meten van de axiale verplaatsing van het lager of trekbus om tot een juiste montage van de tonlager te komen.



Onderstaande tabel geeft enige waarden aan voor de montage van tweerijige tonlagers met conische boring.

Boringmiddelijn in mm		Axiale verplaatsing in mm	
boven	t/m	min.	max.
18	24	0,25	0,3
24	30	0,3	0,35
30	40	0,35	0,4
40	50	0,4	0,45
50	65	0,45	0,6
65	80	0,6	0,75
80	100	0,7	0,9

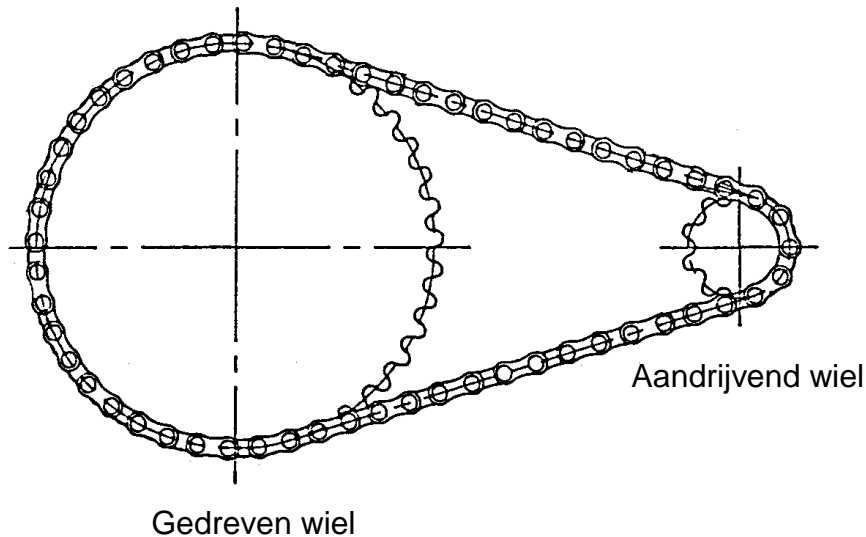


Axiale verplaatsing ten opzichte van de klembus te meten

7 KETTINGOVERBRENGING

Het doel van kettingaandrijvingen

Een kettingoverbrenging heeft als doel het door een motor opgewekte vermogen over te brengen naar een machine of werktuig.

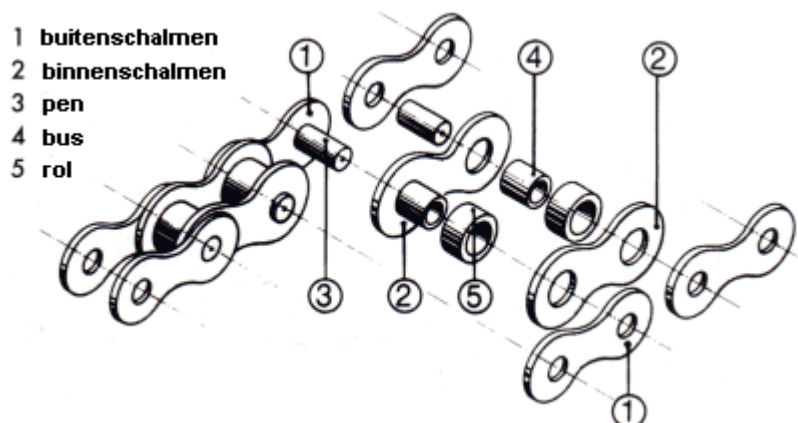


De overbrenging berust op het in elkaar grijpen van de ketting en de tanden van het kettingwiel. Er ontstaat daardoor een slipvrije overbrenging.

7.1 De onderdelen van rollenkettingen

Er bestaan zeer veel soorten aandrijfkettingen. We zullen ons in deze opdracht beperken tot enkele typen rollenketting.

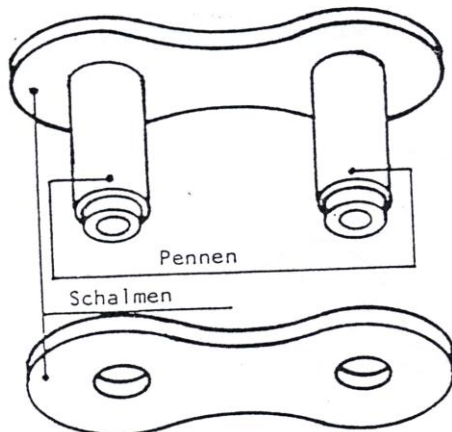
Een rollenketting is samengesteld uit:



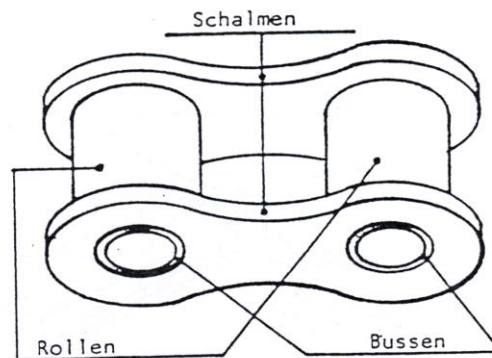
Deze onderdelen worden samengevoegd tot:

A buitenschakels
B binnenschakel

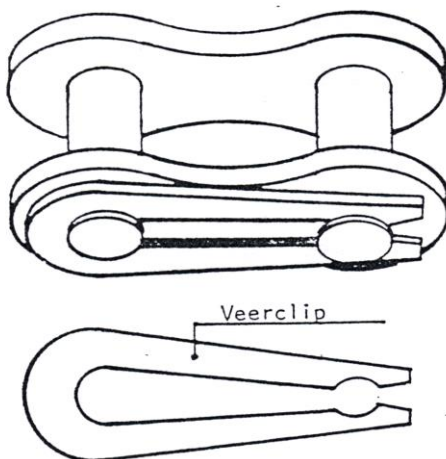
C verbindingsschakels
D verloopsschakel



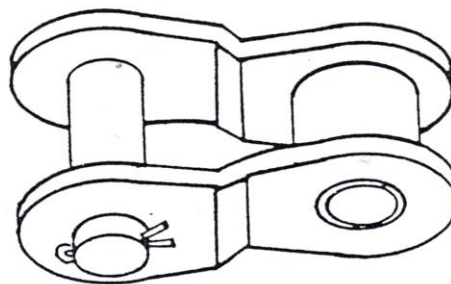
A: Buitenschakel



B: Binnenschakel



C: Verbindingsschakel met veerclip



D: Verloopsschakel

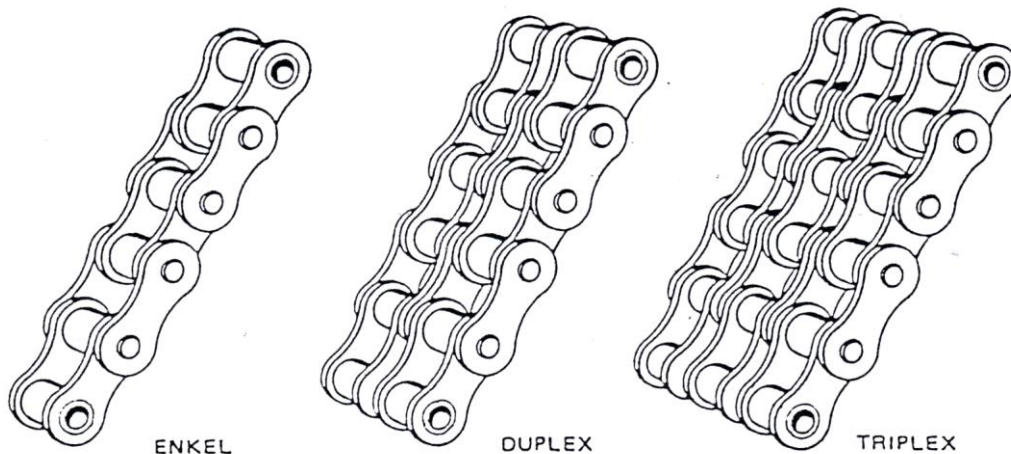


Uit de samengestelde onderdelen wordt de ketting gevormd. De kettingeinden worden verbonden door middel van een verbindingsschakel. Een verbindingsschakel kan ook als verloopsschakel zijn uitgevoerd. Een verloopverbindingsschakel wordt gebruikt wanneer de ketting een oneven aantal schakels moet hebben.

7.2 Enkele typen rollenkettingen

We onderscheiden de volgende typen rollenketting:

- enkelvoudige of simplex-ketting
- dubbele of duplex-ketting
- drievoudige of triplex-ketting



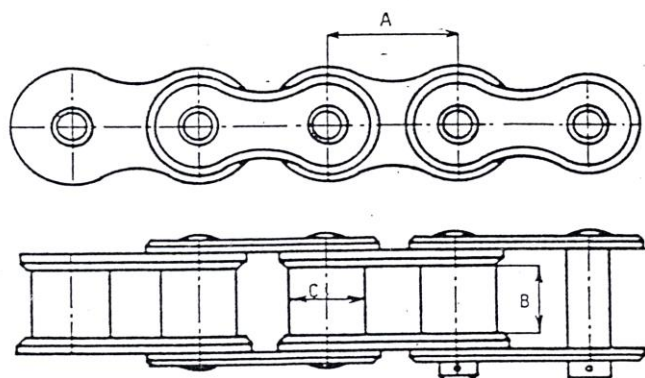
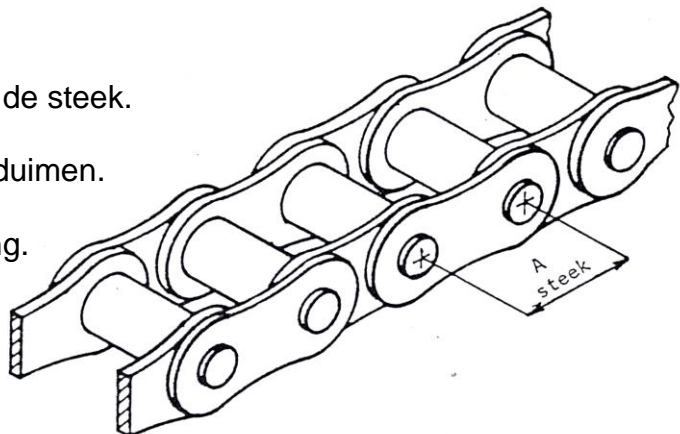
7.3 De hoofdmaten van een rollenketting

De hoofdmaten van een rollenketting worden bepaald door de afmetingen van de:

- steek
- binnenbreedte
- roldiameter

De belangrijkste maat van een ketting is de steek.

De steek wordt aangegeven in Engelse duimen.
We spreken dan ook bijvoorbeeld van
een ½ inch (½") of 1 inch (1") rollenketting.
1 inch = 25.4mm.



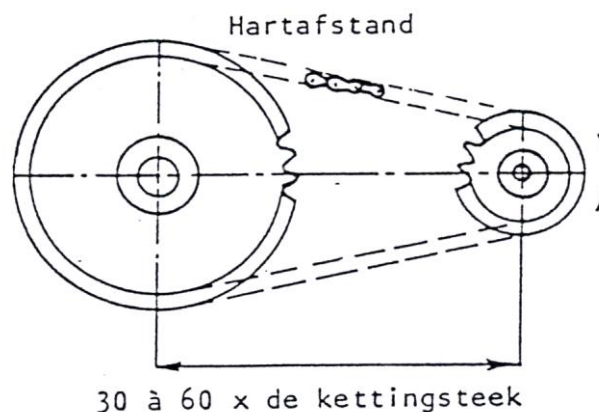
7.4 De toepassing van rollenkettingaandrijvingen

De rollenketting is de meest toegepaste aandrijfketting. Een rollenketting kan worden gebruikt wanneer:

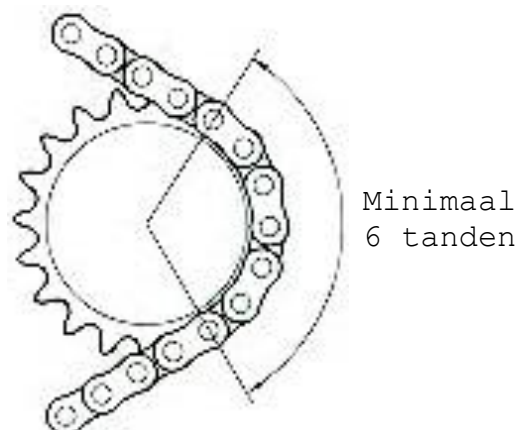
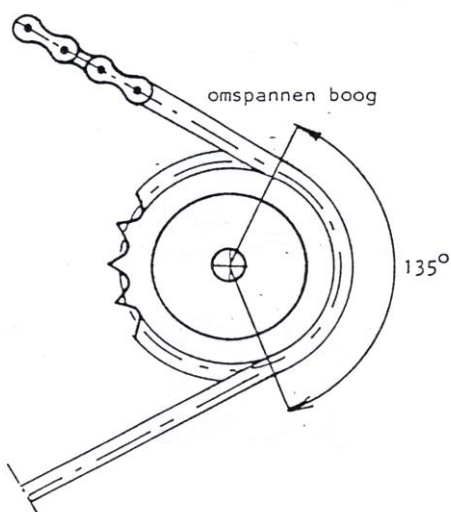
- de hartafstand van de assen klein is.
- de overbrengingsverhouding niet groter is dan 5 : 1.
- er een slipvrije overbrenging tot stand moet komen.
- de ketting meerdere assen gelijktijdig moet aandrijven.
- er een stotende belasting kan optreden.

7.5 De hartafstand van de assen

Als gunstigste hartafstand geldt 30 à 60 x de kettingsteek. Bij grotere asafstanden kan de ketting gaan slingeren.



De hartafstand moet men niet kleiner nemen dan $1,31 \times (D-d)$. Een kleinere omspannen boog dan 135° moet vermeden worden, dit komt ongeveer overeen met minimaal 6 tanden.

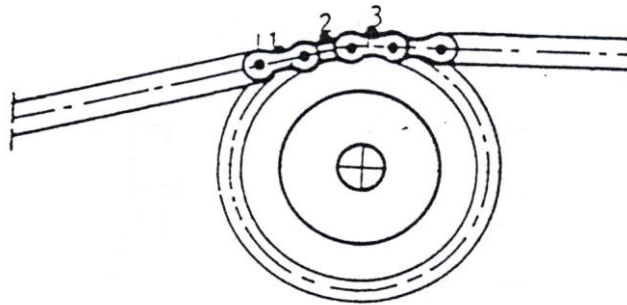


7.6 De overbrengingsverhouding

Een grotere overbrengingsverhouding dan 5 : 1 is NIET aan te bevelen. Tenminste 1/3 van het aantal tanden van het kleine kettingwiel moet in de ketting grijpen.

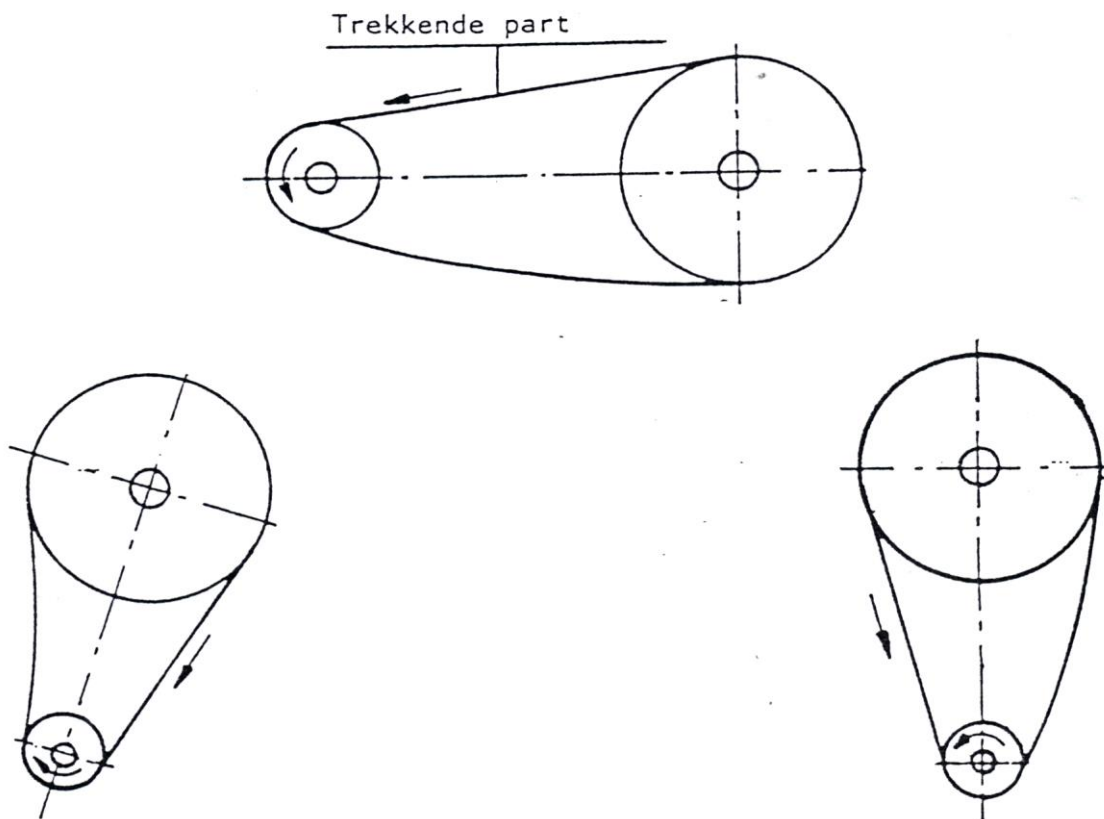
7.7 Aandrijving van meerdere assen

Bij een dergelijke aandrijving moeten tenminste 3 tanden van het kettingwiel in de ketting grijpen.



7.8 Mogelijke asstanden

De meest gunstige omstandigheid voor een rollenketting is wanneer de assen ongeveer in een horizontaal vlak liggen. Bij voorkeur het trekkende part boven.



7.9 Het onderhoud van kettingaandrijvingen

Kettingoverbrengingen vragen weinig onderhoud. Toch is een regelmatige controle nodig. We letten dan vooral op:

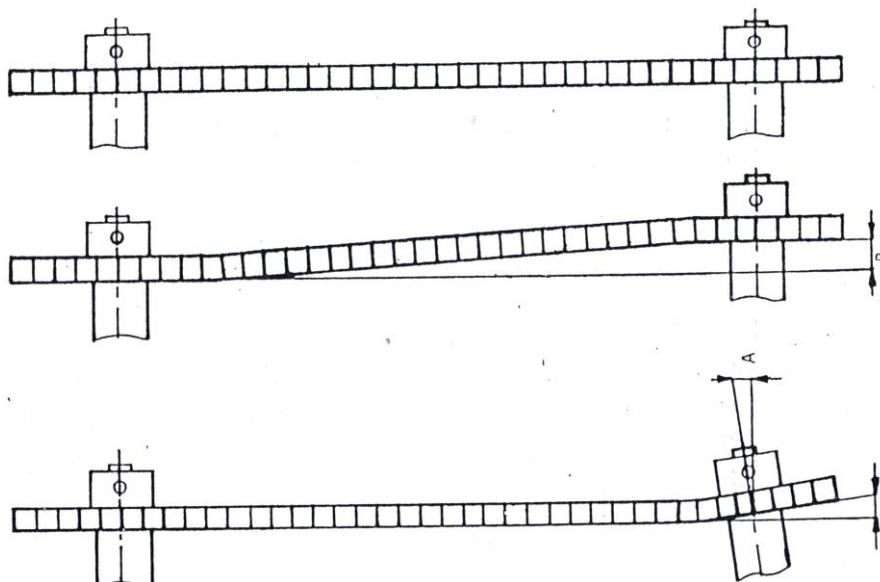
- de uitlijning van de kettingwielen;
- de spanning van de ketting;
- vervuiling door oliekkage of stof;
- de smering van de ketting;
- slijtage aan ketting en kettingwielen.

7.9.1 Het uitlijnen van de kettingwielen

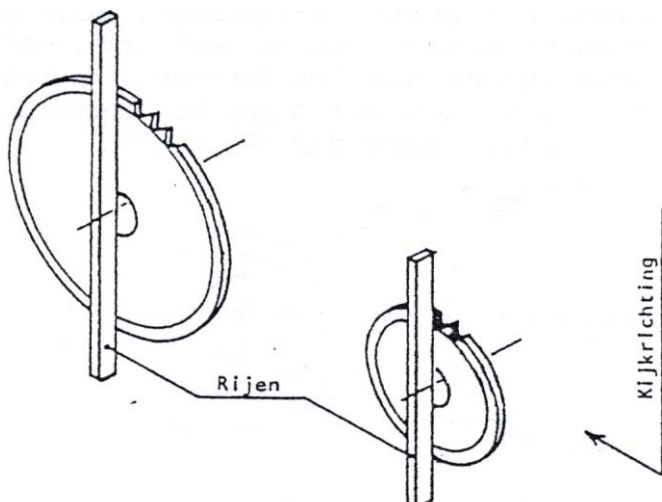
Kettingwielen behoren nauwkeurig in één lijn te staan. Hierdoor wordt onnodige slijtage voorkomen.

Hoek A mag voor enkelvoudige ketting niet groter zijn dan $0,5^\circ$.

Afstand B mag niet groter zijn dan 0,5 mm per 200 mm hartafstand van de assen



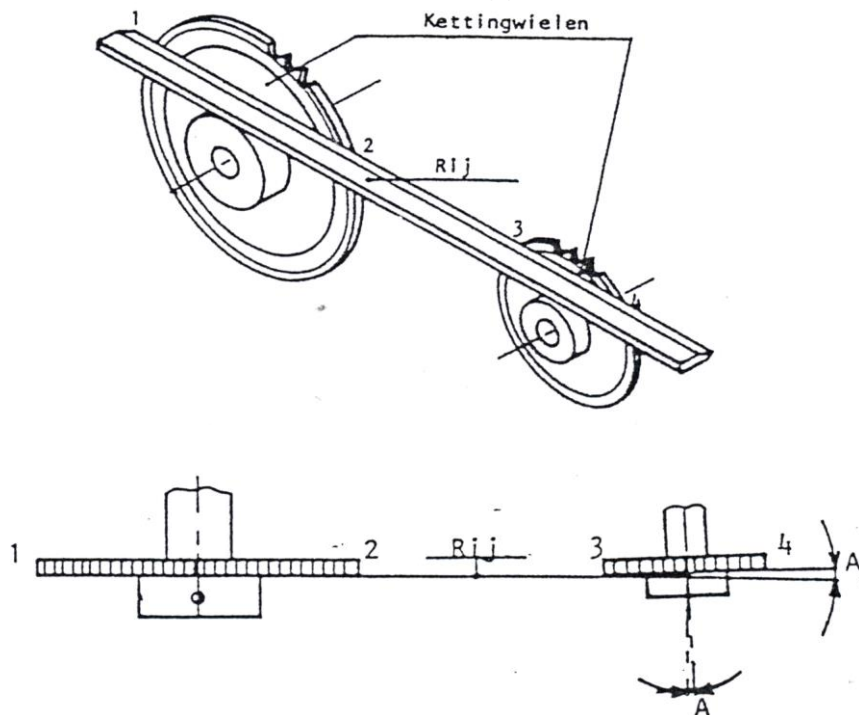
- 1 Kijk of de assen, waar de kettingwielen op bevestigd zijn, in één vlak gemonteerd zijn. Gebruik hiervoor twee reien die dan moeten evenwijdig moeten staan (in kijkrichting).



