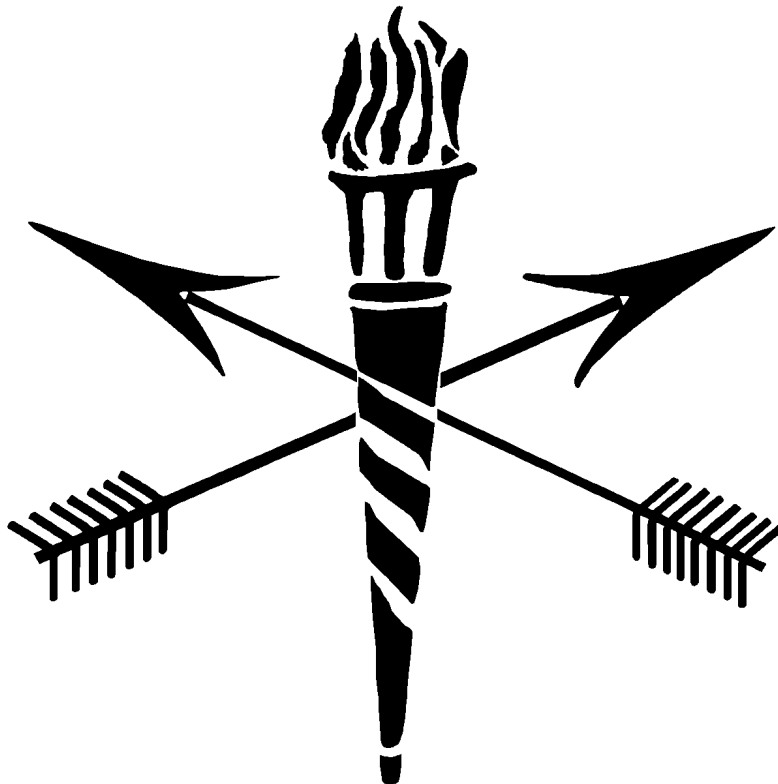


Brevetopleiding Machinist 2



INSTRUCTIEBOEK
VOOR DE ZEEKADET

Voorwoord

Elk korpsschip van het zeekadetkorps heeft zijn eigen, voor dat schip bedoelde, motoren en hulpwerktuigen. Deze motoren en hulpwerktuigen hebben ook weer hun eigen specifieke kenmerken. Geen schip is hetzelfde, geen motor gelijk.

Het brevet machinist 2 geeft je een eerste inzicht in de bouw en de werking van motoren. Je leert met gereedschap omgaan en gaat assisteren bij onderhoud en reparaties. Je leert ook hoe je aantekeningen in journaals en logboeken maakt en waarom dat belangrijk is.

Dit boek vertelt alles in zijn algemeenheid. De vragen zijn beperkt. In de praktijk, tijdens het werken op je eigen schip zul je ook veel dingen leren. Het is daarom belangrijk veel in de praktijk te werken. Vraag om lijstjes waarop staat hoe je iedere motor start, stopt en behandelt. Vraag om de leidingschema's, wijze van bunkeren, zorg voor het water aan dek enzovoort.

Dit boek geeft een algemeen beeld. Lees als dat nodig is andere boeken die dieper op de stof ingaan.

Werk met gezond verstand.

In elk werk is het belangrijk om aan je eigen veiligheid en de veiligheid van anderen te denken. Denk bijvoorbeeld aan het milieu en geluidsoverlast (gehoorbescherming) en leer omgaan met je verantwoordelijke taak. Kortom wordt een goed machinist. Het behalen van brevet machinist 2 is de basis voor het brevet machinist 1.

Laten we bij het begin beginnen.

Colofon

© Copyright Vereniging Zeekadetkorps Nederland

Uitgave:

Eerste druk, 1999-word. Dit instructieboek is een uitgave van de Commissie Opleidingen van het Zeekadetkorps Nederland.

Auteur:

Dit instructieboek werd samengesteld door P.P. Mulder, voormalig Eerste Officier van het Zeekadetkorps Den Haag.

Aan dit instructieboek werkten mee:

P.J.N. Mulder

E. van Haaren

Commissie Opleidingen Zeekadetkorps Nederland:

P.H. Boegborn, voorzitter; J.H. van Loo, secretaris;

P. Gijsman; P.P. Mulder; L.W. Naudts en J.P. de Wilde

Tekstredactie:

Stichting IVIO te Lelystad

Druk:

Huisdrukkerij Koninklijke Marine te Den Haag

Inhoudsopgave:

1	Taken van de machinist	1
2	Gereedschapsleer	2
3	Veiligheidsmaatregelen	7
4	De bouw van een motor	18
5	Vierslag motoren	27
6	Tweeslag motoren	30
7	Het kleppenmechanisme	34
8	Brandstofsysteem van de dieselmotor	40
9	Brandstofsysteem van de benzinemotor	53
10	Filters	65

Het brevet machinist beginner ontvang je als:

- de praktijk-onderdelen met voldoende resultaat zijn afgelegd
- de theorie testen zijn afgetekend.

1 *Taken van de machinist*

1.1 *Zorgen voor een veilige werkomgeving*

Een van de belangrijkste taken van de machinist is de werkomgeving schoon en opgeruimd te houden. Je zorgt ervoor dat jij zelf, maar ook anderen niet kunnen vallen doordat er olie op de vloer ligt. Ook zorg je ervoor dat er geen losliggende onderdelen rondslingeren. Laat geen (vuile) lappen slingeren in verband met brandgevaar. Leg verlengsnoeren zo neer dat niemand er over kan struikelen. Gebruik met slijpwerkzaamheden goed beschermende kleding, een gelaatskap en gehoorbeschermers. Zet de omgeving waar je werkt, als dat nodig is, af met schermen. Hierover lees je verder in hoofdstuk 2.

1.2 *Kennis over gereedschap overbrengen*

Door je kennis over gereedschap heb je als machinist ook een taak om je kennis over te brengen. Bijvoorbeeld aan anderen die met je gereedschap werken. Ook houd je in de gaten of er goed met het gereedschap wordt omgesprongen. Hierover lees je verder in hoofdstuk 3.

1.3 *Algemene controles tijdens bedrijf*

De bedrijfsvoorschriften worden bepaald door de fabriek waar de motor is gemaakt. Omdat deze niet bij iedere motor hetzelfde zijn beschrijven we hier de controles in het algemeen.

- Als je als machinist de wacht doet moet je regelmatig drukken, temperaturen en andere bedrijfsvoorschriften controleren.
- Controleer ook regelmatig de koelwaterdruk. Bij het open koelwatersysteem kan de wierpot verstopt raken. Daardoor kan de koelwaterdruk wegvallen. Dit is na te gaan door de zuigkracht of opbrengst van de koelwaterpomp te controleren.
- Controleer regelmatig de temperatuur van het koelwater. Als dat nodig is regel je bij.. Bij sommige motoren wordt de temperatuur van het koelwater automatisch geregeld. Controleer ook dan regelmatig.
- Controleer de smeeroliedruk en -temperatuur regelmatig. Als plotseling de temperatuur van de smeerolie, die uit de motor komt stijgt, dan kan bijvoorbeeld een draaiend deel van de motor warmgelopen zijn.
- Controleer het smeeroliepeil in de carter of aflooptank regelmatig.
- Door voortdurend de temperatuur van de afvoergassen te controleren, kun je nagaan of alle cilinders werken.
- Bij een motor, die aangezet wordt met lucht, moet regelmatig gecontroleerd worden of de aanzetkleppen niet lekken. Dit doe je door de aanzetluchtleidingen met de hand te voelen.
- Eventuele lekkages, moet je als het mogelijk is direct verhelpen.
- Houd de motor en zijn omgeving steeds schoon.
- Vul de drukken, temperaturen en bijzonderheden regelmatig in een kladjournaal in.

2 *Veiligheidsmaatregelen*

2.1 *Een veilige werkomgeving*

Zie bladzijde 1 paragraaf 1.



2.2 Algemene veiligheidswenken

1. Als het werkstuk verplaatsbaar is, zet het dan zo neer, dat je bij het karwei zo min mogelijk hoeft te bukken of te reiken (werkhoogte).
2. Gebruik het meest geschikte gereedschap. Let ook op de maat.
3. Haal voordat je begint met het werk, met een droge lap olie, vet of vuil van het gereedschap. Dit voorkomt uitglijden, stoten, knellen, enz..
4. Let er op dat je alles wat je nodig hebt bij de hand hebt.
5. Neem voldoende tijd voor een juist gebruik.
6. Leer de technische en ook de economische waarde (hoe duur is het?) van het gereedschap. Leer ook hoe je het moet onderhouden.
7. Let goed op je houding. Dit is voor je rug erg belangrijk. Heb je extra "mankracht" nodig? Het uithangen van de "sterke man", heeft menig rug voorgoed verknoeid!
8. Schakel machines, als ze niet gebruikt worden, uit. Bij handgereedschap haal je de stekker uit het stopcontact.
9. Als een machine, door zijn beveiliging, uitschakelt zet dan zo snel mogelijk de hoofdschakelaar uit. Anders bestaat de kans dat de machine onverwacht weer aanslaat.
10. Draag bij gevaar voor je ogen (door metaalsplinters, vonken of spatten) een goedgekeurd type veiligheidsbril of veiligheidsscherm.



oogbescherming
dragen



ademhalings-
bescherming
gebruiken



veiligheidshelm
dragen



oorbescherming
dragen

11. Draag bij valgevaar (door werkzaamheden boven je hoofd) steeds een veiligheidshelm.
12. Als het werk gevaar oplevert voor personen in de buurt, neem dan maatregelen (waarschuwen, afscherming tegen opspattend materiaal enz.).
13. Draag bij geluidsoverlast altijd een goedgekeurd type gehoorbeschermer.
14. Leg gereedschap altijd zo neer dat het niet kan vallen.
15. Houd de vloer vrij van los gereedschap (struikelgevaar).
16. Leg, tijdens een karwei, scherp gereedschap (beitels zagen e.d.) op een werkbank met het 'scherp' van je afgekeerd. Leg dit gereedschap niet bij de bankrand (kans op vallen).
17. Bewaar het gereedschap zo netjes mogelijk. Houd het in een kist, bak of tas of in een gereedschapsrek.
18. Houd snijkanten afgeschermd in scheden of foedralen. Plaats ze 'val-vrij'.



veiligheidshelm en oog-
bescherming
verplicht



veiligheidshandschoenen
verplicht



handen wassen
verplicht



veiligheidsschoenen
verplicht



veiligheidshelm en gehoor-
bescherming
verplicht



volledige bescherming
verplicht



veiligheidshelm en adema-
lingsbescherming
verplicht



beschermend gezichts-
masker
verplicht



oog- en gehoorbescherming
verplicht

2.3 Veilig werken met gereedschap

Veilig werken met gereedschap is heel belangrijk. Let daarom steeds op de volgende vier punten:

- Kies het juiste type gereedschap.
- Controleer of het gereedschap niet kapot is en nog goed werkt.
- Gebruik het gereedschap op de juiste wijze.
- Maak na gebruik het gereedschap schoon, en berg het netjes en veilig op. Als het gereedschap kapot is, maak dit dan meteen.

Hoe gebruik je gereedschappen op een veilige manier.

Vijlen

- | | |
|------------|----------------------------|
| Gevaar: | gebruik zonder heft |
| Gevolg: | uitschieten in de handpalm |
| Maatregel: | breng een heft aan |
- | | |
|------------|---|
| Gevaar: | gescheurd heft |
| Gevolg: | onverwacht losschieten van het heft; huidverwonding |
| Maatregel: | vervang het heft |



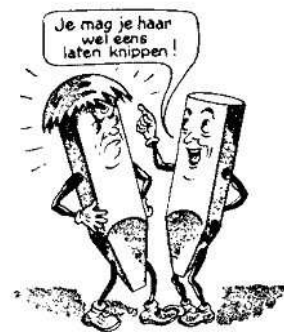
Scherpe gereedschappen

- | | |
|------------|---|
| Gevaar: | scherp gereedschap dat slordig op de werkbank is weggelegd |
| Gevolg: | verwondingen |
| Maatregel: | scherp gereedschap zo neerleggen, dat niemand ermee in aanraking komt |
- | | |
|------------|---|
| Gevaar: | scherp gereedschap in een broekzak dragen |
| Gevolg: | verwonding (bijvoorbeeld bij vallen) |
| Maatregel: | scherp gereedschap op veilige manier meenemen |

Beitels

- a. Gevaar: 'baard' aan beitel
Gevolg: handverwonding door de braam
Maatregel: baard afslijpen

Dit geldt ook voor ander slaggereedschap.



**GEBRUIK GEEN BEITEL
MET BRAAM**

Hamers en voorhamers

- a. Gevaar: ruimte tussen de kop en de steel
Gevolg: wegvliegen van de kop
Maatregel: spie in steel plaatsen
- b. Gevaar: gescheurde steel
Gevolg: huidverwonding
Maatregel: vervang de steel
- c. Gevaar: twee hamers tegen elkaar slaan
gevolg: oogverwonding door wegspringende staaldeeltjes
Maatregel: daarvoor geschikt gereedschap gebruiken



Moersleutels

- a. Gevaar: gebogen of gescheurde bek
Gevolg: uitschieten
Maatregel: sleutel vervangen
- b. Gevaar: gebruik van een te grote sleutel
Gevolg: uitschieten
Maatregel: de juiste sleutel kiezen
- c. Gevaar: verlengen van de steel met een pijp
Gevolg: breken van de bout of sleutel door te grote kracht
Maatregel: de steel nooit verlengen
- d. Gevaar: tegen de sleutel slaan
Gevolg: breken van de bout of sleutel
Maatregel: nooit tegen een sleutel slaan
- e. Gevaar: beschadigde zeskant van moer of bout of beschadigde schroefdraad
Gevolg: uitschieten van de moersleutel of de moer wordt onvoldoende vastgezet
Maatregel: moer en of bout vervangen



- f.. Gevaar: moersleutel als hamer gebruiken
 Gevolg: beschadiging van de sleutel
 Maatregel: een hamer gebruiken

Schroevendraaiers

- a. Gevaar: gebruik van een scherp geslepen schroevendraaier
 Gevolg: beschadiging van de schroef sleuf, uitschieten
 Maatregel: schroevendraaier gebruiken, die goed en niet te ruim in de sleuf past
- b. Gevaar: gebruik van te smalle of te brede schroevendraaier
 Gevolg: beschadigen van de schroef sleuf of het werkstuk
 Maatregel: de juiste schroevendraaier kiezen
- c. Gevaar: werkstuk waarin een schroef wordt gedraaid, in de hand houden
 Gevolg: uitschieten van de schroevendraaier, verwonding
 Maatregel: werkstuk neerleggen of inklemmen
- d. Gevaar: met een hamer op de schroevendraaier slaan
 Gevolg: beschadiging van de schroevendraaier
 Maatregel: een beitel of breekijzer gebruiken



Tangen

- a. Gevaar: vuile bekken
 Gevolg: slippen van de tang
 Maatregel: bekken schoonhouden
- b. Gevaar: versleten bekken
 Gevolg: slippen van de tang
 Maatregel: tang vervangen
- c. Gevaar: tang als hamer gebruiken
 Gevolg: beschadiging van de tang
 Maatregel: een hamer gebruiken
- d. Gevaar: tang als moersleutel gebruiken
 Gevolg: uitschieten
 Maatregel: een moersleutel gebruiken

3 Gereedschapsleer

3.1 Basisgereedschap

In een gereedschapskist zijn de volgende onderdelen aanwezig:

- Sleutels
- Schroevendraaiers
- Tangen
- Slaggereedschap
- Aftekengereedschap
- Vijlen
- Zagen

3.2 Sleutels

Sleutels gebruik je voor het los of vast draaien van bout/moer verbindingen. Ze zijn onderverdeeld in volgorde van gebruik:

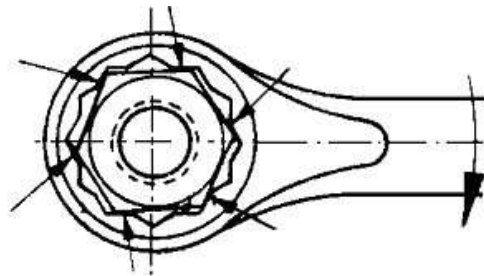
1. Omvattende sleutels

ringsleutel



Een ringsleutel is een omvattende sleutel in tegenstelling tot een steeksleutel.

De ringsleutel is uitgevoerd met een dubbelzeskant om de kracht rondom de bout/moer te verdelen.



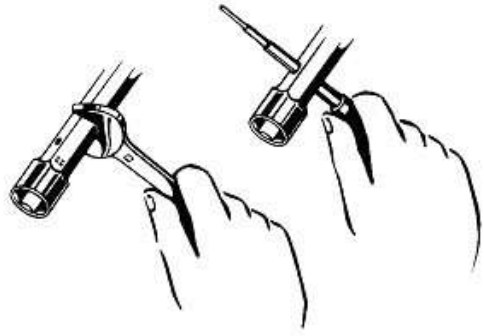
kniesleutel



Dit zijn handige sleutels met een draaibare kop die meestal uitgevoerd zijn met een dubbelzeskant.

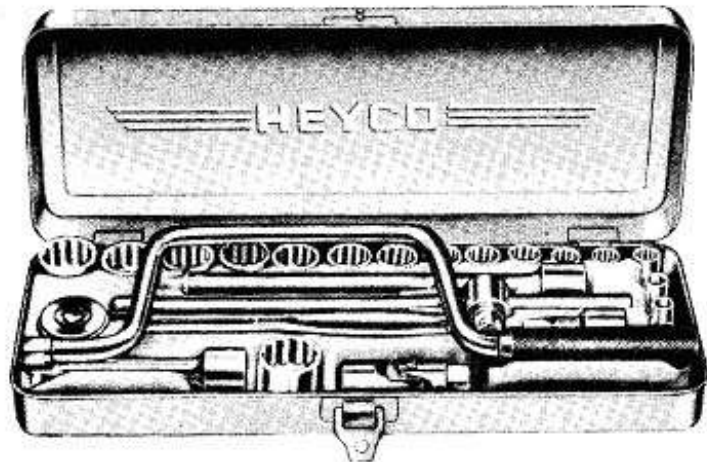
pijpsleutels

Pijpsleutels zijn meestal uitgevoerd als zeskantsleutels en daardoor te draaien met een steeksleutel. Het gebruik van een wringstaaf is ook een mogelijkheid.



dopsleutels

Een dopsleutelset is uitgevoerd met diverse soorten doppen en hulpstukken. Hieronder volgen de meeste voorkomende delen.



Doppen voor zeskant bouten en moeren.



Handgreep



Ratelsleutel



Kort verlengstuk



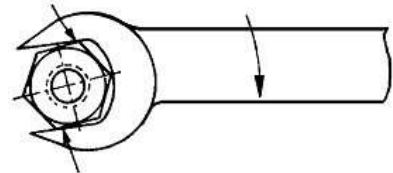
Lang verlengstuk



Kruiskoppeling

2. Steeksleutels

Steeksleutels komen op de tweede plaats maar zijn ook belangrijk. Het zijn eenvoudige sleutels. *Gecombineerde sleutels* zijn de steek-ringsleutels.



3. Verstelbare sleutels



Verstelbare sleutels gebruik je pas als andere sleutels niet toepasbaar zijn. Ze zijn namelijk minder nauwkeurig.

slagsleutel



Zwaar vastzittende bouten of moeren sla je met deze sleutel en een voorhamer los.

Sleutelwijdte

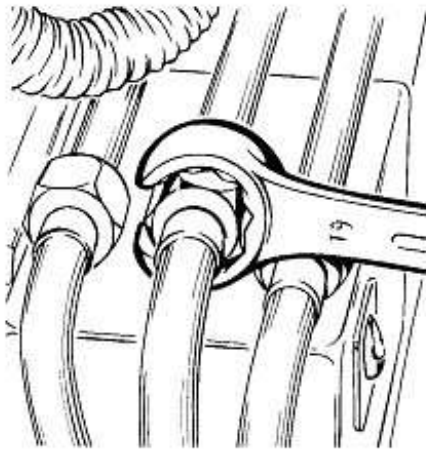
Er zijn sleutels met verschillende maten. Het getal op de sleutel is de sleutelwijdte.

bougiesleutel



Een bougiedop gebruik je alleen voor het los en vast maken van een bougie. Een bougie heeft namelijk een speciale sleutelwijdte van 20.8 mm.

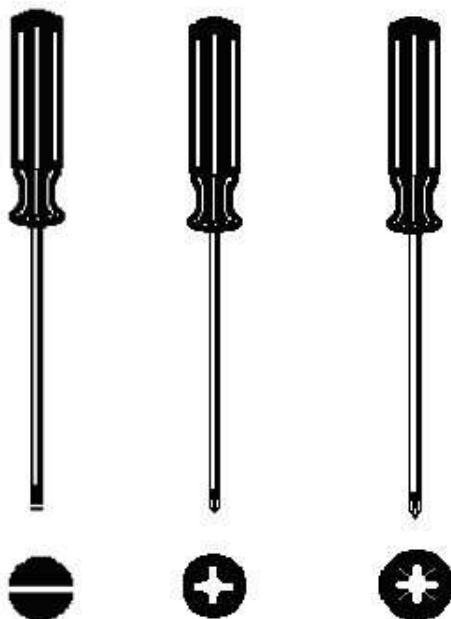
open ringsleutel



Deze sleutel gebruik je om moeren van leidingen los te draaien (verstuiverleidingen). Door de opening van voren is deze sleutel geschikt om over de leiding te schuiven.

3.3 Schroevendraaiers

Er zijn drie hoofdsoorten, namelijk de sleuf, de Philips en de pozidriv schroevendraaier.



Maar er zijn ook nog enkele bijzondere uitvoeringen.



"Vuist"schroevendraaier



"Haakse"schroevendraaier

Een schroevendraaier gebruik je om schroeven los of vast te draaien. Ze zijn dus niet geschikt om als breekijzer, doorslag of beitел te gebruiken.

3.4 Tangen

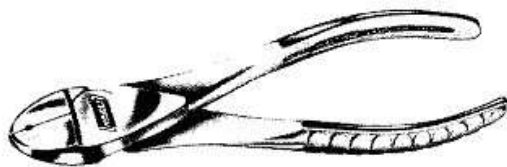
Tangen zijn er in vele soorten en maten. Gebruik de tangen waarvoor ze gemaakt zijn.



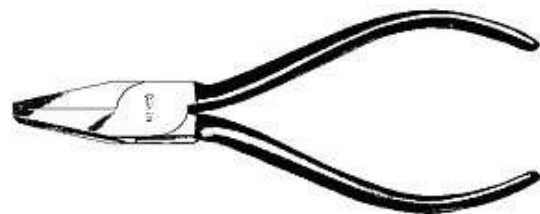
Waterpomptang



Combinatietang



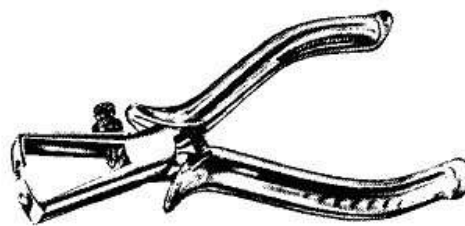
Zijknijptang



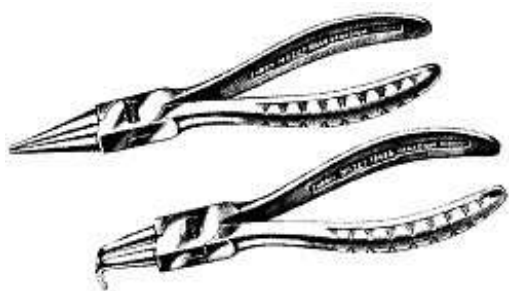
Platbektang

De striptang gebruik je om de isolatie van een elektriciteitsdraad af te strippen. De tang is zo in te stellen dat je de kern (koperdraad) van de draad niet beschadigt.

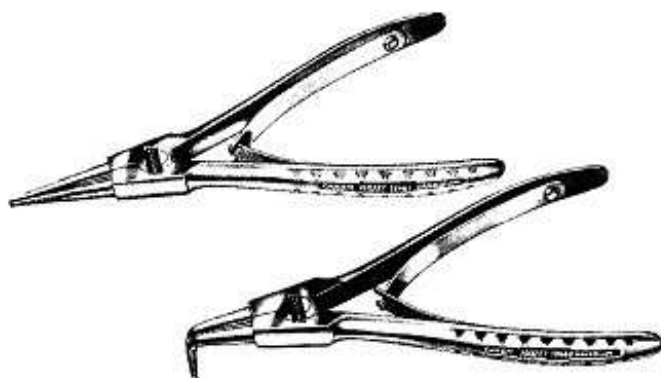
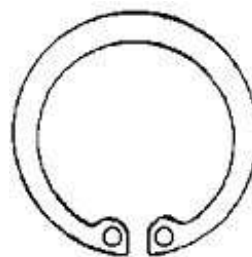
Alle tot nu toe genoemde tangen komen wel of niet geïsoleerd voor. Ongeïsoleerde tangen mogen bij elektriciteit niet gebruikt worden, metaal geleidt immers elektriciteit.



