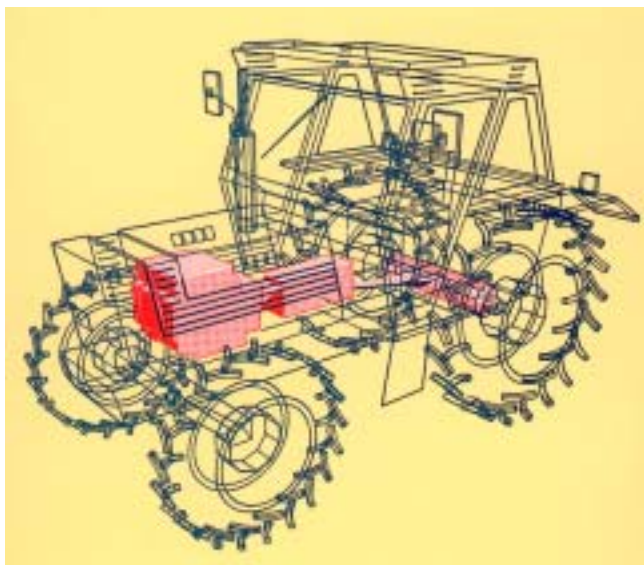


**Zoet Water Motors  
Trekkerstechniek**



**Techniek - Smeermiddelen - Brandstof**

**Een publicatie U aangeboden door**

Import en verkoop van tractores, stroomgenerators, en 4x4 accessoires

  **Zoet Water Motors**   

Waversebaan 139 - B-3050 OUD - HEVERLEE

**Invoerder van:**

**DongFeng**  **FUTIAN**  **KAMA** 

**TRACTOREN**

---

# Zoet Water Motors Trekkertechniek

Een publicatie van  
Zoet Water Motors bvba  
Waversebaan 139  
B-3050 Oud-Heverlee - Belgium  
over techniek  
en de functie van smeermiddelen en brandstoffen in de trekker

---

1ste druk: 2002

© 2002 Zoet Water Motors bvba – Oud - Heverlee - Belgium

Deze publicatie is door Omer Vandezande van Zoet Water Motors bvba – Oud - Heverlee - Belgium, samengesteld. Voor de illustraties, de onderschriften en de teksten is mede gebruik gemaakt van Q8, DAF, John Deere en ZF materiaal waarvoor de samensteller dank verschuldigd is aan de fabrikanten.

Dit boek dient uitsluitend voor gebruik als informatiebron. De hierin vermelde gegevens zijn gebaseerd op de situatie ten tijde van het samenstellen van deze publicatie. Ondanks alle zorg die aan de samenstelling van de tekst en de illustraties is besteed, kan noch de samensteller noch zijn firma aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade als gevolg van enige fout die in deze publicatie zou kunnen voorkomen.

---

# INHOUD

De Dieselmotor	6
Het brandstofsysteem	11
Het smeersysteem	19
Het Koelsysteem	26
De aandrijflijn	28
Het hydraulisch systeem	37
Super Tractor Oil Universal (STOU)	43
Vetsmering	45

---

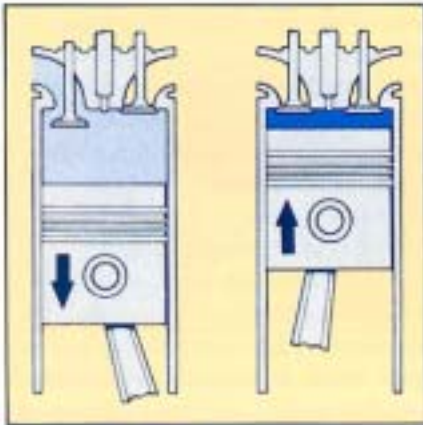
## DE DIESELMOTOR

**D**e dieselmotor is het kloppend hart van de trekker. Er worden twee uitvoeringen toegepast. Viertakt of tweekt. Directe of indirecte inspijting. Turbo-drukvlulling of natuurlijk aanzuigend. In dit hoofdstuk gaan we slechts in op de meest voorkomende variant, de viertakt-dieselmotor. In deze motor verloopt het verbrandingsproces in vier slagen; achtereenvolgens de inlaat-, compressie-, arbeids- en uitlaatslag. Bovendien komen dieselin-spijting en turbodrukvlulling aan de orde.