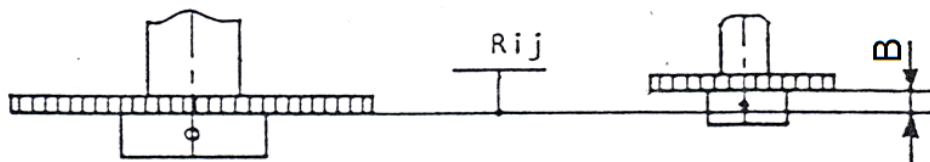
Twee reien die moeten stroken.



- 2 Kijk of de assen waar de kettingwielen op bevestigd zijn, evenwijdig gemonteerd zijn. De rei moet dan op de punten 1-2-3-4 aanliggen.



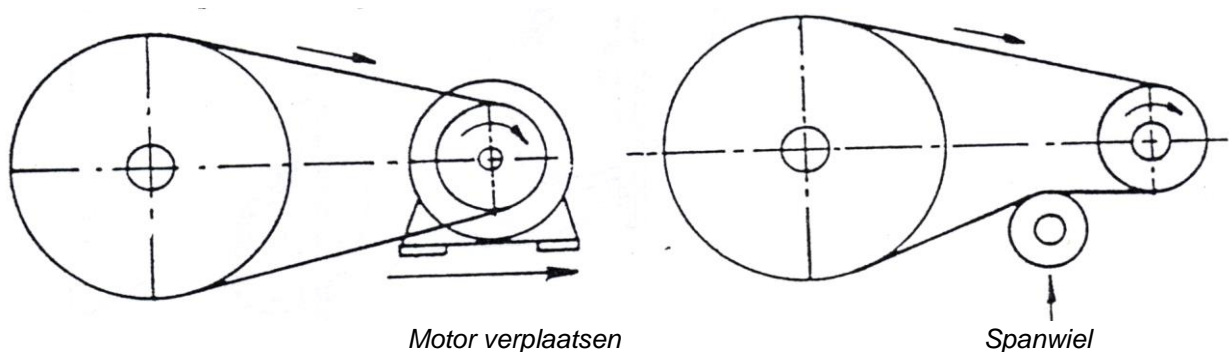
De assen moeten zo gesteld zijn dat hoek A niet groter is dan 30' (minuten) ($30' = 0,5$ graad).



De afstand B mag niet groter zijn dan 0,5 mm per 200 mm hartafstand.

7.9.2 Kettingspanning

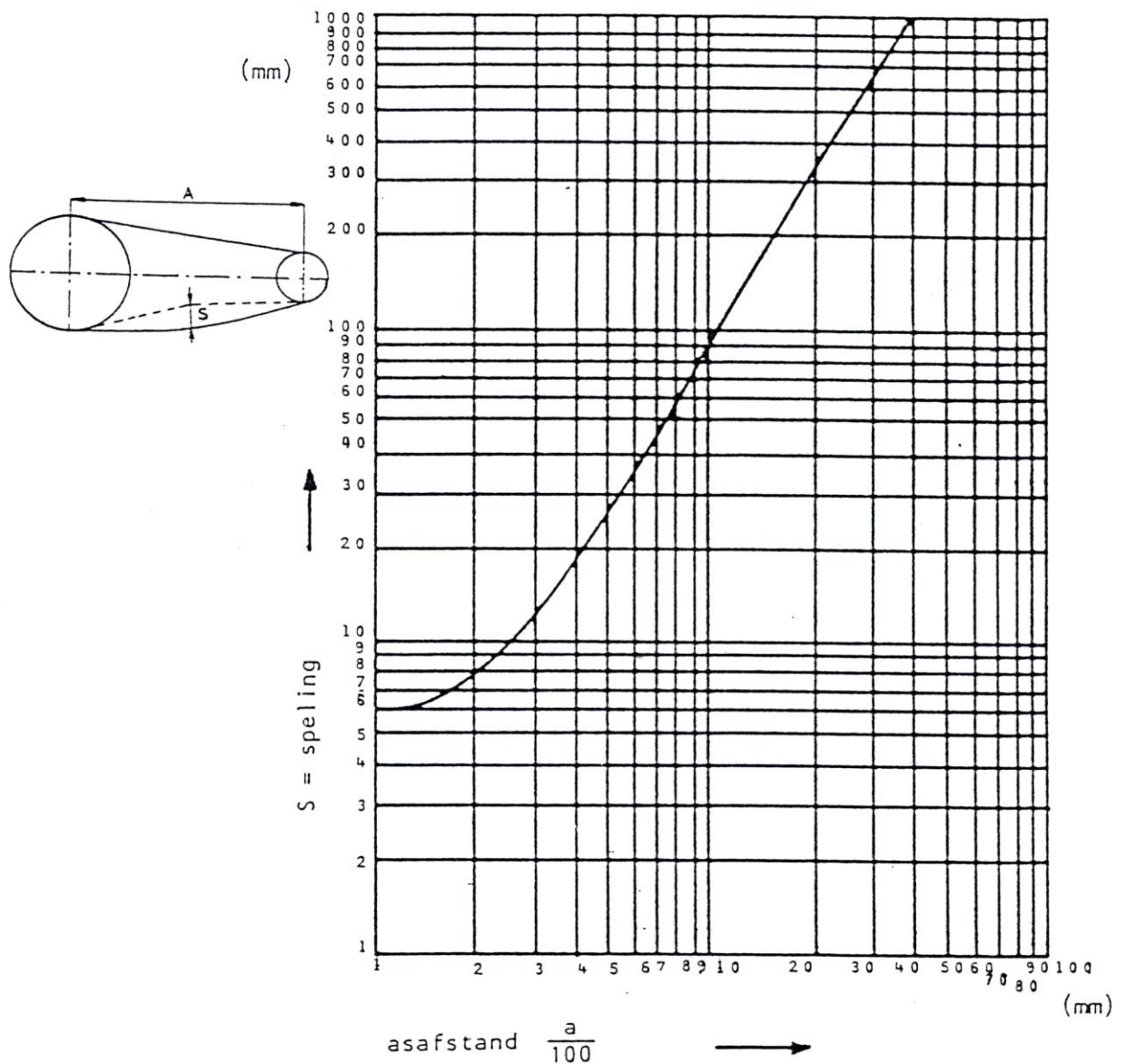
De lengte van een ketting zal door het gebruik steeds groter worden. Dit wordt veroorzaakt door slijtage aan de rollen, pennen en bussen van de ketting. Het gevolg is dat de ketting steeds verder zal doorhangen. De ketting kan weer op de juiste spanning worden gebracht met behulp van een kettingspanner of door verplaatsing van de motor.





7.9.3 Kettingspeling

Er moet wel op gelet worden dat de juiste kettingspeling aanwezig blijft. De juiste speling (S) kan worden gevonden met behulp van de hieronderstaande grafiek.



Voorbeeld:

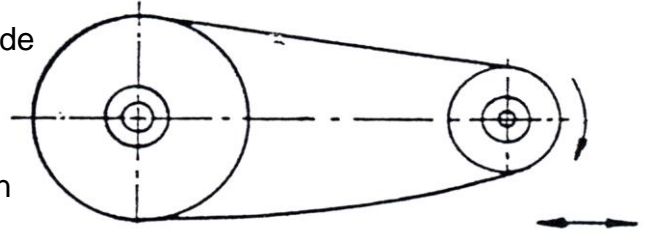
Asafstand $a = 1000$ mm. We delen deze afstand door $100 = 10$. We vinden onder aan de grafiek het cijfer 10. We volgen de verticale lijn tot deze de kromme snijdt. Vanuit dit punt een lijn trekken naar links. Daar vinden we $S = \pm 85$ mm. De speling in het slappe part moet dus ± 85 mm zijn.

7.9.4 Spannen van een rollenketting

Een rollenketting kan op verschillende manieren gespannen worden:

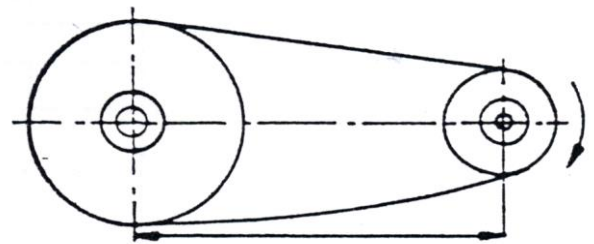
- De kettingspeling is instelbaar door het verplaatsen van één as.

Plaats het spanwiel in de laagste stand. Breng de ketting op de wielen en monteer (indien nodig) de sluitschakel. Let op dat de veerclip in de goede richting zit. Breng vervolgens de ketting op spanning door één van de assen naar buiten te brengen.



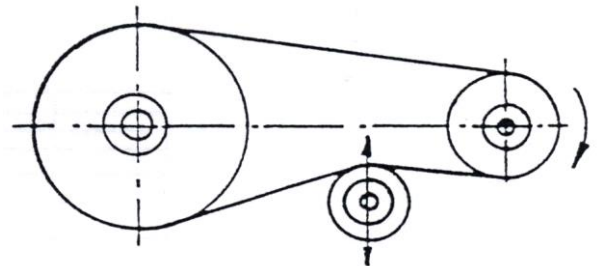
- De ketting op juiste lengte brengen.

De hartafstand van de assen is niet instelbaar. Er is geen kettingspanner aanwezig. Door de ketting op de juiste lengte te brengen wordt de ketting op spanning gebracht. Controleer de kettinglengte. Leg de ketting om de wielen. Breng vervolgens de speling naar één kant en monteer de sluitschakel.

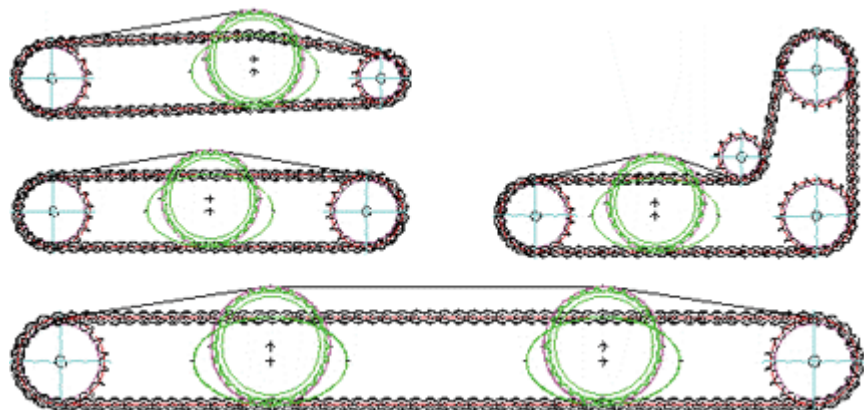


- De kettingspeling is instelbaar door een kettingspanner.

Plaats het spanwiel in de laagste stand. Breng de ketting op de wielen en monteer (indien nodig) de sluitschakel. Let op dat de veerclip in de goede richting zit. Breng vervolgens de ketting op spanning met behulp van de spanrol.



Spanwielen (kettingspanner) zijn er in vele vormen (dus niet alleen als wiel):



Spangeleiding met veer Toepassing van de ROLL-RING

De Roll-ring is een eenvoudige en toch innovatieve kettingspanner gemaakt van speciaal vervaardigd polymeer. Het unieke ontwerp is gebaseerd op een eenvoudige getande ring die binnen enkele seconden in horizontale, verticale of hellende aandrijvingen kan worden gemonteerd, gewoon door de ring tussen de twee delen van de ketting te plaatsen.

Wanneer de aandrijving wordt gebruikt, vervormt de Roll-ring zich tot een ellips vanwege de compressie tussen de kettingdelen en zal de ring ook alle speling in het systeem volledig absorberen. De Roll-ring doet dienst als spanner en demper in één en is ideaal voor toepassingen waarbij onderhoud moeilijk of onmogelijk is. Op internet zijn filmpjes te vinden waar de werking te zien is.

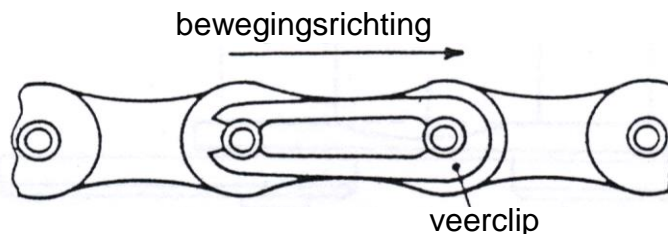


7.9.5 De sluitschakel

Een rollenketting wordt in lengtes gekocht. Wanneer een rollenketting op de juiste lengte is gemaakt, moeten de uiteinden met elkaar verbonden worden zodat er een eindloze ketting ontstaat. De uiteinden aan elkaar verbinden geschiedt met een sluitschakel.

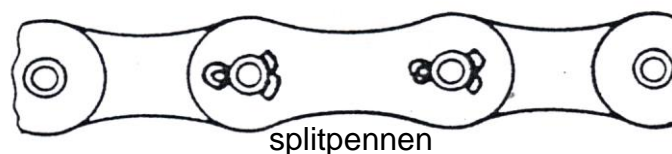
Sluitschakels zijn er in verschillende uitvoeringen:

DE SLUITSCHAKEL MET VEERCLIP



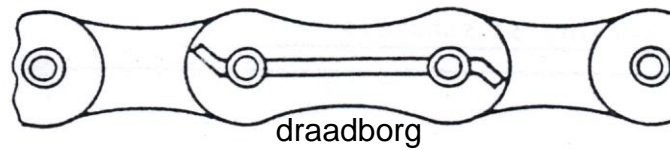
Let bij gebruik van een veerclip vooral op de bewegingsrichting van de ketting. Als de veerclip tegen bewegingsrichting in is gemonteerd, bestaat de kans dat door de verkeerde bewegingsrichting de veerclip van de sluitschakel afschiet.

DE SLUITSCHAKEL MET SPLITPENNEN



Zorg ervoor dat bij een splitpensluiting de splitpeneinden kort gehouden worden en vlak tegen de kettingschalen aanliggen om verwonding te voorkomen.

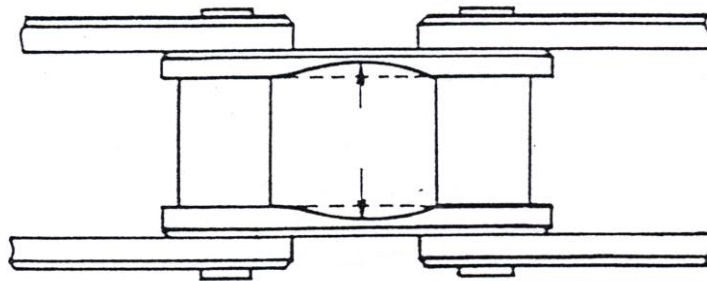
DE SLUITSCHAKEL MET DRAADBORG



Bij een draadborgsluiting de draadeinden kort houden en vlak tegen de kettingschalen aanleggen om verwonding te voorkomen.

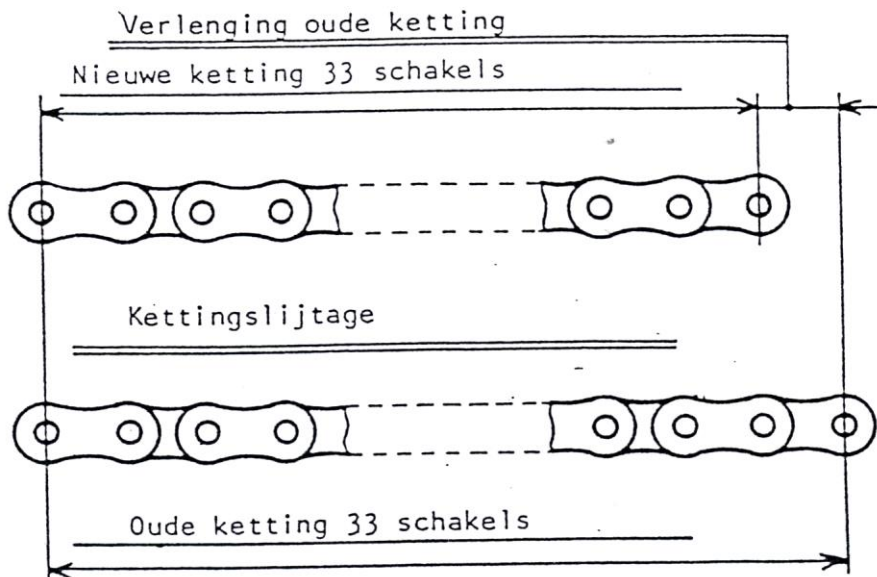
7.9.6 Slijtage aan een rollenketting

Een foutieve stand van de kettingwielen zal extra slijtage veroorzaken aan de binnenschakels van de ketting. De binnenschakels zullen hierdoor verzwakken zodat kettingbreuk kan optreden.



Slijtage aan de binnenschakels

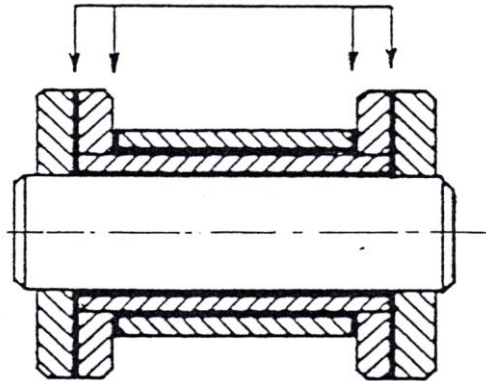
De ketting moet vervangen worden wanneer hij door rek en slijtage langer dan $\pm 3\%$ is geworden (± 1 schakel verlenging op 33 schakels).



Wanneer de ketting wegens slijtage vervangen moet worden, is het aan te bevelen ook de kettingwielen te vervangen.

7.9.7 Het smeren van kettingaandrijvingen

Omdat een rollenketting uit een aaneenschakeling van scharnieren bestaat, wordt door een goede smering de levensduur verlengd. Het smeermiddel moet in de kleine ruimten tussen de rollen en bussen kunnen dringen. Het toe te passen smeermiddel zal dus vrij dun vloeibaar moeten zijn.



VETSMERING

Smeren met vet heeft alleen zin wanneer de ketting zogenaamd "ingekookt" wordt. We gaan hierbij als volgt te werk:

- Ketting uitwendig afwassen.
- Speciale kettingvet verwarmen zodat het dun vloeibaar wordt.
- Ketting enige tijd in het vloeibare vet laten liggen zodat ook de ketting doorwarmt.
- Ketting uit het vet halen en laten uitdruipen en afkoelen.
- Ketting is nu inwendig gesmeerd en gereed voor montage.

OLIESMERING

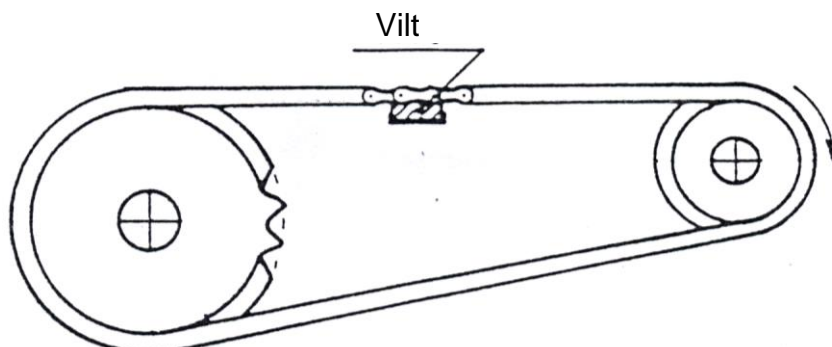
Er zijn verschillende manieren om kettingen met olie te smeren:

- smering met een in olie gedrenkt blok vilt;
- druppelsmering;
- oliebadsmearing;
- druksmering.

Er zijn nog meer manieren om kettingen te smeren!

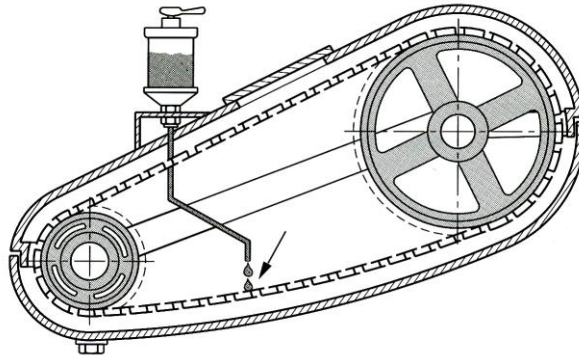
Smering met in olie gedrenkt vilt

Deze manier kan voldoende zijn voor eenvoudig en langzaam lopend werk.



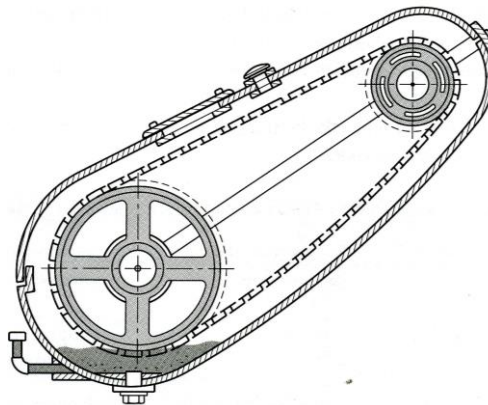
Druppelsmering

Druppelsmering kan worden toegepast bij lage kettingsnelheden. De druppelpot kan vrij nauwkeurig worden geregeld. 4 - 12 druppels per minuut op de ketting is voldoende.



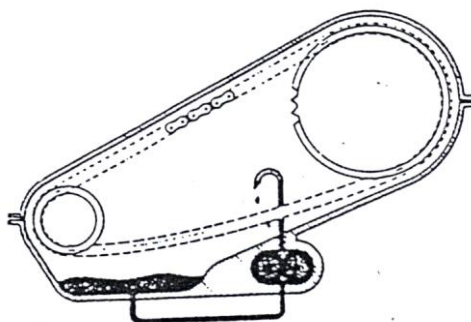
Oliebadsmering

Dit smeersysteem wordt toegepast bij kettingsnelheden tot ± 7 m/sec. Het zal duidelijk zijn dat bij een dergelijk smeersysteem een gesloten kettingkast wordt gebruikt.



Druksmering

De druksmering is de beste vorm van smeren. Het systeem kan toegepast worden bij kettingsnelheden tot ± 12 m/sec. De olie wordt door middel van een pomp op de ketting gespoten.