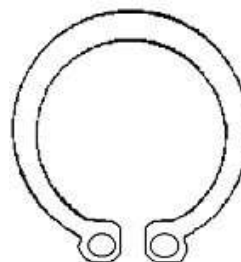
Striptang



Binnenzegeringtang



Buitenzegeringtang

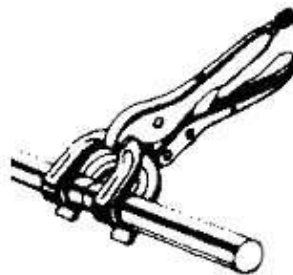
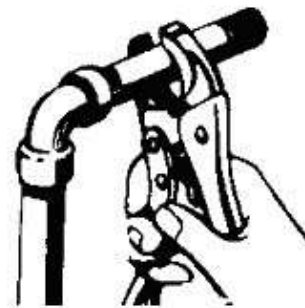
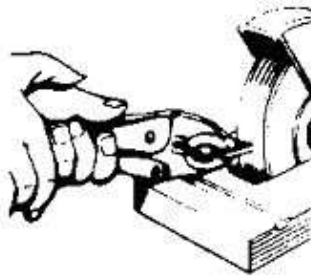
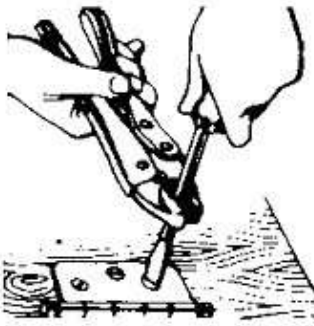




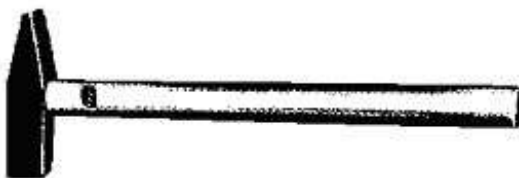
Griptang



Lastang



3.5 Slaggereedschap



Bankhamer



Bolkophamer



Kunststofhamer



Rubberhamer

Gebruik een kunststofhamer voor het los tikken van onderdelen die niet mogen beschadigen.

Drevels gebruik je voor het uitdrijven van borgpennen.



Drevel



Centerpunts



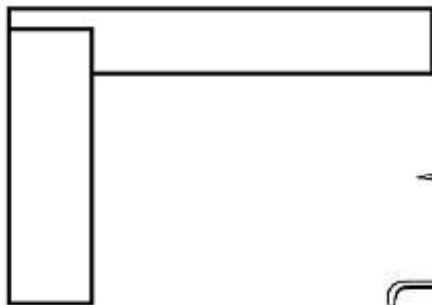
Koudbeitel



Ritsbeitel



3.6 Aftekengereedschap

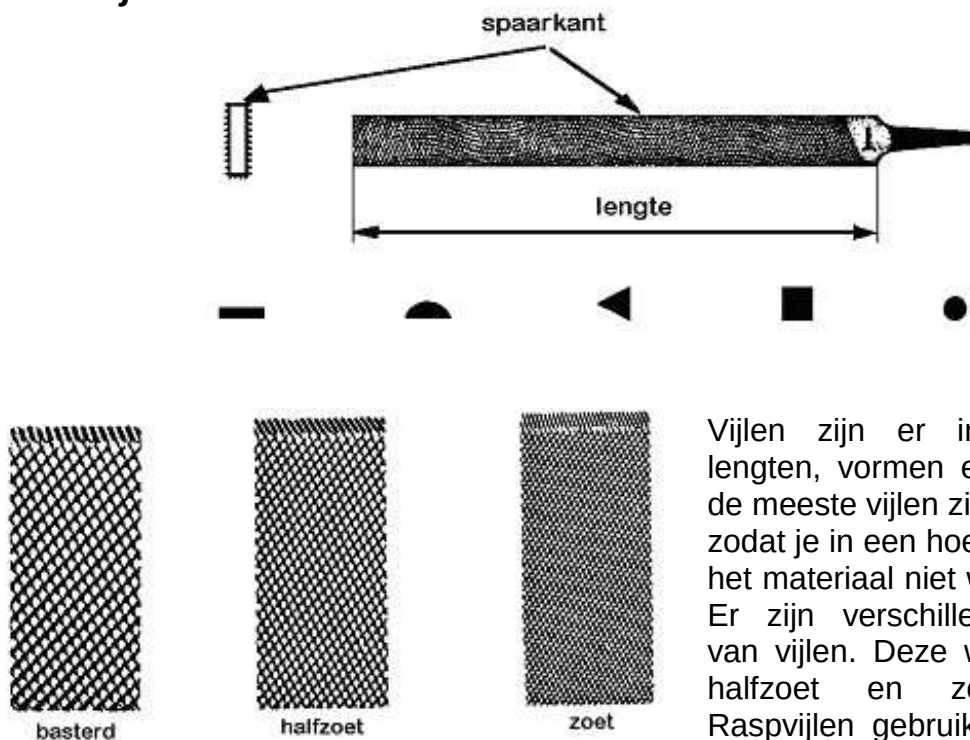


Blokhaak



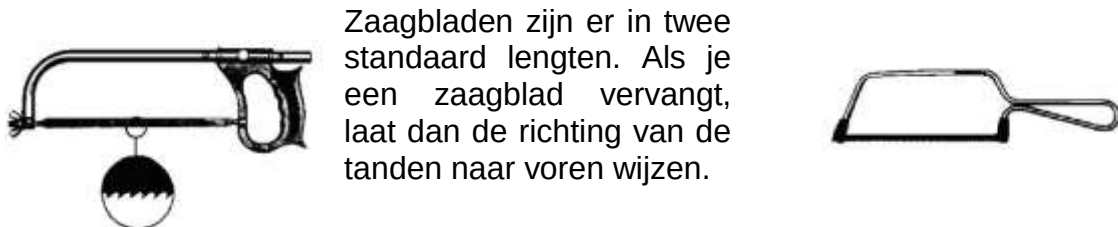
Kraspen

3.7 Vijlen



Vijlen zijn er in verschillende lengten, vormen en soorten. Aan de meeste vijlen zit een spaarkant, zodat je in een hoek de zijkant van het materiaal niet wegvijlt (spaart). Er zijn verschillende grofheden van vijlen. Deze worden basterd, halfzoet en zoet genoemd. Raspvijlen gebruik je alleen voor het bewerken van hout.

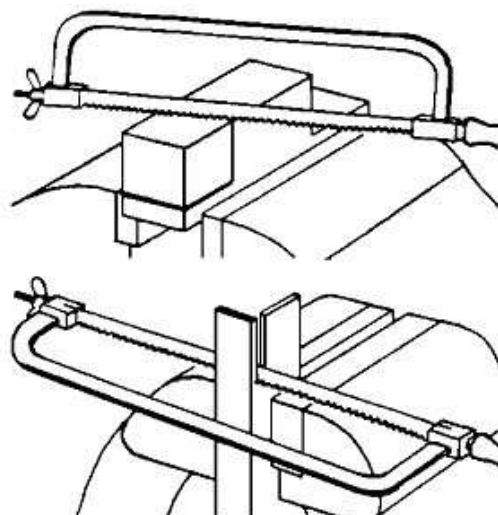
3.8 Zagen



Zaagbladen zijn er in twee standaard lengten. Als je een zaagblad vervangt, laat dan de richting van de tanden naar voren wijzen.

Om het klemmen van het zaagblad in de zaaggleuf te voorkomen zijn de tanden doorgezet. Vernieuw daarom nooit een zaagblad halverwege een zaaggleuf. Tips voor het zagen:

- zaag rustig
- zaag recht (het is geen figuurzaag)
- zorg voor een juiste spanning van het zaagblad
- let op dat je het juiste zaagblad gebruikt
- span het te zagen materiaal zo dicht mogelijk bij de bankschroef in, om trillen te voorkomen. Zo breken er geen tanden van het zaagblad af.



3.9 Oefenvragen

1. a Noem de sleutels in de juiste gebruiksvolgorde.

1
 2
 3

- b. Waarom is deze volgorde ?

.....

2.

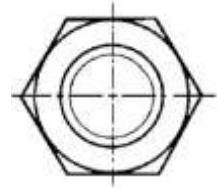


- a. Dit is een

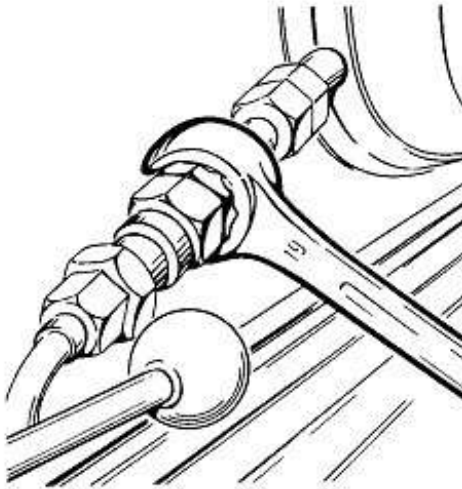
- b. Op deze sleutel staat maat "47". Dit is de

.....

- c. Geef deze maat in de tekening
aan bij de moer.



3.



- a. Dit is een

- b. Waarom mag je hier geen steeksleutel
gebruiken ?

.....

.....

4. Schrijf de naam op van de afgebeelde schroefkoppen.



.....

.....

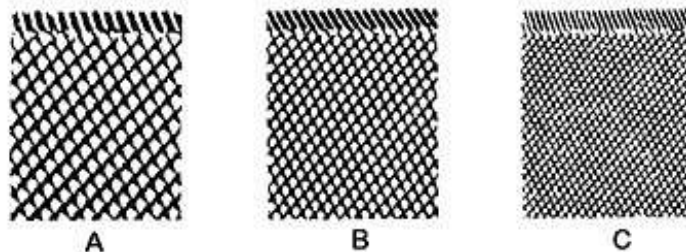
5. Waarvoor gebruik je een kunststofhamer ?

.....
.....

6. Waarom zit er een spaarkant aan een vijl ?

.....
.....

7.



A. is een vijl

B. is een vijl

C. is een vijl

8.



a. Geef met een pijl de zaagrichting aan.

b. Waarom is de richting van de tanden zo belangrijk?

.....

4 *De bouw van een motor*

4.1 *Het motorblok*

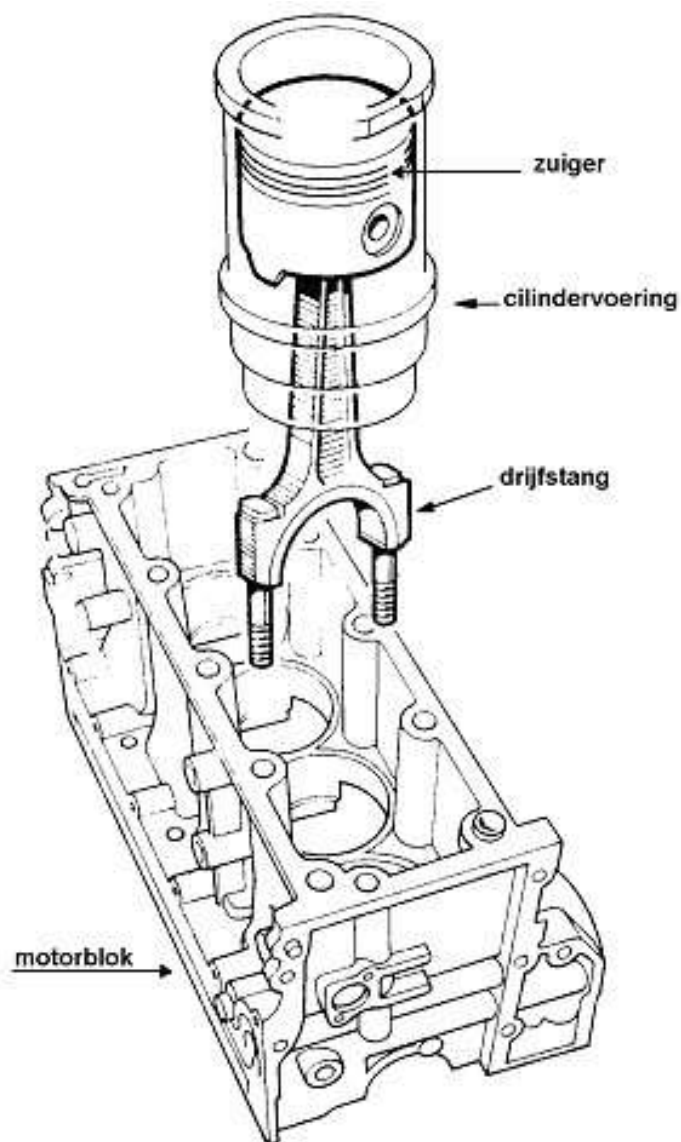
Het motorblok of cilinderblok is het huis van de motor. Hierin zijn de cilinder, zuigers, drijfstangen, krukas en soms ook het kleppenmechanisme aangebracht.

Het motorblok is gemaakt van gietijzer of lichtmetaal (een aluminiumlegering).

Er zijn twee soorten motoren: luchtgekoelde- en vloeistof gekoelde motoren.

4.2 *De cilinder*

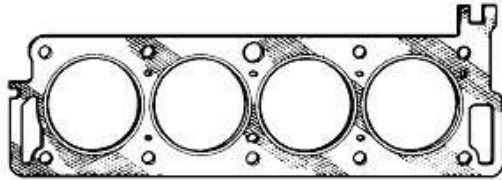
In het motorblok van grote motoren worden losse cilindervoeringen gebruikt omdat deze in geval van slijtage, makkelijk te vervangen zijn dan de cilinderopening in het motorblok uit te honen (uitslijpen).



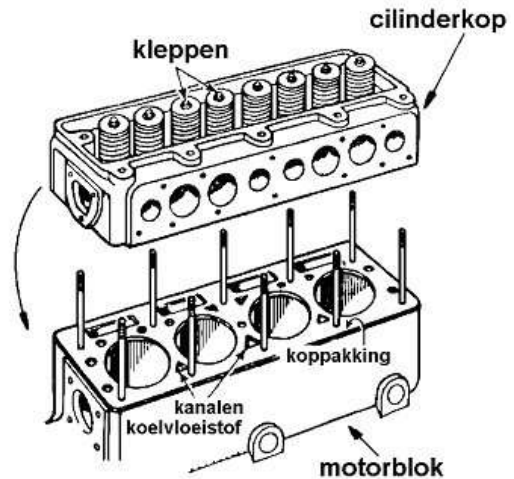
4.3 De cilinderkop

Elke cilinder wordt aan de bovenkant afgesloten door een cilinderkop. Deze is met (kop)bouten of moeren op de cilinder vastgezet.

Tussen het motorblok en de cilinderkop is een pakking gemonteerd. De pakking zorgt voor een goede afdichting tussen de twee onderdelen.



Een pakking tussen motorblok en cilinderkop

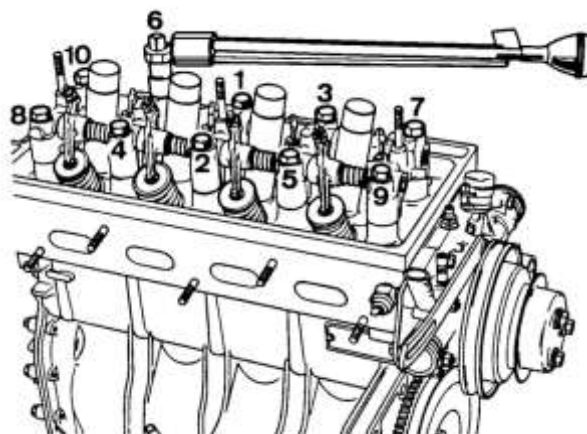


Om een goede afdichting te krijgen moeten de bouten in een bepaalde volgorde worden aangedraaid. De volgorde en de kracht waarmee de bouten moeten worden aangehaald, worden door de fabriek opgegeven.

Alle bouten moeten met een even grote kracht worden aangetrokken. Hiervoor gebruik je een speciaal stuk gereedschap: de "momentsleutel".

Op deze sleutel is met behulp van een schaalverdeling de kracht (hier "moment" genoemd) af te lezen waarmee de bouten worden aangehaald.

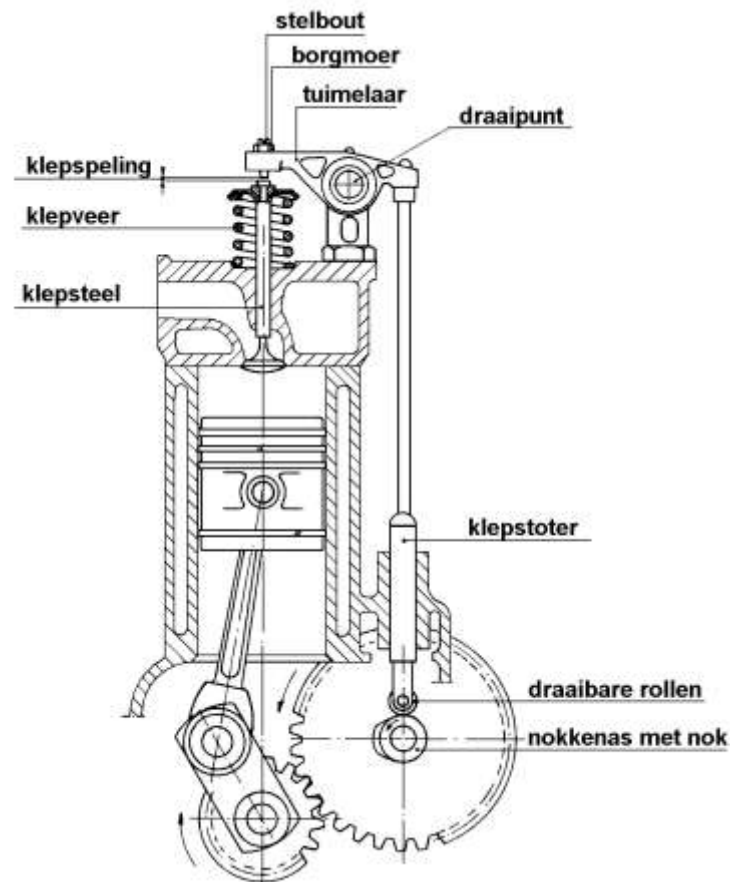
Als de motor enige draaiuren gemaakt heeft, moeten de bouten worden nagetrokken. Dit kun je pas doen als de motor helemaal afgekoeld is.



4.4 Het kleppenmechanisme

In de cilinderkop zitten in- en uitlaatpoorten die worden afgesloten door kleppen. Deze kleppen moeten op tijd worden geopend en gesloten. Dit gebeurt door een klepbeweging die wordt veroorzaakt door een nokkenas (wel of geen klepstoter) en een tuimelaar. Dit geheel wordt het kleppenmechanisme genoemd. In hoofdstuk 4 zullen we hier meer over vertellen. Over het hele kleppenmechanisme is een kleppendecksel gemonteerd.

Tussen het kleppendecksel en de cilinderkop bevindt zich ook een pakking: de kleppendeckselpakking.



4.5 De zuiger

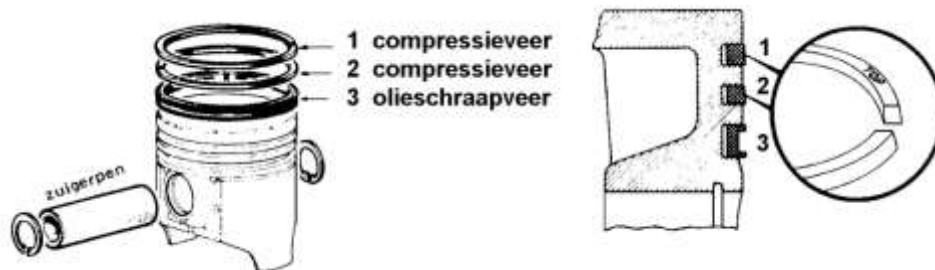
In een cilinder kan een zuiger op en neer worden bewogen. Door brandstof boven de zuiger te laten ontbranden ontstaat een hoge druk. Hierdoor wordt de zuiger met kracht naar beneden bewogen. Een zuiger heeft verschillende taken, namelijk:

1. Het overbrengen van de verbrandingskracht op de drijfstang.
2. Zorgen voor een goede afdichting van de verbrandingskamer.
3. Afvoeren van warmte naar de smeerolie en de cilinderwand.

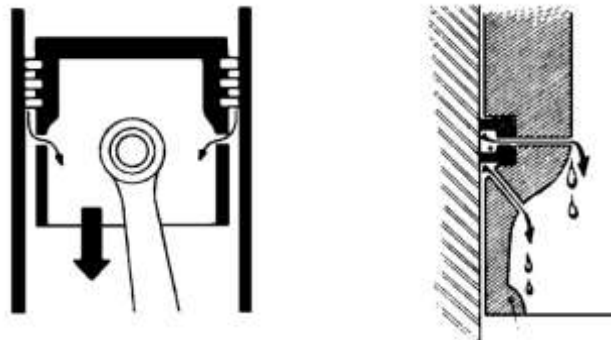
Het gedeelte van de zuiger dat naar de cilinderkop is gericht, heet zuigerbodem of zuigerkroon. De bodem kan allerlei vormen hebben om het verbrandingsproces te bevorderen. De ronde omtrek van de zuiger heet zuigermantel. Hierin zijn groeven aangebracht voor de zuigerveren.

De zuigerveren kun je in twee groepen verdelen:

1. De compressieveren. De compressieveer zorgt voor een betere afdichting van de zuigermantel. Er worden minstens twee compressieveren op een zuiger toegepast. Zij verminderen het lekken van gassen naar het carter.
2. De olieschraapveren. Deze schrapen smeeroilie van de cilinderwand, zodat de olie niet boven de zuiger kan komen en daardoor kan verbranden. Om de afgeschraapte olie af te voeren zijn gleuven aangebracht in de veer en in de zuiger. Hierlangs bereikt de olie de binnenkant van de zuigermantel en vloeit dan terug in het carter.



Compressieveren en olieschraapveren



*Afvoergaatjes in de groef van de
Olieschraapveer en zuigermantel*

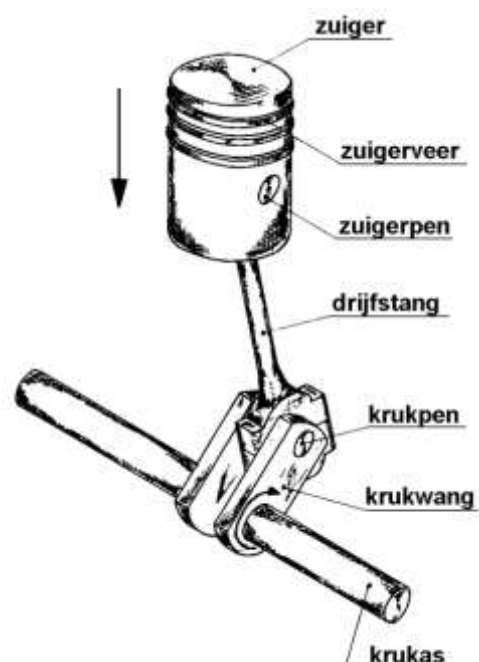
4.6 De drijfstang

De rechtlijnige beweging van de zuiger moet worden omgezet in een ronddraaiende beweging.

Een drijfstang vormt de verbinding tussen zuiger en krukas.

De kop van de drijfstang is scharnierend verbonden met de zuiger door middel van een stalen zuigerpen.

Deze pen mag de uiteinden van de cilinderwand niet raken. Daarom wordt de zuigerpen op zijn plaats gehouden met borgveertjes in de zuiger. Ook worden de zuigerpenne vaak onwrikbaar vast geperst in de zuiger of onwrikbaar vast geperst in de drijfstang.

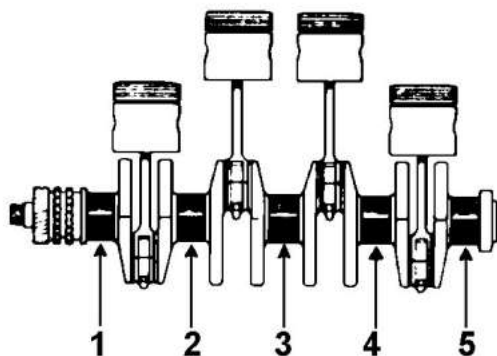


4.7 De krukas

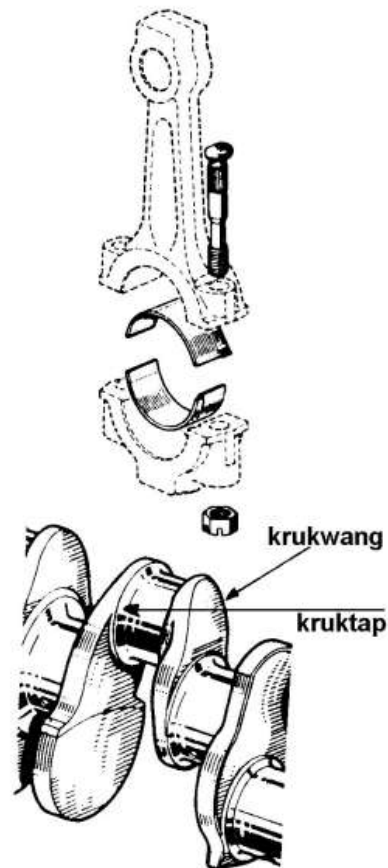
Op de krukas zijn per drijfstang twee krukwingen aangebracht die met een pen (de krukpen) zijn verbonden.

De drijfstang is meestal in twee delen uitgevoerd om hem makkelijk om de krukpen te plaatsen of weg te halen.

Een krukas heeft verschillende ondersteuning in het motorblok. Deze ondersteuning heten hoofdlagers.