### Verbrandingsproces

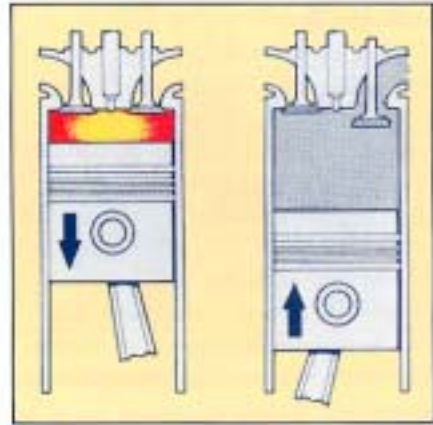
#### Inlaatslag

Tijdens de inlaatslag is de inlaatklep geopend, en de uitlaatklep gesloten. De zuiger gaat naar beneden en zuigt lucht in de cilinder. Deze lucht heeft de druk en temperatuur van de buitenlucht. Als de motor is voorzien van een turbo-compressor wordt de lucht tijdens de inlaatslag de cilinder ingeperst. Deze lucht heeft daardoor een hogere druk. Dat heeft meerdere voordelen, te beginnen bij de volgende slag, de compressieslag.



**Inlaatslag:** Inlaatklep geopend, uitlaatklep gesloten. Aanzuigen van verse lucht

**Compressieslag:** In- en uitlaatklep gesloten. Samenpersen van de aangezogen lucht. Net voor het einde van deze slag wordt de diesel-brandstof ingespoten welke door de hoge temperatuur spontaan ontbrandt.



**Arbeidsslag:** In- en uitlaatklep gesloten. Door het ontbranden van het brandstof-luchtmengsel stijgt de druk in de cilinder enorm, waardoor de zuiger met geweldige kracht naar beneden wordt gedrukt.

**Uitlaatslag:** Inlaatklep gesloten, uitlaatslag geopend. De zuiger gaat omhoog en drijft de verbrande gas-sen uit de cilinder

---

## Compressieslag

Tijdens de compressieslag zijn zowel de inlaatklep als de uitlaatklep gesloten. De zuiger gaat omhoog en de lucht in de cilinder wordt samengeperst. Druk en temperatuur lopen enorm op. Net voor het einde van de compressieslag wordt de dieselbrandstof ingespoten. De lucht in de cilinder is ondertussen zo heet geworden  $-300$  à  $400$  °C - dat de ingespoten dieselbrandstof spontaan ontbrandt. De verbranding gaat nog verder in de volgende slag, de arbeidsslag.

## Arbeidsslag

Tijdens de arbeidsslag blijven in- en uitlaatklep gesloten. Door het ontbranden van de ingespoten dieselbrandstof stijgt de druk in de cilinder enorm, waardoor de zuiger met geweldige kracht naar beneden wordt gedrukt. In feite is dit de aandrijfkraft. Net voor het einde van de arbeidsslag gaat de uitlaatklep open om de verbrande gasen af te voeren. Dit vindt een vervolg in de uitlaatslag.

## Uitlaatslag

Tijdens de uitlaatslag is de inlaatklep gesloten en de uitlaatklep geopend. De zuiger gaat weer omhoog en perst de verbrande gasen uit de cilinder. De druk en temperatuur van deze 'restgasen' zijn ondertussen flink gedaald. Toch bevatten restdruk en resttemperatuur nog energie. Energie die kan worden gebruikt om een turbo-compressor aan te drijven. Na de uitlaatslag begint het hele verbrandingsproces opnieuw, met de inlaatslag.