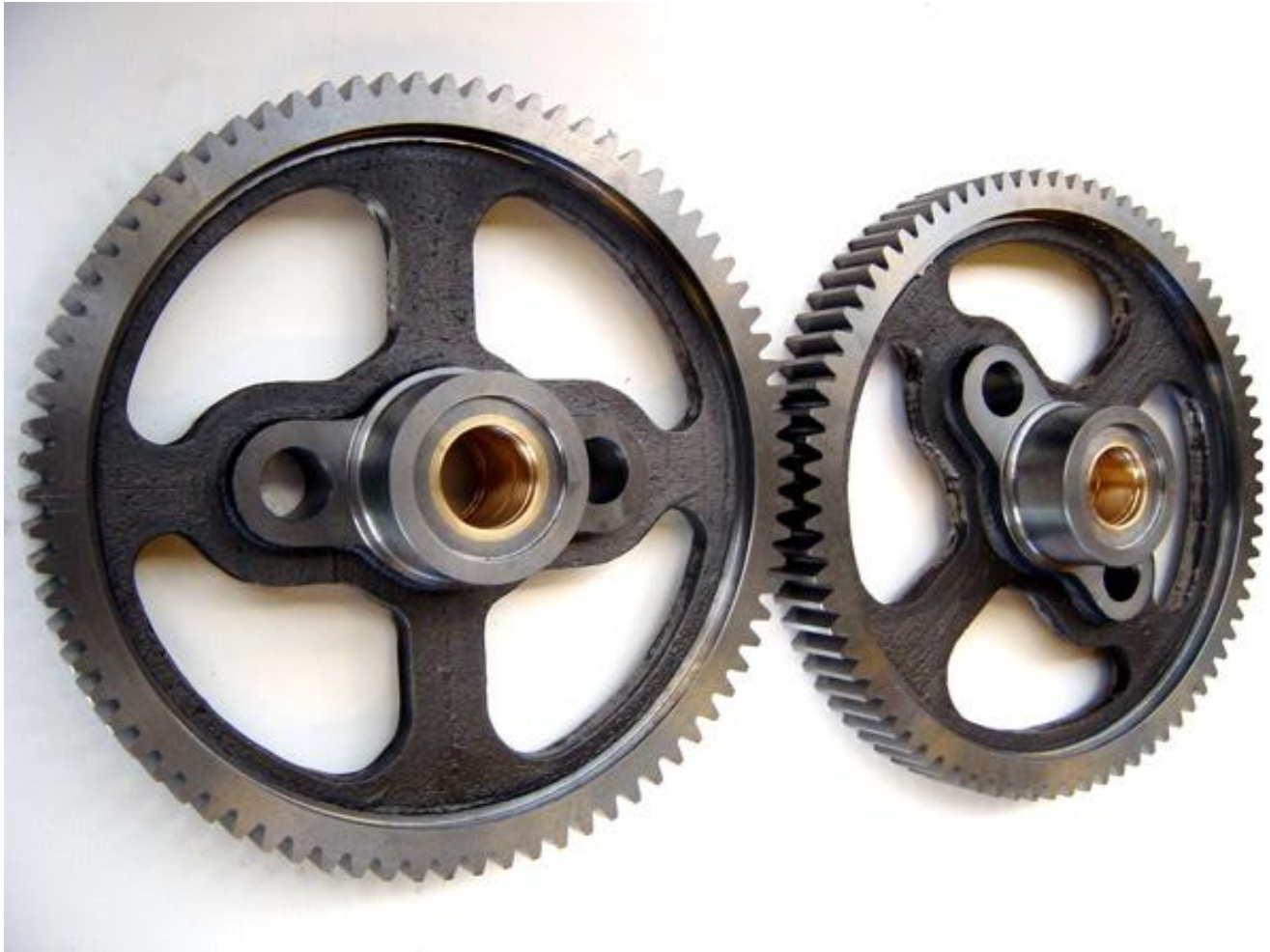


8 TANDWIELEN

Tandwielen worden gebruikt om een draaiende beweging van een as op één of meerdere assen over te brengen, al dan niet in een versnelling of vertraging. **Een tandwiel** of **tandrad** is een getand onderdeel van een machine of constructie. Het heeft de vorm van een wiel of een cilinder. Een tandwiel wordt in combinatie met andere getande onderdelen gebruikt om beweging over te brengen of van snelheid of richting te veranderen. Meer technisch gesproken brengt een tandwiel koppel over.

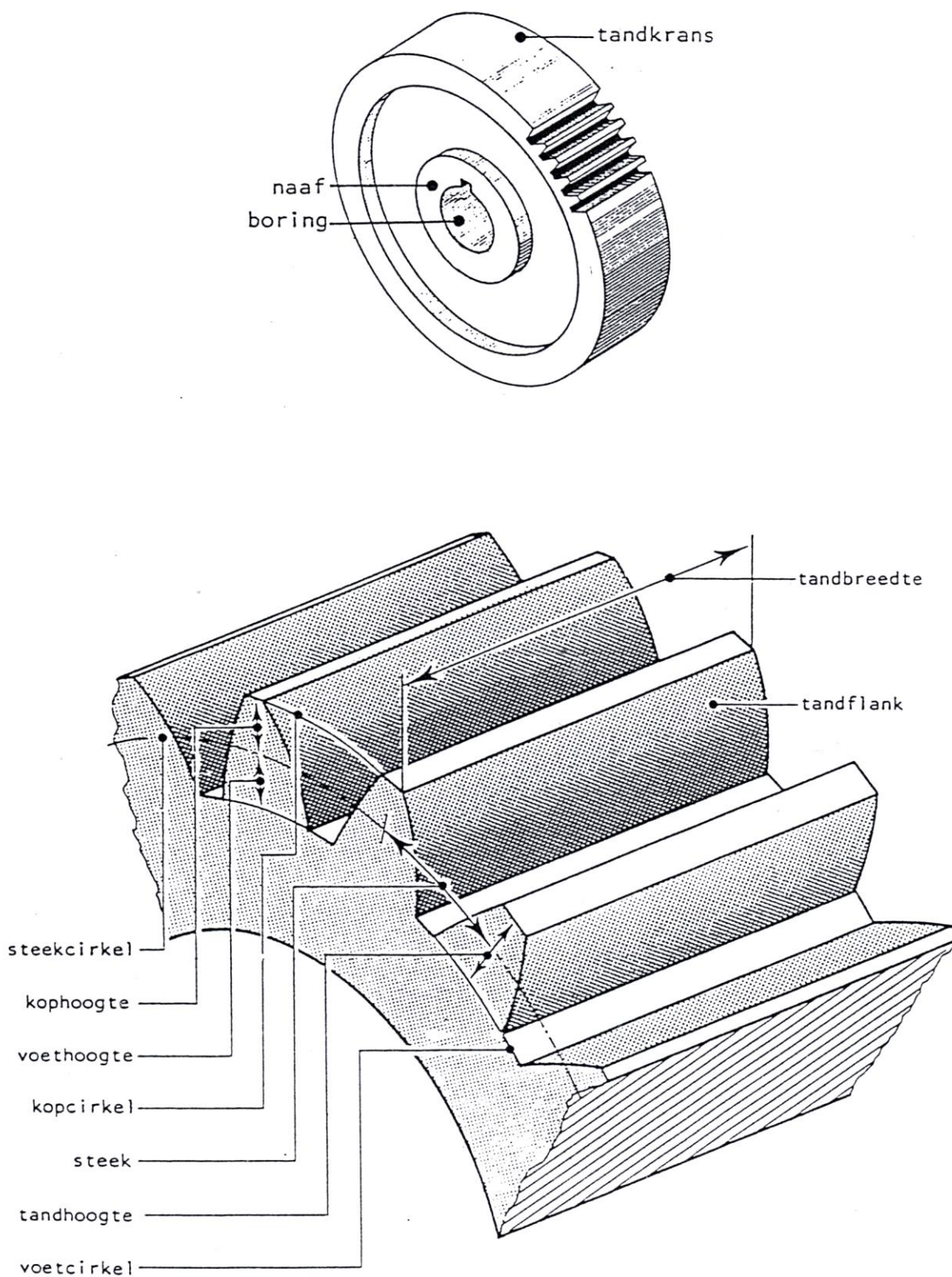


Een tandwiel is een van de oudste middelen om beweging over te brengen. Wanneer de tanden van twee tandwielen in elkaar grijpen, zal het draaien van één tandwiel het andere dwingen om ook te draaien. Door twee tandwielen van verschillende diameters in te schakelen, kan een groter koppel worden verkregen bij een lagere omwentelingssnelheid, of omgekeerd.



8.1 De namen en onderdelen van tandwielen

Bij tandwielen komen veel benamingen en aanduidingen voor. De belangrijkste zijn in onderstaande tekening aangegeven.

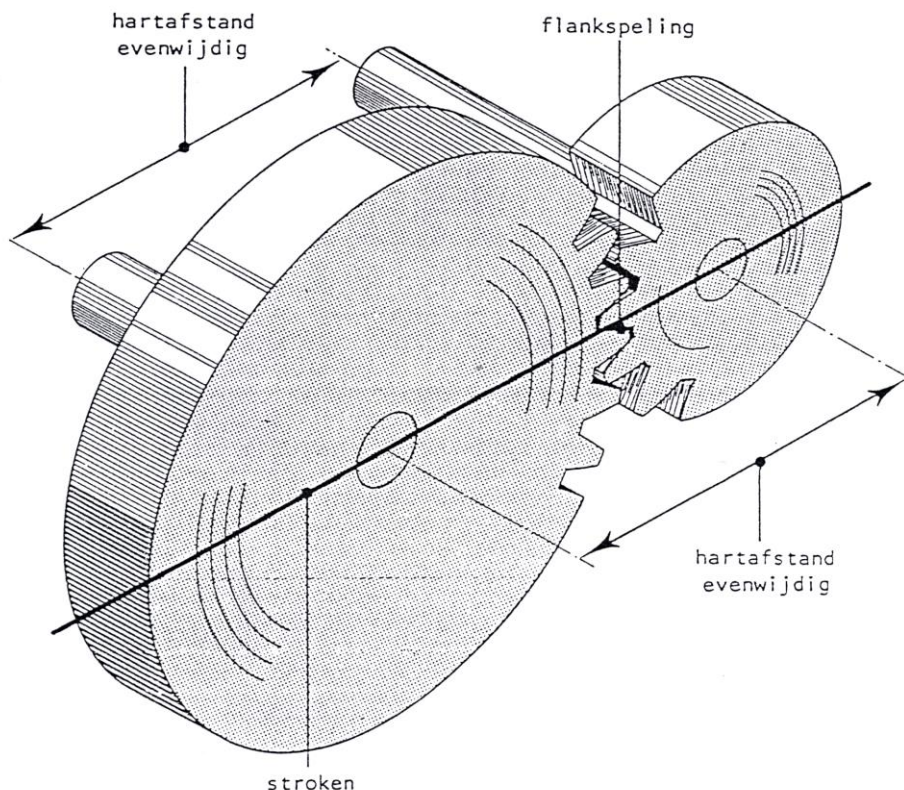


8.2 Uitlijnen/stellen van een cilindrische tandwieloverbrenging

Het belangrijkste bij een tandwieloverbrenging is het op juiste wijze in elkaar grijpen van de vertandingen.

Dit kan alleen wanneer aan de onderstaande voorwaarden is voldaan:

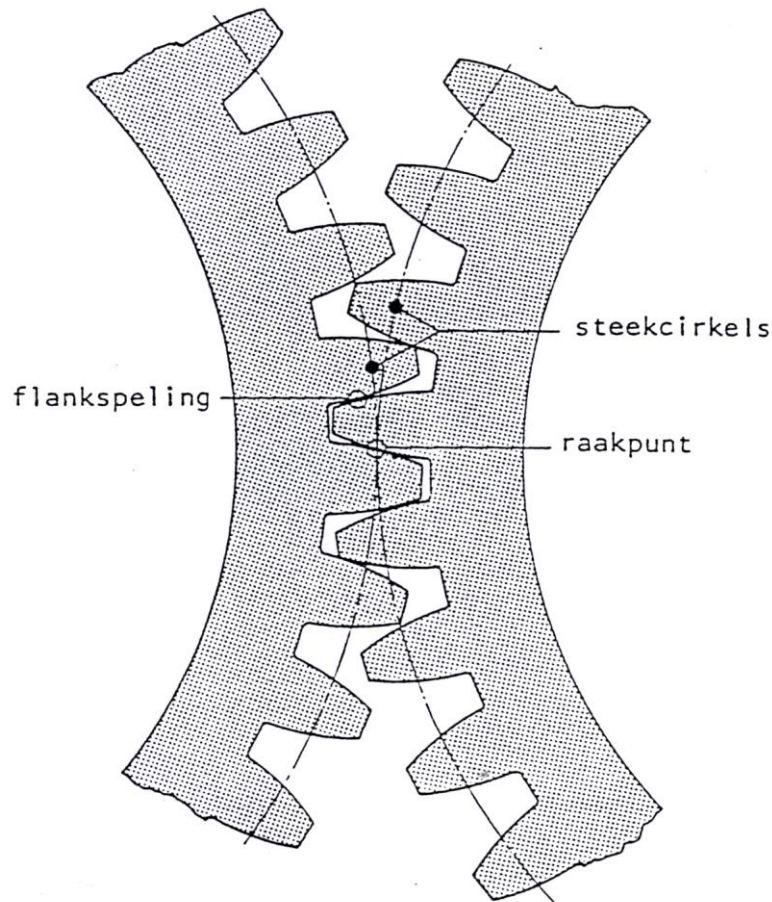
- de hartafstand van de assen moet niet te ver uit elkaar liggen;
- de assen moeten zuiver evenwijdig liggen;
- de flankspeling moet de juiste waarde hebben;
- bij even brede tandwielen moeten deze "stroken";
- het moduul van beide tandwielen moet gelijk zijn (hoe kleiner het module getal, des te fijner de tanden zijn).



Rechte vertanding	
Tandbreedte in mm $b = (6...30) \cdot m$ (6...10)-m bij ruwe, gegoten tanden (10...15)-m bij grof verspaande tanden (15...30)-m bij fijn verspaande tanden boven 30 m bij heel nauwkeurige bewerking	
Afmetingen van cilindrische tandwielen met rechte vertanding	
Steek in mm	$p = m \cdot \pi$
Modulus in mm	$m = \frac{p}{\pi}$
Steekcirkel-Ø in mm (z = aantal tanden)	$d = m \cdot z$
Kopcirkel-Ø in mm	$d_k = d + 2m = m \cdot (z + 2)$
Voetcirkel-Ø in mm	$d_v = d - 2 \cdot (m + c)$
Tandhoogte in mm	$h = 2m + c$
Kophoogte in mm	$h_k = m$
Voethoogte in mm	$h_v = m + c$
Kopspeling in mm gebruikelijk :	$c = (0,1...0,3) \cdot m$ $c = 0,167 \cdot m$ en $c = 0,2 \cdot m$
Asafstand in mm	
uitwendige vertanding	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2}$
inwendige vertanding	$a = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{m \cdot (z_1 - z_2)}{2}$
bij $d_1 > d_2$	
bij $d_1 < d_2$	$a = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{m \cdot (z_2 - z_1)}{2}$

8.3 De hartafstand van de assen

Bij twee in elkaar grijpende tandwielen moeten de steekcirkels elkaar juist raken. Met behulp van de steekdiameters is het mogelijk om de hartafstand van de assen te berekenen.



We kunnen zeggen:

De steekcirkeldiameter (d_1) van het grote tandwiel + de steekcirkeldiameter (d_2) van het kleine tandwiel, gedeeld door 2 is gelijk aan de hartafstand van de assen.

$$\frac{(d_1 + d_2)}{2} = \text{hartafstand van de assen}$$

De steekdiameter (d) is ook gelijk aan het aantal tanden (Z) maal het moduul (m).

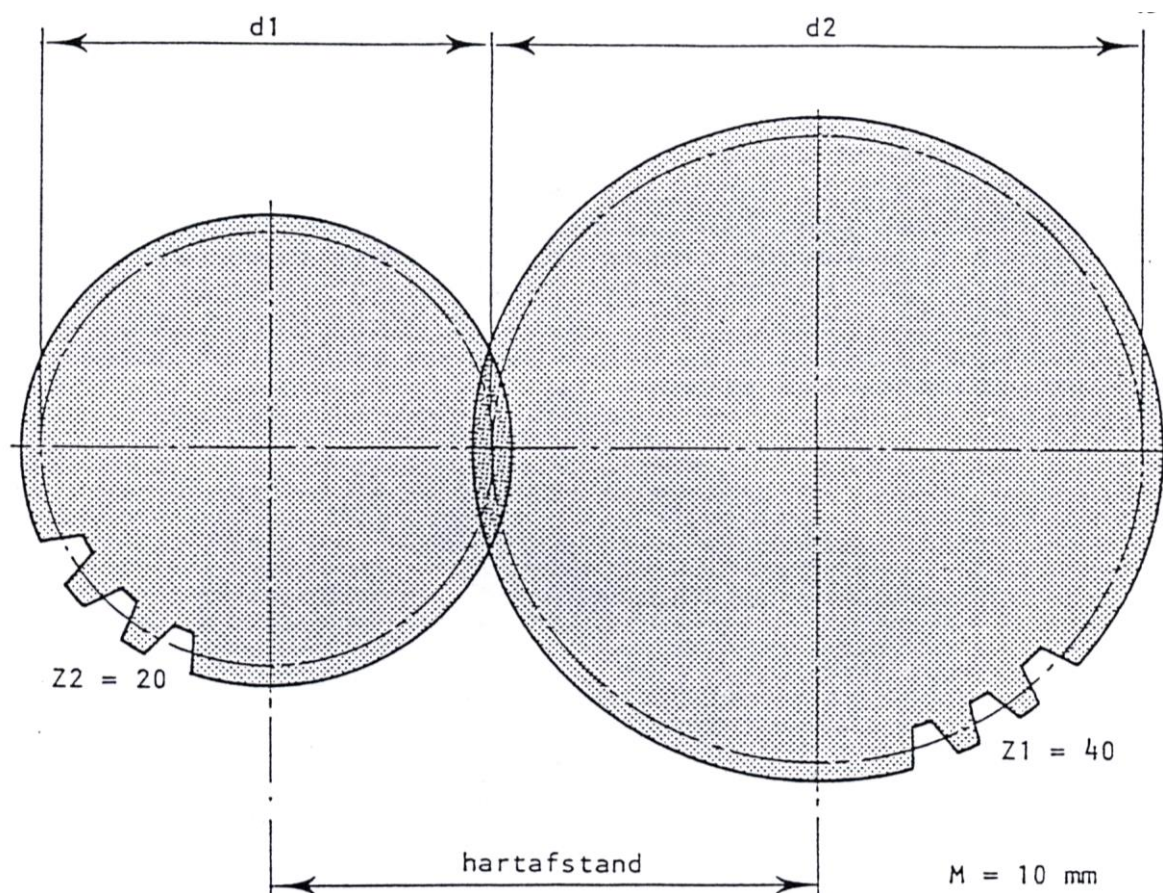
$$d = Z \times m$$

We kunnen dus zeggen:

$$\frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{Z_1 \times m}{2} + \frac{Z_2 \times m}{2} = \frac{(Z_1 + Z_2) \cdot m}{2} = \text{hartafstand v/d assen}$$

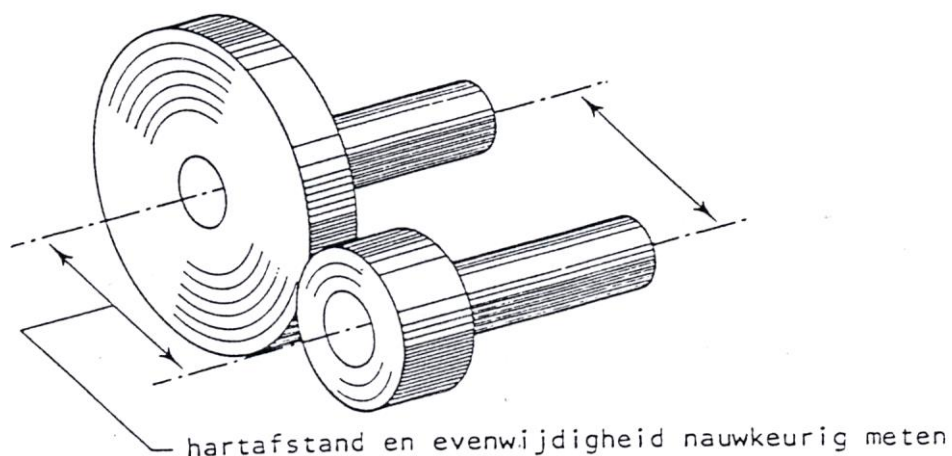
Het **moduul (m)** geeft de fijnheid van de tanden op een tandwiel aan. Een fijnere vertanding geeft een wat rustigere "loop" en daardoor minder vermogens verlies. Het nadeel is echter dat de overbrenging veel kwetsbaarder is voor vuil en een verkeerde afstelling.

Hoe kleiner het module getal, des te fijner de tanden zijn.