De vijf hoofdlagers van een 4-cilinder motor



Drijfstang vastmaken aan kruktap

4.8 Het carter

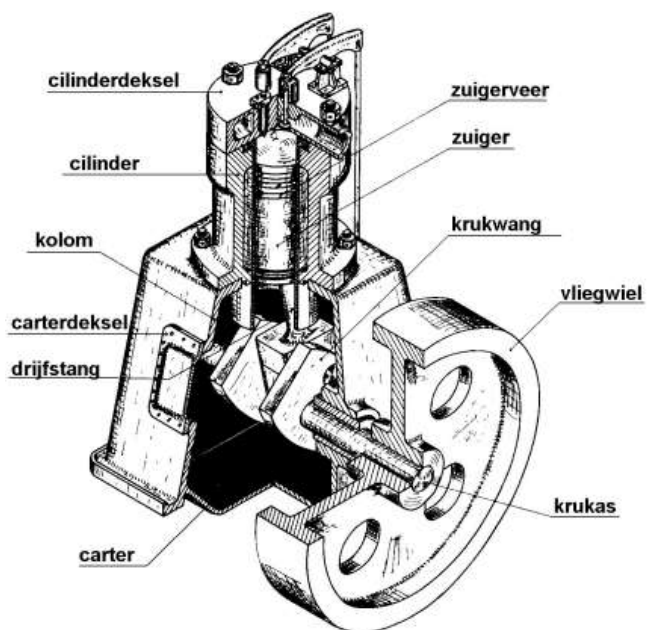
De onderkant waarmee het motorblok wordt afgesloten noem je de krukast of het carter. Het carter is ook tegelijk de verzamelplaats voor de smeerolie.

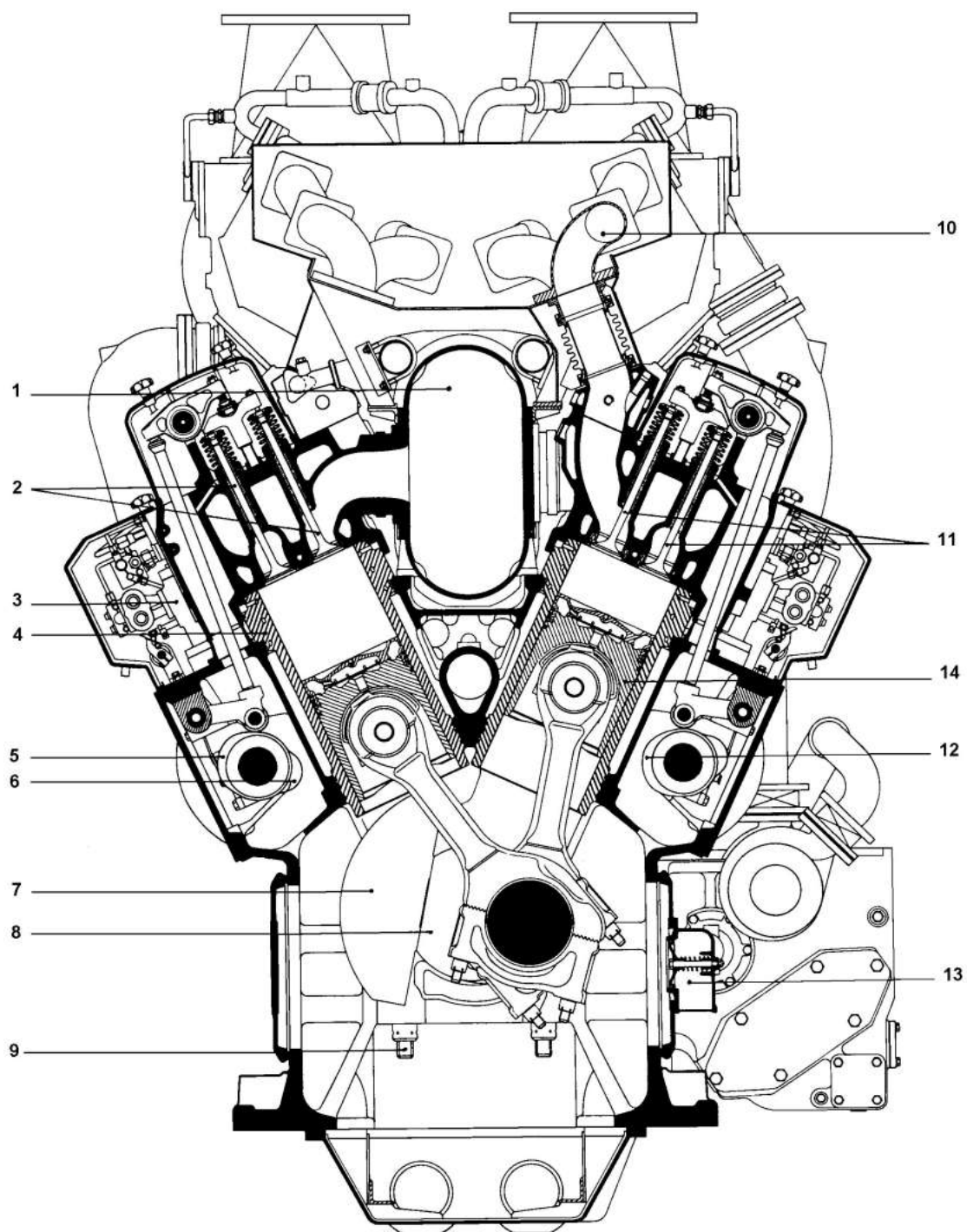
4.9 Het vliegwiel

Het vliegwiel heeft een grote massa en zit meestal aan de buitenkant van het motorblok. Het wordt tijdens de arbeidslag in beweging gebracht en kan tot de volgende arbeidslag de krukas zo regelmatig mogelijk laten draaien.

Bij motoren die met een startmotor gestart worden heeft het vliegwiel tanden (net als bij een tandwiel). Deze "starterkrans" wordt op de buitenrand van het vliegwiel gemonteerd.

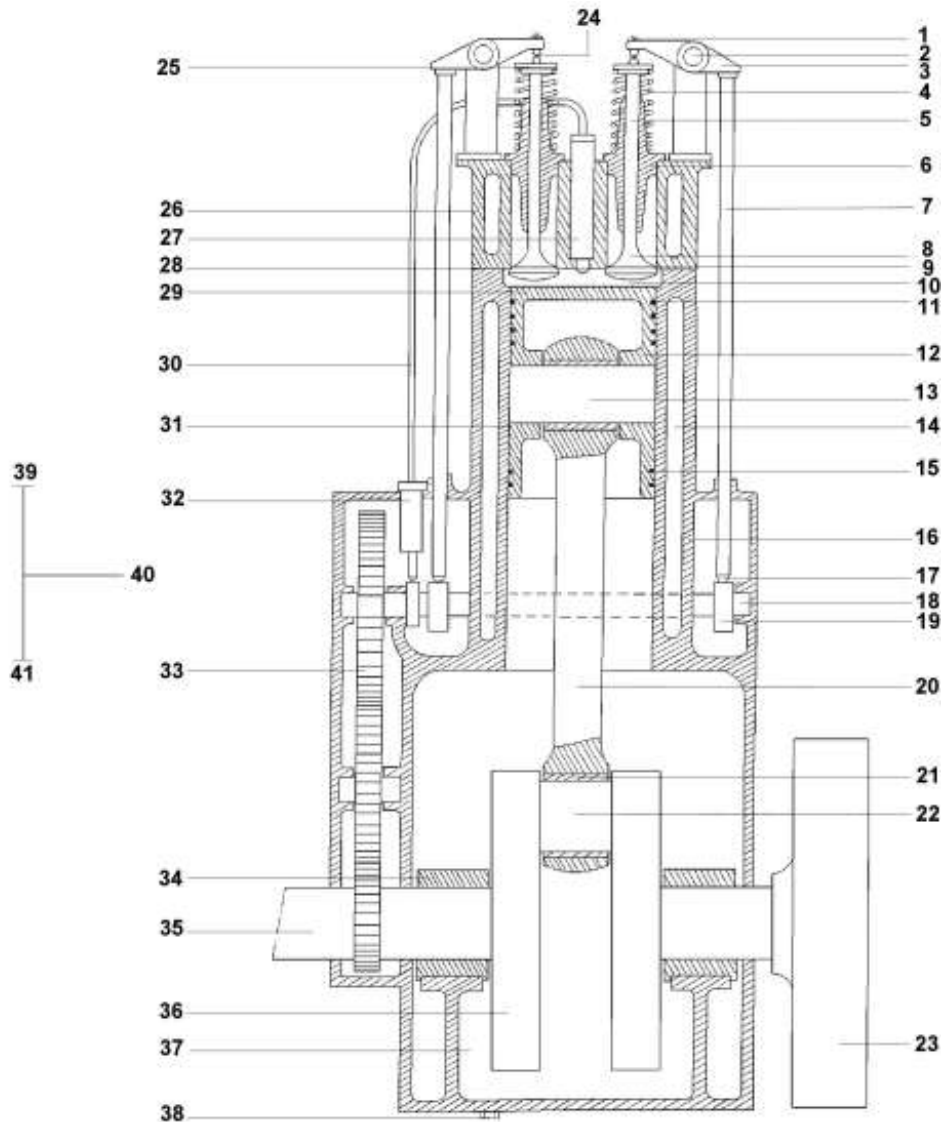
Hierin grijpt het tandrondsel (klein tandwiel) van de startmotor om de krukas rond te draaien voor het aanslaan van de motor.





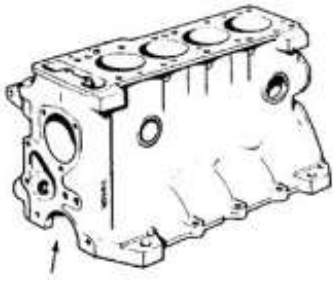
4-slag trunkzuigermotor

- | | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 - spoelluchtleding | 6 - brandstofnok | 10 - uitlaatgassenleiding |
| 2 - inlaatkleppen | 7 - contramassa | 11 - uitlaatkleppen |
| 3 - brandstofpomp | 8 - krukas | 12 - uitlaatnok |
| 4 - cilindervoering | 9 - bevestigingsbout
hoofdaslager | 13 - explosiedeksel |
| 5 - inlaatnok | | 14 - zuiger |



- | | | |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1. Stelbout met borgmoer | 15. Olieschraapveer | 29. Zuigerkroon |
| 2. Tuimelaaras | 16. Motorblok | 30. Verstuiverleiding |
| 3. Tuimelaar | 17. Rol | 31. Cilindervoering |
| 4. Klepveer | 18. Nokkenas | 32. HD brandstofpomp |
| 5. Klepsteel | 19. Nok | 33. Distributietandwiel |
| 6. Klepgeleider | 20. Drijfstang | 34. Hoofdlagers |
| 7. Stoterstang | 21. Drijfstanglager | 35. Krukas |
| 8. Klepschotel | 22. Krukpen | 36. Krukwang |
| 9. Klepzitting | 23. Vlieg wiel | 37. Carter |
| 10. Verbrandingsruimte | 24. Klepspeling | 38. Aftapdop |
| 11. Comp. veer | 25. Klepveerschotel | 39. BDP (bovenste dode punt) |
| 12. Zuiger | 26. Cilinderkop | 40. Slag |
| 13. Zuigerpen | 27. Verstuiver | 41. ODP |
| 14. Koelwaterruimte | 28. Koppakking | |

4.10 Oefenvragen



1. a. Welk onderdeel wordt aan de onderkant (zie pijl) in het motorblok gemonteerd?

.....

- b. Welk onderdeel sluit aan de onderkant het motorblok af?

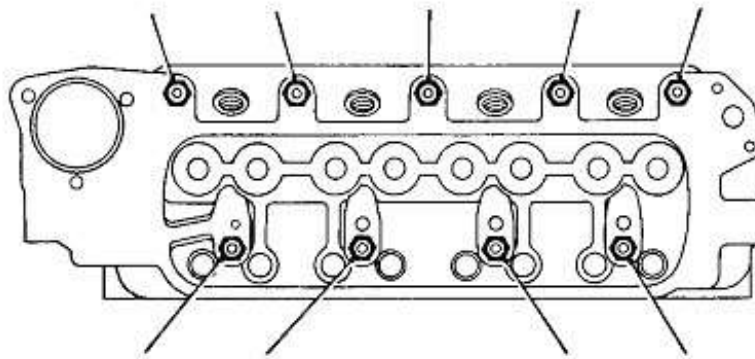
.....

- c. Welk onderdeel sluit aan de bovenkant de cilinders en het motorblok af?

.....

2. Geef met cijfers de meest logische volgorde aan, om de kopbouten vast te zetten. Geef ook aan waar je de kracht kunt vinden waarmee de bouten moet worden aangedraaid.

.....



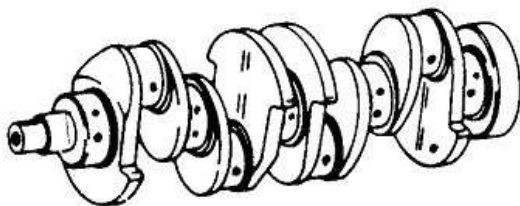
3. Wat zijn de taken van de zuiger?

.....

.....

.....

4.

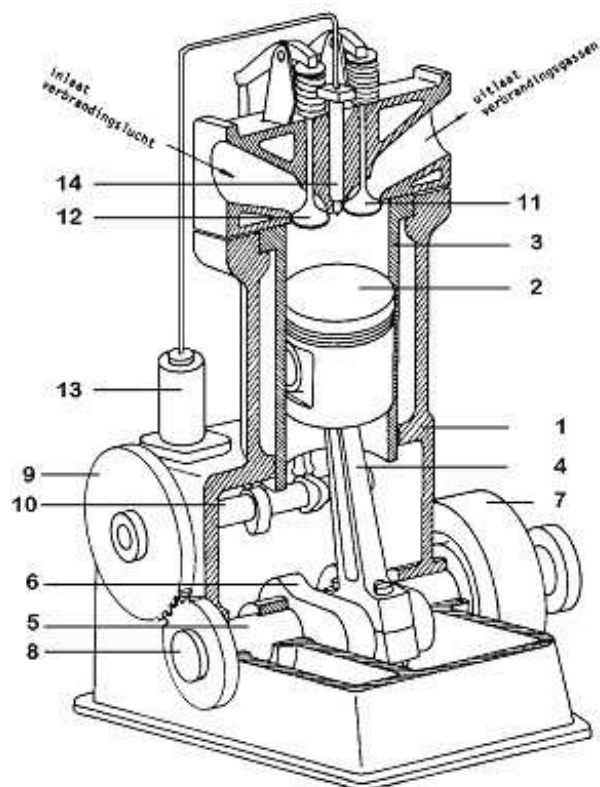


- a. Kleur de hoofdlagertappen groen.
b. Kleur de drijfstanglagertappen geel.
c. Geef aan wat de krukwangen zijn.
d. Wat is de functie van de contra-gewichten?

.....

.....

5. Benoem de genummerde onderdelen.



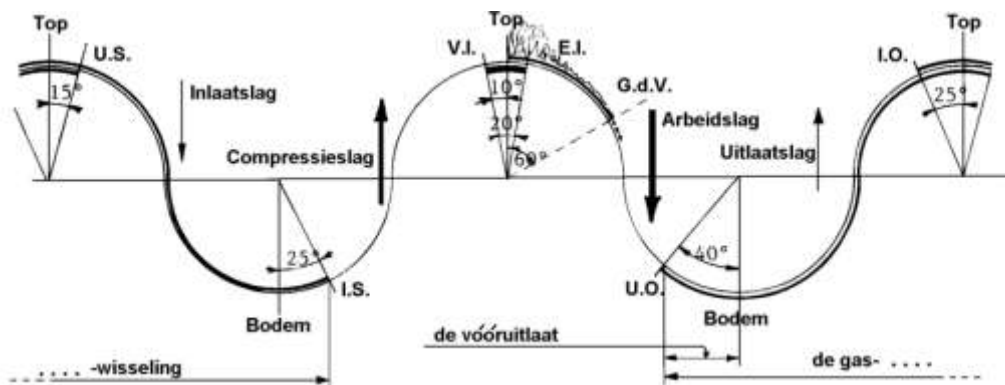
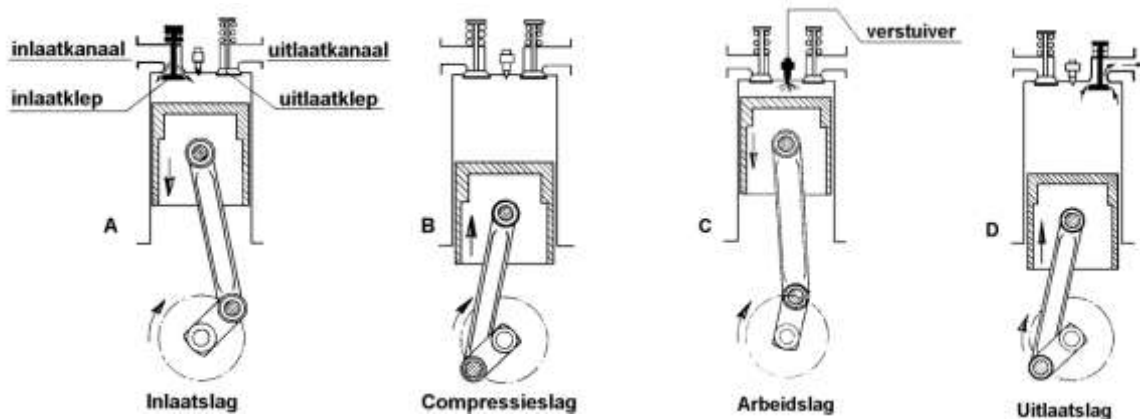
- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....
- 10.....
- 11.....
- 12.....
- 13.....
- 14.....

5 Vierslag motoren

5.1 Algemeen

Een verbrandingsmotor is een machine waarin energie uit de brandstof wordt omgezet in mechanische arbeid. Als je ze indeelt naar de manier waarop ze werken zijn er twee soorten, namelijk vierslag- en tweeslag motoren. Het woord "slag" wordt ook wel vervangen door het woord "takt" (kleine motoren). Een slag is één zuigerbeweging, van de top naar de bodem of omgekeerd. Het punt, waarin de zuiger de hoogste stand in de cilinder bereikt, heet het bovenste dode punt (BDP). De laagste stand wordt bereikt in het onderste dode punt (ODP). Eén slag komt overeen met een halve krukasomwenteling ($\approx 180^\circ$). Een "tweeslag"motor heeft dus één krukas-omwenteling nodig voor één arbeidscyclus, een "vierslag"motor twee krukasomwentelingen.

5.2 De werking van de vierslag dieselmotor



U.S. = uitlaat sluiten
I.S. = inlaat sluiten
V.I. = voor inspuiting
E.I. = einde inspuiting

G.d.V. = grens der verbranding
U.O. = uitlaat open
I.O. = inlaat open

1e slag (inlaatslag)

De draaiende kruk beweegt de zuiger naar beneden. Hierdoor ontstaat er in de cilinder een volume-vergroting, waardoor er een onderdruk optreedt. Door de luchtdruk buiten stroomt via de geopende inlaatklep de verse verbrandingslucht naar binnen. Als de zuiger ongeveer in bodem-stand staat, begint de inlaatklep te sluiten. Als de kruk ongeveer 25° door de bodemstand is gedraaid is de inlaatklep helemaal dicht.

2de slag (compressieslag)

De zuiger beweegt zich naar boven. Alle kleppen staan nu dicht. Het volume boven de zuiger wordt kleiner waardoor de druk stijgt. Hierdoor neemt de temperatuur toe. Aan het einde van de compressieslag is de druk minstens 40 bar en de temperatuur 500° à 600° C.

Een aantal graden voor de top begint de brandstofinspuiting. Deze “voorinspuiting” is nodig omdat het even duurt voordat de brandstof ontsteekt.

Als de zuiger in de topstand staat moet de verbranding beginnen.

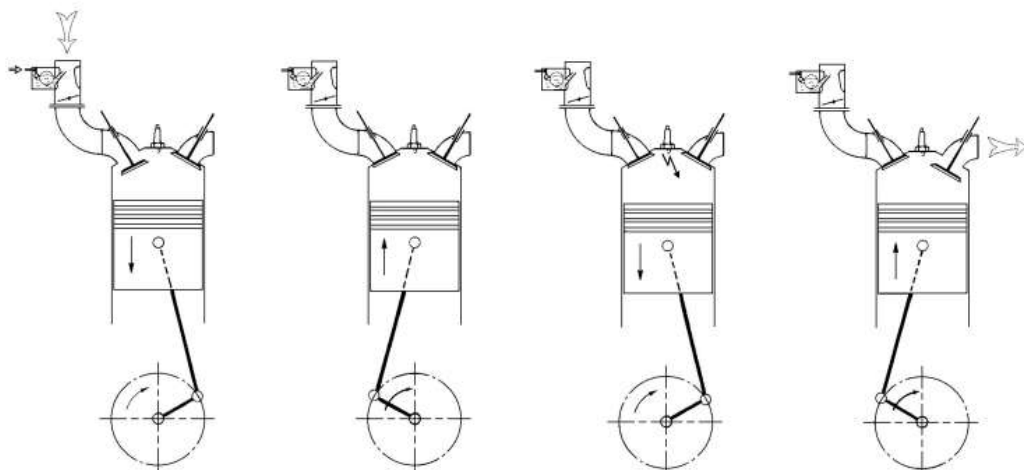
3de slag (arbeidslag)

De arbeidslag begint als de zuiger in topstand staat en met kracht naar beneden gaat bewegen. De temperatuur tijdens de verbranding zal tot 1500° à 1600° C toenemen. Door deze stijging van temperatuur neemt de druk toe tot 70 à 90 bar. Als de kruk 60° door de top is gekomen moet de verbranding afgelopen zijn. Is dit niet het geval dan is er sprake van naverbranding. Hierdoor wordt de motor gemakkelijk oververhit. Als de kruk ongeveer 40° voor de bodem is aangekomen begint de uitlaatklep te openen. De uitlaatklep gaat extra vroeg open om de verbrandingsgassen de kans te geven door hun eigen druk al voor een deel uit de cilinder te stromen.

4de slag (uitlaatslag)

De zuiger beweegt naar boven en duwt de aanwezige verbrandingsgassen voor zich uit door de geopende uitlaatklep de uitlaatleiding in. Doordat de uitlaatklep al even eerder open gegaan is, staat er weinig of geen druk meer op de afvoergassen. Hierdoor kost de uitlaatslag maar weinig arbeid kost. Aan het einde van de uitlaatslag (ongeveer 25° voor de top) begint de inlaatklep te openen, zodat deze bij het begin van de volgende slag (en dat is natuurlijk weer een inlaatslag) in elk geval open staat. Als de zuiger zich weer van top naar bodem verplaatst sluit de uitlaatklep. Op deze manier wordt een optimale spoeling verkregen.

5.3 De werking van de vierslag benzinemotor



1e slag (inlaatslag)

De zuiger beweegt van het BDP naar het ODP. De inlaatklep is open. De ruimte boven de zuiger wordt groter, waardoor de luchtdruk in de cilinder lager wordt dan de buitenluchtdruk.

Het benzine luchtmengsel (gevormd door de carburator) stroomt door middel van de hogere buitenluchtdruk in de cilinder. Even voorbij het ODP sluit de inlaatklep. De cilinder is nu goed gevuld.

2de slag (de compressieslag)

Als de krukas verder draait gaat de zuiger omhoog. De druk en temperatuur stijgen. Omdat allebei de kleppen gesloten zijn, wordt het brandbare mengsel in de kleinere ruimte samengeperst (compressie = samenpersing). Door het samenpersen zijn de druk en temperatuur van het mengsel hoger. Het mengsel is hierdoor beter brandbaar.

3de slag (de arbeidsslag)

Net voordat de zuiger het BDP bereikt ontsteekt het brandbare mengsel door een bougievonk. De brandende gassen krijgen een hoge temperatuur en druk, want de kleppen blijven dicht. Door de druk wordt een grote kracht uitgeoefend. Deze kracht drijft de zuiger vanaf het BDP naar beneden. Het is deze arbeidsslag die de krukas zijn draaiende beweging geeft. De geleverde kracht is zo groot, dat de krukas tijdens de volgende drie slagen de zuiger kan aandrijven.

4de slag (de uitlaatslag)

Tegen het einde van de arbeidsslag gaat de uitlaatklep open. Door de nog aanwezige druk verlaten de gassen de cilinder. De laatste verbrandingsgassen worden door de stijgende zuiger verwijderd.

Even voor de zuiger het BDP heeft bereikt, wordt de inlaatklep geopend. Even voorbij het BDP wordt de uitlaatklep gesloten.

Het arbeidsproces kan dan opnieuw beginnen.

5.4 Oefenvragen

1. In welke slag staan de inlaat- en uitlaatklep eventjes tegelijkertijd open, en wat is er hier van de functie?
.....
.....
2. Om het hele arbeidsproces uit te voeren moet de zuiger.....keer omhoog en..... keer naar beneden.
Dit zijn..... slagen =.....rotatie(s) van de krukas =.....krukasgraden.
3. Noem de 4-zuigerslagen. Wat gebeurt er tijdens de verschillende zuigerslagen van een 4-slag dieselmotor? Verduidelijk dit met een tekening.

.....
.....
.....
.....

6 Tweeslag motoren

6.1 Het arbeidsproces

Bij de tweeslag-motor vindt het arbeidsproces plaats in twee slagen. Iedere keer als de zuiger het BDP bereikt begint een verbrandingsproces.

De tweeslag-motor heeft geen kleppen en is daarom minder ingewikkeld en goedkoper. Een uitzondering is de tweeslag-motor met langsspoeling, waarbij de afvoergassen naar boven spoelen langs de uitlaatkleppen.