## Dieselinspuiting

Voor verbranding is een mengsel van lucht en brandstof nodig. Bij een dieselmotor vindt die menging zoals gezegd plaats aan het eind van de compressieslag. De inspuiting van de dieselbrandstof gebeurt direct in de cilinder boven de zuiger, de directe inspuiting, of eerst in een voor- of wervelkamer, de indirecte inspuiting. Indirecte inspuiting via een voorkamer komt in de trekkertechniek alleen voor bij lichte trekkers tot 30 PK.

## Wervelkamerinspuiting

De wervelkamer is een kleine, in de cilinderkop uitgespaarde ruimte. Als de zuiger in de compressieslag omhoog gaat, wordt de lucht uit de cilinder via een heel nauwe opening in de wervelkamer geperst. Deze lucht is dan al zeer heet, staat onder hoge druk en wervelt als het ware door de bolvormige ruimte. Daardoor mengt de in de wervelkamer ingespoten dieselbrandstof snel en goed met de lucht. Het zo ontstane mengsel ontbrandt gemakkelijk, en ontsteekt ook het mengsel dat zich boven de zuiger heeft gevormd. In de wervelkamer is een gloeispiraal aangebracht om bij koude motor de zelfontbrandingstemperatuur te bereiken; het bekende 'voorgloeien'.

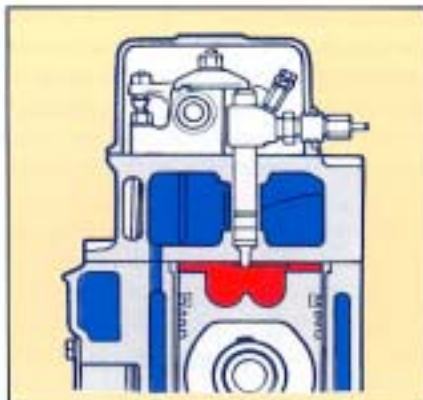
## Directe inspuiting

Bij dit type dieselmotor wordt de dieselbrandstof direct in de samengeperste, hete lucht boven de zuiger gespoten. Om ook hier de menging snel en goed to laten verlopen is extra aandacht besteed aan de vorm van de verbrandingsruimte. Die is uitgespaard



#### Wervelkamerinspuiting

De wervelkamer is een kleine, in de cilinderkop uitgespaarde ruimte. Als de zuiger in de compressieslag omhoog gaat, wordt de lucht uit de cilinder via een heel nauwe opening in de wervelkamer geperst. Deze lucht is dan al zeer heet, staat onder hoge druk en wervelt als het ware door de bolvormige ruimte. Daardoor mengt de in de wervelkamer ingespoten dieselbrandstof snel en goed met de lucht. Het zo ontstane mengsel ontbrandt gemakkelijk, en ontsteekt ook het mengsel dat zich boven de zuiger heeft gevormd.



#### Directe inspuiting

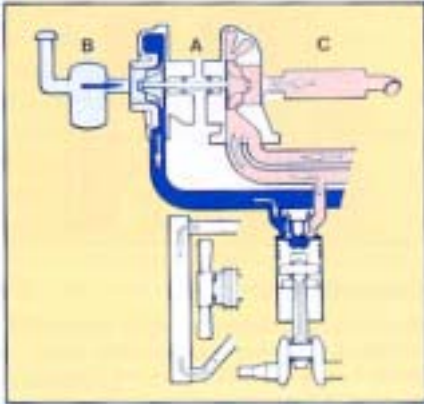
Bij dit type dieselmotor wordt de dieselbrandstof direct in de samengeperste, hete lucht boven de zuiger gespoten. Om ook hier de menging snel en goed te laten verlopen is extra aandacht besteed aan de vorm van de verbrandingsruimte. Die is uitgespaard in de zuiger. 'Voorgloeien' is bij een direct ingespoten dieselmotor niet nodig. Soms zorgt een elektrisch startelement voor voorverwarming van de inlaatlucht.

in de zuiger. 'Voorgloeien' is bij een direct ingespoten dieselmotor niet nodig. Soms zorgt een elektrisch startelement voor 'voorverwarming' van de inlaatlucht.