Voorbeeld: groot tandwiel 40 tanden $Z1 = 40$
 klein tandwiel 20 tanden $Z2 = 20$
 moduul = 10 $m = 10$

berekening:
$$\frac{(Z1 + Z2) \times m}{2} = \frac{(40 + 20) \times 10}{2} = 300 \text{ mm}$$

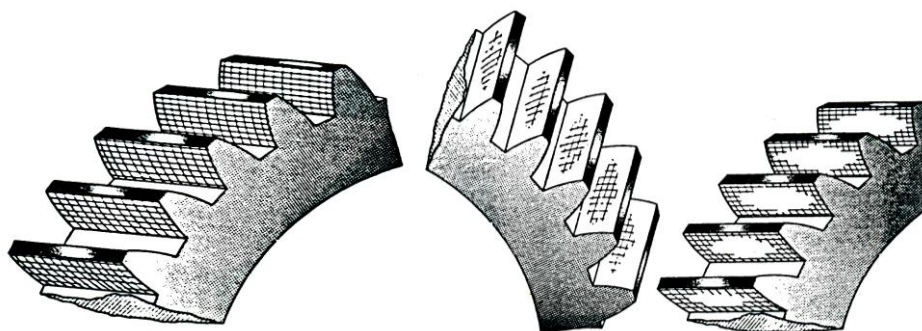
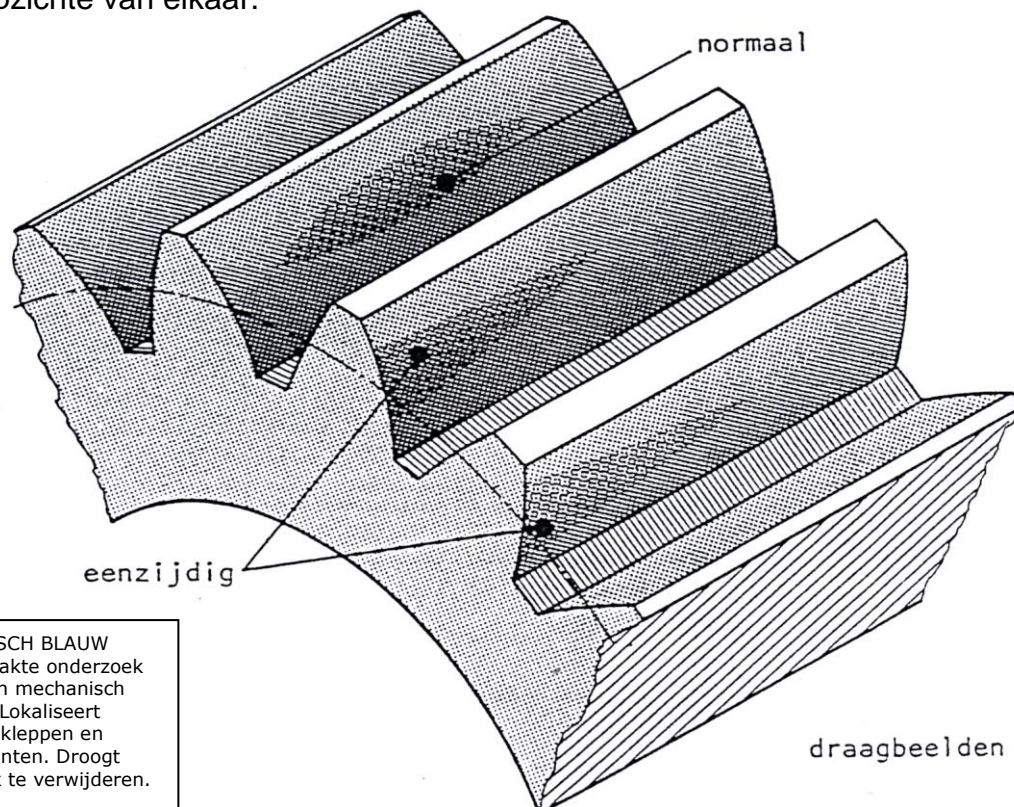


8.4 Controle op het evenwijdig liggen van de assen

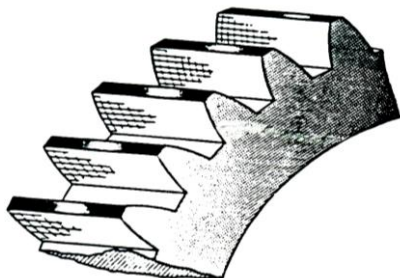
De evenwijdigheid van de assen kan zeer nauwkeurig gecontroleerd worden met behulp van **toucheerverf**. Toucheerverf is een blauw gekleurde merkpasta en wordt ook wel Pruisisch blauw genoemd. We gaan daartoe een paar tandflanken van het ene tandwiel insmeren met toucheerverf. Draai dan de ingesmeerde tanden in het andere tandwiel. Op het andere tandwiel zal duidelijk een "**draagbeeld**" ontstaan. Is dit draagbeeld normaal, dan liggen de assen evenwijdig. Is het draagbeeld éénzijdig, dan liggen de assen niet geheel zuiver ten opzichte van elkaar.



Permatex 80038 PRUISISCH BLAUW
TUBE 22ML. Voor oppervlakte onderzoek
bij precisie passingen van mechanisch
bewerkte oppervlakken. Lokaliseert
oneffenheden bij lagers, kleppen en
andere precisie componenten. Droogt
niet op en is gemakkelijk te verwijderen.

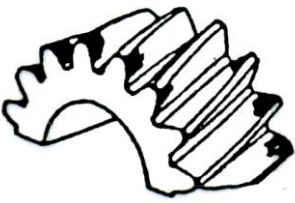
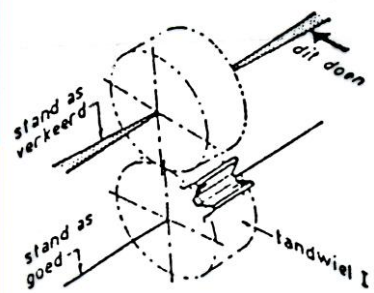
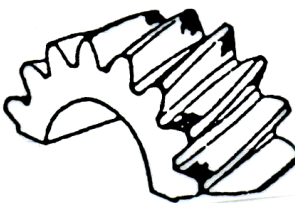
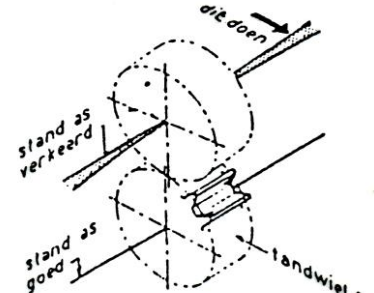
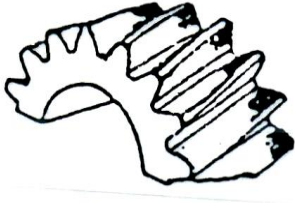
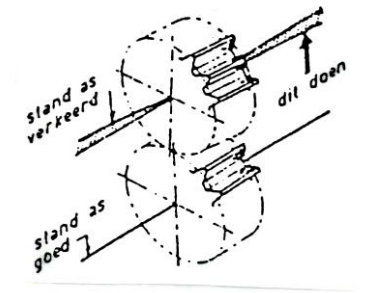
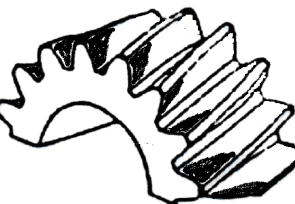
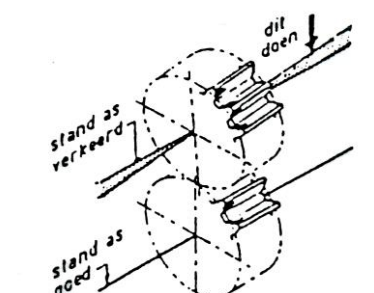

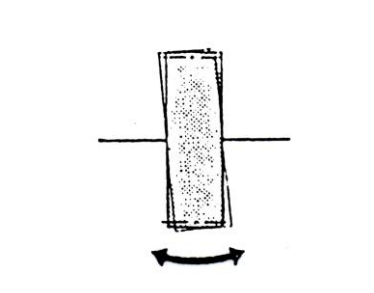




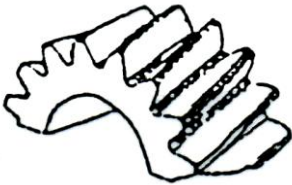
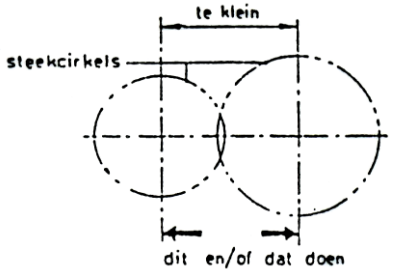

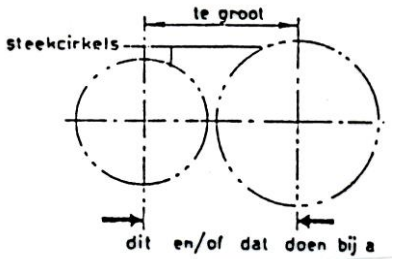

Normaal draagbeeld, assen staan evenwijdig.



Éénzijdig draagbeeld, assen liggen niet evenwijdig

8.4.1 Draagbeeld tandwielen

DRAAGBEELD	BENAMING EN BETEKENIS	ORZAAK ↔ VERBETERING
	Overhoekse drager. Recht tandwiel met rechte tanden. In beide richtingen alleen bij de tandhoeken dragend.	
	Overhoekse drager. Recht tandwiel rechte tanden. In beide richtingen alleen bij de tandhoeken dragend.	
	Eenzijdige hoekdrager rechts. Recht tandwiel met rechte tanden. In beide richtingen aan één zijde alleen bij tandhoeken dragend.	
	Eenzijdige hoekdrager links. Recht tandwiel met rechte tanden. In beide richtingen aan één zijde alleen bij de tandhoeken dragend.	
	Wandelend draagbeeld. Recht tandwiel met rechte tanden. Over verschillende tanden in de breedte "verschoven" draagbeeld.	

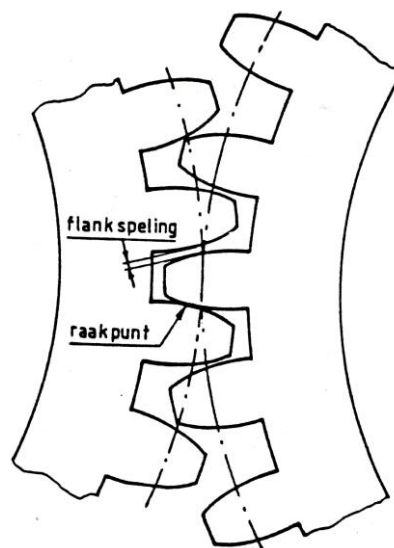
DRAAGBEELD	BENAMING EN BETEKENIS	OORZAAK ↔ VERBETERING
	Normaal draagbeeld. Recht tandwiel met rechte tanden. Rechte tanden zijn enigszins bol.	<ul style="list-style-type: none"> - Tandvorm = goed - Flankspeling = goed - Hardafstand = goed - Hart van het gat is hart van het tandwiel.
	Normaal draagbeeld. Recht tandwiel met rechte tanden. Rechte tanden zijn "even dik" over de volle breedte.	<ul style="list-style-type: none"> - Tandvorm = goed - Flankspeling = goed - Hardafstand = goed - Hart van het gat is hart van het tandwiel.
	Topdrager. Recht tandwiel met rechte tanden. Voornamelijk de toppen van de tanden dragend.	
	Kopdrager. Recht tandwiel met rechte tanden. In beide richtingen voornamelijk bij de tandkoppen dragend.	
	Voetdrager. Recht tandwiel met rechte tanden. In beide richtingen voornamelijk bij de tandvoeten dragend.	Profiel van de tanden niet goed.



8.5 De flankspeling

Twee samenwerkende tandwielen moeten altijd iets kunnen bewegen ten opzichte van elkaar. Deze speling is nodig om ruimte te geven aan dingen als maatafwijking, smering en uitzetting door warmte. De speling die tussen de tandflanken aanwezig moet zijn, noemen we de flankspeling. De grootte van de flankspeling is afhankelijk van de volgende factoren:

- de nauwkeurigheid waarmee de tandwielen zijn gemaakt;
- de hartafstand van de assen;
- het moduul van de tanden.



De grootte van de flankspeling is vastgelegd in tabellen. Hierin wordt onderscheid gemaakt in spelingsklassen. De spelingsklasse 1 is voor zeer nauwkeurig loopwerk en klasse 5 voor ruw, open loopwerk.

spelingsklasse	hart-afstand van tot		flankenspelings bij een modulus van:													
			mm 1,0...1,6		mm 1,6...2,5		mm 2,5...4,0		mm 4,0...6,5		mm 6,5...10		mm 10...16		mm 16...25	
	mm	mm	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	12... 25		42	84												
	25... 50		47	95												
	50... 100		53	107	53	107	60	120	75	150	82	166				
	100... 200		60	120	68	135	75	150	82	166	93	189	104	212	120	240
	200... 400		68	135	75	150	82	166	93	189	104	212	120	240	135	270
	400... 800				82	166	93	189	104	212	120	240	135	270	150	300
2	800... 1600								120	240	135	270	150	300	164	332
	12... 25		60	120												
	25... 50		68	135												
	50... 100		75	150	75	150	82	166	104	212	120	240				
	100... 200		82	166	82	166	93	189	104	212	120	240	150	300	164	332
	200... 400		93	189	93	189	104	212	120	240	135	270	150	300	164	332
3	400... 800				104	212	120	240	135	270	150	300	164	332	187	378
	800... 1600				120	240	135	270	150	300	164	332	187	378	209	422
	12... 25		82	166												
	25... 50		93	189												
	50... 100		104	212	104	212	120	240	135	270	150	300	164	332	187	378
	100... 200		120	240	120	240	135	270	150	300	164	332	187	378	209	422
4	200... 400		135	270	135	270	150	300	164	332	187	378	209	422	240	480
	400... 800				150	300	164	332	187	378	209	422	240	480	270	540
	800... 1600				164	332	187	378	209	422	240	480	270	540	300	600
	12... 25		120	240												
	25... 50		135	270												
	50... 100		150	300	150	300	164	332	187	378	209	422	240	480	270	540
5	100... 200		164	332	164	332	187	378	209	422	240	480	270	540	300	600
	200... 400		187	378	187	378	209	422	240	480	270	540	300	600	340	670
	400... 800				209	422	240	480	270	540	300	600	340	670	375	750
	800... 1600				240	480	270	540	300	600	340	670	375	750	420	840
	12... 25		164	332												
	25... 50		187	378												
5	50... 100		209	422	209	422	240	480	270	540	300	600	340	670	375	750
	100... 200		240	480	240	480	270	540	300	600	340	670	375	750	420	840
	200... 400		270	540	270	540	300	600	340	670	375	750	420	840	470	950
	400... 800				300	600	340	670	375	750	420	840	470	950	530	1070
	800... 1600				340	670	375	750	420	840	470	950	530	1070	600	1200
									470	950	530	1070	600	1200	680	1340

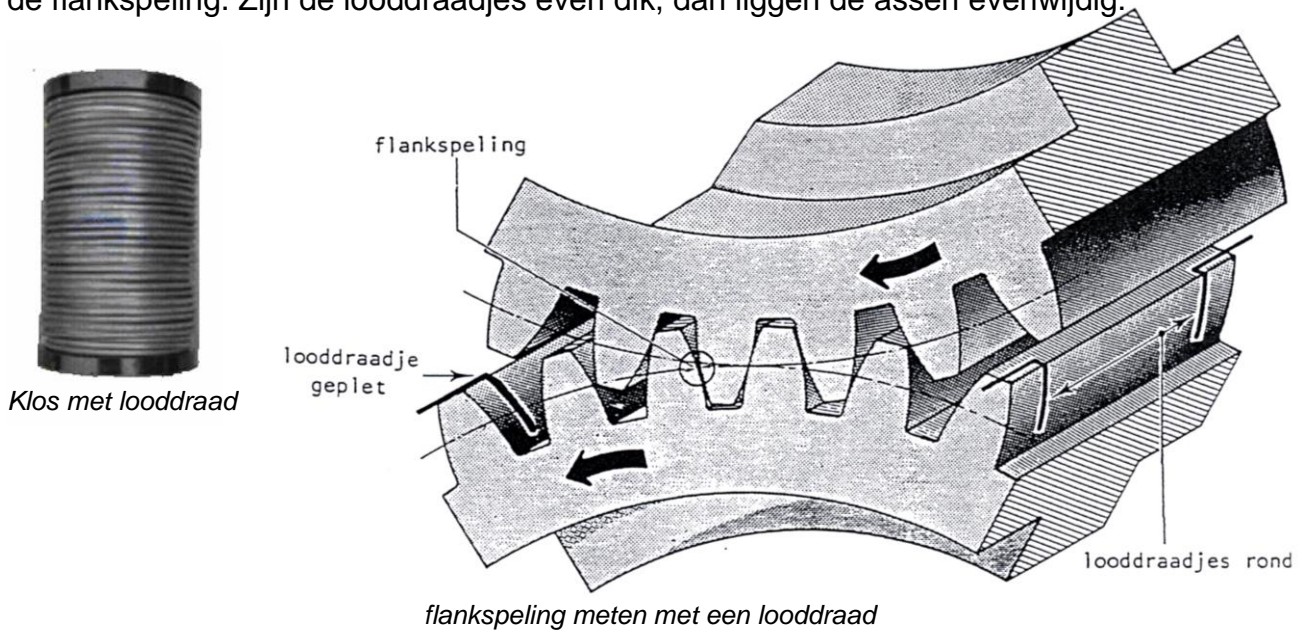
Meten van de flankspeling

De grootte van de aanwezige flankspeling kunnen we bepalen met behulp van:

- A looddraad;
- B meetklok.

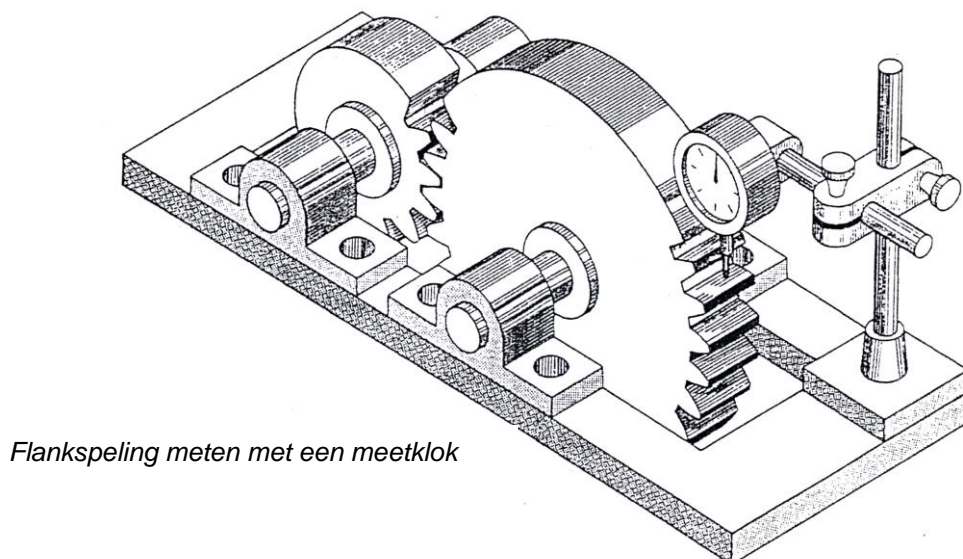
A: flankspeling meten m.b.v. looddraad

We hangen twee stukjes looddraad op de tandflank. Draai dan de tanden met het looddraad in het andere tandwiel (zie tekening). Het looddraad wordt dan geplet. Met een beugelschroefmaat kunnen we de dikte van het geplette looddraad meten. Deze dikte is de flankspeling. Zijn de looddraadjes even dik, dan liggen de assen evenwijdig.



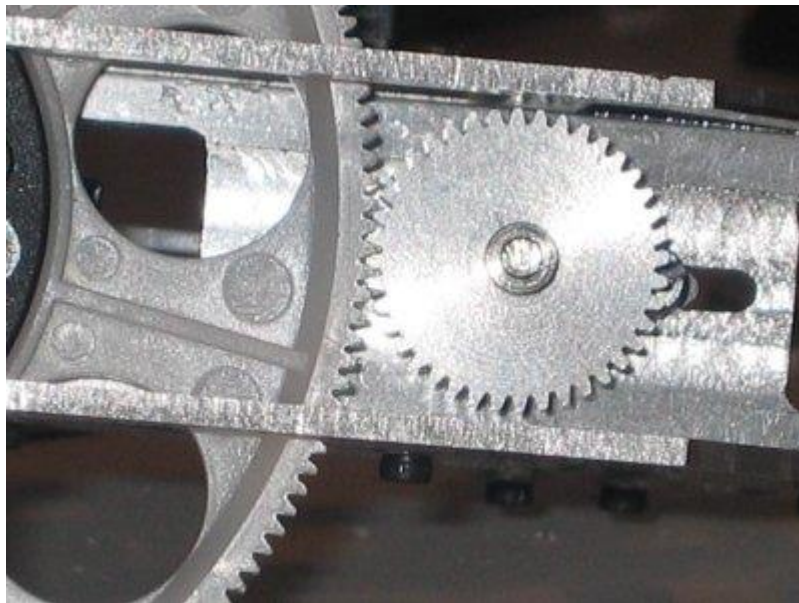
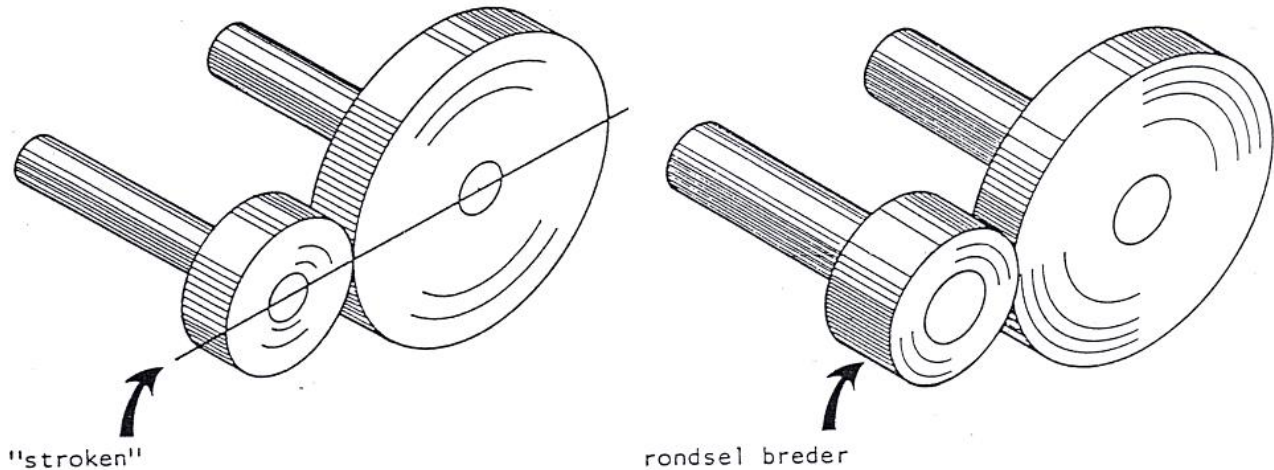
B: flankspeling meten m.b.v. een meetklok

Plaats de meetstift van het klokje haaks op de tandflank van het tandwiel dat niet geblokkeerd is. Draai dit tandwiel heen en weer. De uitslag van de meetklok geeft dan de aanwezige flankspeling aan.



8.6 Het "stroken" van tandwielen

Wanneer samenwerkende tandwielen even breed zijn, moeten ze "stroken" om goed in elkaar te grijpen. Het "stroken" van de tandwielen is tevens een richtlijn voor het evenwijdig leggen van de assen. We kunnen het "stroken" controleren met behulp van een rei. Soms is het kleine tandwiel breder dan het grote tandwiel. We laten dan het grote tandwiel in het midden van het rondsel ingrijpen. Een klein tandwiel wordt vaak rondsel genoemd.



9 PAKKING (AFDICHTINGEN)

Ontwikkelingen op technisch gebied volgen elkaar steeds sneller op. Producten, systemen en installaties worden voortdurend verbeterd en worden complexer. Gelijktijdig worden eisen steeds scherper gesteld op het gebied van veiligheid, betrouwbaarheid, kwaliteit en levensduur.

Deze trend heeft ook zijn uitwerking op het gebied van afdichtingen. Afdichten is natuurlijk altijd al belangrijk geweest, maar door de steeds hogere eisen (veiligheid, milieu, etc.) krijgt het onderwerp meer en meer de aandacht die noodzakelijk is.