Poorten in de cilinderwand zorgen bij de tweeslag-motor voor toevoer van vers mengsel of verbrandingslucht. Zij gaan open en dicht door het op en neer gaan van de zuiger.

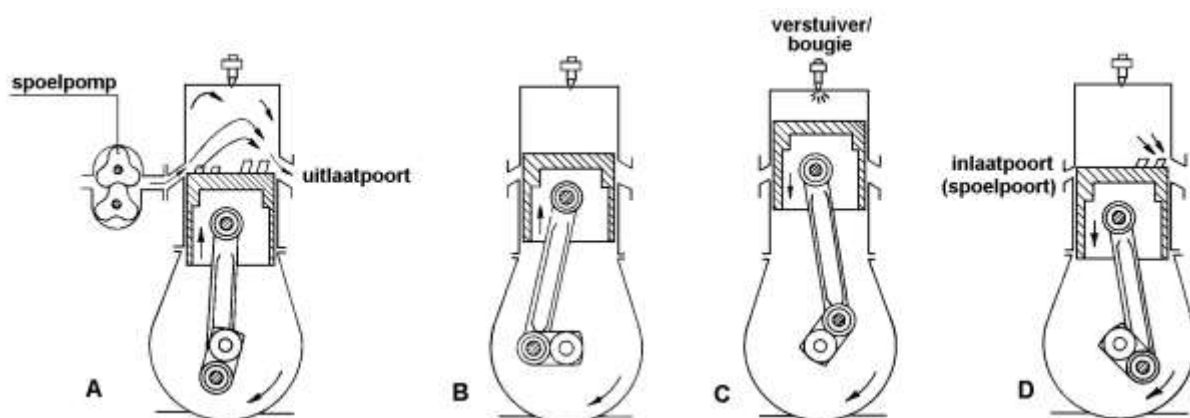
Als de ruimte onder de zuiger (het carter) ook meedoet aan het arbeidsproces is deze ruimte luchtdicht afgesloten. Dit komt alleen voor bij kleine tweeslag-motoren.

6.2 De poorten

Er zijn 3 soorten poorten:

- a. De uitlaatpoort, die de opening naar de uitlaat vormt voor de afvoer van verbrandingsgassen.
- b. Een spoelpoort. Dit is het kanaal dat de verbinding vormt tussen carter en cilinder.
- c. De inlaatpoort. Deze voert een brandbaar gasmengsel (bij benzine) of lucht (bij diesel) in het carter aan.

Je kunt ook gebruik maken van een spoelpomp of turbocompressor. Een spoelpomp maakt geen gebruik van het carter. De spoelpoort is nu niet de opening van het kanaal tussen carter en cilinder, maar tussen spoelpomp en cilinder. De spoelpoort en de inlaatpoort zijn nu dezelfde. Het zijn kleine openingen rondom in de cilinderwand, die met elkaar in verbinding staan.



Bij de compressieslag sluit de zuiger de spoelpoorten en (iets later) de uitlaatpoorten. Het eigenlijke spoelen is dan afgelopen. De zuiger gaat dan verder omhoog. De lucht kan nergens meer heen en perst steeds meer samen. Alles wat bij de vierslag-motor gezegd is over het samenpersen, de brandstofinspuiting en de ontsteking, geldt ook voor een tweeslag-motor.

Bij de tweeslag-motor met dwarsspoeling moet de zuiger altijd zo lang zijn, dat in de hoogste stand de poorten gesloten blijven. Het onderste deel van de zuiger, dat hiervoor zorgt, heet zuigerhemd.

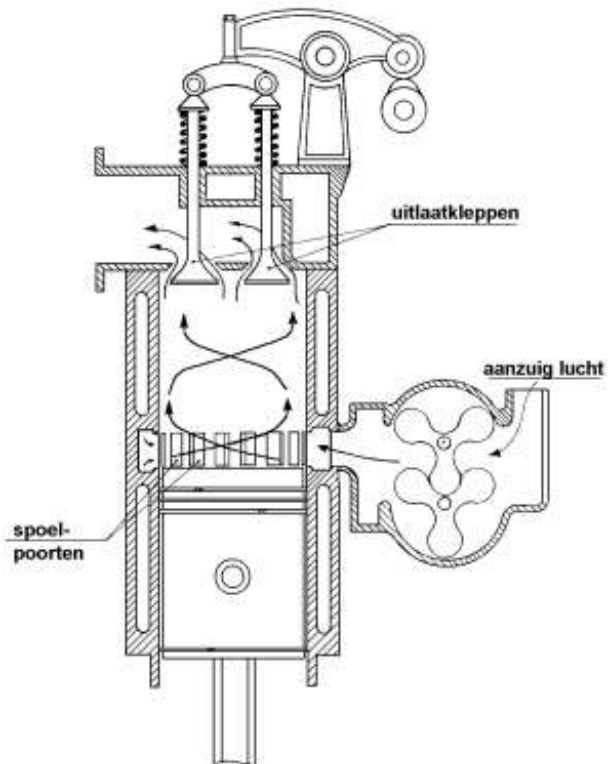
6.5 Langspoeling

Bij een tweeslag-dieselmotor met langspoeling beweegt de lucht tijdens het spoelen in langsrichting door de cilinder. Aan de onderkant (bij de spoelpoorten) komt de lucht binnen en aan de bovenkant (via de uitlaatkleppen) verlaten de gassen de cilinder.

6.6 Het uitlaatsysteem

Ook het uitlaatsysteem speelt een belangrijke rol. De wegstromende verbrandingsgassen ondervinden in dit systeem weerstand. Als je deze weerstand vermindert (bijvoorbeeld door verwijdering van de knaldemper) zullen de gassen te snel de cilinder verlaten. Hierdoor wordt ook een gedeelte van het verse mengsel meegezogen, zodat de cilinder niet goed meer gevuld is.

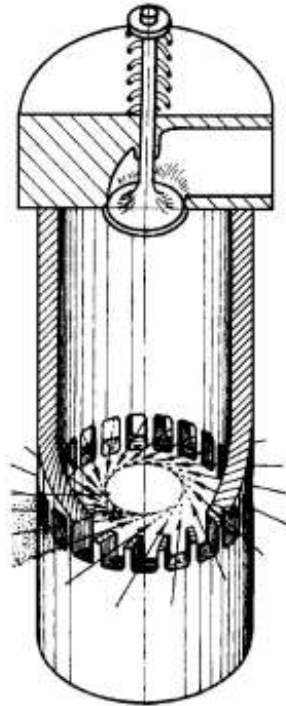
Als de uitlaatklep niet is aangepast aan het spoelsysteem levert de motor te weinig kracht. Dit is ook het geval als de uitlaat door vervuiling (gedeeltelijk) is verstopt.



Langspoeling

6.7 Oefenvragen

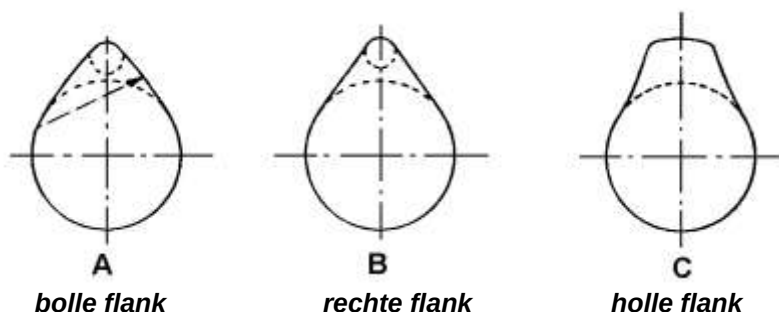
1. Noem twee soorten spoelingen. Schrijf op wat het verschil is tussen die twee soorten!
.....
.....
2. het arbeidsproces vindt in.....zuigerslagen plaats.
3. Wat gebeurt er tijdens de verschillende zuigerslagen van een 2-slag dieselmotor met langspoeling?



7 *Het kleppenmechanisme*

7.1 *Algemeen*

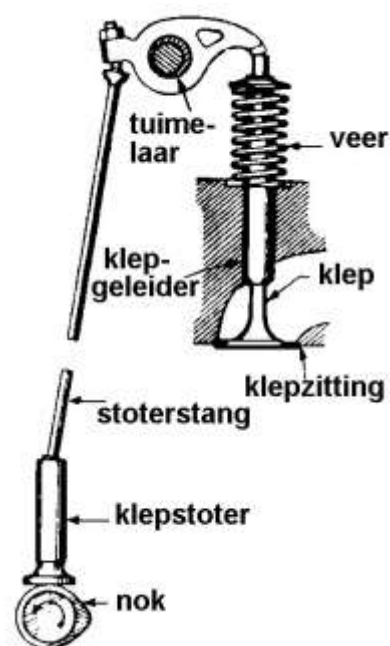
De in- en uitlaatklep zijn meestal in het cilinderdeksel / cilinderkop aangebracht. De kleppen moeten op tijd openen, een tijdje geopend blijven en daarna weer op tijd sluiten. Dit gebeurt door de klepbeweging, die de motor zelf in werking houdt. Evenwijdig met de krukas loopt de nokkenas. Deze drijft de krukas met tandwielen of kettingen aan. Voor de in- en uitlaatkleppen van iedere cilinder zijn op deze as nokken aangebracht. Voor een viercilindermotor zijn dus minimaal acht nokken nodig. Het moment, waarop de klep opengaat, wordt bepaald door de plaats waar de nok op de nokkenas is aangebracht. De vorm van de nok bepaalt hoe snel de klep opent en hoe lang de klep geopend blijft.



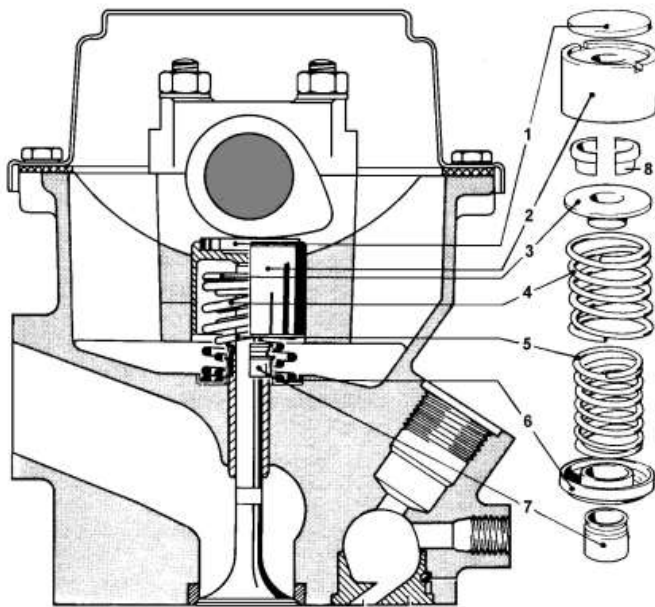
De plaatsing van de nokkenas is op verschillende manieren mogelijk:

7.2 *De laagliggende nokkenas*

De aandrijving is het eenvoudigst (twee tandwielen) als de nokkenas vlak naast de krukas ligt (laagliggende nokkenas). Voor de overbrenging zijn een klepstoter, stoterstang en tuimelaar nodig. De tuimelaar scharniert op een tuimelaaras. Steunen, die op de cilinderkop zijn bevestigd, klemmen de tuimelaaras vast. In de as loopt een kanaaltje voor de toevoer van smeerolie naar de tuimelaars. Veren houden de tuimelaars op de goede plek. Één of meer klepdeksels sluiten alles stof- en oliedicht af. De stoterstangen en tuimelaars vormen samen een vrij grote massa die op en neer beweegt. Dit kost veel kracht en slijtage.



7.3 De hoogliggende nokkenas

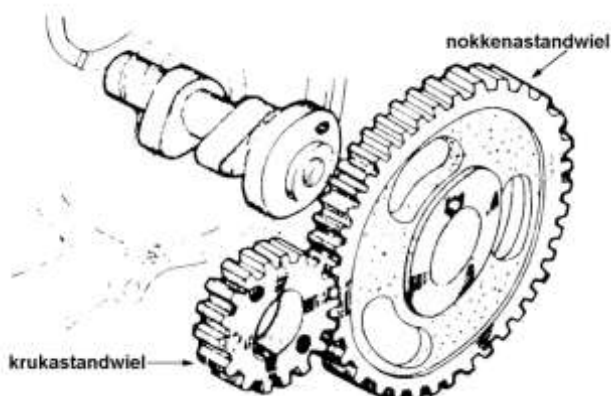
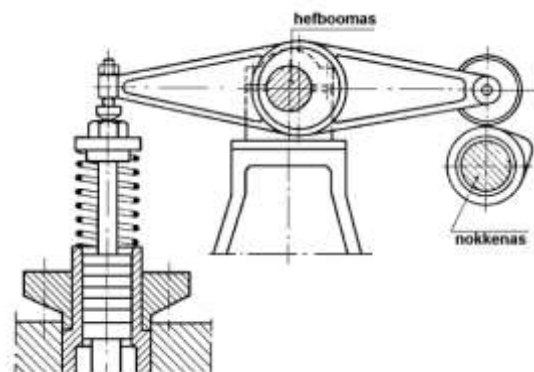


- | | |
|---------------------|------------------------------|
| 1 = Klepstelplaatje | 5 = Binnenklepveer |
| 2 = Stoterbus | 6 = Onderste klepveerschotel |
| 3 = Klepveerschotel | 7 = Klephoedje |
| 4 = Buitenklepveer | 8 = Klepspietjes |

Bij een hoogliggende nokkenas kunnen de stoterstangen en tuimelaars vervallen. Door gebruik te maken van een kunststofriem voor de aandrijving (distributie) is dit systeem eenvoudig en geruisloos.

Meer lawaai geeft de aandrijving met tandwielen of kettingen. Dit is wel bedrijfszekerder. Een extra/ tussenas drijft andere onderdelen (bijvoorbeeld een brandstofpomp) aan. Een bovenliggende nokkenas kan soms deze onderdelen zelf aandrijven.

Voor het arbeidsproces van een vierslagmotor zijn twee omwentelingen nodig. Intussen is iedere klep maar één keer geopend.

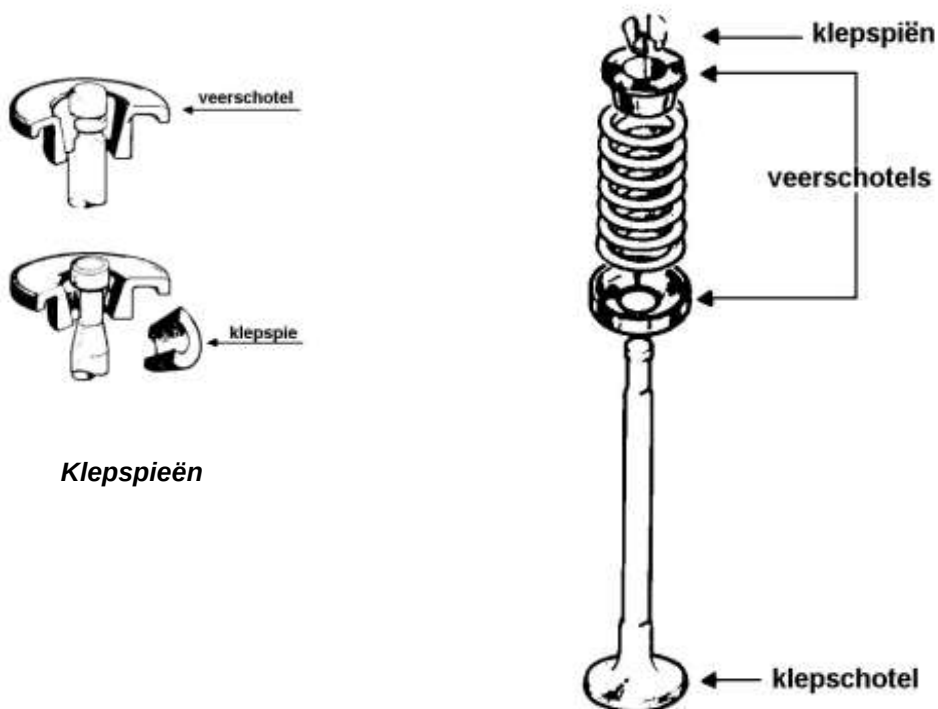


Iedere nok maakt één omwenteling terwijl de krukas twee omwentelingen maakt.

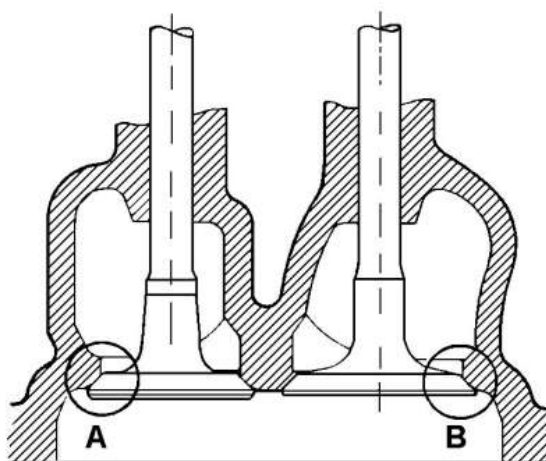
De draaisnelheid (het toerental) van de nokkenas is dus twee keer zo klein als van de krukas. Dit wordt bereikt door het tandwiel op de nokkenas tweemaal zo groot te maken als het tandwiel op de krukas.

De nokkenas beweegt de nokken in zijdelingse richting. Er is een grote kracht nodig om de klep te openen. Hij wordt namelijk door een stevige veer afgesloten. Er is dan ook een stevig onderdeel nodig tussen nok en klepsteel. Dit is een klepstoter. De klepstoter, bij een laagliggende nokkenas, steunt in een boring van het cilinderblok. Door het draaien van de krukas komt de nok op een zeker moment tegen de klepstoter, die daardoor omhoog drukt en de klep open drukt. Door zijn grote diameter slijt de klepstoter niet snel. Om de slijtage van de nokken te verminderen zijn de nokken niet helemaal recht onder de stoters geplaatst. Hierdoor gaat de stoter draaien (zie tekening pag. 34).

De nokken op de nokkenas zijn uitsluitend voor het openen van de kleppen. Deze gaan altijd naar binnen open. Iedere klep wordt gesloten door een veer. De veer moet zo sterk zijn dat hij de klep heel snel kan sluiten. De klepveer is meestal ingesloten door hard stalen veerschotels. Eén schotel voorkomt beschadiging van de cilinderkop door de veer. De andere zorgt voor het spannen van de veer met behulp van klepspiën.



Veer tussen hardstalen veerschotels



Een klep heeft een tamelijk dunne steel, die geen zijdelingse krachten kan opnemen. De boring, waarin de klepsteel op en neer beweegt, heet de klepgeleider. De geleider past nauwkeurig om de klepsteel. Hierdoor kan er geen gas of olie lekken. In gesloten toestand trekt de klepveer de schotel tegen de klepzitting. Bij de compressie- en de arbeidsslag zorgt ook de hoge druk in de cilinder er voor dat de kleppen tegen de klepzitting drukken.

Een klepzitting is vaak niets anders dan een passend geslepen rand in de cilinderkop. Het sluitvak maakt meestal een hoek van 45 graden met de klepschotel. Bij een draaiende motor "hamert" de klep ontelbare keren op de zitting. Om slijtage van de zitting te verminderen worden losse klepzittingen gebruikt. Dit zijn ringen van hard materiaal. De kleppen moeten tijdens gesloten toestand altijd goed op de zitting komen. Als dit niet het geval is dan zouden er inlaatlucht en hete verbrandingsgassen langs de kleppen komen waardoor de kleppen de warmte niet goed meer kunnen overdragen aan de klepzitting. Het vermogen van de motor zal dan minder worden en de kleppen zullen verbranden.

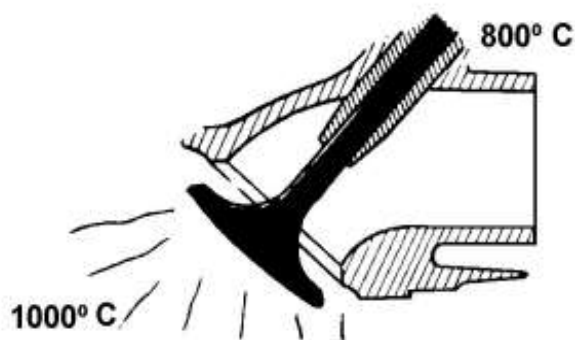
7.4 De kleppen

Voor één cilinder zijn minstens twee kleppen nodig. De inlaatklep wordt gekoeld door het verse (benzinelucht) mengsel of de verbrandingslucht tijdens de spoeling.

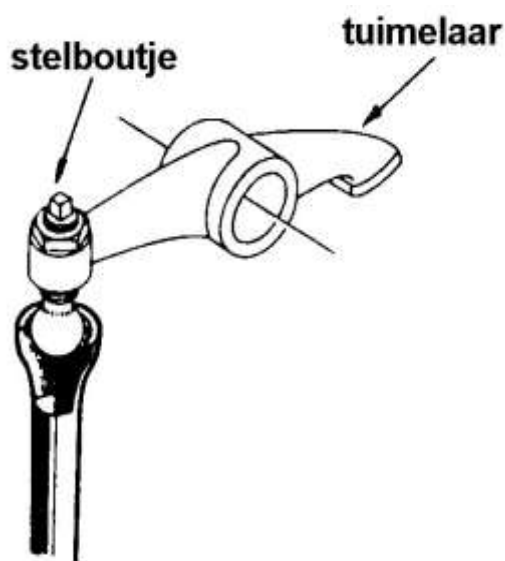
Een uitlaatklep wordt juist sterk verwarmd door de wegstromende verbrandingsgassen. Hij kan dan ook roodgloeiend worden. Om deze reden zijn uitlaatkleppen van ander materiaal. Soms worden holle klepstelen toegepast. Er kan dan een koelmiddel door de klepsteel stromen.

7.5 Klebspeling

Klepschotels van uitlaatkleppen kunnen zo heet worden dat zij gaan vervormen of zelfs verbranden. Voldoende koeling is alleen mogelijk als er warmte afgevoerd wordt naar de klepzitting, die in de gekoelde cilinderkop zit. De klepschotel moet dan ook lang en stevig tegen de zitting aanzitten om voldoende warmte af te voeren. Maar door de stijging van de temperatuur gaat de uitlaatklep uitzetten in de lengterichting. Hij sluit dan niet goed meer waardoor de warmteafvoer onmogelijk wordt en de klep verbrandt.



Een uitlaatklep kan roodgloeiend worden

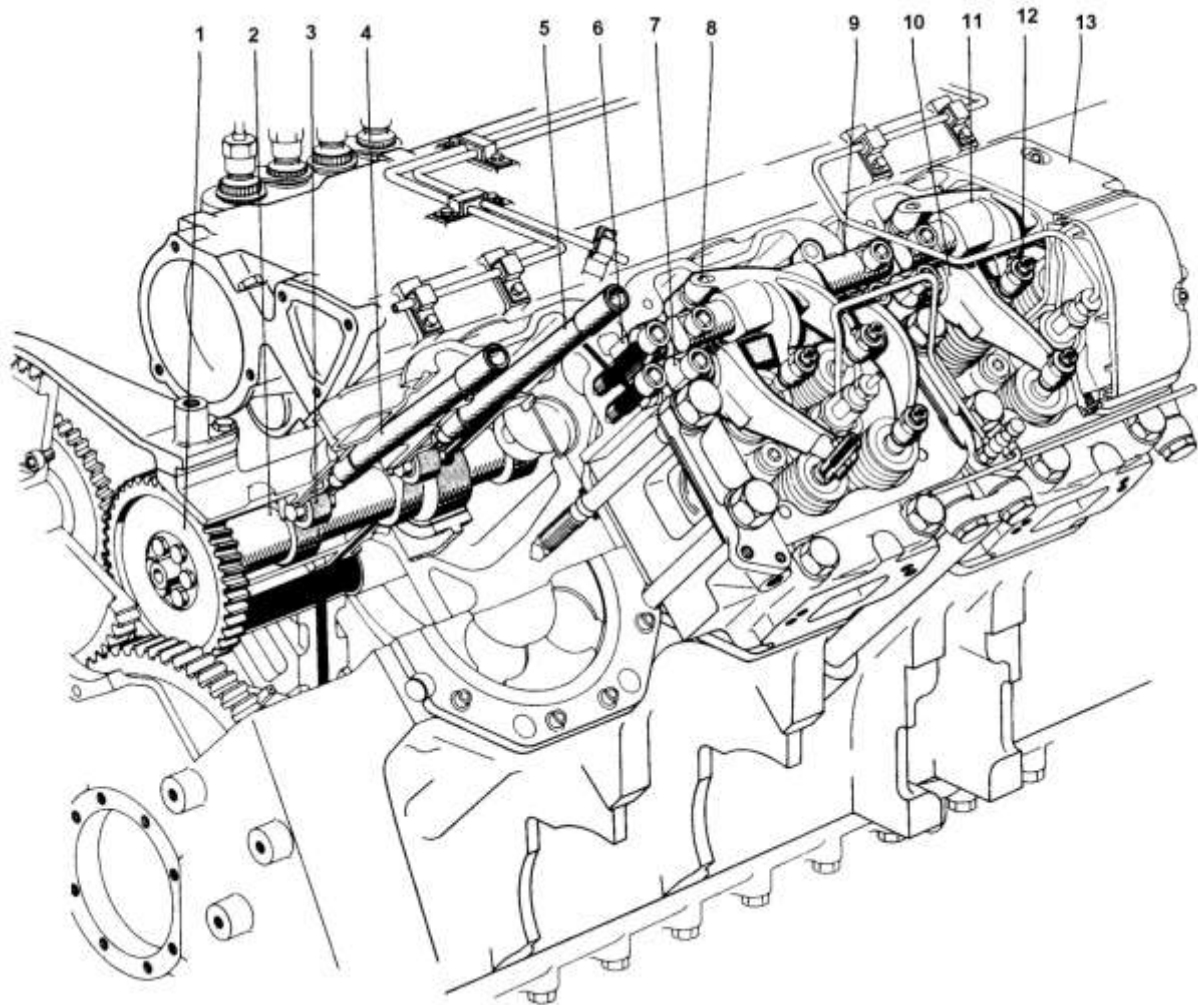


Een beetje ruimte tussen de aandrijvende onderdelen en de klepsteel zorgt ervoor dat dit niet gebeurt. Deze ruimte heet de klebspeling. De klebspeling kan gemeten worden tussen tuimelaar en klepsteel. Om zeker te zijn van een goede sluiting wordt klebspeling ook toegepast bij inlaatkleppen.