Het belang van de hoge kwaliteit van afdichtingen en het belang van een juiste montage met daarvoor bestemde gereedschappen worden nog duidelijker, als we voorbeelden aanhalen van (bedrijfs)ongelukken met catastrofale afloop:

- Kort na de lancering explodeerde de draagraket van het Amerikaanse ruimteveer de Challenger als gevolg van een defecte afdichting. Hierbij kwam de voltallige bemanning om het leven.
- In Seveso (Italië) ontsnapte een gifwolk uit een leiding van een chemische fabriek, waardoor een aantal mensen werd gedood.
- In Tsjernobil kon hoog radio-actief koelwater weglekken als gevolg van een versleten of niet correct gemonteerde afdichting van een voedingspomp.

Deze ongelukken ontstonden omdat afdichtingen niet in orde waren. Kleine oorzaken kunnen dus enorm grote gevolgen hebben.

Het blijkt dat afdichtingen zeer belangrijke onderdelen zijn die we zowel in de industrie als in het dagelijks leven tegenkomen.

Belangrijke toepassingsgebieden waar afdichtingen gebruikt worden zijn:

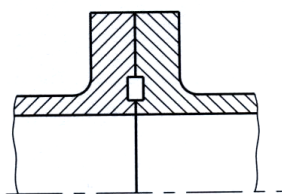
- gas- en vloeistofinstallaties;
- verbrandingsmotoren;
- apparaten- en machinebouw.

Tegenwoordig wordt zeer sterk gelet op de bedrijfsomstandigheden en zoekt men naar eisen en parameters om tot een juiste afdichtingskeuze te komen. Als we om ons heen kijken, zien we dat afdichtingen gebruikt worden in onze gas- en waterleidingen. Maar ook op onze vervoermiddelen als fiets (trapaslager), brommer (schokbrekers) en auto (wiellager) worden verschillende afdichtingen gebruikt.

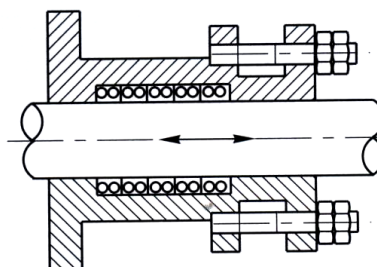
Er zijn twee type afdichtingen:

1: statische afdichtingen (onderdelen bewegen niet ten opzichte van elkaar)

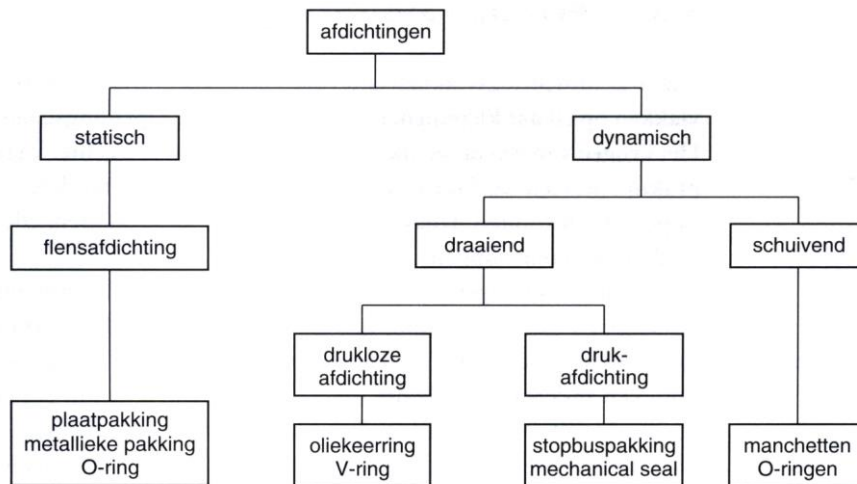
2: dynamische afdichtingen (onderdelen bewegen wel ten opzichte van elkaar)



Statische pakking (flensaafdichting)



Dynamische afdichting (stopbuspakking)



9.1 Statische afdichtingen

Afdichtingen die ten opzichte van elkaar stil staan noemen we statische afdichtingen. Dit kunnen zijn:

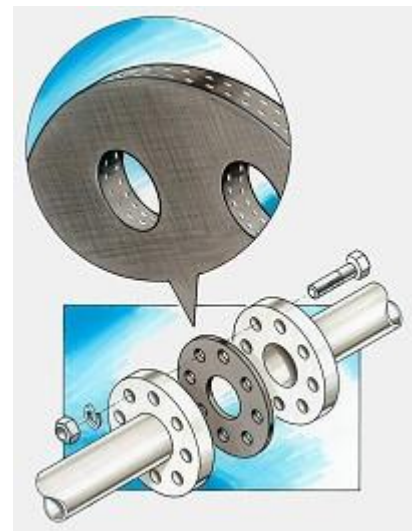
9.1.1 Plaatpakking

Twee pijpen kunnen met lasflensen aan elkaar verbonden zijn.

Tussen de flensen zit dan een plaatpakking.

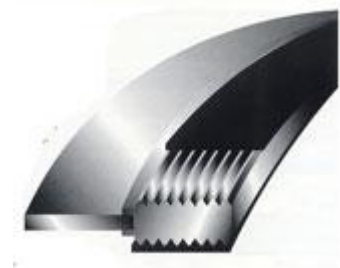
Plaatpakking kan bestaan uit:

- rubber.
- papier, katoen en hennep.
- dierlijke materialen zoals leer, talk en haar.
- porselein en keramiek.
- grafiet.
- metalen zoals koper, aluminium en lood.



9.1.2 Metallieke plaatpakking

Een spiraalgewonden pakking is een precisie-product, dat zijn afdichtende werking verkrijgt door een combinatie van een speciaal geprofileerde metalen strip met een soepel inlagemateriaal. Deze dichtende werking wordt echter niet alleen bepaald door de pakking, maar door een combinatie van factoren zoals o.a. oppervlakte-bewerking van de flenzen, beschikbare boutkracht, manier van opspannen van de bouten en flensconstructie.



9.1.3 O-ringen

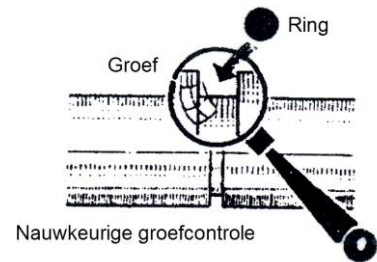
Een O-ring dient zowel bewegende als niet bewegende delen af te dichten. In het eerste geval noemen we het een statische afdichting en in het tweede geval een dynamische afdichting. Omdat er geen lekkage mag ontstaan, wordt de O-ring in een groef geplaatst. Deze groef moet aan bepaalde eisen voldoen, evenals trouwens de O-ring.

O-ringen kunnen als statische of als dynamische afdichtingen gebruikt worden, dit kan afhankelijk zijn van het gebruikte O-ring materiaal.

9.1.3.1 Eisen inbouwgroef

We moeten een drietal eisen stellen aan de inbouwgroeven:

- De diepte en de breedte moeten correct zijn.
- Het oppervlak moet glad zijn (oppervlaktegesteldheid).
- De groef moet onbeschadigd zijn.



9.1.3.2 Eisen O-ring

De eisen die aan een O-ring worden gesteld zijn:

- De juiste afmeting.
- De O-ring moet van rubber of kunststof gemaakt zijn.
- De O-ring moet onbeschadigd zijn.
- De O-ring moet goed gemonteerd worden.
- De hardheid van het O-ring materiaal, aangegeven in °Shore moet beantwoorden aan de toepassing van de O-ring.



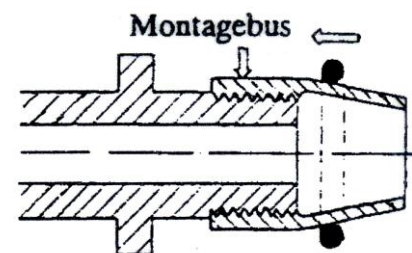
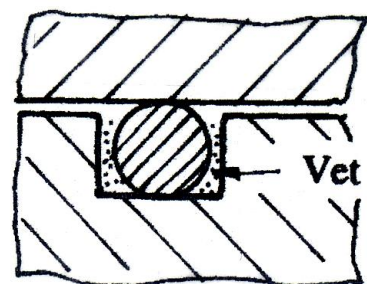
De O-ringen worden meestal gemaakt van: - rubber.
- kunststof.

9.1.3.3 Toepassingen O-ring

- Hydraulische en pneumatische cylinders aangebracht op de plunjers of zuigers.
- Hydraulische koppelingen.
- Enkele ééngreepskranen.
- Statische afdichtingen van lagerschilden.
- Statische slangafdichtingen op pompflenzen.

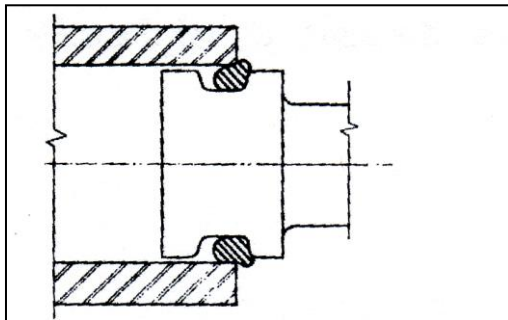
9.1.3.4 Opmerkingen bij montage van een O-ring

- 1 Smeer een O-ring voor het monteren in met grafietvet. Dit bevordert het soepel op de plaats brengen van de ring. Goede smering van de O-ring bij de inbouw is voor dynamische afdichting absoluut noodzakelijk. Drooglopen is funest en heeft spoedige slijtage tot gevolg. Smering van O-ringen kan gebeuren bij de montage door de groef te vullen met een vetsoort met een hoog smeltpunt, bijvoorbeeld Molykote, type U.
- 2 Vermijd ringbeschadigingen. Gebruik eventueel een montagebus (wanneer de O-ring over schroefdraad gezet moet worden). Een kokertje van latoenkoper kan hier ook gebruikt worden (let op, latoenkoper is dun en kan de O-ring beschadigen).

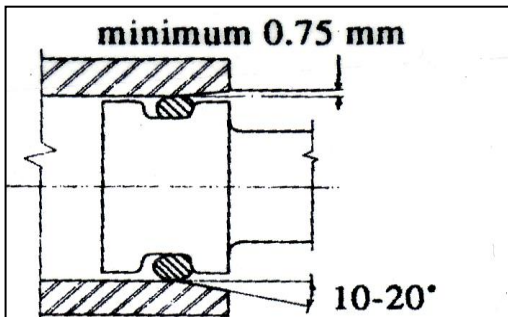


Vermijd ringbeschadiging

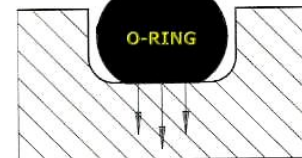
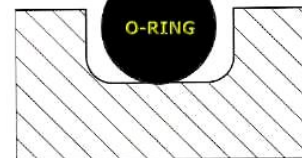
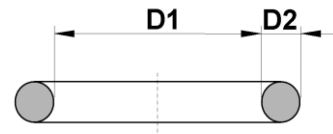
- 3 Vermijd scherpe hoeken of rond ze op zijn minst af. Beter is afschuiningen aan te brengen.



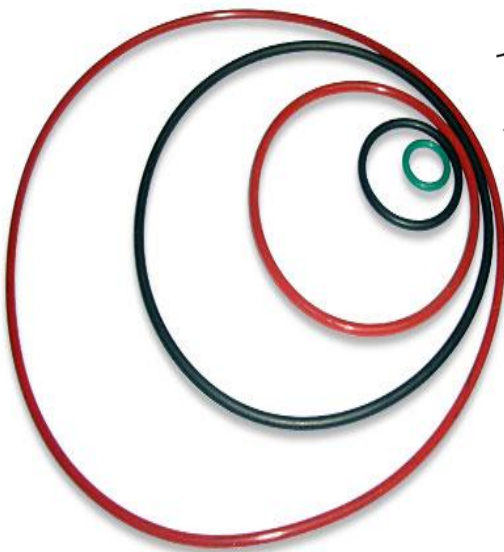
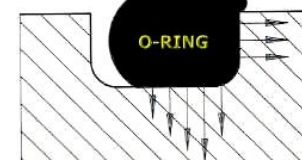
de ring wordt afgeknepen en vernield als gevolg van het ontbreken van een afgeschuinde kant.



een juiste afschuining verzekert een eenvoudige montage welke geen moeilijkheden zal opleveren.



DRUCK ->

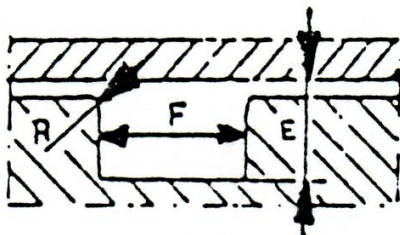


O-ringen zijn er in vele maten.
Ook kunnen O-ringen in lengtes gekocht worden.
Je snijdt de O-ring dan op de juiste lengte ($\pi \times d$) en lijmt de snijvlakken aan elkaar. Op deze manier kan je iedere O-ring op de juiste diameter maken!

9.1.3.5 Tabel voor groefafmetingen

Tabel voor groefafmetingen, zowel statisch als dynamisch.

Snoer ϕ	Groefafmetingen							Af- ronding groef- hoeken R
	Dynamisch gebruik			Statisch gebruik				
	Diepte E + 0,00 — 0,05	Breedte + 0,10 F — 0,00		Flensafdichting		Overige afdichtingen		
		Schui- vend F + 0,10 — 0,00	Draai- end F + 0,10 — 0,00	Diepte groef E + 0,00 — 0,05	Breedte groef F \pm 0,10	Diepte groef E + 0,00 — 0,05	Breedte groef F \pm 0,10	
1,0 en 1,02 1,2 1,2 en 1,27 1,3 1,42 1,50 en 1,52	0,81 1,00 1,04 1,10 1,16 1,24	1,57 1,80 1,85 1,90 2,08 2,16	1,20 1,40 1,45 1,50 1,60 1,70	0,68 0,82 0,85 0,88 0,96 1,02	1,57 1,80 1,85 1,90 2,08 2,16	0,73 0,88 0,92 0,95 1,03 1,10	1,30 1,60 1,70 1,80 2,00 2,20	0,2
1,60 en 1,63 1,78* 1,83 1,98 en 2,0 2,08 2,21 2,4 2,46 2,50 2,62* 2,75 2,95 en 3,0 3,15	1,30 1,45 1,50 1,60 1,70 1,80 2,10 2,15 2,20 2,30 2,45 2,65 2,85	2,20 2,40 2,45 2,70 2,75 3,00 3,25 3,30 3,40 3,60 3,70 4,05 4,25	2,10 2,30 2,35 2,50 2,50 2,55 2,70 2,75 2,80 2,90 3,10 3,35 3,50	1,10 1,20 1,20 1,50 1,60 1,70 1,90 1,95 2,00 2,10 2,20 2,40 2,50	2,20 2,40 2,45 2,70 2,75 3,00 3,25 3,30 3,40 3,60 3,70 4,05 4,25	1,15 1,30 1,30 1,55 1,65 1,75 2,00 2,00 2,05 2,20 2,30 2,50 2,60	2,20 2,30 2,40 2,40 2,50 2,70 2,90 3,00 3,10 3,20 3,40 3,70 3,90	0,5
3,5 en 3,53* 4,0 4,5 5,0 5,33* 5,5 5,7 6,0 6,3 en 6,35	3,10 3,55 4,00 4,40 4,80 4,95 5,15 5,40 5,55	4,80 5,50 6,20 6,80 7,20 7,50 7,80 8,20 8,60	3,90 4,35 4,90 5,50 5,80 6,30 6,35 6,70 7,00	2,80 3,30 3,70 4,10 4,40 4,55 4,70 4,95 5,20	4,80 5,50 6,20 6,80 7,20 7,50 7,80 8,20 8,60	2,90 3,50 3,90 4,30 4,60 4,70 4,80 5,20 5,30	4,30 4,60 5,20 5,70 6,10 6,30 6,50 6,90 7,10	1,0
7,0* 8,0 8,4 10,0 12,0	6,10 7,20 7,55 9,00 10,40	9,50 10,80 11,40 13,70 16,40	7,80 8,90 9,40 11,20 13,40	5,80 6,70 7,00 8,30 10,00	9,50 10,80 11,40 13,70 16,40	5,90 6,80 7,20 8,50 10,20	8,00 9,30 9,60 11,40 13,70	1,5



N.b.: Bij gebruik van PTFE O-ringen en bij vacuümafdichtingen gelden afwijkende groefafmetingen

9.2 Dynamische afdichtingen

Afdichtingen die ten opzichte van elkaar bewegen noemen we dynamische afdichtingen. Dit kunnen zijn:

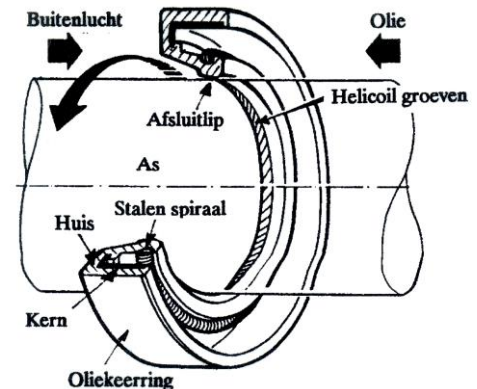
9.2.1 Oliekeerringen

Een oliekeerring is een voorbeeld van een dynamische afdichting. Dat wil zeggen dat één van de onderdelen waartussen de oliekeerring is gemonteerd, een draaiende beweging maakt. Bij een statische afdichting is dit niet het geval.

Een oliekeerring zorgt ervoor dat:

- geen olie langs de as naar buiten lekt;
- geen vuil langs de as naar binnen komt.

De afsluitlip van de oliekeerring is het belangrijkste onderdeel. Hij zorgt voor de afdichting en omsluiting van de as. Een stalen spiraal ondersteunt de afdichtende werking. Het huis van de oliekeerring is meestal gemaakt van synthetisch rubber. De kern in het huis is veelal een roestvaststalen ring.



9.2.2 Eisen afsluitlip oliekeerringen

Eisen die aan de afsluitlip van de oliekeerring moeten worden gesteld zijn:

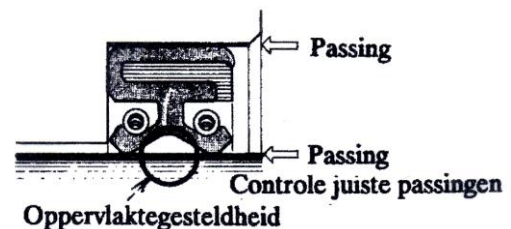
- elastisch. Hierdoor kan de as zich enigszins bewegen;
- slijtvast;
- temperatuurbestendig;
- bestand tegen olie en vet.



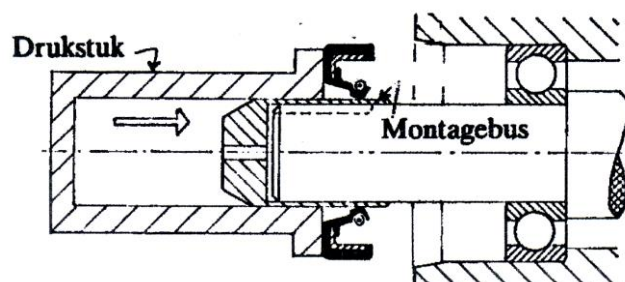
9.2.3 Eisen toepassingen oliekeerringen

Eisen die gesteld moeten worden bij toepassingen van oliekeerringen zijn:

- Het af te dichten materiaal moet de juiste oppervlaktegesteldheid hebben. De assen mogen bewerkt zijn met een ruwheid van Ra 0,8 - 3,2 en moeten een hardheid van tenminste HRC 45 bezitten.



- De af te dichten diameters moeten de juiste maattolerantie hebben, met bijvoorbeeld een kwaliteit volgens ISO passingstelsel van 8 voor gaten en 11 voor assen.
- De montage dient op de juiste manier te gebeuren.



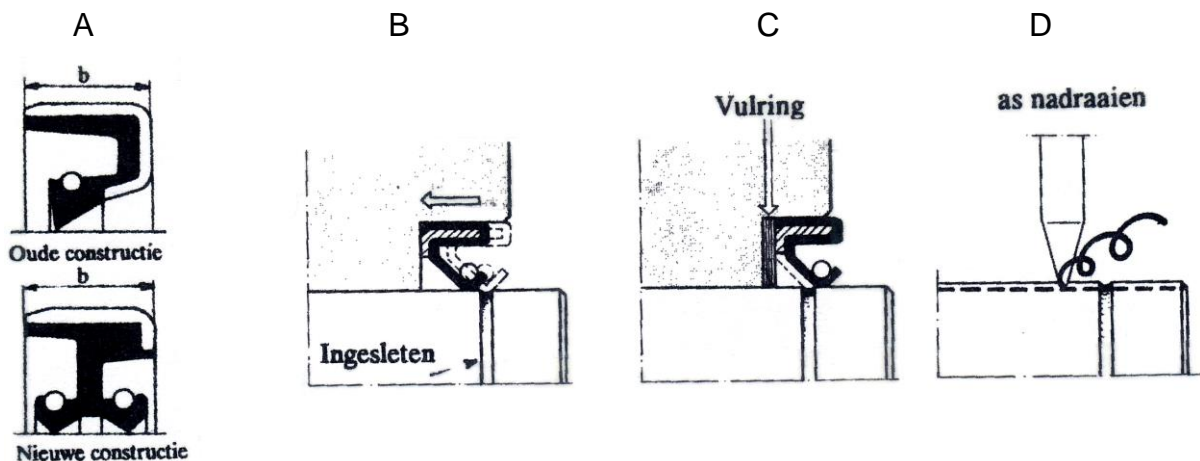
9.2.4 Toepassingen oliekeerringen

- afdichting van een krukas;
- pompen;
- tandwielkasten op de in- en uitgaande assen;
- produktiemachines, waar uitgaande assen gecombineerd met oliesmering aanwezig zijn.
- motoren;
- differentieelaandrijvingen van auto's.

9.2.5 Mogelijke problemen bij oliekeerringen

De meest voorkomende problemen ontstaan door slijtage van het afdichtingsvlak. Dit kan op verschillende manieren worden verholpen.

- toepassen van een ander type oliekeerring (A). Op deze wijze wordt het afdichtingsvlak als het ware verplaatst;
- verplaatsen van de oliekeerring (B);
- toepassen van een vulring (C);
- kleiner draaien of polijsten van de as (D).

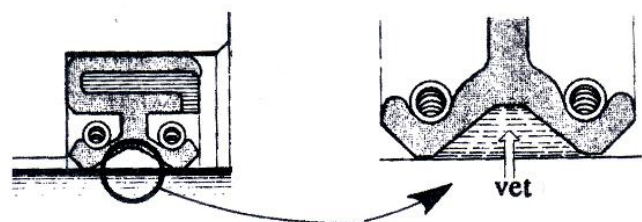


De laatste oplossing is alleen mogelijk als de as gemakkelijk kan worden gedemonteerd. Ook moet de diameter van de oliekeerring worden aangepast aan de diameter van de as.