Er is altijd een mogelijkheid om de klebspeling af te stellen. Dit kan met een stelboutje aan de tuimelaar en met vul- of stelplaatjes bij de klepstoter of klepsteel. De klebspeling wordt ingesteld als de nok onder de klepstoter uit is.

De grootte van de klebspeling is voorgeschreven door de fabriek die de motor gemaakt heeft.

De bout in de tuimelaar draait totdat je tussen de klepsteel en de bout de voorgeschreven speling hebt. Draai daarna de borgmoer vast. Meet de speling met stalen plaatjes (voelers), die ieder een bepaalde dikte hebben. De dikte staat op ieder plaatje. De klepspeling kan veranderen door het slijten van de stelbout in de tuimelaar en door slijtage van andere delen van de klepbeweging. Controleer daarom de klepspeling regelmatig.



Aandrijfmechanisme in- en uitlaatkleppen

- 1 - aandrijftandwiel nokkenas
- 2 - nokkenas
- 3 - aandrijfrol
- 4 - stootstang inlaatklep
- 5 - stootstang uitlaatklep
- 6 - steun
- 7 - klephefboomas uitlaatklep

- 8 - kogelbout
- 9 - klephefboomas inlaatklep
- 10 - klephefboom, uitlaat
- 11 - klephefboom, inlaat
- 12 - stelschroef klepspeling
- 13 - kleppendeksel

7.6 Oefenvragen

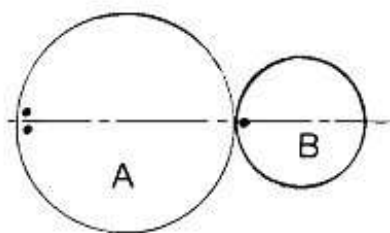
1. Wat is de functie van de nokkenas?

.....
.....

2. Wat is de overbrengingsverhouding tussen krukas en nokkenas van een 4-slag motor? En waarom?

.....
.....

- 3.



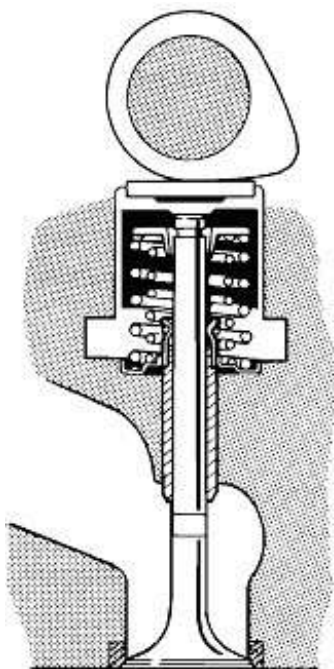
- a. Tandwiel.....is van de nokkenas.
b. Staan deze merktekens zo goed?
Verklaar je antwoord

.....
.....
.....
.....

4. Wat bepaalt de stand en de vorm van de nok?

.....
.....

- 5.



- a. Dit is een hoog / laagliggende nokkenas.
b. Kleur de klepstoter groen.
c. Kleur de klepstelplaat geel.
d. Kleur de klepzitting rood.
e. Wat is de functie van de klepstoter?

.....
.....
.....
.....
.....

8 *De dieselmotor*

8.1 *Het brandstofsysteem*

Een groot verschil tussen de diesel- en de benzinemotor is de manier waarop de brandstof in de cilinder wordt gebracht (brandstofpomp en verstuiver in plaats van een carburator).

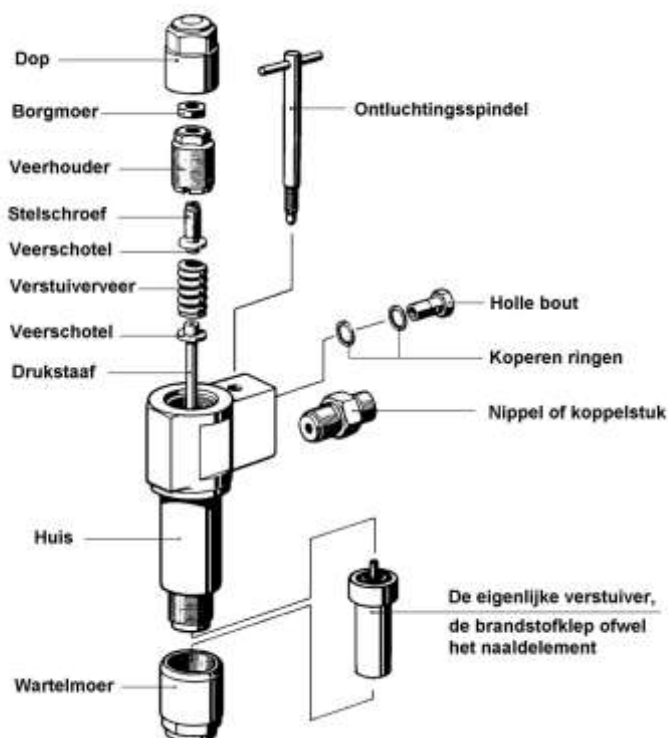
De dieselmotor zuigt alleen lucht aan. Tijdens de compressieslag wordt de lucht samengeperst. Hierdoor stijgt de temperatuur sterk. Tegen het einde van de compressieslag wordt de brandstof ingespoten, die door de hoge temperatuur spontaan ontbrandt.

Het vermogen dat de motor levert wordt bepaald door de hoeveelheid brandstof die per werkslag in de cilinder spuit. De hoeveelheid hangt natuurlijk ook af van de grootte van de motor. Het gaat om hele kleine hoeveelheden (+/- 20 mm³).

Bij het inspuiten van de brandstof moet met een paar punten rekening gehouden worden:

1. De hoeveelheid brandstof moet in relatie staan met het gevraagde vermogen
2. Het inspuiten moet op het juiste moment gebeuren
3. De duur van de inspuiting is aan bepaalde grenzen gebonden
4. De wijze van inspuiten moet passen bij het type motor en de vorm van de verbrandingskamer
5. Het mag niet mogelijk zijn meer brandstof in te spuiten dan nodig is om alle lucht te verbranden.

Als een inspuitpomp in combinatie met de verstuiver gebruikt wordt, worden automatisch alle punten opgevolgd.



Verstuiverhoude met verstuiver

8.2 De verstuiver

De verstuiver (ook wel brandstofklep genaamd), zit in de cilinderkop. De verstuiver moet de brandstof:

1. Heel snel verstuiven
2. in zeer fijne druppeltjes verstuiven
3. Erg gelijkmatig over de verbrandingsruimte verdelen.

De brandstof komt in vloeistofvorm de cilinder binnen. Vloeistoffen kunnen niet branden. De druppeltjes worden daarom verwarmd tot hun kooktemperatuur. Ze verdampen en worden daarna door verhitting tot ontsteking gebracht. Als de verstuiving te grof is dan duurt het te lang voordat de kern van de druppeltjes vlam vat. Hierdoor ontstaat naverbranding. Vaak verkolen de druppeltjes dan tot roet. Dit is te zien als zwarte rook.

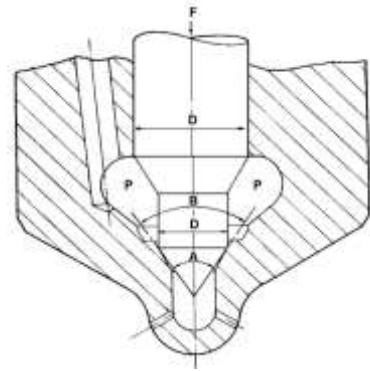
Als de brandstof niet goed over de verbrandingsruimte verdeeld is, ontstaat er op bepaalde plaatsen zuurstofgebrek tijdens de verbranding. Hierdoor verloopt de verbranding onvolledig en niet snel genoeg.

Om ervoor te zorgen dat tijdens de hele inspuiting de brandstof goed verstuit moet de inspuiting opeens beginnen en opeens eindigen.

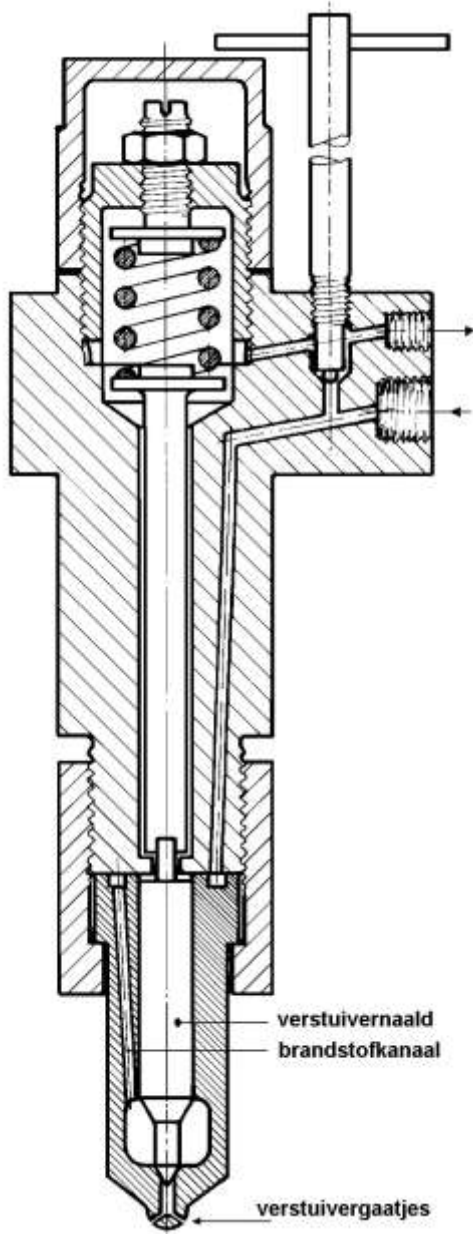
Verstuivers zijn er in vele soorten en uitvoeringen. Bijvoorbeeld de ééngatsverstuiver, meergatsverstuiver en de tapverstuiver. Meergatsverstuivers vinden we meestal midden boven in de cilinderkop.

Door het brandstofkanaal vloeit de brandstof naar het ondereinde van de brandstofnaaldklep en drukt tegen de schuine kant van de naald. Hierdoor beweegt de naald omhoog. Maar de spankracht van de verstuiverveer drukt de naald naar beneden. Als de kracht van de brandstof op de naald groter is dan de veerkracht, wordt de naald omhoog bewogen. De druk, waarbij dit gebeurt wordt ingesteld door met de stelschroef de veerspanning te veranderen. De stelschroef zet je daarna met de borgmoer vast. Bij de meeste meergatsverstuiver bedraagt de druk, waarbij de naald begint te lichten en waarbij dus de brandstofinspuiting begint, ongeveer 300 bar.

Als de naald gelicht is, komt de brandstofdruk in de ruimte onder de naald. Deze drukt ook op de punt van de naald. Hierdoor wordt de naald na het openen met extra grote kracht omhoog gehouden. De volle druk komt nu voor de verstuivergaatjes. De brandstof jaagt door de zeer hoge druk door de nauwe



Detail verstuiver

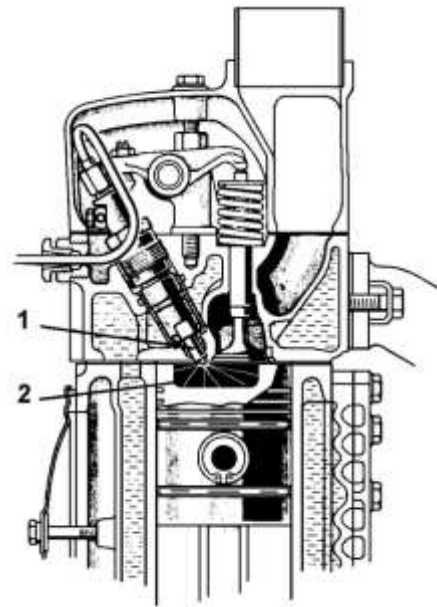


gaatjes.

De verstuiernaald past heel precies in het naaldhuis. De ruimte tussen naaldhuis en naald is ongeveer 0,01 mm. Deze zuivere passing is nodig, omdat hierdoor de naald wordt gesmeerd. Zonder smering zou de naald in het huis vastlopen. Voor deze smering zijn soms rondlopende groeven in het dikke gedeelte van de naald aangebracht om de lekolie gelijkmatig over de omtrek te verdelen. De groeven helpen ook om de lekkage langs de verstuiernaald te beperken. Als de lekolie boven de naald gekomen is, gaat ze langs de drukstaaf omhoog en vult ze het huis op. Als de olie niet uit het huis weg kan, zal daar langzaam maar zeker een druk opgebouwd worden, die net zo hoog kan worden als de openingsdruk van de verstuiver. De naald wordt dan niet alleen door de verstuiverveer, maar ook nog door de kracht van de vloeistofdruk naar beneden gedrukt. Hierdoor kan de brandstofdruk de verstuiver niet meer openen. Elke verstuiver moet dan voorzien zijn van een lekolieleiding.

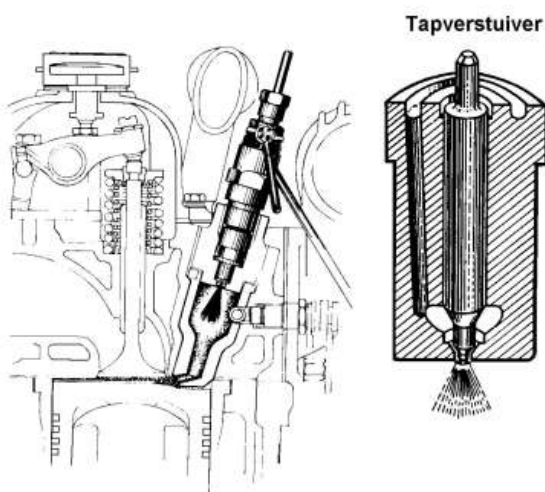
8.3 Brandstofinspuitsystemen

Als de brandstof rechtstreeks in de verbrandings-ruimte spuit heet dit directe inspuiting. Bij dit soort dieselmotoren is een bijzonder hoge inspuitedruk nodig, 200 tot 300 bar. De verbrandingsruimte wordt meestal gevormd door een uitholling in de zuigerkroon (2). De brandstof spuit door een meergatsverstuiwer (1) naar binnen.

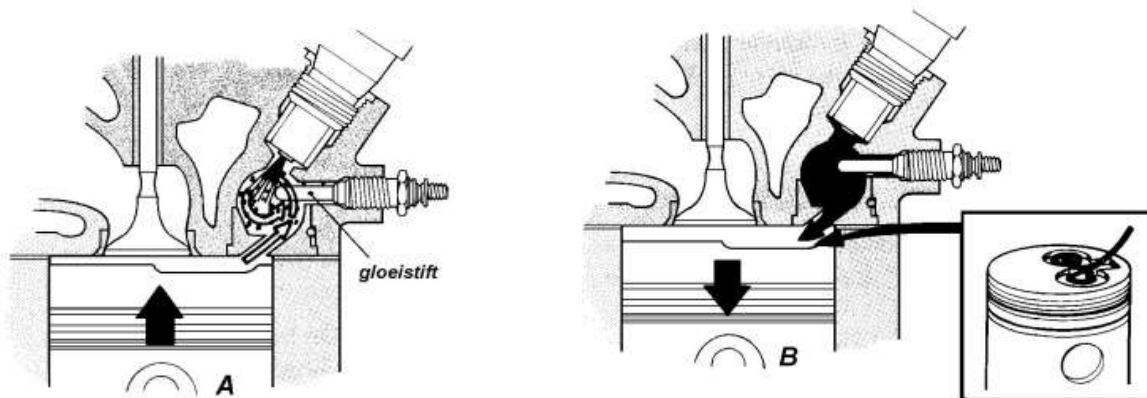


Directe inspuiting

Een voorverbrandingskamer (of kortweg voorkamer) is een extra verbrandingsruimte in de cilinderkop. Tijdens de compressie wordt een deel van de verbrandingslucht in de voorkamer geperst. Door een simpele verstuiwer verstuiwt de brandstof en vat vlam. Door de daarbij optredende drukverhoging wordt het brandende, voorgemengde luchtbrandstof-mengsel door een aantal gaatjes met kracht in de cilinder geperst. Hierdoor wordt dit "gas" nog eens krachtig in de cilinder met de resterende verbrandingslucht nagemengd. Met een voorkamer kan een wat minder goede verstuiwer toch goede resultaten opleveren.



Indirecte inspuiting



Indirecte inspuiting

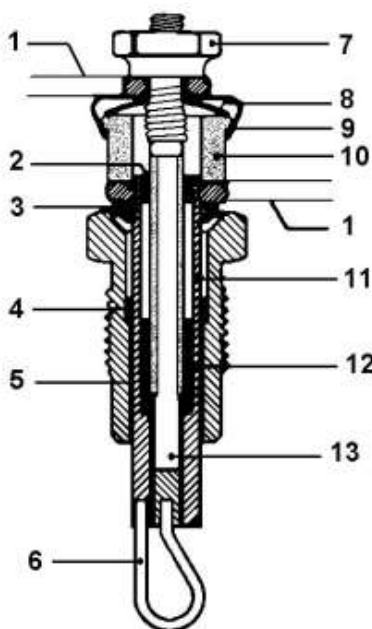
De wervelkamer, is een gestroomlijnde voorkamer, waarin de lucht tijdens de compressie in sterke werveling komt. De brandstof wordt in deze razendsnel ronddraaiende lucht ingespoten waardoor alle brandstofdruppeltjes nog eens aan flarden scheuren. In de wervelkamer begint de ontsteking. Daarna wordt het brandend mengsel met kracht in de cilinder gestuwd. Een voordeel van voor- en wervelkamers is dat ze een goede menging en verstuiving hebben. Een nadeel is, dat ze extra afkoelend oppervlak vormen, waardoor meer warmte met het koelwater afgevoerd wordt en het brandstofverbruik daarom hoger ligt dan bij motoren met directe inspuiting.

Bij motoren met indirecte inspuiting kunnen eenvoudigere verstuivers gebruikt worden dan bij motoren met directe inspuiting. In plaats van één of meer kleine gaatjes is er een betrekkelijk groot verstuivergat, dat weer grotendeels is opgevuld door een tap. Dit is een verlengstuk van de verstuivernaald. Hierdoor blijft maar een nauwe opening voor de brandstof over om zich doorheen te persen. De openingsdruk voor tapverstuivers is 100-150 bar. Dit is aanmerkelijk lager dan bij gatverstuivers. De brandstofstraal is pluimvormig. De verstuiving is wat minder fijn dan bij gatverstuivers. In een wervelkamer scheuren deze wat grotere druppels echter helemaal uit elkaar.

Om de verbranding te programmeren bestaan verschillende inspuitsystemen in combinatie met een daaraan aangepaste vorm van de verbrandingsruimte.

Het inspuiten van de brandstof vereist, net als de vorm van de verbrandingsruimte, veel zorg. Als dit niet nauwkeurig wordt geregeld, ontbrandt er teveel brandstof tegelijk. Dit gaat dan kloppend geluid in de zogenaamde dieselklop. ontstaat door een is de grootste vijand van

Het gebruik van een noodzakelijk, omdat een afstaat aan de koude bereikt niet uit zichzelf de Het zogenaamde warm weer een paar strenge vorst is wel een De elektrisch verwarmde lopende motor uit.



gepaard met een sterk motor. Dit is de De diesel-klop, die explosieve ontbranding, de dieselmotor.

gloeibougie is voorkamer teveel warmte cilinderkop. De lucht ontstekingstemperatuur. vóórgloeien duurt bij seconden, maar bij volle minuut noodzakelijk. gloeiplug schakelt bij een

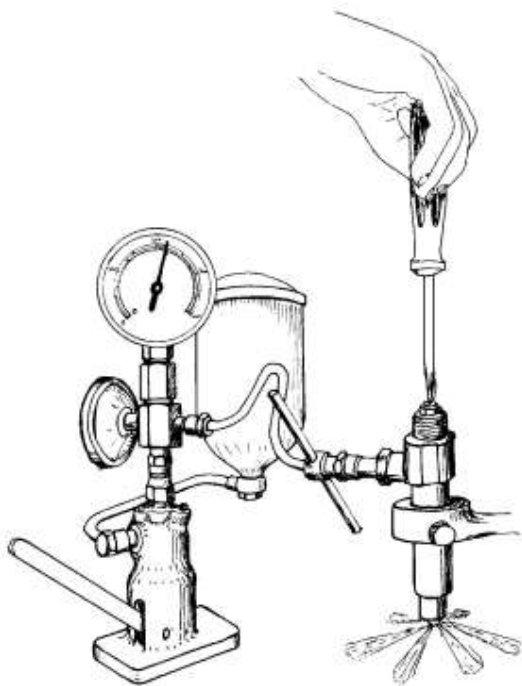
1. *Stroomkabel*
2. *Kunststofisolatie*
3. *Ring*
4. *Isolatie*
5. *Gloeibougjelichaam*
6. *Gloeidraad*
7. *Kartelmoer*
8. *Gegolfde schijf*
9. *Beschermkap*
10. *Isolatie*
11. *Buitenste elektrode*
12. *Isolatie*
13. *Middelste elektrode*

Gloeiplug in doorsnede

De brandstofstraal mag nooit rechtstreeks op de gloeiplug of de lont staan. Er bestaat dan een grote kans dat de gloeiplug doorbrandt. Tijdens het aanzetten wordt de lont dan natgespoten en wil dan niet meer branden.

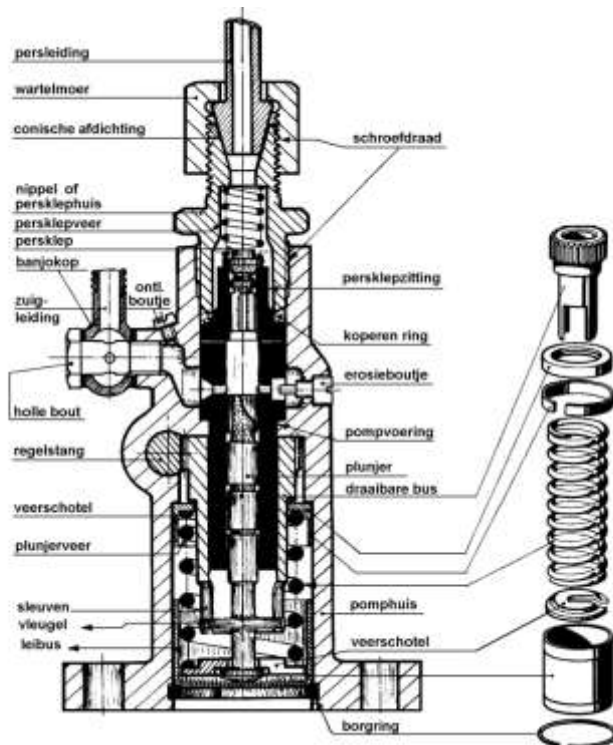
Het afpersen van een verstuiver.

Stel voordat een nieuwe of overhaalde verstuiver in een motor wordt gemonteerd, eerst de juiste openingsdruk, of controleer deze. Dit kan met een afpersapparaat. Dit bestaat uit een tankje met ingebouwd filter, een handbediende hogedruk brandstofpomp met persafsluiter, een manometer en een verstuiverklem.



Na het instellen van de openingsdruk controleer je de verstuiver op de sluitdruk en op eventueel nadruppelen (er mag geen druppel aan de punt blijven hangen). De kwaliteit van de verstuiver is te beoordelen aan de brandstofstra(a)l(en). Om de verstuiver te controleren op lekkage breng je hem op een druk (vlak onder de openingsdruk) en sluit je daarna de persafsluiter van de pomp. De brandstofdruk moet nu een voorgeschreven tijd blijven bestaan. De brandstof krijgt bij het afpersen in de gaatjes zo'n hoge snelheid, dat de brandstof makkelijk door de huid heen dringt. Het is daarom erg gevaarlijk bij het afpersen je vingers onder een verstuiver te houden. Je kunt er een zeer ernstige bloedvergiftiging aan overhouden.

8.4 De brandstofpomp



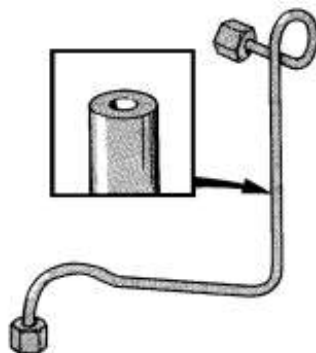
De hogedruk brandstofpomp perst de brandstof in heel goed regelbare hoeveelheden onder hoge druk naar de verstuiver. De hoeveelheid brandstof wordt geregeld door middel van een "gas"-hendel die verbonden is met een regelstang.

Bij hoofdmotoren heeft meestal elke cilinder zijn eigen brandstofpomp. Deze is op of in de nokkenkast bevestigd en wordt aan de onderkant door een nok en een rolhouder bewogen. Hulpmotoren hebben vaak alle brandstofpompen verenigd in een brandstofpompenblok ofwel lijnpomp. Voor elke cilinder is een plunjer aanwezig. Een viercilindermotor heeft dus vier

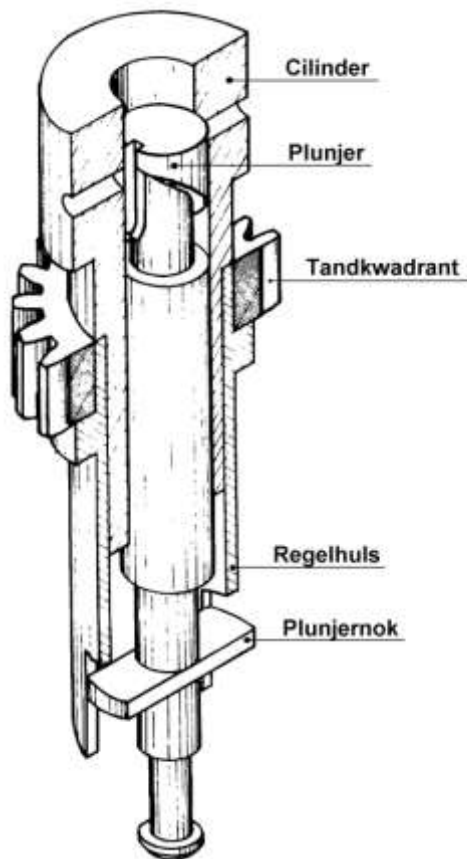
persplunjers in de pomp zitten. In dat geval zijn de regelstangen van alle brandstofpompen aan elkaar verbonden en te bedienen met één brandstofhendel.

Bij snellopende dieselmotoren worden speciale verdelerpompen toegepast. Deze worden ook wel roterende pompen genoemd. Bij een verdelerpomp is er één plunjer die door een verdeler de inspuiting bij alle cilinders verzorgt.

De brandstofpersleiding is altijd zo kort mogelijk, voor elke cilinder even lang en vervaardigd van dikwandig, naadloos, gegloeid staal. Dit is nodig omdat de brandstof bij 150 tot 300 bar ingespoten wordt. Tijdens de inspuiting kan de druk zelfs nog behoorlijk toenemen. De leidingen mogen daarbij niet teveel rekken, anders gaat te veel tijd verloren voordat de verstuiver gaat inspuiten.



De werking van de brandstofpomp.



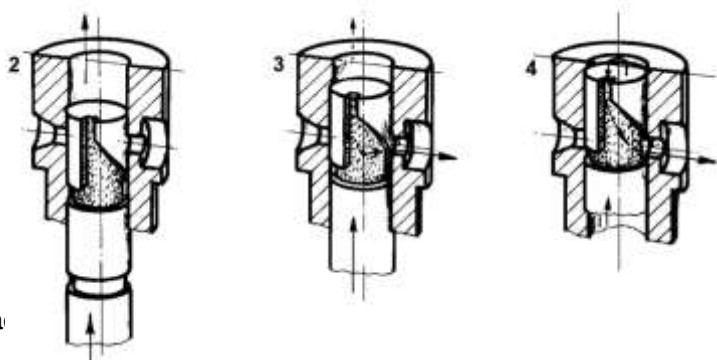
persleiding komt.

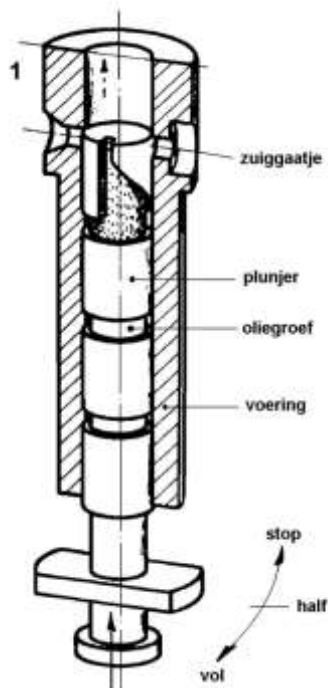
Plunjer verdraaiing tijdens de slag

De plunjer gaat door met persen, tot de schuine regelkant van de plunjerkop zo ver omhoog is gekomen, dat het rechter zuiggaatje weer vrijkomt. Via het weggefreeste gedeelte van de plunjerkop en dit gaatje valt dan in één keer de druk van boven de plunjer weg naar het zuiggedeelte van de pomp. Hierdoor eindigt de insputting opeens. Dit is nodig voor een goede werking van de verstuiver.

Om deze enorme stoten op te vangen zit er tegenover het rechter zuiggaatje een erosieboutje en zijn de zuigleidingen meestal flexibel uitgevoerd. Bij zijn weg omlaag sluit de schuine regelkant het zuiggaatje eerst weer af. Er kan dan niets meer naar binnen komen in de pompruimte, als de plunjer naar beneden beweegt. De brandstof kan niet uitzetten, zodat door deze volumevergroting een vacuüm (luchtledig) wordt opgewekt. Als de plunjer weer zo ver naar beneden is gekomen dat de beide zuiggaatjes opengaan dan wordt dit vacuüm gevuld met brandstof uit de zuigleiding.

Regel tijdens het in bedrijf zijn van de motor de brandstofopbrengst steeds nauwkeurig zodat je de machine het juiste toerental kunt laten maken. Verdraai met de regelstang de draaibare bus. De plunjer loopt met twee vleugels in twee sleuven van deze bus, en draait op en neer bewegend mee. Daardoor komt de schuine regelkant eerder of later langs het zuiggaatje, waardoor de werkzame persslag van de pomp eerder of later ophoudt en er meer of minder brandstof naar de verstuiver perst. Als de plunjer zover opgedraaid wordt, dat het smalle "kanaal" precies voor het rechter zuiggaatje zit, dan sluit dit helemaal niet af en perst de pomp niet. De motor stopt dan.



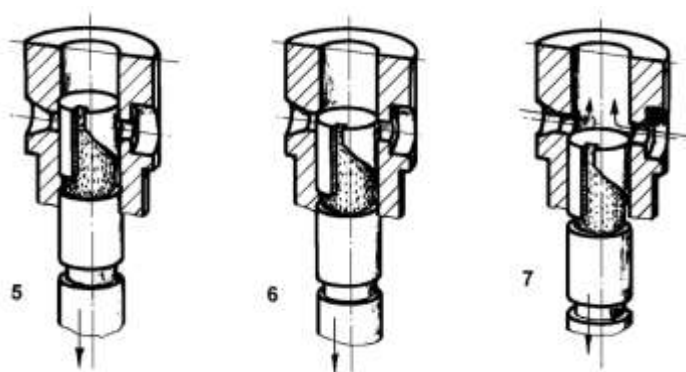


Opgaande slag

- 1- De plunjer dekt net de zuiggangen af en begint te persen.
- 2- De plunjer is bezig te persen.
- 3- Het zuiggaat staat op het punt vrij te komen: einde persen.
- 4- Alle brandstof ontwijkt via het zuiggaat.

Neergaande slag

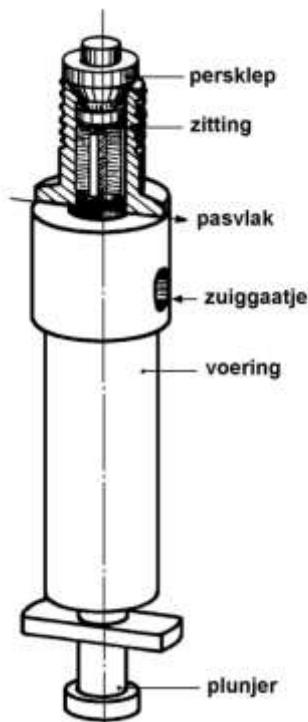
- 5- De zuiggangen zijn beiden dicht: oven de plunjer wordt vacuüm gezogen.
- 6- De zuiggangen zullen zo open gaan.
- 7- De brandstof vult het vacuüm op.



Het pompelement.

De plunjer en de voering samen noem je het pompelement. Deze twee belangrijke onderdelen zijn heel nauwkeurig op elkaar pasgeslepen (minder dan 0,01 mm speling), omdat er bij de optredende hoge persdrukken maar heel weinig brandstof mag weglekken. Een beetje lekkage is wel noodzakelijk om de plunjer te smeren. De groeven in de plunjer beperken de lekkage en verdelen de lekolie gelijkmatig over de glijvlakken.

Vervang bij slijtage de plunjer en voering altijd samen door reserve-onderdelen.

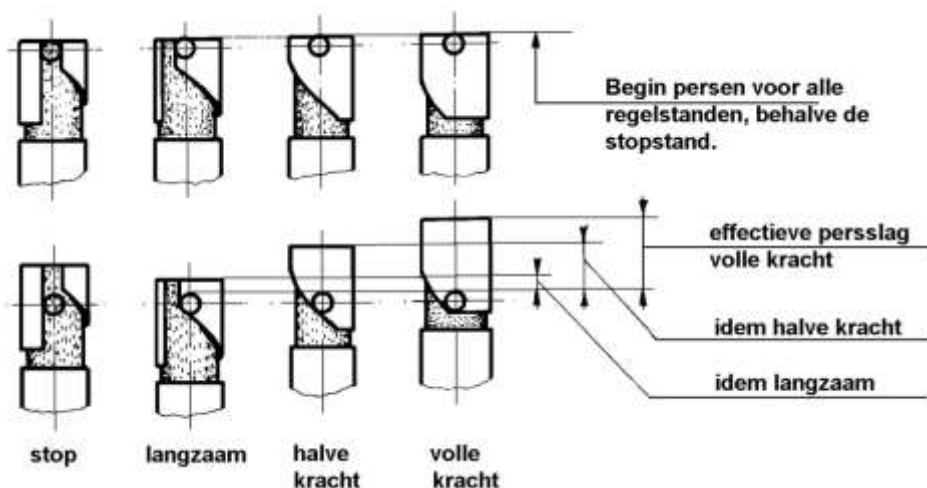


De rustdrukkelep (persklep)



Rustklep met zitting

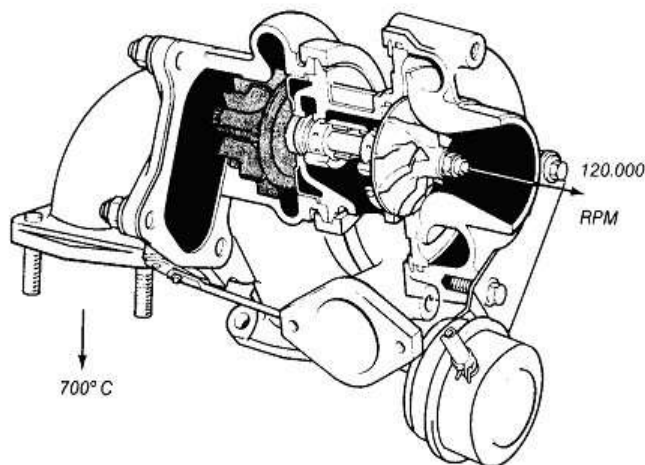
De persklep heeft een speciale constructie. Naast zijn functie als persklep heeft de rustdrukkelep (want zo wordt deze klep genoemd) de taak, bij "einde persen" van de brandstofpomp, heel snel de persdruk te laten afnemen tot de rustdruk. De rustdruk moet lager zijn dan de sluitdruk van de verstuiver. Hierdoor is het zeker, dat de naald snel sluit. Een slechte werking van de rustdrukkelep is vaak de oorzaak van een nadruppelende verstuiver. De persklep moet heel goed in de zitting afdichten. De zitting zelf moet zo vlak zijn, dat deze zonder pakking tegen de bovenkant van de voering afdicht. Vervang bij slijtage de rustdrukkelep en de zitting altijd samen door reserve.



Een motor wordt overbelast doordat er:

1. Meer brandstofinspuiting plaatsvindt, dan waarvoor er lucht in de cilinder is. De motor begint eerst grijs en daarna zwart te roken.
2. Zoveel brandstofinspuiting plaatsvindt, dat de toelaatbare verbrandingsdrukken worden overschreden.
3. Zoveel brandstofinspuiting per tijdseenheid plaatsvindt, dat het ontwikkelde vermogen zo groot is, dat de diverse motoronderdelen te sterk aan warmte worden blootgesteld.

De turbocompressor



Het vermogen van dieselmotoren kan worden opgevoerd door de lucht onder druk toe te voeren in de cilinders. Doordat er méér lucht binnenkomt kan er ook meer brandstof verbranden. Hierdoor stijgt het motorvermogen. De compressor wordt in dit geval aangedreven door de uitlaatgassen, die een turbine met een hoog toerental aandrijven. De turbine-as heeft aan de andere kant een schoepenwiel. Dit comprimeert de verse lucht. Dit heet dan ook een turbocompressor.

Motoren, die een compressor hebben worden ook wel opgeladen motoren genoemd.

8.5 Het ontluchten

In de stalen leiding en in de ruimte onder de verstuivernaald mag geen lucht zitten. Als dit wel het geval is, dan perst de lucht tijdens het omhoog bewegen van de plunjer samen. Hierdoor wordt er onvoldoende hoge druk verkregen. Er vindt dan geen dieselolie-inspuiting plaats en de motor werkt niet omdat de verstuivernaald de gaatjes niet opent.

Het ontluchten vindt plaats vanaf de tank. Deze moet natuurlijk voldoende brandstof bevatten. Als eerste ontlucht je de leiding van de tank naar het brandstoffilter en het brandstoffilter zelf.

(dit is de eerste fase). De meeste filters hebben in het deksel op het hoogste punt een schroef of een boutje zitten dat losgedraaid kan worden.

Als de retourleiding is aangesloten op het filter moet je eerst (als deze aanwezig is) de retourkraan dichtdraaien. Met het handpompje pomp je de brandstof op totdat brandstof zonder luchtbelletjes onder het schroefje uitstroomt. Als dit zo is zet dan de ontluchtingsschroef weer vast. In sommige gevallen is het sneller om eerst de aansluiting op het filter een paar slagen los te draaien en dan door te pompen totdat de luchtbellenvrije brandstof onder de moer vandaan komt.

Zet hem dan weer vast en ontlucht het filterhuis met de ontluchtingsschroef.

Tot zover zijn er geen verschillen tussen het ontluchten van een brandstofsysteem met een lijninspuitpomp en met een verdelerpomp. Ontluchten met een verdelerpomp is bijna hetzelfde. Je gaat dan ook het traject van brandstoffilter tot en met de inspuitpomp ontluchten.

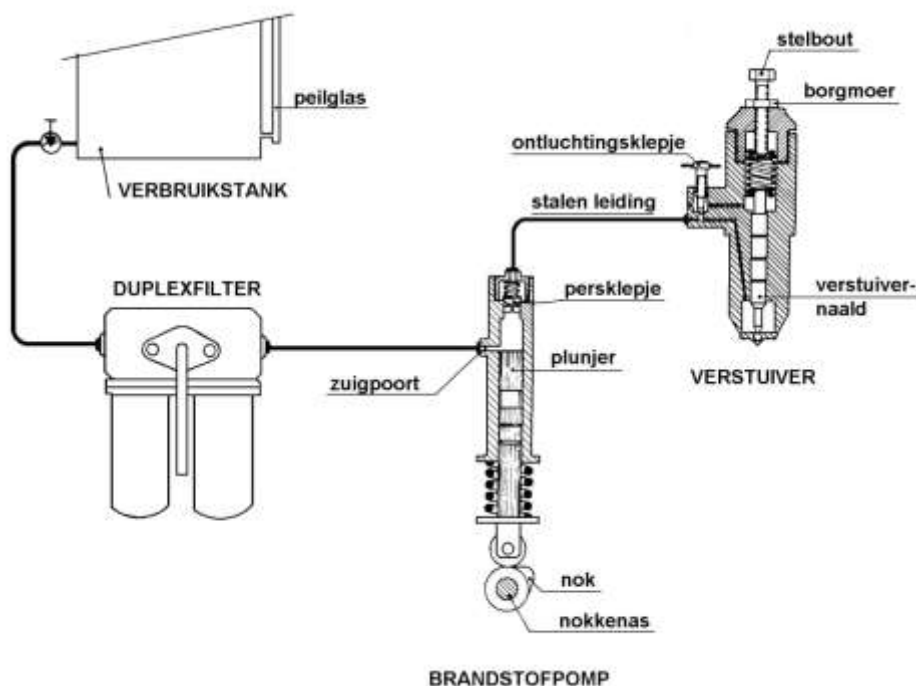
Bij de verdelerpomp zitten op het pomphuis meestal twee ontluchttingsboutjes. De een zit iets hoger dan de ander. Eerst draai je het bovenste boutje een paar slagen los. Met het handpompje pomp je weer brandstof op tot er luchtbellenvrije brandstof uitstroomt. Zet dan het boutje vast. Ditzelfde doe je bij het onderste boutje. Zet de retourkraan op het brandstoffilter weer open. Nu is de eerste fase ten einde.

Sommige typen lijninspuitpompen hebben een apart ontluchttingsboutje. Het pomphuis zelf heeft op het hoogste punt een ontluchttingsboutje. Als daar luchtbellenvrije brandstof uitkomt zet je het boutje vast. Draai nu de knop van de handpomp weer vast. Hierna draai je de brandstofleiding bij de verstuiver los of (bij sommige type verstuivers moet je de ontluchtingsspindel losdraaien), torn dan de motor totdat de brandstof uit de leiding komt. Zet hierna de leiding vast en start de motor.

8.6 De tank en de filters

Om ruimtes in het schip zo efficiënt mogelijk te gebruiken en soms ook ter vergroting van de stabiliteit is de voorraad dieselolie opgeslagen in tanks, die zoveel mogelijk over het schip zijn verdeeld.

De tank waaruit de dieselolie naar de brandstofpomp stroomt heet de verbruikstank of dagtank. De verbruikstanks worden met een pomp bijgevuld uit de voorraadtanks.



Het verstuiven van dieselolie in de cilinder

Op de verbruikstank zit een peilglas en langs het peilglas is een strip gemaakt waarop je kunt aflezen hoeveel dieselolie er in de tank zit. Hiermee kun je dus het verbruik van de dieselolie vaststellen.

Tussen de verbruikstank en de brandstofpomp zit een filter. Als het filter vuil is dan stroomt er onvoldoende dieselolie naar de brandstofpomp waardoor de motor niet goed meer werkt. Om dit te voorkomen moet je regelmatig een schoon filter gebruiken. Een dieselmotor werkt alleen goed met een perfect brandstoftoevoersysteem.

8.7 Bunkeren

De brandstof is opgeslagen in bunkers. Bunkers zijn bijvoorbeeld, dubbele bodemtanks, brandstoftanks, settlingtanks of dagtanks. Hieronder staat wat je moet doen voor het bunkeren:

1. De resterende hoeveelheid brandstof bepalen en verzamelen in één of meer tanks. Bij voorkeur de brandstof in lege tanks bunkeren.
2. Controleren of de juiste afsluiters van het leidingsysteem open zijn.
3. De bunkerleiding lekvrij aansluiten.
4. Alle spui- of loosgaten naar overboord afstoppen.
5. Zorgen dat er twee brandblussers aanwezig zijn. Maar ook een hoeveelheid olieabsorberend materiaal, scheppen, bezems en een aantal lege vaten.
6. Zorgen voor een goede communicatie tussen het bunkerteam onderling en met de bemanning van de bunkerboot of met de wal.
7. De officier van dienst waarschuwen voor een algeheel rook en vuur verbod.

Werkzaamheden tijdens het bunkeren:

1. Regelmatig peilen van de tanks.
2. Bedienen van de juiste afsluiters.
3. Goed communiceren met de bunkerboot of met de wal.

Werkzaamheden na het bunkeren:

1. Brandstoftanks peilen.
2. De geleverde hoeveelheid controleren.

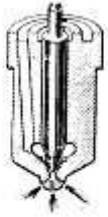
8.8 Peilen

Peilen wil zeggen dat je met behulp van een peillint meet hoeveel water of olie er in de ruimte is. Deze ruimtes zijn er, zoals bilges, kofferdammen, ruimen en tanks. Peil plekken waar normaal geen water of olie in hoort te staan, om te kijken of er ergens een lek is. Dubbele bodemtanks die in gebruik zijn als brandstoftanks peil je om te kijken hoeveel brandstof er nog in zit. Als je dit iedere dag doet tijdens een reis is daarmee uit te rekenen hoeveel je verbruikt. Brandstoftanks peil je met een stalen meetlint dat een schaalverdeling en een gewichtje aan het eind heeft. Het peilen van de tank gaat als volgt. Je smeert het peillint eerst met wat krijt in. Laat het dan zakken door de peilpijp / peilkoker en haalt daarna het peillint op uit de peilkoker. Door het verschil in nat en droog krijt is het peillint makkelijk af te lezen.

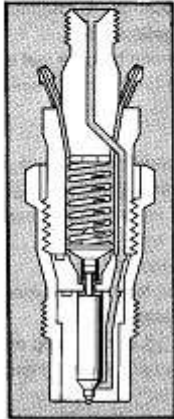
8.9 Oefenvragen

1. Waarom moet de inspuitdruk van een verstuiver zo hoog zijn?

.....
.....



- 2 a. Dit is een **gat/tap**verstuiver die wordt toegepast bij **direct/indirect** ingespoten dieselmotoren.
b. De inspuitdruk van zo'n type verstuiver is
c. Kleur de ruimten waar de hogedruk van de brandstof komt.
d. Geef met pijlen aan waar de verstuivernaald omhoog wordt gedrukt.



- 3 a. Dit is een verstuiver die wordt toegepast bij **direct/indirect** ingespoten dieselmotoren.
b. De inspuitdruk van zo'n verstuiver is
c. Hoe kan de inspuitdruk worden versteld?
.....
d. Waarom zit er een retourleiding op een verstuiver?
.....
.....
e. Kleur de lekbrandstof lichtrood.

4. Wat is het verschil tussen een inspuitpomp van het type lijnpomp en het type verdelerpomp?

.....
.....

5. Bij welk type inspuiting vindt men een gloeistift?

.....

6. Hoe wordt de hoeveelheid brandstof geregeld bij een dieselmotor?

.....
.....

7. Waarvoor dienen de groeven rondom de plunjer? Noem 2 redenen.

.....

9 *De benzinemotor*

9.1 Carburator

De carburator mengt benzine en lucht automatisch in de gewenste verhouding. Hierdoor ontstaat een goed brandbaar benzine-luchtmengsel.

Bij een middelmatige snelheid is de juiste verhouding ongeveer 1 : 15. Dat wil zeggen dat aan 1 liter benzine 15 liter lucht wordt toegevoegd om een goede verbranding te verkrijgen.

Het mengsel heet een arm mengsel als er minder benzine in het mengsel zit (bijvoorbeeld 1 : 18).

Bij een rijk mengsel zit er meer benzine (bijvoorbeeld 1 : 12) in het mengsel.

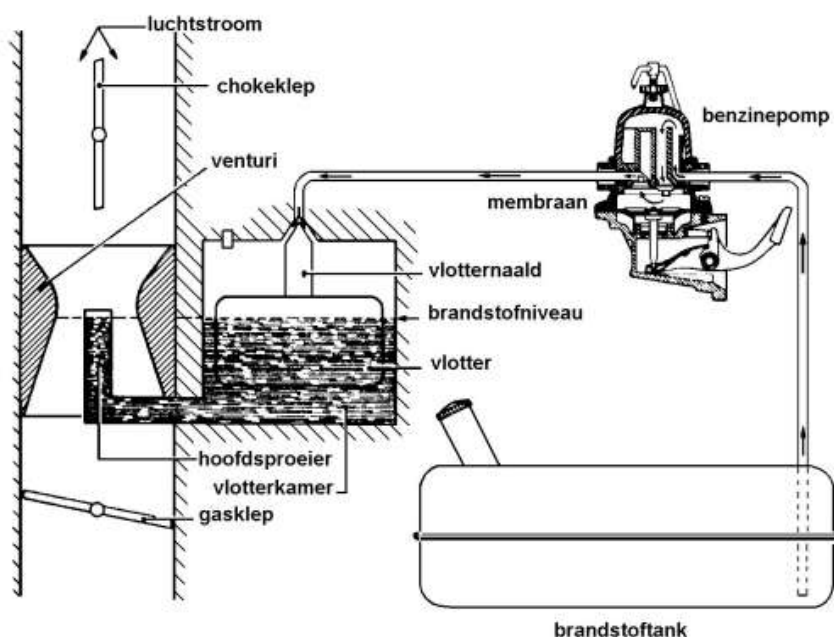
De mengselsamenstelling is zoveel mogelijk aangepast aan de bedrijfsomstandigheden. Tot een bepaalde verhouding (circa 1 : 12) leidt een rijker mengsel tot een groter vermogen. Je verbruikt dan wel meer brandstof en dit is dus duurder. Met een mengverhouding van 1 : 16 zal de motor heel zuinig met de benzine omspringen.