9.2.6 Opmerkingen bij montage van oliekeerringen

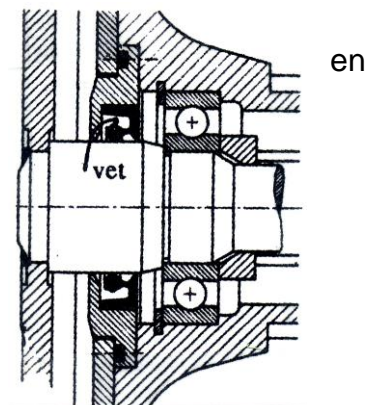
De oliekeerring mag nooit droog worden gemonteerd. De ring gaat dan piepen, wordt te heet en slijt zeer snel. Dompel de keerring voor montage in gesmolten stearine (kaarsvet), of olie de keerring licht in. Ook het insmeren van de afdichtingslip met een dun laagje Molycote geeft goede resultaten.

Bij oliekeerringen die dubbele afdichtingen hebben, dus twee afdichtingslippen of één afdichtingslip en een stoflip, wordt de tussenruimte altijd opgevuld met vet.



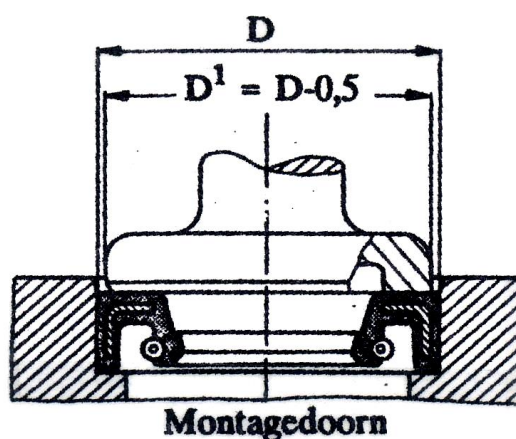
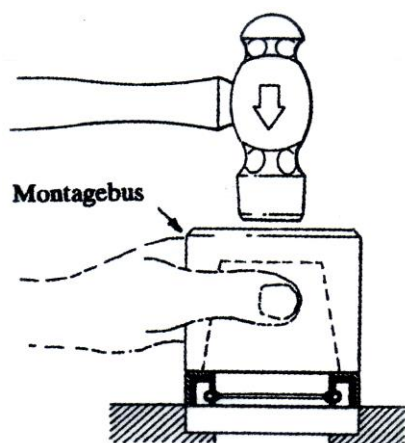


Hetzelfde geldt voor constructies waarbij de oliekeerring opgenomen is in een deksel. Hier moet de ruimte tussen deksel ring opgevuld worden met vet.

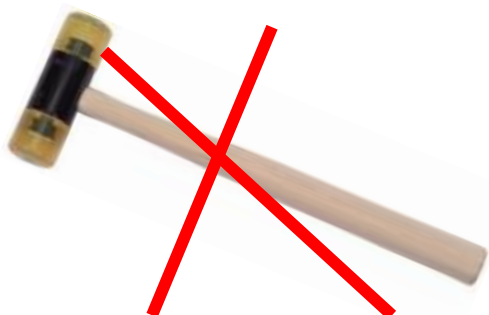


Gebruik voor (de)montage van een oliekeerring een (de)montagebus of (de)montagedoorn en kunststofhamer.

Een (de)montagebus of (de)montagedoorn moet het liefst altijd van een zachter materiaal zijn gemaakt dan het huis van de oliekeerring, meestal aluminium of kunststof dus.



SLA NOOIT MET EEN (KUNSTSTOF)HAMER RECHTSTREEKS OP DE OLIEKEERRING.
GEBRUIK NOOIT EEN SCHROEVENDRAAIER OM EEN NOG TE GEBRUIKEN OLIEKEERRING TE VERWIJDEREN.



9.2.7 Voorbeeld oliekeerring



Oliekeerring GR/GRST is een ERIKS standaard oliekeerring in origineel Dupont Viton® materiaal, waarbij de metalen inlage compleet door het Viton® materiaal is afgedekt.
De GRST-uitvoering verhindert dat stof, vuil, zand en vocht bij de afdichtingslip kunnen komen.

Materiaal

Afdichting : Viton® 80 Shore A
Kleur : zwart
Metalen ring : ongelegeerd koolstofstaal DIN 1624
Veer : RVS 304



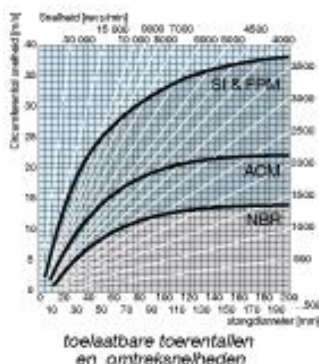
type GR



type GRST

Bedrijfsomstandigheden

Medium : minerale en synthetische oliën, aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen, brandstoffen en hete oliën.
T : - 30 °C tot +180 °C
v : zie diagram: omtreksnelheid
p : max. 0,02 Mpa / 0,2 bar



Installatievoorwaarden

Astolerantie : ISO h11
Hardheid : 45 - 60 HRC
Opp.bewerking : geslepen, dus drall vrij, zie tabel 1: Oppervlakteruwheden
Groeftolerantie : ISO H8

Montage

Een zorgvuldige montage volgens DIN 3760 is een voorwaarde om de oliekeerring optimaal te laten functioneren.

Afmetingen voor as Ø d1

Oliekeerring : 6 - 400 mm
GR
Oliekeerring : 8 - 220 mm
GRST

Voor uitwendige diameters zie onze online-catalogus op www.eriks.nl.

Tabel 1: oppervlakteruwheden

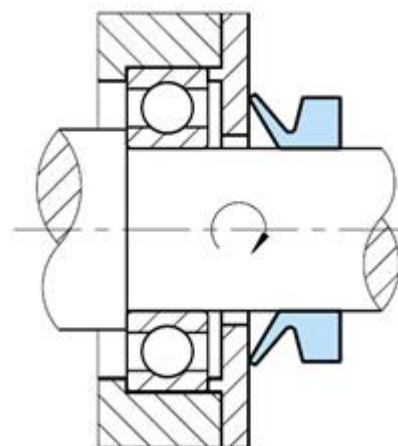
Oppervlakteruwheid	Ra in μm	Rz in μm	Rmax in μm
As	0,2 - 0,6	1,0 - 5,0	< 6,3 μm
Groefbodem		10,0 - 25,0	

9.3 V-ring

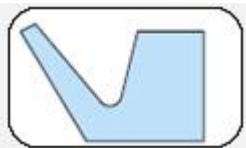
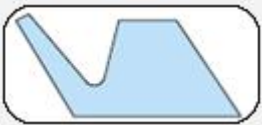
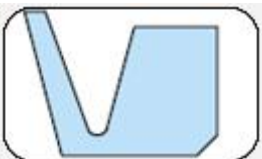

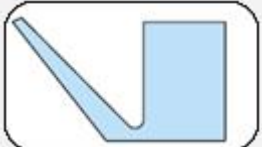
De V-ring is ideaal om roterende assen te beschermen tegen stof, vuil en water. Een V-ring dicht af zowel tegen de hierboven genoemde media als tegen het uittredende vet.

V-ringen zijn geheel gemaakt van rubber en zijn meestal zonder een weefsel- of metaal-versteving uitgevoerd. Door zijn uitzetbaarheid en elasticiteit is eenvoudig toe te passen zonder hoge kosten te maken.

V-ringen kunnen voor zowel voor statische afdichtingen als dynamische afdichtingen gebruikt worden (eventueel afhankelijk van materiaal).



als

	Bauform	Abmessungen	mit axialer Rückhaltung	technische Daten	
				max. m/s	Druck max. Mpa
	V-Ring Bauform A	von 3 bis 2000	X	10	drucklos
	V-Ring Bauform S	von 5 bis 199	X	10	drucklos
	V-Ring Bauform L	von 140 bis 450	X	10	drucklos
	V-Ring Bauform LX	von 150 bis 2000	X	10	drucklos
	V-Ring Bauform AX	von 200 bis 2000	X	10	drucklos

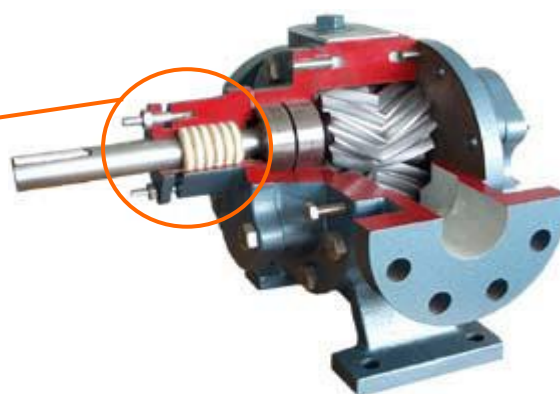
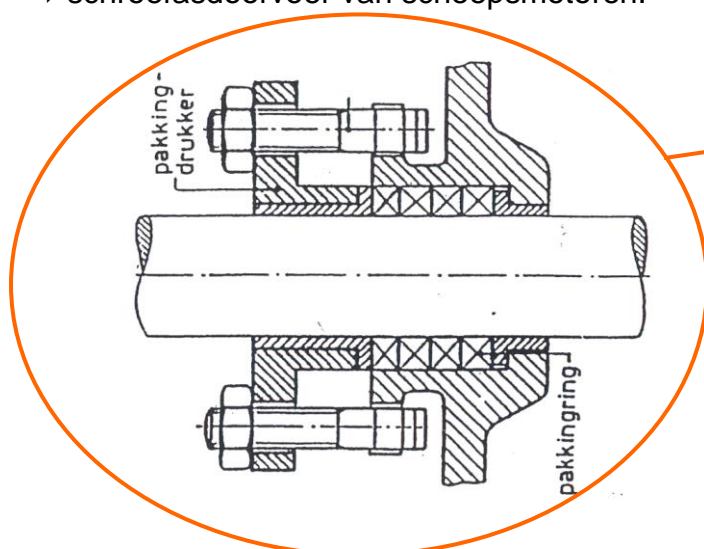
9.4 De stopbusafdichting

De taak van deze afdichting is tweeledig:

- ▶ afdichten tegen vloeistofverlies (hoofdtak);
- ▶ smering van de bewegend as.

Voorbeelden van toepassing:

- ▶ asdoorvoer van centrifugaal- en plunjerpompen;
- ▶ asdoorvoer van afsluiters;
- ▶ schroefasdoorvoer van scheepsmotoren.



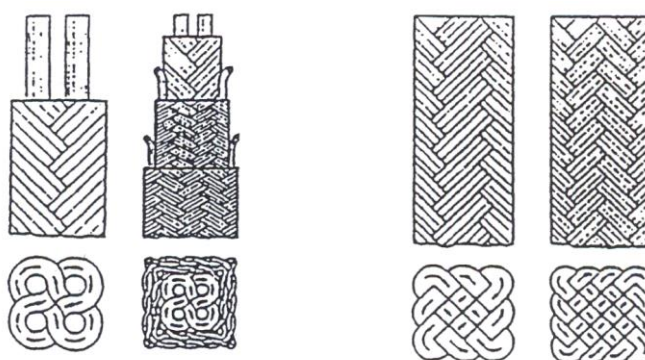
Stopbuspakking

9.4.1 Materialen stopbuspakking

Afhankelijk van de toepassing worden voor een stopbuspakking verschillende materialen gebruikt:

- ▶ bij temperaturen lager dan 100° C en lage snelheden worden **weke pakkingringen** gebruikt van rubber, teflon, canvas, jute, katoen en hennep;
- ▶ bij temperaturen hoger dan 100° C worden **harde pakkingringen** gebruikt van (asbest), grafiet, kool, aluminium, koper, lood of witmetaal.

Bij gebruik van **weke pakkingringen** is niet alleen de keuze van het materiaal, maar ook de vlechtwijze van het koord waar de ring uit vervaardigd is, van belang. De vlechtwijze bepaalt namelijk in hoge mate de buigzaamheid, slijtvastheid en elasticiteit. Het koord moet een grote buigzaamheid hebben om zich om de as te sluiten, daarnaast moet het materiaal een min of meer constante elasticiteit hebben om een hoge standtijd (levensduur) te garanderen.

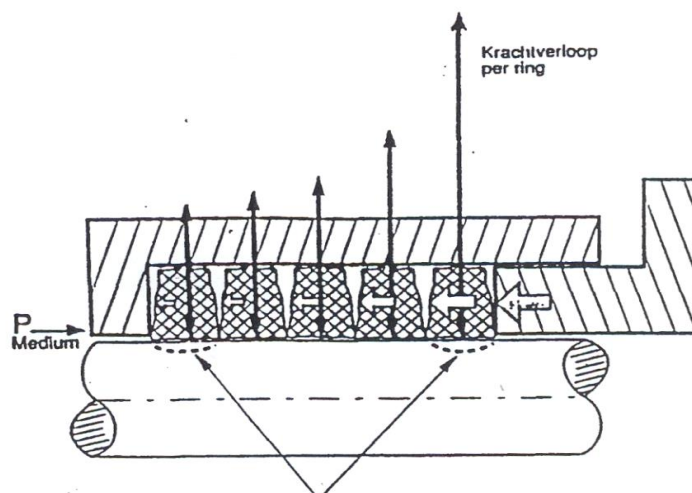


Verschillende vlechtmethoden

Week pakkingmateriaal is verkrijgbaar als:

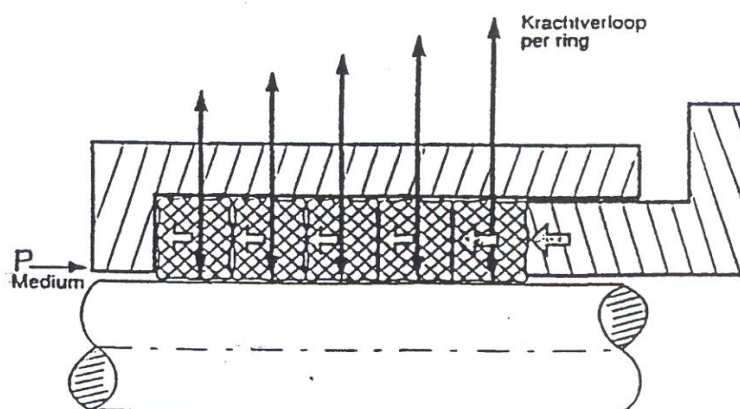
- ▶ een recht stuk koord dat we om de as buigen;
- ▶ op maat geperste ringen.

Wanneer een rechthoekig koord om een as wordt gewonden, gaat de rechthoekige vorm verloren en ontstaat een trapeziumvorm. Om de gewenste rechthoekige vorm terug te krijgen moet door de pakkingdrukker (gland) een grote kracht worden uitgeoefend. Ondanks deze grote kracht zullen de diepst gelegen ringen vaak onvoldoende afdichten.



Pakking van recht koord, veel kans op asbeschadiging

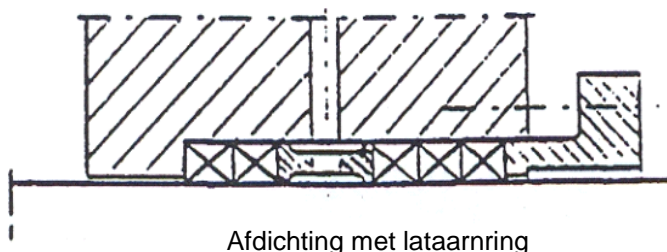
Bij op maat geperste ringen is het negatieve effect van trapeziumvorming niet aan de orde. Er zal zodoende een betere afdichting bij lagere kracht gerealiseerd worden. Tevens zal er minder kans op beschadiging zijn omdat de krachten per ring veel gelijkmatiger zijn.



Pakking met voorgeperste ringen

Na montage moet men erop letten dat tijdens het "inlopen" de wrijving niet te hoog is. Bij te hoge wrijving zal de temperatuur zo hoog oplopen dat de pakking verbrandt en deze niet goed functioneert. Om dat te voorkomen moeten we de as koelen en smeren. Dit gebeurt meestal door het lekkende medium (er is altijd een kleine oliekkage).

Om wrijving tussen as en pakking zo laag mogelijk te houden, wordt ook wel gebruik gemaakt van een lantaarnring. De lantaarnring wordt zodanig tussen de pakkingringen gemonteerd dat door een kanaal naar behoefte een smeer- of koelmiddel kan worden toegevoerd.



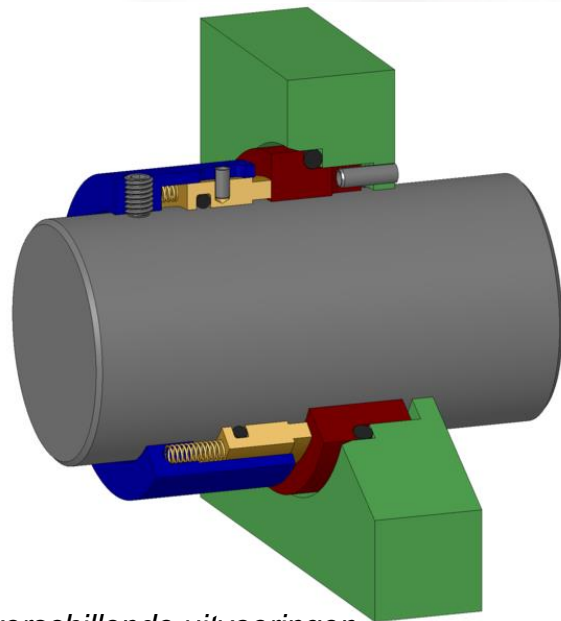
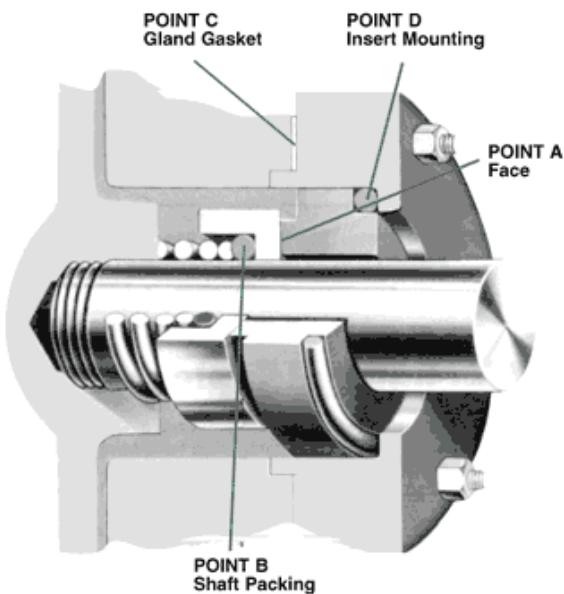
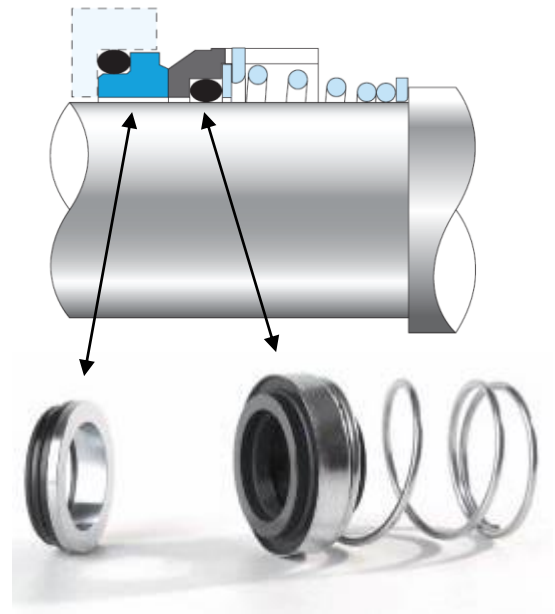
Afdichting met lantaarnring

9.5 Mechanical seal

Omdat we lekkage bij stopbuspakkingen toch in veel gevallen als een bezwaar ervaren (denk aan gevaarlijke stoffen die bezwaarlijk zijn voor de omgeving), gebruiken we tegenwoordig meer mechanical seals. Andere benamingen hiervoor zijn: mechanische afdichtingen of glijringafdichtingen.

In principe bestaat een mechanical seal uit twee op elkaar lopende ringen van metaal, kunststof of keramiek.

Één ring draait met de as mee en deze ring drukken we met enige kracht tegen de andere stilstaande ring. De loopoppervlakken zijn zodanig fijn bewerkt dat geen zichtbare lekkage tussen de loopvlakken mogelijk is.



Mechanische afdichtingen zijn er in heel veel verschillende uitvoeringen

9.6 Manchetten

Manchetten worden vaak in pneumatische cilinders gebruikt. Ze zijn uitermate geschikt om bij schuivende bewegingen voor een goede afdichting te zorgen.



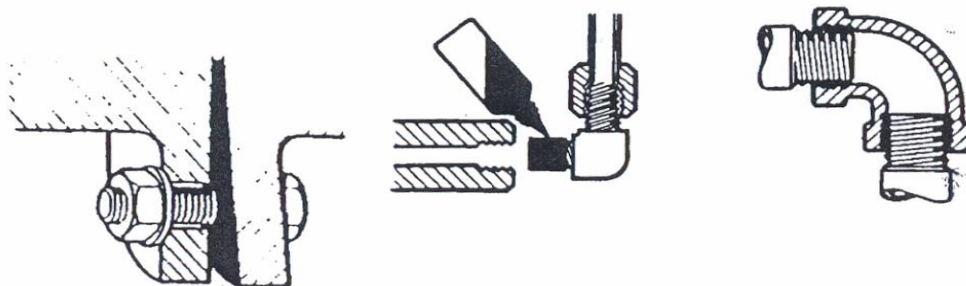
9.7 Vloeibaar pakkingmateriaal

Leveranciers van vloeibare afdichtingsmaterialen zoals Loctite, Viba en Henkel bieden tegenwoordig een breed programma aan producten. Het aanbod omvat de toepassingsgebieden borgen, lijmen en afdichten. Hoewel producten voor borgen en lijmen tevens een afdichtende werking hebben, is dit niet hun hoofdtaak. Voor het afdichten zijn vloeibare pakkingen ontwikkeld met uiteraard weer hun specifieke toepassingen. Om een totaal beeld te krijgen wordt verwezen naar de technische informatie en met name naar keuzetabellen zoals die bij leveranciers verkrijgbaar zijn. Hier wordt beknopt aandacht besteed aan een aantal wetenswaardigheden met betrekking tot afdichtingsproducten.



Werking

Vloeibare pakking is een materiaal op basis van een vloeibare, anaërobe hars. De werking ervan is gebaseerd op het feit dat de hars verhardt bij kamertemperatuur bij contact met metaal en uitsluiting van zuurstof. De hars vloeit in alle oppervlakte-onnauwkeurigheden van op of in elkaar passende onderdelen, en hardt na montage uit tot een taaiharde film, die zich dus in de oppervlakteruwheid verankert. Door de volledige aansluiting ontstaat een zogenoemd 100% contact tussen de af te dichten delen. De verbinding is stoot- en trilbestendig, volledig afgedicht en tegen corrosie beschermd.



Toepassingen

- afdichten van vlakke verbindingen
- afdichten van pijpdraadverbindingen



9.7.1 Uithardingstijd

In het algemeen kan gezegd worden dat de tijdsduur voor handvastе uitharding tussen de 5 en 50 minuten bedraagt. Uitharding totaal neemt 3 tot 72 uur in beslag. Deze uithardingstijd is afhankelijk van de af te dichten materialen, verontreiniging, speling en temperatuur.

Materiaal

Op koper en legeringen daarvan verloopt de uitharding erg snel, op ijzer en staal iets minder snel en op roestvast staal en aluminium traag. De invloed van kunststof op de uithardingsnelheid wordt als passief ervaren. Gelet op de snelheid van uitharding spreekt men daarom van actieve en passieve materialen, zie tabel.

Actieve materialen

Messing
Brons
Koper
Ijzer

Passieve materialen

Aluminium
Nikkel
Zink
Tin
Zilver
Goud
Oxyde laag
Gechromateerd
Geanodiseerd
Kunststof
Keramiek

Verontreinigingen

Verontreinigingen zoals vetten, oliën, oxyden, verfresten en stof hebben een negatief effect op de uithardingstijd en uiteraard ook op het uiteindelijk resultaat. Oppervlakken dienen dus vrij te zijn van verontreinigingen.

Speling

Tussen de montagevlakken kan door constructie of slijtage speling aanwezig zijn. Om de speling op te heffen moet de spleet opgevuld worden. Dit is de reden dat producten verschillende viscositeiten hebben. Afhankelijk van het product mag de speling tot maximaal 1 mm bedragen. Algemeen geldt dat de meest gunstige "lijmspleet" tussen 0.03-0.05 mm ligt. Een grotere spleetbreedte verlengt de uithardingstijd.

Temperatuur

Wanneer bij montage de temperatuur van de te monteren delen of omgeving beneden 5°C ligt, vindt geen uitharding meer plaats. De maximale uithardingstemperatuur is 120°C. Bij montage van perspassingen dient erop gelet te worden dat ontstane wrijvingen deze temperatuur niet overschrijden, omdat anders voortijdige uitharding optreedt.

9.8 Lijmen

Bron: http://www.loctite.com/int_henkel/loctite_nl/binarydata/pdf/teroson_industrie.pdf

Een lijmverbinding is een proces waarbij twee gelijksoortige of ongelijksoortige materialen stevig en permanent worden geassembleerd met behulp van een lijm.

Lijmen bouwen „bruggen“ tussen de oppervlakken van de materialen die verbonden worden.



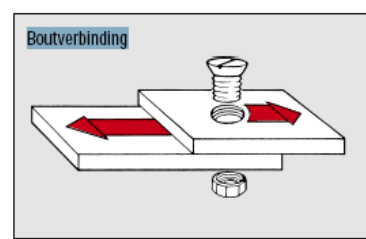
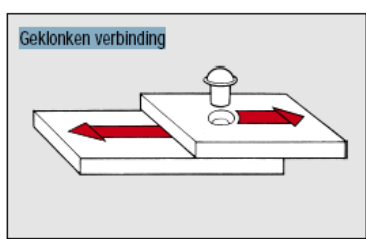
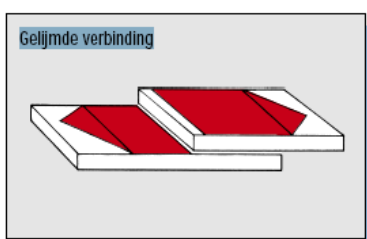
Om optimale lijmresultaten te bereiken, moet aan volgende vereisten worden voldaan:

1. Lijm moet compatibel zijn met de te lijmen materialen.
2. Lijm moet beantwoorden aan de specifieke vereisten.
3. Correcte verwerking van de lijm.

9.8.1 Voordelen van een lijmverbinding

Voordelen van een lijmverbinding t.o.v. traditionele bevestigingsmiddelen zijn:

1. Meer gelijkmatige spanningsverdeling over het gehele lijmoppervlak:
Dit heeft een zeer positief effect op de statische en dynamische sterkte die bereikt wordt. Terwijl lassen en klinken leiden tot gelocaliseerde spanningspieken, bereikt een lijmverbinding een gelijkmatige verdeling en absorptie van de spanning.

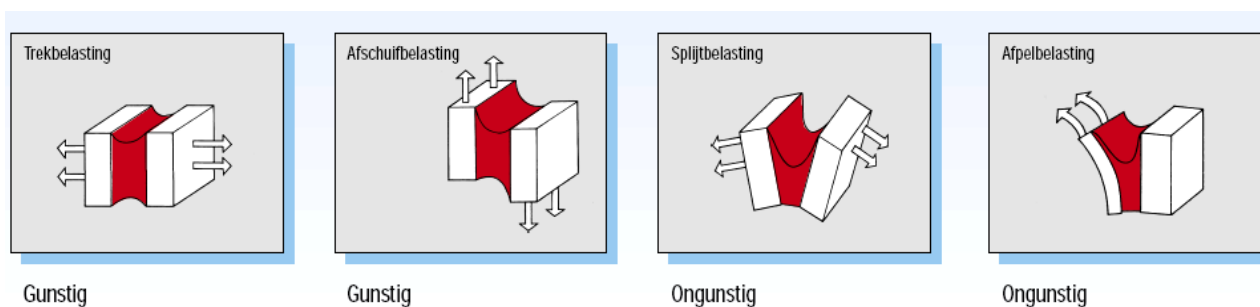


2. Geen verandering aan het oppervlak en de structuur van de verbonden materialen:
Lastemperaturen kunnen de structuur en daardoor de mechanische eigenschappen van materialen veranderen. Bovendien beïnvloeden lassen, klinken en bouten het visuele aspect van de onderdelen.
3. Gewichtbesparing:
Lijmen zijn bijzonder in trek voor lichtgewicht constructies, waarbij dunwandige onderdelen (wanddikte < 0,5 mm) moeten verbonden worden.
4. Afgedichte verbindingen:
Lijmen werken eveneens als afdichting, waardoor druk- of vloeistofverlies wordt voorkomen, de doorsijpeling van condenswater wordt geblokkeerd en de verbinding wordt beschermd tegen corrosie.

5. Het verbinden van ongelijksoortige materialen en het reduceren van het risico op corrosie:
Wanneer verschillende soorten metalen worden verbonden, vormt de lijm een isolerende film ter voorkoming van electrolytische corrosie. Werkt eveneens als elektrische en thermische isolator.

9.8.2 Speciale ontwerpkenmerken van gelijmde constructies

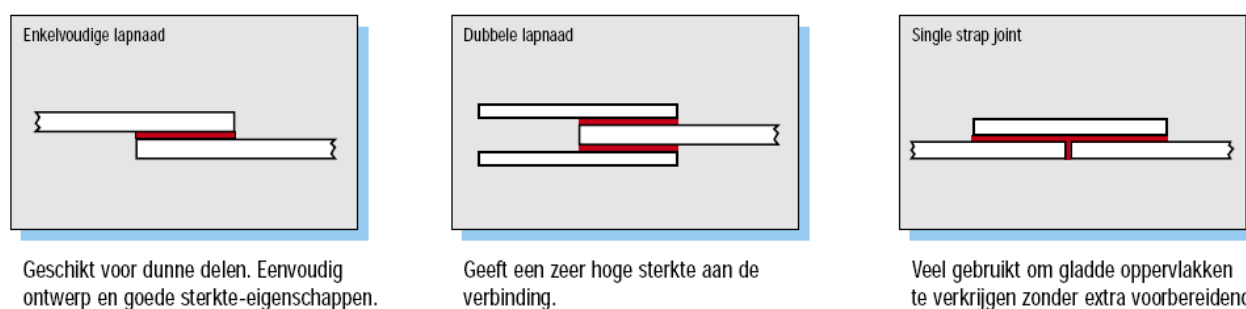
Onder invloed van spanning gedragen lijmverbindingen zich anders dan gelaste of geklonken verbindingen. Specifieke vereisten waarmee moet rekening gehouden worden:

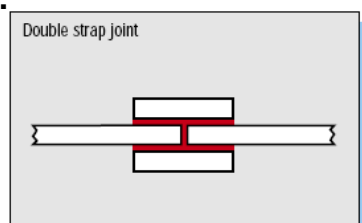


De volgende voornaamste punten dienen in acht genomen te worden bij het ontwerp van lijmverbindingen:

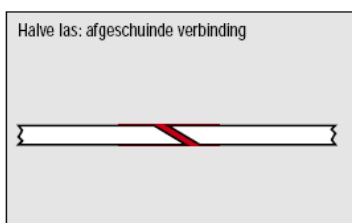
1. De oppervlakken die moeten verbonden worden moeten zo groot mogelijk zijn voor een maximale belastingsoverdracht.
2. Krachten die op de verbinding inwerken moeten verdeeld worden over de volledige lijmnaad.

Ontwerpen van verbindingen geschikt voor een lijmverbinding:

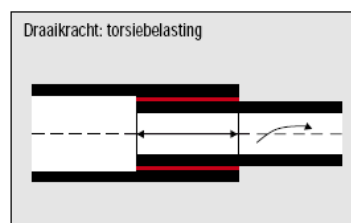




Geeft een hogere sterkte dan de single strap joint, maar is moeilijker. Zelden gebruikt omdat geen van de zichtbare oppervlakken vlak zijn.

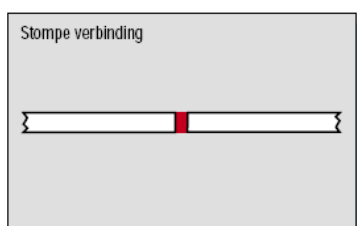


Levert een uitstekende sterkte, maar is zeer moeilijk te realiseren en alleen uitvoerbaar met dikkere substraten.

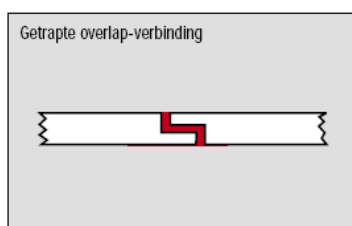


Dunwandige leiding-lap of strap joints onderhevig aan torsie kunnen dezelfde sterkte bereiken als de betrokken materialen.

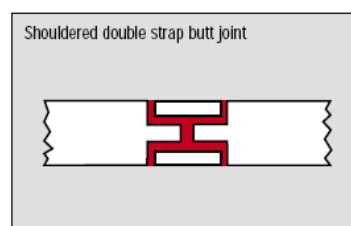
Volgende design types zijn ongeschikt voor een lijmverbinding:



Ongunstig vanwege de lage sterkte.



Ongunstig vanwege de kosten.



Ongunstig vanwege de kosten.



Lijmen zijn er in vele merken en soorten.

Keuze is afhankelijk van de toepassingen.

Raadpleeg de fabriekstabellen



9.9 Vast pakkingmateriaal

In de tabel wordt een aantal niet-metallieke materialen vermeld met hun eigenschappen en toepassingen.

Afdichtings- materiaal	handelsvorm	bestand tegen	max. drukken	max. bedrijfs- temperatuur	toepassingen
			N/mm ²	°C	
Hennep	Vezels	Water en pekkel	1	90	Afdichting van schroefdraad (water en gasleidingen).
	Ringen	Water en pekkel	1		Verpakken van bouten
	Gevel koord	Water, pekkel en olie			Hydraulische werktuigen.
	Gegrafiteerd koord	Idem			Pekelpompen en schroefaskokers.
	Koord geïmpregneerd met tegen olie en bestand vet	Olie, benzine e.d.	2		Waterpompen.
Vlas	Gevet koord	Water (ook vuil),	3 ... 4	90	Hogedrukafsluiters, pompen
		zeewater en pekkel			(lage toerentallen), persen e.d. Zeer geschikt voor assen van corrosievast staal
Leer	Manchetten	Water		50	Hydraulische persen, plunjerpompen e.d.
Rubber	Plaat met katoenweefsel (natuur-rubber)	Water (koud en warm)	1	70	Flenspakking voor verschillende
		Zwakke zuren, Chloor.			Installaties (flenzen, kranen, afsluiters en leidingen e.d.)
	Plaat met katoenweefsel (synthetisch rubber)	Verschillende bijtende vloeistoffen en gassen. Olie en benzine.	1.5	110	Installaties voor olie en benzine (olietanks, afsluiters, pompen e.d.) bijtende vloeistoffen.
	Ringen (synthetisch rubber) (O-ringen) (V-ringen)	Verschillende bijtende vloeistoffen en gassen. Olie en benzine.	3 ... 5	110	Flenzen, deksels, draaiende assen, heen en weer gaande assen, plunjers, ontlastkleppen, afsluiters, hydraulische en pneumatische werktuigen. Cilinders e.d.
	Simmerringen		0.05 ... 1	150	Stofafdichting van kogellagers. Afdichting van draaiende assen bijv. krukassen van kleine tweeslagbenzinemotoren.



10 VLOEISTOF MANAGEMENT

Het bedrijfszeker functioneren van veel mechanisch bewegende delen is niet mogelijk zonder het toepassen van smeermiddelen. Door het aanbrengen van een smeerfilm tussen de langs en over elkaar bewegende metaalvlakken voorkomt men:

1. contact van metaal op metaal
2. een te grote wrijvingsweerstand
3. een te grote wrijvingswarmte
4. een te groot verlies aan vermogen



Een belangrijke functie van het smeermiddel is het overdragen van de ontstane bedrijfswarmte. Het beste is dat merkbaar bij smering van machinedelen met betrekking van oliecirculatie.

Bij de smeermiddelen die we toepassen, onderscheiden we:

1. minerale oliën en vetten.
2. synthetische oliën en vetten.

Minerale oliën zijn gemaakt uit een minerale basisolie met additieven. Additieven zijn olieverbeteraars, een soort doping voor olie. Synthetische olie is de meest geraffineerde kwaliteit die de hoogste belasting en temperaturen aankan.



← Minerale olie

Synthetische olie →

In verband met het verschil in karakter van de verschillende smeermiddelen, moet men de bedrijfsomstandigheden van de machineonderdelen goed kennen om tot een verantwoorde keuze te komen.

Om de kosten van het oliegebruik te beheersen, wordt de laatste jaren veel meer aandacht besteed aan het inzetten van de juiste vloeistof (olie) op de juiste plaats in de machine of installatie.

Tevens is er een toenemende zorg voor de kwaliteit van de olie tijdens het gebruik.

Om de toegepaste olie zo lang en effectief mogelijk te kunnen gebruiken, moet men ervoor zorgen dat:

1. de juiste oliesoort gebruikt wordt in relatie met de toepassing
2. de olie onder goede bedrijfscondities wordt belast
3. de olie steeds zo schoon mogelijk zijn werk kan doen
4. de olie bij het bereiken van de standtijd wordt afgevoerd en het systeem grondig wordt gespoeld (standtijd is de tijd dat de olie goed zijn werk kan doen).
5. de verse olie op een verantwoorde, schone manier in het systeem wordt gebracht.

10.1 Levensduur en verwerking

Levensduur (standtijd)

De technische levensduur van een olie, ook wel standtijd genoemd, zal afnemen naarmate de olie warmer, vuiler of vochtiger wordt. Vroeger werd op een beetje olie meer of minder niet gekeken. De aanschaffkosten waren relatief laag en de verwerking van de afgewerkte olie was nauwelijks een probleem. De machines van nu zijn vaak op uitersten geconstrueerd en er worden tevens zeer hoge specifieke eisen aan gesteld. Ook neemt de vraag toe naar een zuiniger oliegebruik, gekoppeld aan strenge milieueisen.



Verwerking

Het is tegenwoordig een kostbare bezigheid om olie te vervangen en op verantwoorde wijze te laten vernietigen. Het streven is dan ook olie langer te gebruiken, waardoor op meerdere punten besparingen worden bereikt. Er ontstaan bijvoorbeeld problemen wanneer olie met water in aanraking komt, doordat een afsluitdop niet goed op een systeem is gedraaid, of door een lekke pakking.

Dit heeft een rampzalig effect op de olie en op de installatie die door de olie wordt gesmeerd.

Vroeger liet men de olie ophalen tegen een vergoeding per liter. Tegenwoordig zijn de milieueisen zo streng, dat er een olieboekhouding bijgehouden moet worden. Er moet dan ook fors worden betaald om de olie verantwoord afgevoerd en verwerkt te krijgen. Het zal dan ook duidelijk zijn dat men zich veel moeite getroost om de olie onder optimale condities zo lang mogelijk te laten werken. Bovendien moet men er alles aan doen om de levensduur van de olie te vergroten, zonder dat de eigenschappen van de olie onder de norm komen.

Aftappen

Bij het aftappen van de olie voor vervanging of bemonstering moet onder meer op het volgende worden gelet:

1. een schone werkomgeving
2. schoon werken, met het juiste gereedschap
3. een juist gebruik van slangen en lekbakken
4. goede opslag, die aan wettelijke eisen voldoet.

Dan komen de problemen:

Wat wil je van de afgetapte olie weten, hoe verzamel je de gegevens en welke waarde hebben de uitkomsten van deze onderzoeken? Hoe vaak moet er worden gemeten?

Voor onderhoudsdoeleinden kan de uitkomst van een olieonderzoek van groot belang zijn. Immers, het aantal en de grootte van de gevonden deeltjes in de olie zegt iets over de conditie van de machine of installatie.

Maar ook de conditie van de olie zelf, vergeleken met de conditie toen deze nog ongebruikt was, is van groot belang.

Er zijn verschillende onderzoeken op olie mogelijk; zoals:

1. analyse van de olie op reinheid
2. analyse van de functionaliteit van de basisolie
3. analyse van de in de olie aanwezige slijtagedeeltjes
4. bepaling van het watergehalte van de olie.

Dan is er het probleem om de uitkomsten van de analyses goed te interpreteren, zodat er geen verkeerde conclusies worden getrokken.

Hierdoor zouden namelijk verkeerde acties kunnen worden ondernomen, zoals:

1. te vroege of te late vloeistofwisselingen
2. onnodige onderhoudsacties.

10.2 Proces- en systeemvloeistoffen

Er wordt binnen de onderhoudstechnologie steeds vaker gesproken over het management van industriële vloeistoffen.

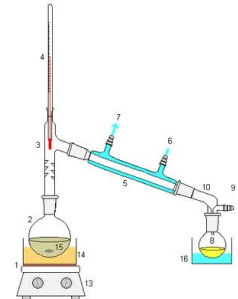
Dit zgn. **vloeistofmanagement** is het beheer van alle in een bedrijf gebruikte industriële vloeistoffen, die nodig zijn om de juiste werking van de technische installaties te waarborgen.

Procesvloeistoffen

Een procesvloeistof is zelf een eindproduct of is een vloeistof die in een eindproduct wordt verwerkt.

Voorbeelden zijn: melk in een melkfabriek, water in een bierbrouwerij, benzine in een olieraaffinaderij zijn procesvloeistoffen.

Een procesvloeistof wordt bijvoorbeeld gemaakt met een distillatiekolom →

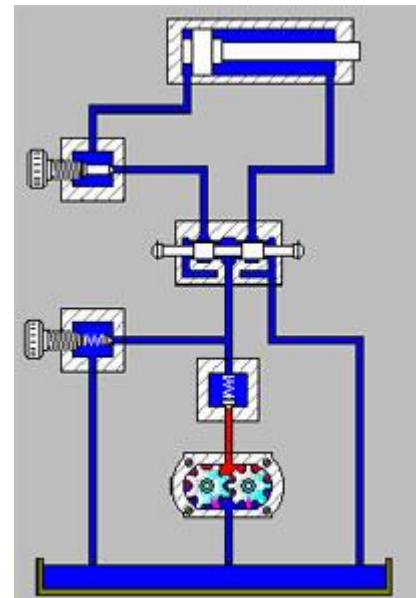


Systeemvloeistoffen

In een systeem, een machine of installatie worden vloeistoffen gebruikt voor smering, voortstuwing en koeling. Systeemvloeistoffen kunnen worden onderscheiden in brandstoffen en hydraulische oliën.



Hydraulische olie is een systeemvloeistof, deze wordt o.a. gebruikt voor de bewegingen, bijvoorbeeld bij een loader. ↔



10.3 Voorbeelden systeemvloeistoffen

Smeerolie

Het woord zegt het al: er moet worden gesmeerd. Met andere woorden, tussen twee bewegende delen moet een oliefilm komen om de wrijving tussen de delen te verminderen. Dat deze smeerolie onder vaak zeer moeilijke omstandigheden haar werk moet doen, zal duidelijk zijn. Het gebruik van smeerolie in verbrandingsmotoren is een voorbeeld dat het meest aanspreekt. Denk aan de veranderende belasting, wisselende temperatuur en de grote kans op vervuiling.

Brandstoffen

Brandstoffen zijn vloeistoffen die nodig zijn voor de voortstuwing van o.a. schepen, vliegtuigen, auto's, aandrijfmotoren voor machines en installaties.



Hydraulische oliën

Deze olie wordt ingezet om energieoverdracht mogelijk te maken.

Denk bijv. aan een hydraulische kraan. Een motor zorgt voor de aandrijving van een oliepomp. Deze oliepomp brengt via een leidingstelsel, de olie onder grote druk naar een cilinder. De zuiger in de cilinder zet de oliedruk om in een beweging, die past in een proces.

Er komen nu andere processen op gang. Je kunt hierbij denken aan: olie onder druk zetten en ontlasten, het oplopen van de temperatuur en het veranderen van de eigenschappen van de olie.

Enkele belangrijke eisen aan hydraulische olie zijn:

1. de olie moet dun-vloeibaar zijn, dus weinig stromingsweerstand ondervinden
2. de olie moet hoge drukken kunnen verdragen. Denk aan honderden bar
3. de olie mag niet kunnen bevriezen
4. de olie mag niet schuimen of luchtbelletjes vormen.

Hydraulische olie bevat altijd speciale toevoegingen ofwel "dopes" die de olie geschikt maken voor haar taak.

Deze toevoegingen zijn o.a.:

1. een anti-schuimmiddel
2. een anti-slijtagemiddel
3. een anti-corrosiemiddel
4. een anti-oxidatiemiddel.

Samenvattend: smeerolie is noodzakelijk om delen met weinig wrijving ten opzichte van elkaar, te laten bewegen. Systeemolie daarin tegen wordt toegepast voor aandrijving van en krachtomzetting in machines.

10.4 Slijtageprocessen

Slijtage is een normaal voorkomend verschijnsel. Als een overmatige slijtage optreedt en deze tijdig wordt gesignaleerd, kunnen in een vroeg stadium maatregelen worden genomen om een ramp te voorkomen.