Bij een koude start is een rijk mengsel noodzakelijk om het starten mogelijk te maken. Op de weg naar de cilinderruimte slaat een deel van de brandstof neer tegen de koude wanden van het inlaatkanaal. In de cilinderruimte komt dan een mengsel dat te arm is aan brandstof aan. Hierdoor lukt het starten niet. Je verrijkt het mengsel daarom met een choke. Zodra de motor loopt schakel je deze verrijking van het mengsel uit. Anders verzuipt de motor en smoort in het teveel aan brandstof.

Met de chokeklep wordt de luchtinlaat voor een deel afgesloten, zodat er meer lucht langs de hoofdsproeier stroomt. Hierdoor neemt de zuigkracht op de benzine toe.

Ook kun je voor het starten een aparte sproeier-combinatie gebruiken: de startcarburator. Dit deel zit in de normale carburator en wordt met een hefboompje in- of uitgeschakeld.

Valstroomcarburator

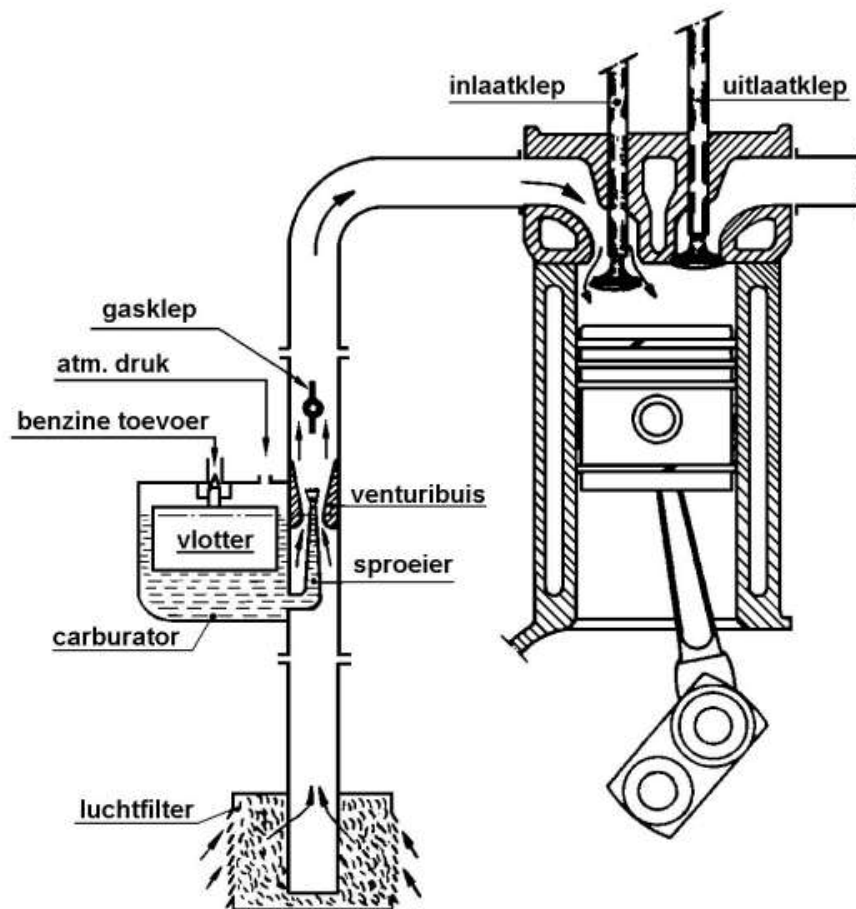


Een carburator bestaat in principe uit twee belangrijke delen:

1. de vlotterkamer met het vlottermechanisme
2. de zuigbuis met sproeier en gasklep.

De vlotterkamer heeft een vlotter (drijver), die vast zit aan een vlotternaald. Deze naald is conisch en sluit daardoor heel goed de toevoer van de benzinepomp af. Dit gebeurt, als het oppervlak (niveau) van de benzine stijgt en de vlotter meestijgt. De drijfkraft van de vlotter wordt door een hefboompje vergroot overgebracht op de naald. Op dit moment staat de benzine in de sproeierbuis even hoog als in de vlotterkamer (denk aan de wet van de communicerende vaten). Het niveau ligt een paar millimeters onder de sproeieropening.

Bij een draaiende motor ontstaat er tijdens iedere inlaatslag een onderdruk in de cilinder. Deze onderdruk is ook merkbaar in de zuigbuis, maar bereikt de sproeier alleen bij geopende gasklep.



Stijgstroomcarburator

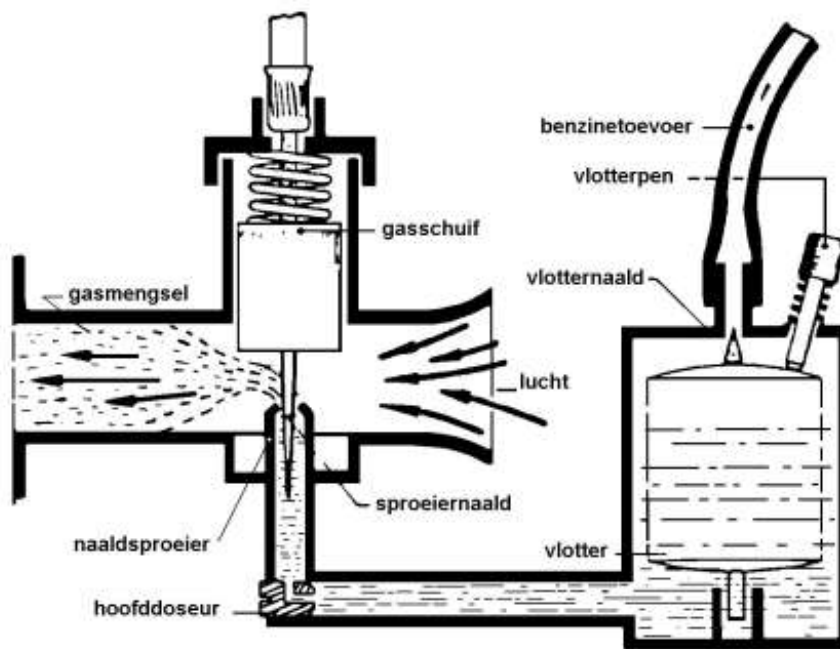
Een *vlotter* houdt de benzine in de vlotterkamer op het goede niveau.

Op een schip dat voortdurend in beweging is door slingeren, stampen, rollen en gieren is dit een moeilijke opgave. Daarom is een scheepscarburator uitgevoerd met twee vlotterkamers (of een ringvormige vlotterkamer) waarbij de hoofdsproeier in het midden zit. Deze constructies houden schommelingen van het vloeistofniveau binnen aanvaardbare grenzen.

De *venturi* is een vernauwing in de zuigbuis die op de plaats van de sproeieropening de lichtsnelheid vergroot. Hierdoor stroomt er zelfs bij een langzaam draaiende motor benzine toe. De benzinedruppeltjes uit de sproeier verdampen onderweg en tijdens de compressieslag totdat een volledig gasmengsel ontstaat. Dit gasmengsel is nodig voor een makkelijke ontsteking door de bougie.

Een *sproeier* is een opening waardoor benzine in de zuigbuis sproeit.

Een *doseur* is een opening die de toevoer naar een sproeier regelt. De regelschroef is een verstelbare doseur.



Dwarsstroom- of horizontale carburator

Het vermogen van een benzinemotor wordt geregeld met een gasklep, die in de inlaatbuis (na de venturibuis) zit. De gasklep kan meer of minder worden gesloten met een stangverbinding. Die is zelf verbonden met een gashendel.

Aan boord worden geen benzinemotoren gebruikt in verband met explosiegevaar.

9.2 Luchtfilter

De voor de verbranding noodzakelijke lucht wordt altijd door een luchtfilter gevoerd. Het filter haalt stofdeeltjes uit de lucht. Die veroorzaken sterke slijtage van de cilinder.

Het eenvoudigst is het droge filter. Dit bestaat uit geperst papier. Vervang het losse filterelement bij iedere onderhoudsbeurt door een nieuw element.

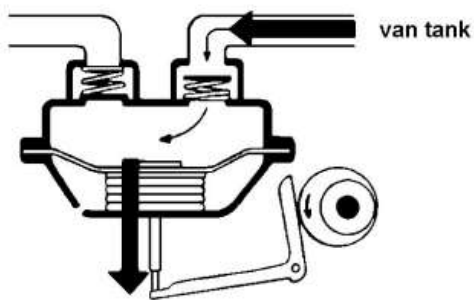
Een vochtig filter wordt met olie bevochtigd. De vuildeeltjes blijven in de olielaag kleven. Bij onderhoudscontrole wordt dit filter altijd schoongemaakt en krijgt het een nieuwe olievulling.

Alle luchtfilters hebben het voordeel dat zij het aanzuiggeluid dempen. Ook dienen ze als vlamdover.

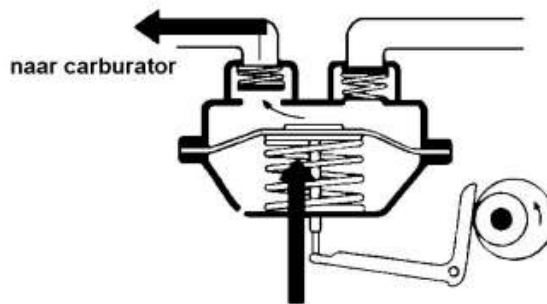
9.3 Benzinepomp

Omdat de meeste tanks laag geplaatst zijn is een pomp noodzakelijk om de brandstof naar de carburator te voeren. De vaak gebruikte membraanpomp wordt aangedreven door de motor, bijvoorbeeld met een excentrische schijf op de nokkenas (Excentrisch = buiten het middelpunt liggend).

Het membraan is een soepel beweegbare afscheiding tussen twee helften van het pomphuis. Onder het membraan zit het bewegingsmechanisme. Boven het membraan wordt benzine langs een inlaatklepje aangezogen en langs een uitlaatklepje weggeperst naar de carburator.



De benzine wordt aangezogen



De benzine wordt weggeperst

De pomp houdt een kleine voorraad benzine in de vlotterkamer van de carburator op peil. De inlaatslag van het membraan ontstaat door een hefboom met trekstang die door een excentrische schijf wordt bewogen.

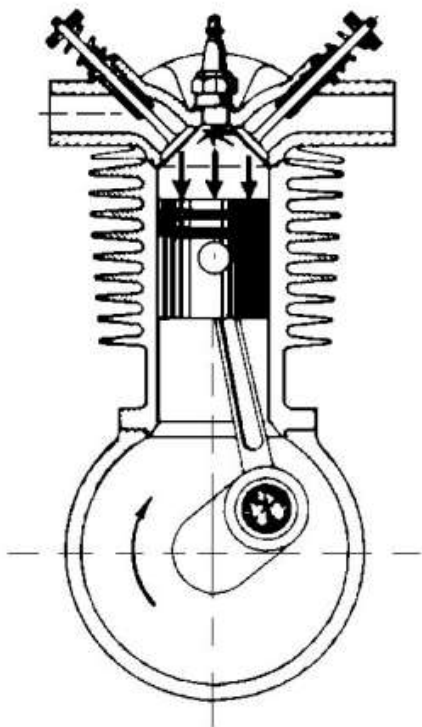
De persende slag wordt geleverd door een veer onder het membraan.

Als de vlotterkamer vol is, sluit de vlotternaald de toevoer af en blijft het membraan in de onderste stand staan.

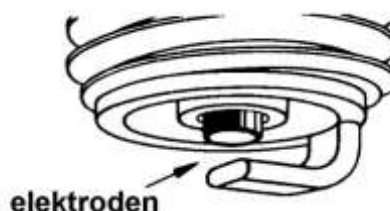
9.4 Ontsteking

Een ontstekingsinstallatie zorgt op het juiste tijdstip voor ontbranding van het gasmengsel in de motor.

De ontsteking ontstaat door een vonk tussen de elektroden van een bougie. Voor een goede vonk is een hele hoge spanning nodig (tussen de 10.000 V en 20.000 V).



De brandstof zal ontsteken

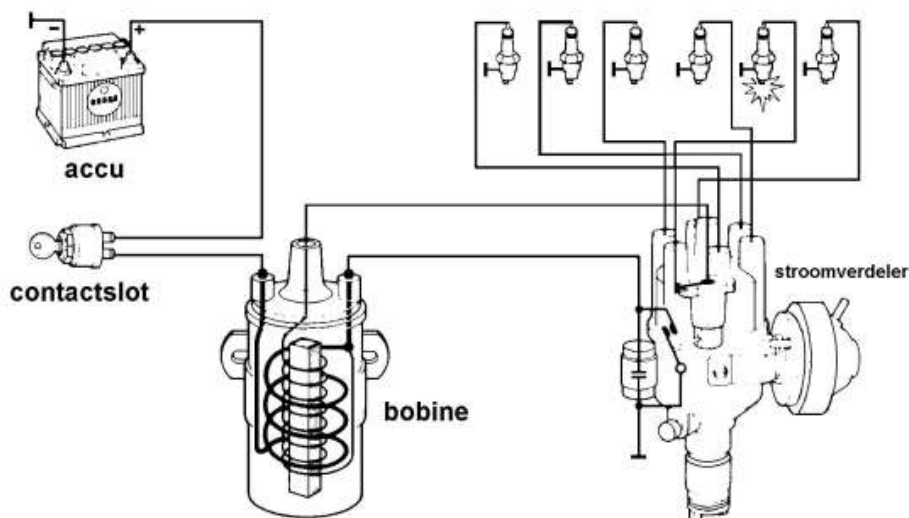
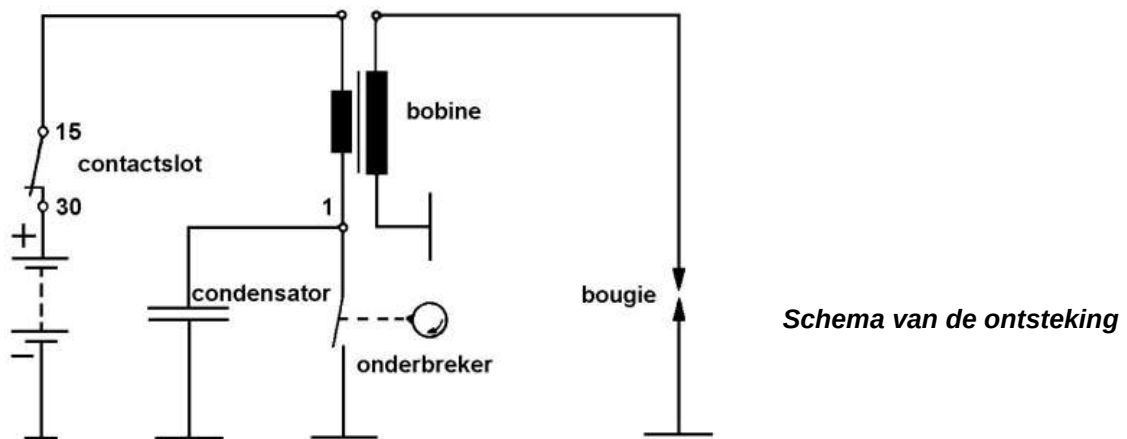


Tussen de elektroden van de bougie springt de vonk over

De voornaamste onderdelen van de ontsteking zijn:

- een accu als spanningsbron
- een contactschakelaar voor het aanzetten van de ontstekingsinstallatie
- een bobine voor het opwekken van de hoge spanning
- een onderbreker die door een nokkenasje regelmatig opent
- een condensator om de contactpunten te beschermen
- een bougie in de cilinderkop

Deze onderdelen zijn voldoende voor een ééncilindermotor. Bij meercilindermotoren is meestal nog een stroomverdeler nodig.



Bij meer cilinders is een stroomverdeler nodig

De werking

In de installatie zitten twee aparte stroomkringen: een laagspanningskring en een hoogspanningskring.

De laagspanningskring heeft als stroombron de accu. Dit wordt ook wel primaire kring genoemd. De stroom in de primaire kring doorloopt bij een gesloten onderbreker de volgende weg: accu - contactschakelaar - bobine - onderbreker - massa. Deze onderdelen zijn in serie geschakeld.

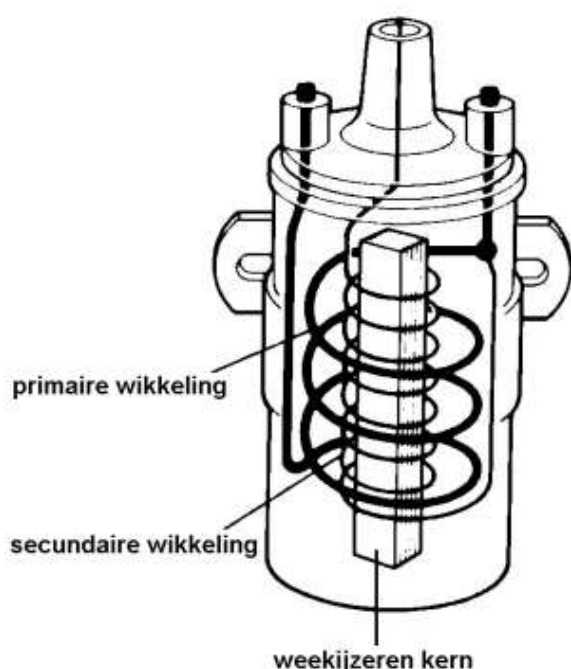
De hoogspanningskring heeft als stroombron de secundaire wikkeling. Daarom wordt dit de secundaire kring genoemd. De stroom volgt hier de weg: bobine - (verdeler) - bougie - massa.

9.5 Bobine

Een bobine heeft twee gescheiden windingen: een primaire spoel van enkele honderden windingen (vrij dik) draad en het secundaire deel, dat gevormd wordt door een spoel die bestaat uit duizenden windingen van heel dun draad. Allebei de spoelen zijn gewikkeld om een kern van weekijzer. De bobine is eigenlijk een transformator.

Als er stroom door een spoel gaat ontstaat er een magnetisch veld en wordt de ijzeren kern magnetisch. De sterkte van het magnetisch veld is afhankelijk van het aantal windingen van de spoel en van de stroom die door deze spoel gaat. Het is daarbij zo dat een stroom van één ampère door tien windingen hetzelfde magnetische veld veroorzaakt als een stroom van tien ampère door één winding.

Door de hoge stroom ontstaat een hoge temperatuur. Koelolie in het huis van de bobine geeft hiertegen bescherming.

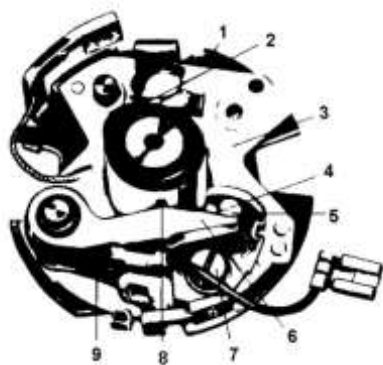


Als de contactpunten sluiten, gaat er een stroom door de primaire windingen vloeien. Hierdoor wordt een magnetisch veld opgebouwd. Het duurt even voordat dit veld zijn maximum heeft bereikt. In de secundaire windingen vindt het omgekeerde plaats. Door het magnetisch veld in de kern ontstaat een elektrisch stroompje in de windingen. De spanning van dit stroompje is niet groot genoeg om een vonk te veroorzaken. Als de onderbrekerpunten open gaan, houdt de stroom, die vanuit de accu door de primaire windingen loopt, plotseling op. Het magnetisch veld, dat eerst 'moeizaam' is opgebouwd, verdwijnt razendsnel. Denk hierbij maar aan een stuk elastiek dat is uitgetrokken en waarvan door het loslaten in één klap

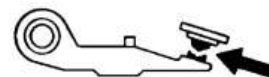
de opgehoopte energie vrijkomt.

Weekijzeren kern met twee windingen

Het heel snel verdwijnen van het magnetische veld zorgt voor een hele



- hoge spanning.
1. **Bevestigingsplaat**
 2. **Onderbrekernok**
 3. **Draaibare grondplaat**
 4. **Vast contact**
 5. **Bewegend contact**
 6. **Onderbrekerhamer**
 7. **Bevestigingsschroef**
 8. **Sleepnokje**
 9. **Bladveer** voor onderbreker hamer

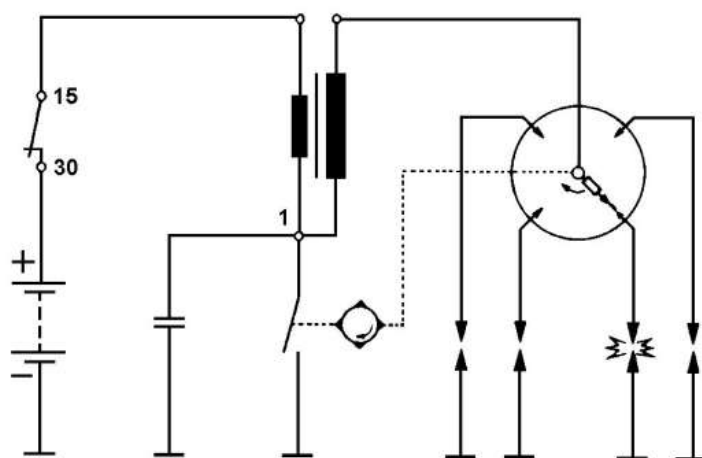


Het magnetisch veld dat verdwijnt zorgt ervoor dat ook in de primaire spoel een spanning ontstaat. Om te voorkomen dat hierdoor een vonk op de contactpunten van de onderbreker overspringt is er 'over' de contactpunten een condensator geplaatst. De condensator haalt de stroom uit de primaire windingen, zodat deze het inbranden van de contactpunten voorkomt.

De condensator versnelt hierdoor het verdwijnen van het magnetisch veld. Na het openen van de contactpunten ontlaaft de condensator zich via de primaire wikkeling. Dit kan alleen als de stroom in een richting loopt die tegengesteld is aan die van de accu. Hierdoor wordt de kern als het ware 'omgepoold' en verdwijnt het magnetisch veld heel snel.

9.6 Stroomverdeler

De stroomverdeler bestaat uit een verdelerkap met een rotor (ronddraaiend deel). Hij verdeelt de stroom naar de bougies.

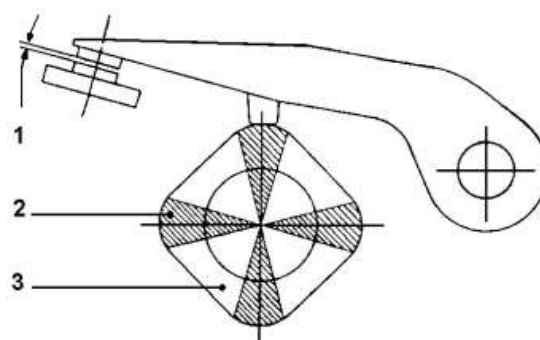


Schema van een viercilinder-batterijontsteking

Het verdelerhuis bevat de onderbreker en de condensator die bij de primaire kring behoren. De onderbreker wordt geopend door een aantal nokken op de verdeler-as. Voor een viercilindermotor heeft de as vier nokken. De as drijft ook de rotor aan.

De stroomverdeler heeft dus zeer verschillende taken. Hij werkt voor de primaire kring maar ook voor de secundaire kring. Beide delen werken door middel van dezelfde aandrijfas. Deze as is meestal verbonden met de nokkenas van de motor. De onderbreker en de verdeler werken samen om op het juiste moment een vonk in de juiste cilinder te verkrijgen. De vonkspanningen uit de bobine bereiken rechtstreeks de middelste aansluiting van de verdelerkap.

Door middel van een verend contact bereikt iedere spanningsstoot ook de rotor, die op de nokkenschijs is gemonteerd. De verdelerkap heeft rondom aansluitingen voor de bougies.

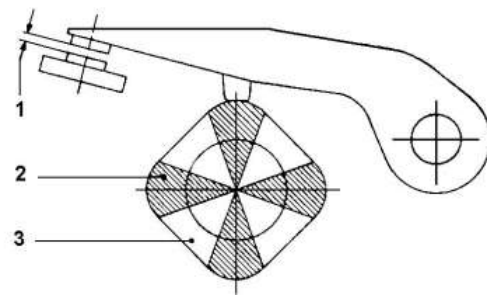
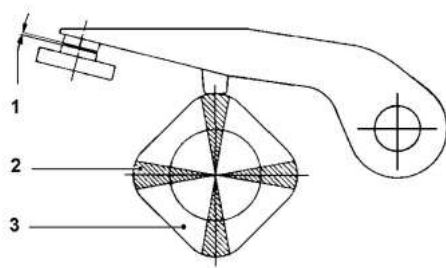


A. Contactpuntafstand normaal

1. Afstand normaal

2. Openingshoek normaal

3. Sluithoek normaal



B. Contactpuntafstand klein

1. Afstand kleiner
2. Openingshoek kleiner
3. Sluithoek wordt groter

C. Contactpuntafstand groot

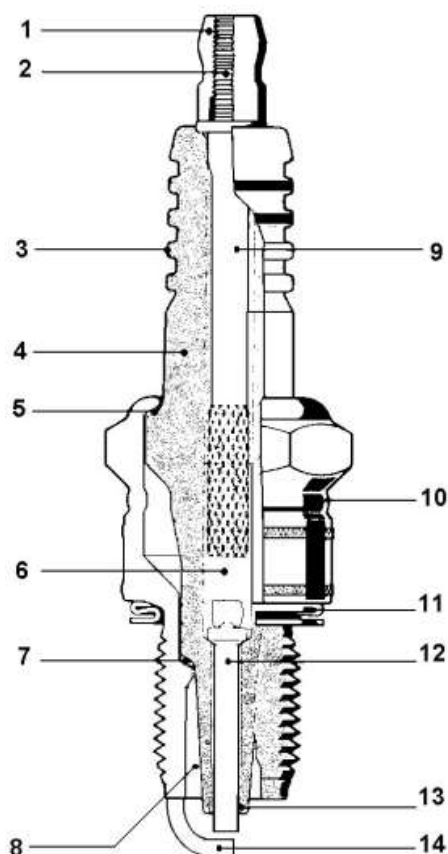
1. Afstand groter
2. Openingshoek groter
3. Sluithoek kleiner

Telkens als een inductiespanning ontstaat door de onderbreker, wijst de rotor precies naar één van de aansluitingen. Het rotorcontact, dat langs de bougieaansluitingen beweegt, raakt deze aansluitingen niet. Tussen het rotorcontact en de bougieaansluiting is een kleine luchtspleet die de stroom doorlaat in de vorm van een vonk, zodat alleen slijtage door inbranden ontstaat.