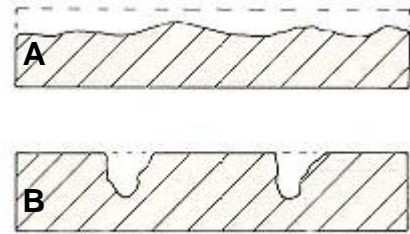
Om de werking van olie in machines en installaties te begrijpen, moet je eerst weten welke soorten slijtageprocessen er zich bij machines of installaties kunnen voordoen.

In de deeltjesgrootte en deeltjesvorm is veel variatie. Een en ander is afhankelijk van de aard van het slijtageproces. Hieronder zie je een tabel waar de slijtageprocessen zijn genoemd met de bijbehorende grootte van de deeltjes die hierbij vrijkomen en weer verantwoordelijk zijn voor voortgaande vervuiling en slijtage.

Soort slijtage	Deeltjesgrootte
Corrosieve slijtage (opgelost)	<1 μm
Adhesieve slijtage	circa 0-5 μm
Abrasieve slijtage	circa 5-100 μm
Vermoeiings-slijtage	circa 20- 1000 μm

Corrosieve slijtage: (deeltjes < 1 µm)

Onder corrosieve slijtage verstaat men het afnemen van basismateriaal van het bewegende onderdeel. Corrosieve slijtage komt ook voor als chemicaliën het bewegende onderdeel aantasten en er dan deeltjes loskomen. Dit verschijnsel kenmerkt zich door putcorrosie. Hierdoor kunnen er scheurtjes in het basismateriaal ontstaan (spanningscorrosie). Door de geringe grootte van de deeltjes leveren zij geen direct gevaar op voor bijv. een lager. De deeltjes kunnen ongehinderd door de vloeistof worden meegevoerd. Toch moet men opletten. Als de deeltjes niet worden onderschept door het filter, gaan ze als katalysator werken in het verouderingsproces van de olie.

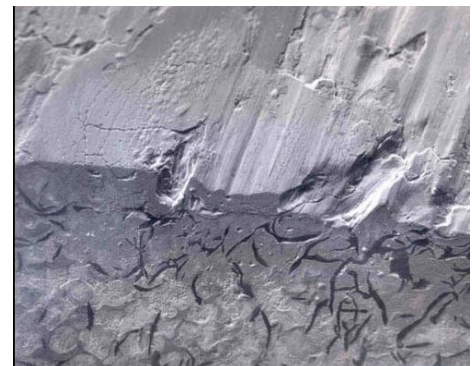
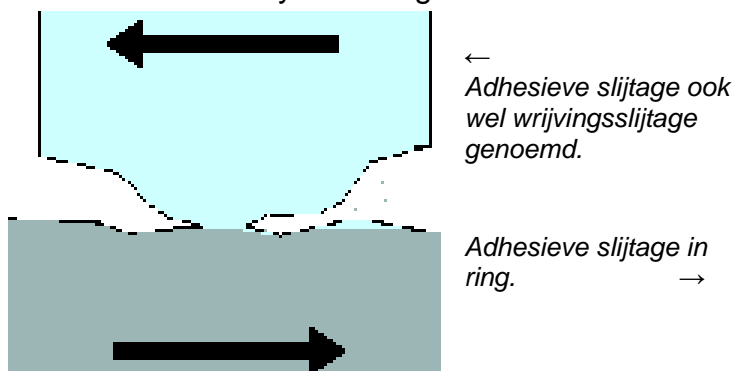


A = oppervlaktecorrosie
B = putcorrosie

Corrosieve slijtage kan zijn: gelijkmatig over het hele oppervlakte, het zogenaamde **oppervlaktecorrosie**, of plaatselijk, het zogenaamde **putcorrosie**.

Adhesieve slijtage (deeltjes van 0 µm tot 5 µm)

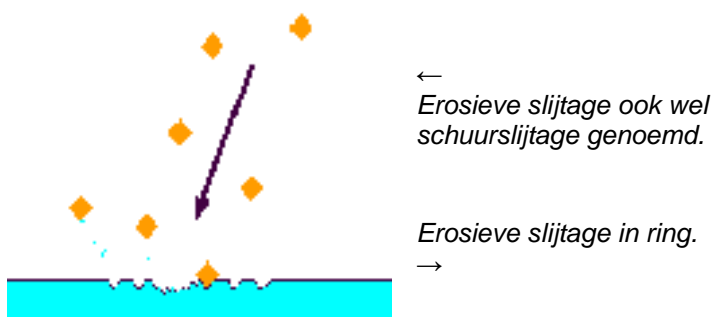
Adhesieve slijtage treedt op wanneer tussen bewegende delen materiaal deeltjes worden losgetrokken. Er is hierbij sprake van een koudlaseffect. De toppen van de bewegende oppervlakken lassen kortstondig aan elkaar vast. Door de voortgaande beweging scheuren ze weer los, waarbij losse materiaal deeltjes vrijkomen. Deze worden door de vloeistofstroom het systeem ingevoerd.



Erosieve slijtage (deeltjes van 5 µm tot 100 µm)

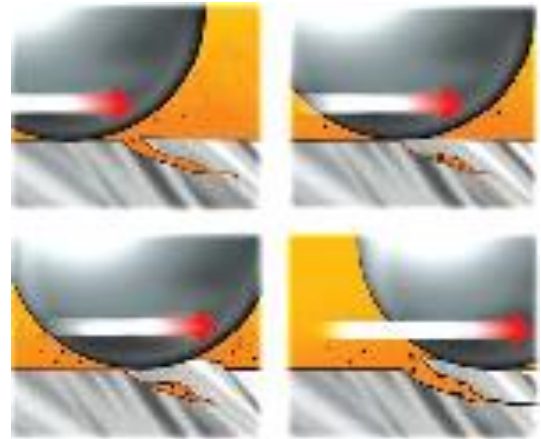
Dit is een soort slijtage die wordt veroorzaakt door een heftige richtingsverandering van snelstromende vloeistof. Het gevolg is dat deeltjes uit kunnen breken (gutsen) en in de vloeistof terecht kunnen komen, met alle gevolgen van dien.

Bijkomend gevolg is vaak een temperatuursverhoging van de olie, die weer leidt tot een levensduurverkortening van de olie.



Vermoeiingsslijtage (deeltjes van 20 μm tot 1000 μm)

Bij vermoeiing van het materiaal komen door het steeds weer vervormen van het basismateriaal door het bombardement van slijtagedeeltjes, weer nieuwe, grotere deeltjes los. Tussen bewegende onderdelen met een bepaalde speling kunnen deeltjes, kleiner dan de spleet, worden afgevoerd zonder ernstige beschadiging van de oppervlakken te veroorzaken. Een iets groter stukje materiaal, dus gelijk aan of groter dan de spleet, kan wel degelijk de oppervlakken beschadigen en zo het slijtageproces doen versnellen. De grotere deeltjes raken beknelde in de belaste zone en zullen door hun scherpe vorm als slijpkorrel fungeren en op deze wijze materiaal-deeltjes uit het moedermateriaal breken. Grotere delen zijn gevaarlijk omdat deze in staat zijn de smeerfilm te doorbreken. Er ontstaat metallisch contact en de machine zal door voortgaande slijtage spoedig storingen vertonen.



Slijtagedelen komen in vele vormen in het smeermiddel voor:

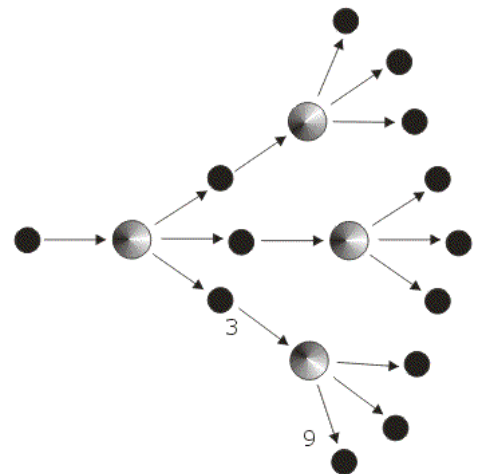
1. in opgeloste vorm (vloeibaar, slijk)
2. in vaste vorm (metaaldeeltjes)
3. in gebonden vorm (oxiden).

Om een indruk te krijgen hoe groot een μm (micrometer) is, moet een vergelijking worden gemaakt met iets wat we kunnen zien. Zo is de dikte van een menselijk haar 75 μm en is het kleinste deeltje dat nog uitgefilterd kan worden 1 μm in doorsnede.

Kettingreactie

De slijtage van machineonderdelen kan als een kettingreactie verlopen. Er brokkelen steeds meer deeltjes uit het materiaal en tenslotte leidt dit tot het uitvallen van een installatie. Afhankelijk van het gebruikte filter zullen deeltjes vanaf een bepaalde doorsnede worden onderschept en kunnen ze verder geen schade meer aanrichten. De kettingreactie is hiermee gestopt.

Het is dus van groot belang een filter te kiezen dat in staat is deeltjes te filteren die iets kleiner zijn dan de kritische ruimte tussen twee bewegende delen. Deze ruimte noemt men de **kritische dynamische speling**.



Onder de kritische dynamische speling verstaat men dus: de kleinste dikte van de oliefilm waarbij een belast onderdeel nog goed functioneert.

Deze speling bepaalt op zijn beurt de noodzakelijke filterfijnheid. De afmeting van het te filteren deeltje is kleiner dan de oliefilmdikte.

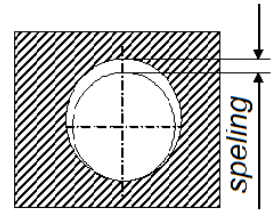
De parameters voor deze speling worden bepaald door:

1. de dynamische belasting op het materiaal
2. de omtreksnelheid van de as of in ieder geval de snelheid van de bewegende delen ten opzichte van elkaar
3. De viscositeit van de vloeistof.

Om een indruk te geven van de kritische dynamische speling zijn hier enkele voorbeelden gegeven.

Tandwielpomp	3 μm
Schottenpomp	6 μm
Zuigerpomp	20 μm

Vaak wordt de speling in een machineonderdeel vergeleken met de beschikbare oliefilmdikte, maar dat is niet juist. Wij weten vanuit de werktuigbouwkunde dat onder speling de gatdiameter minus de asdiameter wordt verstaan.



Je ziet dus een verschil met wat men hier onder de kritische speling verstaat. De dikte van de oliefilm is kleiner dan de machinetolerantie. Als er brokjes materiaal in de lagers kunnen komen, gelijk aan of groter dan de smeerfilmdikte, is het slijtageproces bijna niet meer tegen te houden en zal er onherstelbare schade kunnen optreden.

Deeltjes die in de vloeistof voor kunnen komen, zijn:

1. metaaldeeltjes
2. roestdeeltjes
3. kristallen (meestal zand)
4. sludge (= slijk)
5. organisch materiaal (bijv. roet)
6. filtermateriaal
7. overige verontreinigingen.

Samenvattend:

Slijtage wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door wrijving.

De slijtage komt van deeltjes met dezelfde dikte of van deeltjes die groter zijn dan de kritische speling. Als deze deeltjes niet door filteren worden afgevangen, zal het slijtageproces niet meer te stoppen zijn.



*Olie sludge aan de binnenkant van een BMW-motor
Olie sludge is het product wat overblijft van overbelaste olie in een motor.*

10.5 Filtratechniek

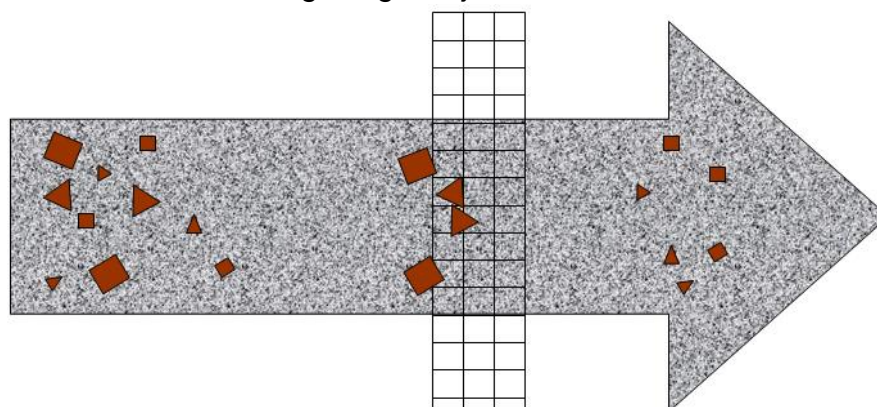
Filteren is de techniek waarbij bepaalde ongewenste deeltjes uit vloeistoffen worden opgevangen. Filters worden gebruikt voor systeemvloeistoffen maar ook procesvloeistoffen.

Wanneer filters in procesvloeistoffen niet goed meer functioneren, zal het eindproduct niet meer aan de gestelde eisen voldoen.

Wanneer filters in systeemvloeistoffen niet meer voldoen kan er, door wrijvingsvermeerdering, meer energie nodig zijn of erger, de machine zal storing krijgen.

Het doel van filteren: Met filteren wordt de reinheid van een vloeistof op een bepaald niveau gebracht en wordt de kettingreactie van vervuiling gestopt.

Je moet weten wat een filter kan doen en welke eisen er aan een filter worden gesteld. Nog beter: je moet weten wat de gevolgen zijn als er niet of onvoldoende wordt gefilterd.



Het filter haalt de vervuiling uit het te filteren vloeistof.

De vervuiling kleiner dan de kleinste doorlaat van het filter wordt er niet uitgefilterd.

Factoren die de keuze van een filterelement bepalen:

1. de op te vangen minimale deeltjesgrootte
2. de gewenste doorstroomcapaciteit Q_v van de vloeistof
3. de standtijd van het filter (niet te vaak moeten wisselen)
4. de sterkte van een filter om vervorming op te vangen (zie ook punt 7)
5. het vermogen om vuil, metaaldelen, en water vast te houden
6. de filtercapaciteit, de hoeveelheid deeltjes die per 100 ml worden gefilterd
7. het drukverschil over het filterelement op te vangen
8. de druk die het filter kan verdragen
9. de vuilopnamecapaciteit (zie ook punt 5)
10. het werkzame oppervlakte van het filter
11. het snel en eenvoudig kunnen verwisselen van het filter
12. goede montage- en demontagecondities
13. constante efficiency bij drukverandering.

Om te weten of een filter voldoet of zal voldoen, kan worden gekeken naar de ISO-norm 7744, die iets zegt over de deeltjesgrootte.

In bijna alle machines of installaties bevinden zich een of meer filtereenheden.

De belangrijkste vloeistofsystemen in een machine waarin filters worden toegepast, zijn o.a.:

1. Hydraulische systemen
2. Brandstofsysteemen
3. Oliedruk-smeersystemen voor bijv. tandwielkasten
4. Smeeroliesystemen van turbines en compressoren.

Filtereenheid

Een filtereenheid is meestal samengesteld uit een filterhuis, een filterelement en een indicator. Het filterelement is uitneembaar aangebracht in het filterhuis om inspectie en/of vervanging mogelijk te maken. De indicator geeft een signaal bij een vervuild element.

Filterelement

Filterelementen kunnen gemaakt zijn van:

1. gekruist draadgaas van koper of een corrosievaste staallegering
2. gekruist glasvezel in verschillende lagen met verschillende poriegrootten
3. poreuze vezelstof of geprepareerd poreus papier.



Het materiaal en de samenstelling van een filter kunnen voor diverse doelen sterk uiteenlopen.

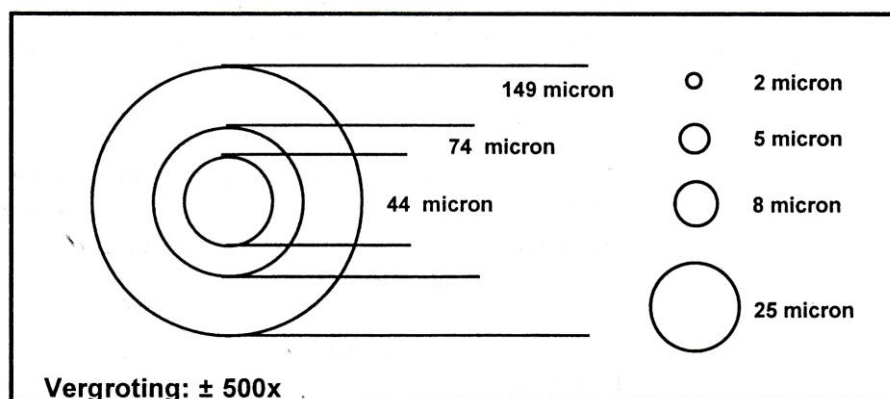


Een vliegsimulator staat of valt bij een correcte toepassing van reine systeemolie

Filterfijnheid

De grootte van de doorstroomopening van een filterelement wordt aangegeven in micrometer (μm).

Door onderstaand plaatje te bestuderen, krijg je een indruk hoe groot een micrometer is. Let vooral op de relatie van wat nog net met het blote oog zichtbaar is en de grootte van een bacterie.



70 μm = Een menselijke haar

40 μm = Nog net met het blote oog zichtbaar

25 μm = Witte bloedlichaampjes

8 μm = Rode bloedlichaampjes

2 μm = Bacterie

De verschildruk, ΔP

In bepaalde vloeistofsystemen wordt de doorstroomcapaciteit van het hoofdfilter gecontroleerd met behulp van verschildrukindicatoren of speciaal aangebrachte verschildrukmeters.

De drukmeting vindt plaats aan de in- en uitlaatzijde van het filter. De grootte van de verschildruk is maatgevend voor de doorstroomcapaciteit van het filterelement. Hoe groter de verschildruk, des te kleiner de resterende levensduur van het filter. Het is dus een controle op vervuiling van het filterelement zonder dat daar montage- en demontageactiviteiten voor nodig zijn.

De filtercapaciteitsverhouding

Om de capaciteit van een filter te beoordelen, is het noodzakelijk te bepalen hoeveel vuildeeltjes er worden opgenomen. Met andere woorden: hoeveel schoner is de vloeistof geworden na het passeren van het filter.

Daarom maakt men gebruik van de z.g. β -waarde. De β -waarde is een verhoudingsgetal, een quotiënt van het aantal gemeten deeltjes vóór het filter en het aantal deeltjes na het filter van een afgesproken minimum deeltjesgrootte.

Voorbeeld:

Men heeft van een installatie een monster getrokken vóór het filter en komt tot de volgende conclusie:

Er zijn 1.000.000 deeltjes van 3 μm aanwezig in de vloeistof.

Bij een monsternamen na het filterelement blijken er nog 5000 deeltjes in de vloeistof aanwezig te zijn.

Als men nu de β -waarde wil bepalen, moet men zich afvragen welke β er wordt bedoeld.



In ons geval is de β -waarde $1.000.000 : 5.000 = 200$.

Maar het correcte antwoord moet zijn: $\beta_3 = 200$. Dat wil dus zeggen dat de vloeistof na het filteren 200 x schoner is geworden, gemeten bij een deeltjesgrootte van $3 \mu\text{m}$.

Uit deze waarde kun je concluderen dat een filter met een groot reinigingsvermogen een hoge β -waarde heeft. In de praktijk gaat men uit van een gemiddelde β -waarde over de gehele levensduur van het filterelement.

Niet-filteren

Om echter de invloed van niet-filteren voor een deel van de vloeistof te bekijken, gaan we uit van een situatie waar zich in een systeem een lekkage voordoet en waar 10 % van de vloeistof via een omweg weer in de tank terechtkomt. Dus van de 100 liter olie spoelt 90 liter door het filter en 10 liter (10 %) komt ongefilterd terug in de tank.

Stel het aantal deeltjes per liter vóór het filter op 1000. En na het filter op 5.

Dan is, als alle vloeistof wordt gefilterd, de β -waarde $1000:5 = 200$ bij een bepaalde deeltjesgrootte.

90% van 100 liter gaat door het filter. Dit is 90 liter x 5 deeltjes = 450 deeltjes. Daar komen nu ongefilterd 10 liter x 1.000 = 10.000 deeltjes bij. Nu ontstaat een vloeistof met 450 deeltjes + 10.000 deeltjes = 10.450 deeltjes. De β -waarde is nu dus voor deze 100 liter $100.000 : 10.450 = 9,57$

De β -waarde is van 200 teruggezakt naar 9,6. Met andere woorden: een geringe lekkage en terugstromen van ongefilterde vloeistof zal de werking van een filter bijna ongedaan maken.

Een kwalitatief goed filter is in staat een lange tijd een constante β -waarde te handhaven bij een nagenoeg constant drukverloop over het filterelement. Soms wordt ook gesproken over het filterrendement. Dit rendement is sterk afhankelijk van de β -waarde.

Het filterrendement is het quotiënt van het aantal verwijderde deeltjes en het aantal binnenkomende deeltjes.

Er zijn veel filterprincipes die in dit verband niet worden besproken.

Als je meer wilt weten van de vele typen en uitvoeringen van filteroplossingen, kun je het best kijken naar de onderstaande info-pages op het Internet.

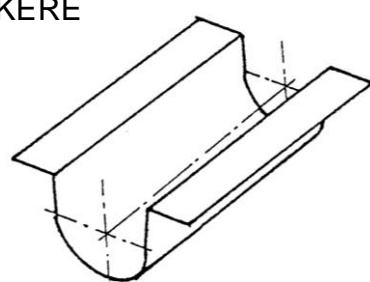
<http://www.pall.com>

<http://www.noria.com>

<http://www.maintenanceresources.com>

11 ALGEMENE OPMERKINGEN PRACTICUM

- ROOD GEMERKTE BOUTEN => NIET LOS MAKEN
- GEBRUIK ZOVEEL MOGELIJK EEN RINGSLEUTEL OF DOPSLEUTEL.
Met een ringsleutel of dopsleutel kan veel meer kracht op een zeskant uitgeoefend worden dan bij een steeksleutel of Bahco. Tevens zal je met een ringsleutel of dopsleutel minder snel uitschieten.
- WANNEER DE AS UIT DE LAGERBLOKKEN VERWIJDERD WORDT, DEZE IN DE HOUTEN HOUDERS PLAATSEN.
- DUNNE VULPLAATJES OPSLUITEN TUSSEN DIKKERE (indien mogelijk).
- WERKPLEK SCHOON EN NETJES HOUDEN
- GEBRUIK HET JUISTE GEREEDSCHAP
- NIETS FORCEREN, EERST VRAGEN
- VOORKOM BESCHADIGINGEN



Gebruik een klemhulpstuk in de bankschroef om de as niet te beschadigen!

AANHAALMOMENTEN

SCHROEFDRAAD (algemeen)

M5	-	3Nm
M6	-	5Nm
M8	-	12Nm
M10	-	25Nm
M12	-	40Nm
M14	-	47Nm
M16	-	52Nm

KLEMBUS (inbus V-riemschijf)

M5	-	3Nm
M6	-	5Nm
M8	-	12Nm
M10	-	24Nm
M12	-	30Nm
M14	-	45Nm
M16	-	70Nm



Momentsleutel