9.7 Kabels

Kabels vormen de verbinding tussen bobine, verdelerkap en bougies. De kern van deze kabels kan dun zijn, omdat de stroom erg klein is. Ze hebben wel een zeer dikke isolatiemantel nodig vanwege de hoogspanning. De kabelaansluitingen zijn zo goed mogelijk waterdicht gemaakt, omdat vocht bij deze hoge spanning kortsluiting kan veroorzaken.

9.8 Bougies



De door de bobine opgewekte hoogspanning moet bij de bougie een vonk veroorzaken tussen de centrale elektrode en de massa-elektrode. Om te voorkomen dat de vonkvorming ergens anders plaatsvindt heeft de bougie een isolator. Deze kan hoge temperaturen verdragen. De isolator heeft een stalen mantel met zeskant en schroefdraad om hem in de cilinderkop vast te maken. De bougie moet de cilinder gasdicht afsluiten.

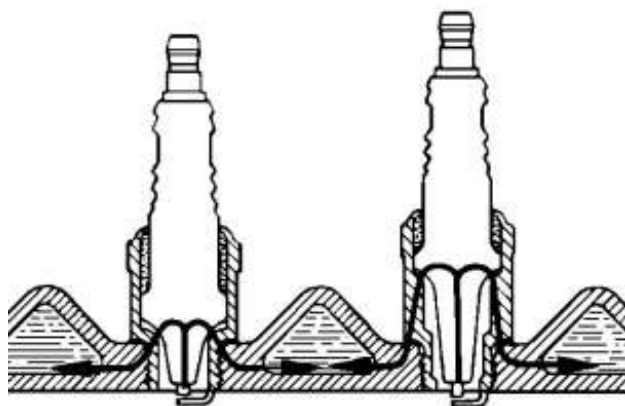
De opbouw van een bougie

- | | | | |
|----|---------------------|-----|--------------------|
| 1. | aansluitmoer | 8. | openruimte |
| 2. | schroefdraad | 9. | aansluitschroef |
| 3. | kruipstroombarrière | 10. | krimpzone |
| 4. | isolator | 11. | afdichtingsring |
| 5. | klemring | 12. | centrale elektrode |
| 6. | geleidende massa | 13. | isolatorneus |
| 7. | isolatorafdichting | 14. | massa-elektrode |

De bougie moet verbrandingstemperaturen tot ongeveer 2300K (2027°C) kunnen verdragen. Slechte verbranding van de brandstof (bijvoorbeeld bij een koude motor), kan koolaanslag (roet) en kortsluiting in de bougie veroorzaken. Deze koolaanslag moet daarom bij een warme motor weer verbranden. Hiervoor is een bougietemperatuur nodig van ongeveer 900K (627° C). Dit noemt je de zelfreinigingstemperatuur.

ONTHOUD: Een bougie die te koel blijft vervuilt. Bij een bougie die te heet wordt, verbranden in korte tijd de elektroden.

Om deze reden worden bougies in verschillende typen gemaakt, zodat er voor iedere motor een geschikt type is. Het verschil tussen deze typen is vooral het verschil in de



ruimte tussen de stalen huls en de isolatorneus. Hoe groter deze ruimte is, hoe meer de hete gassen de bougie inwendig kunnen verhitten.

De isolatorneus kan de warmte bijna alleen maar afvoeren via de stalen huls. Als deze afvoerweg kort is blijft de bougie koel. Dit heet een 'koude' bougie. Als de afvoerweg lang is wordt de bougie warmer. Dit heet dan een 'warme' bougie.

Koude en warme bougie

Een motor die hoofdzakelijk 'volgas' wordt gebruikt, moet een koude bougie hebben. Dat wil zeggen dat de bougie veel warmte moet afvoeren. Bij vrij rustig gebruik zal er meer behoefte zijn aan een warme bougie. Dit is een bougie die minder snel de warmte afvoert.

9.9 Bijzondere ontstekingsinstallaties

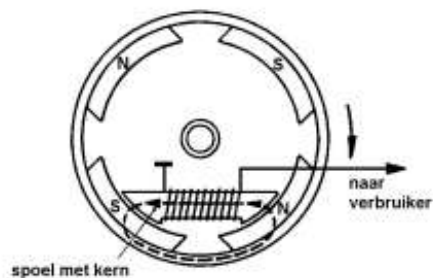
De vliegwielmagneetontsteking

Bij de meeste buitenboordmotoren wordt gebruik gemaakt van een ontstekingssysteem, waarbij geen accu nodig is. Er wordt dan een vliegwiel gebruikt met ingebouwde permanente magneten, die een spanning opwekken in een stilstaande spoel op een grondplaat.

Het vliegwiel werkt als een wisselstroomdynamo (met ronddraaiend veld) en is tegelijk bruikbaar voor de verlichting. De magneten in het vliegwiel vormen afwisselend noord- en zuidpolen. Als twee polen de spoel passeren, wordt de kern magnetisch.

In de tussenliggende tijd is er een moment dat het eerste veld verdwijnt. Op dat moment ontstaat het omgekeerde veld. Op dat moment is er de sterkste veldverandering en zal de hoogste spanning worden opgewekt.

De spoel is zó gewikkeld, dat hij bij een snel draaiend vliegwiel een wisselspanning met voldoende vermogen voor de verlichting opwekt.



Als twee polen de spoel passeren wordt de kern magnetisch

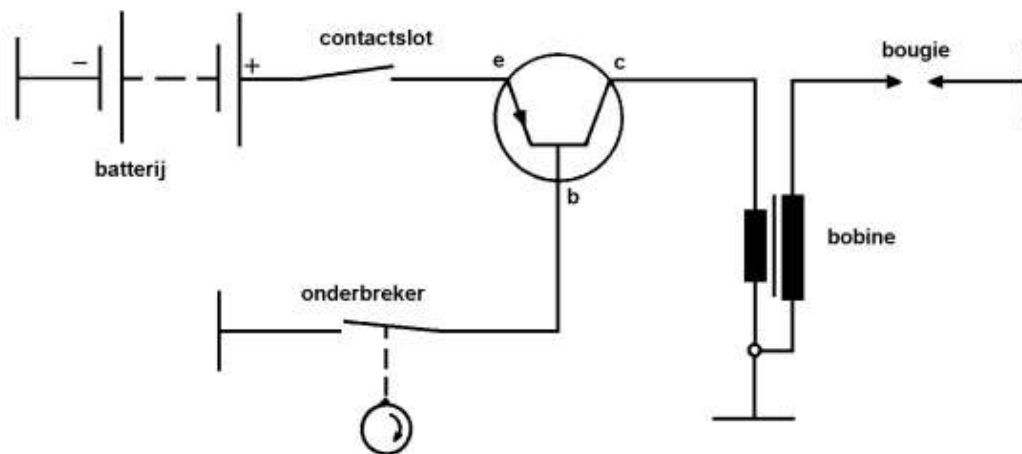
De transistorontsteking

Het eenvoudigste elektronische ontstekingssysteem is de transistorontsteking.

Bij de transistorontsteking wordt een transistor in de primaire kring gebruikt. De transistor is in deze toepassing te vergelijken met een relais, maar dan een relais zonder bewegende delen. Bij het relais moet de schakelaar sluiten om de accu door middel van een (bewegende) contactbrug te verbinden met de verbruiker. Als de (massa)verbinding verbreekt, dan wordt ook de stroom met de verbruiker onderbroken. De transistor doet hetzelfde, maar dan veel sneller en zonder bewegende delen.

Wordt de basis (b) van de transistor met de massa verbonden, dan ontstaat een geleidende verbinding tussen de emitter (e) en de collector (c). Bij een verbroken massaverbinding stopt ook de stroom naar de verbruiker.

De transistor wordt op deze manier gebruikt voor de voeding van de bobine. Hij is een elektronische schakelaar voor de primaire stroom en heeft geen problemen als inbranding van de contacten. De onderbreker in het stroomverdelerhuis is nog wel nodig, maar alleen voor het geleidend maken van de transistor. De contactpunten verzorgen de zogenaamde stroomstoot. Dit is een klein stroompje dat geen vonken veroorzaakt.



Vereenvoudigd schema van een transistorontstekingsinstallatie

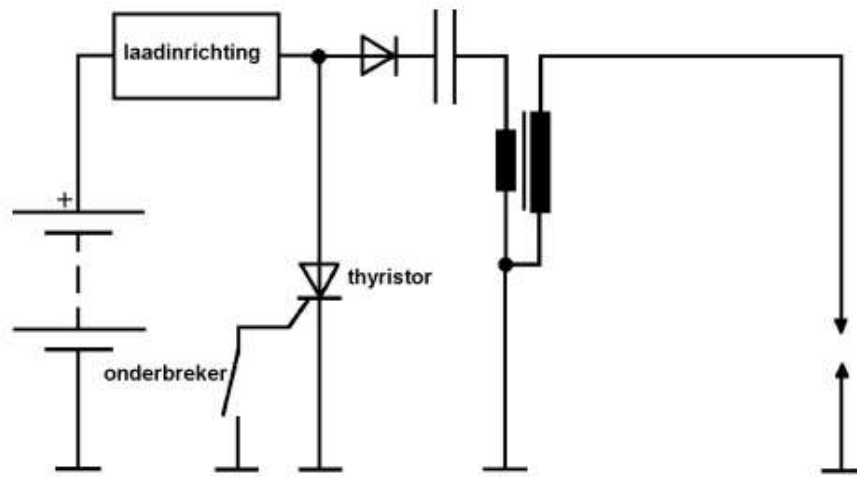
De thyristorontsteking

Thyristorontsteking is een systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van een condensatorontlading. Omdat de goede werking afhangt van de condensatorcapaciteit wordt dit systeem ook wel een capacitieve ontsteking genoemd.

Het schema op de volgende pagina toont het principe. In deze afbeelding is de schakelaar open en wordt de condensator geladen tot een spanning van 400V.

Als de schakelaar sluit, zal de condensator zich snel ontladen via de primaire wikkeling. Deze stroomstoot veroorzaakt in de secundaire wikkeling een hoge secundaire spanning.

De "schakelaar" is bij de thyristorontsteking een elektronisch "relais", dat een zeer snelle ontleding mogelijk maakt. Dit onderdeel wordt gestuurd door de onderbreker en heet een thyristor.



Voor thyristoronsteking is een laadinrichting nodig

Voordelen van de thyristorontsteking zijn:

- de opbouw van de secundaire spanning gebeurt zo snel, dat de stroom geen tijd heeft om weg te lekken langs vochtige kabels of vervuilde bougies.
- het vermogen is zo groot dat ook bij een koude start een sterke vonk ontstaat, ondanks de lage klemspanning van de accu.
- de secundaire spanning wordt nauwelijks lager bij zeer hoge toerentallen, dus de vonk blijft krachtig.
- Door afwezigheid van contactpunten heb je geen last van inbranden en zweven.

9.10 Oefenvragen

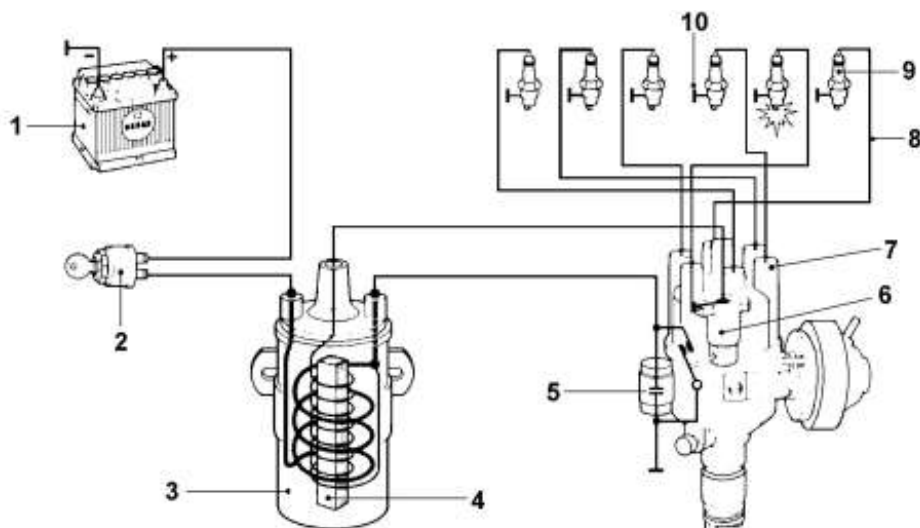
1. Onder **koude / warme** omstandigheden moet de carburateur een rijker mengsel leveren. Dit is noodzakelijk omdat
.....
.....
2. Wat is de functie van een vlotter?
.....
.....
3. De benzine komt door middel van een..... in de carburateur als de tank lager dan de motor staat.
4. Het doel van de condensator is.....
.....en.....
.....

5. Hoe wordt het signaal voor de onderbreking van de primaire stroom gegeven?

.....

6. Benoem de genummerde onderdelen.

- | | |
|---------|----------|
| 1. | 6. |
| 2. | 7. |
| 3. | 8. |
| 4. | 9. |
| 5. | 10. |



10 Filters

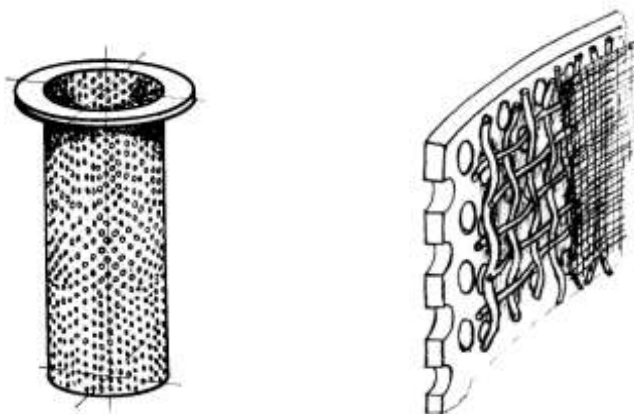
10.1 Inleiding

Verontreinigde vloeistoffen kunnen schade in machines aanrichten en doorlaatopeningen verstoppert. Om de installatie hiertegen te beschermen wordt de vloeistof door een filter gereinigd. Afhankelijk van de vereiste reinheid van de vloeistof zijn er verschillende soorten filters:

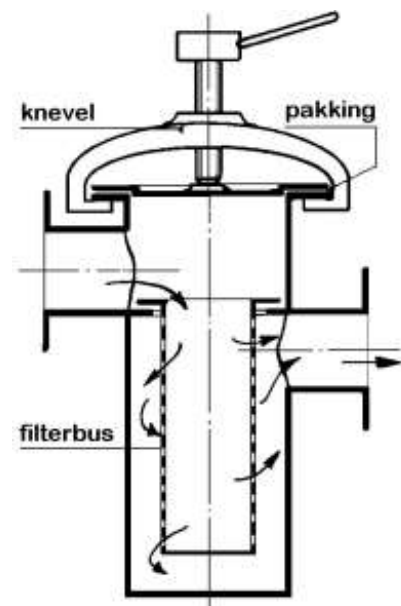
- Oppervlakfilter houdt het vuil aan de oppervlakte van het filtermateriaal tegen. Meestal zijn deze filters te reinigen.
- Dieptefilter vangt het meeste vuil in het filterelement op. Alleen het grove vuil blijft aan de buitenkant zitten. Vuile elementen moeten vervangen worden door nieuwe.
- Magneetfilter trekt met een sterke magneet ijzer- en staaldeeltjes uit de olie. De magneet zit meestal in de aftapdop van het carter, of boven in het filterhuis.
- Centrifugaalfilter scheidt het vuil af door de centrifugale werking in een ronddraaiende trommel. Dit soort reinigers zijn altijd schoon te maken.

10.2 Zuigfilter

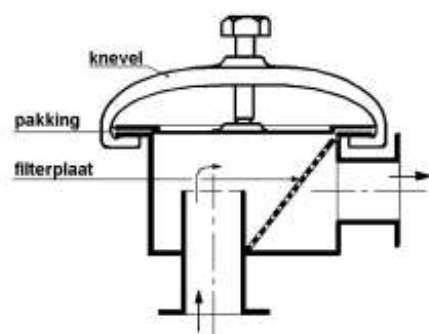
Zuigfilters zitten in de zuigleiding van pompen en beschermen deze tegen beschadigingen en verstopping. Het zuigfilter is als wierbak in het zeekoelwatersysteem opgenomen. Het filterelement bestaat uit een geperforeerde plaat van brons of staal met een plastic deklaag. Maak het filter schoon door het element met vuil en al eruit te halen en dit te legen. Er kan zo geen vuil in het filterhuis terecht komen.



Filterelement



Zuigfilter

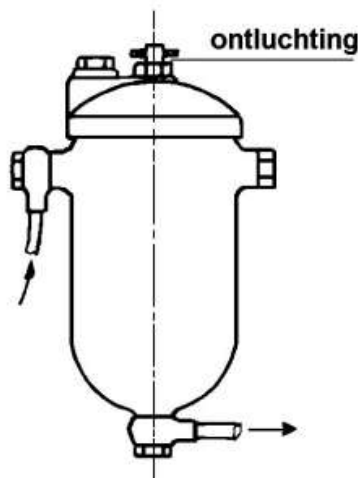


Het filterelement van het lensfilter bestaat ook uit een geperforeerde staalplaat. De zuigleiding loopt iets hoger door, om te voorkomen dat er bij het schoonmaken vuil in de zuigleiding terug valt. De zuigleiding is makkelijk door te steken.

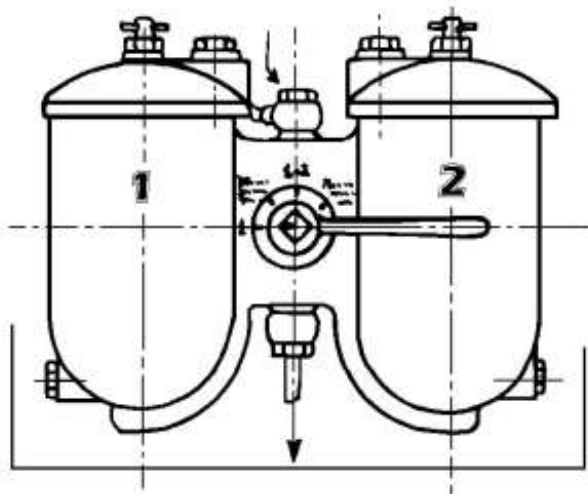
Lensfilter

10.3 Persfilter

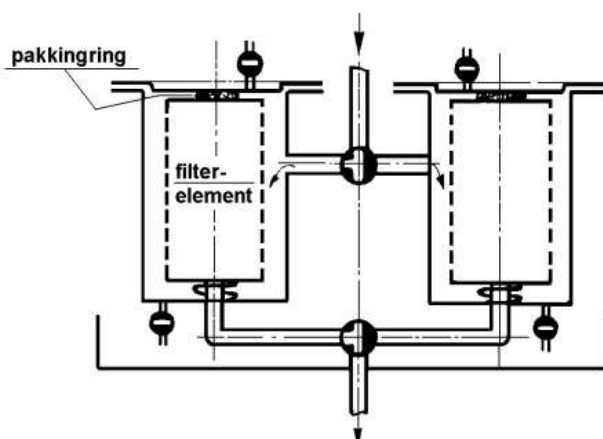
Persfilters zitten voornamelijk in de persleiding van brandstofopvoer- en smeeroliepompen aangebracht. Deze filters zijn veel fijner dan de zuigfilters en kunnen soms een behoorlijke weerstand bieden, die tot 1 bar of meer kan oplopen. Dit is in de zuigleiding van een pomp ontoelaatbaar. Persfilters komen voor als simplex (enkele) en duplex (dubbel).



Simplex filter



Duplex filter

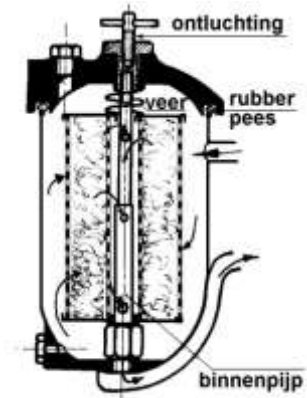


De dubbele uitvoering komt vaak voor bij voortstuwingmotoren. Hierdoor is het mogelijk om het filter tijdens bedrijf schoon te maken, zonder dat de motor moet worden gestopt.

In de tekening hiernaast is de loop van de olie door het filter te zien. De toevoer is aan de buitenkant van het filterelement. De afvoer vindt plaats aan de binnenkant. De binnenpijp houdt het filterelement op zijn plek en zorgt voor de bevestiging van het deksel.

Voor brandstof gebruiken we dieptefilters met viltsschijven of katoenfilter.

Voor smeeroilie gebruiken we oppervlaktefilters met gevouwen doek op gaas of gevouwen geprepareerd papier. Deze elementen kunnen in het filterhuis worden gemonteerd.

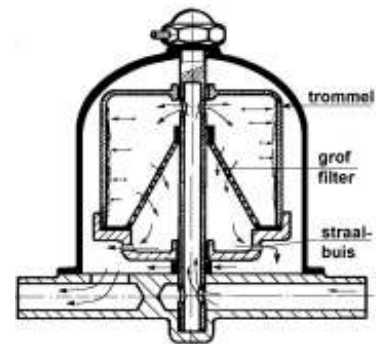


Binnenwerk filter

10.4 Centrifugaalfilter

Een bijzonder smeeroiliefilter is het centrifugaalfilter. De olie komt door de druk van de smeerolepomp via de binnenpijp in de trommel terecht en verlaat de trommel via schuin geplaatste straalbuisjes. De olie krijgt daarbij een hoge snelheid en de reactiekrachten drijven de trommel in een rond-draaiende beweging aan. De afscheiding berust op de centrifugale werking. Vuildeeltjes worden weggeslingerd en koeken op de trommel aan elkaar vast.

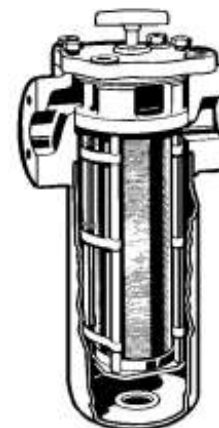
Het filter van tijd tot tijd schoon maken bij een stilstaand filter.



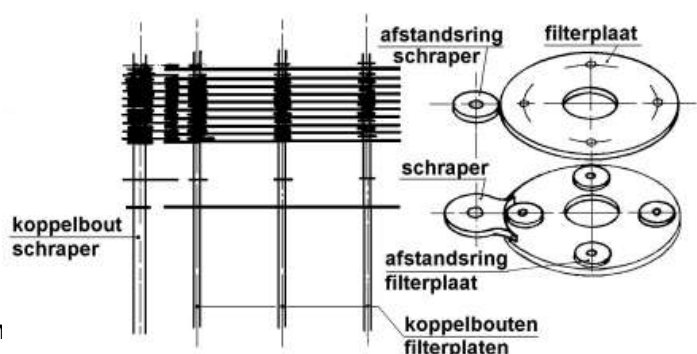
Centrifugaalfilter

10.5 Autocleanfilter

Bij verschillende soorten filters kan het filterelement draaibaar in het huis bevestigd zijn, waarbij het ronddraaiend langs een afstrijder loopt.



Spleetfilter met vuilafstrijder

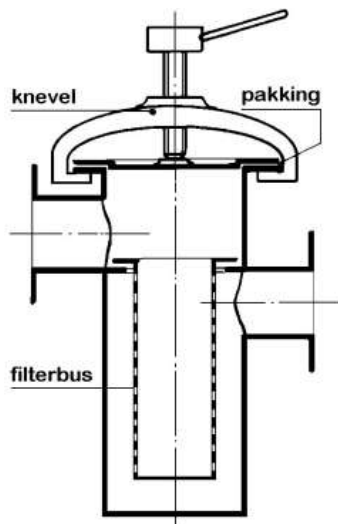


Het filterelement is gevormd door een serie dunne plaatjes. Deze worden door lange dunne koppelbouten bijeen gehouden. Erg dunne afstandsringen vormen de spleten waar de vloeistof doorheen wordt geleid. Al het vuil dat groter is dan de spleetjes blijft aan de omtrek zitten. Door de handgreep één slag te draaien worden alle spleetjes weer open geschraapt. Het vuil verzamelt zich onderin het filter en kun je van tijd tot tijd aftappen.

Details zelfreinigend spleetfilter

10.6 Oefenvragen

1. Waarvoor worden filters gebruikt?
.....
.....
2. Waarom neemt men voor zuigfilters meestal grove filters?
.....
.....
3. Fijne filters worden bij voorkeur in de persleiding van een pomp geplaatst. Waarom is dit?
.....
.....



4. a. Dit is eenfilter en is aangebracht in de van de pomp.
b. Teken de stromingspijlen in de afbeelding.