### Drukvvulling

Vermogen en draaimoment van een dieselmotor zijn afhankelijk van de cilinderinhoud, het toerental en de 'compressie-einddruk', dat is de druk in de cilinder aan het eind van de compressieslag. Cilinderinhoud en maximum toerental zijn vaak vaststaande gegevens. De cilinderinhoud wordt bepaald door de maximale motorafmetingen, en ook het toerental is gelimi-

teerd. Omdat de menging van dieselbrandstof en lucht pas tijdens en na het inspuiten plaatsvindt, is de beschikbare tijd erg kort. En deze tijd wordt korter naarmate het toerental stijgt. In de trekkerstechniek ligt het maximum toerental rond de 2500 omw/min. De compressie-einddruk kan echter wel worden beïnvloed. Onder meer door de hoeveelheid lucht die tijdens de inlaatslag in de cilinder komt te vergroten. Normaal wordt de cilinder gevuld door het drukverschil van de buitenluchtdruk en de onderdruk in de cilinder tijdens de inlaatslag. De luchtvvulling verbetert door de lucht een zekere 'overdruk' te geven. We noemen dit drukvvulling. Het meest gebruikte hulpmiddel is de tur-



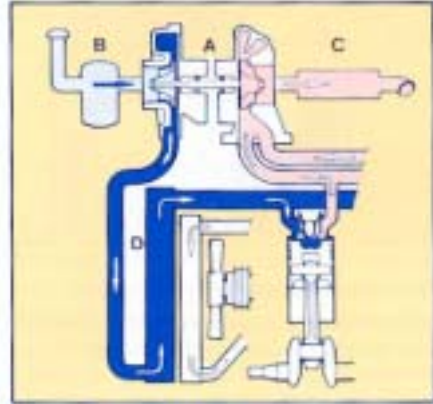
### Turbocompressor

De belangrijkste componenten bij een motor met turbocompressor zonder intercooling.

A turbocompressor

B inlaatlucht

C uitlaatgassen



### Turbocompressor met intercooling

De belangrijkste componenten bij een motor met turbocompressor en intercooling.

A turbocompressor

B inlaatlucht

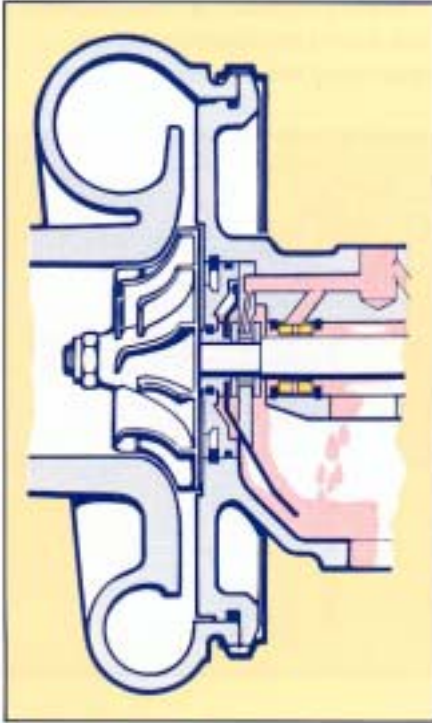
C uitlaatgassen

D inlaatluchtkoeler (intercooler)

bocompressor, soms in combinatie met een intercooler die de in de turbocompressor verwarmde lucht sterk afkoelt. Het turbine-schoepenrad in de turbocompressor wordt aangedreven door de uitlaatgassen. Op het andere eind van de turbine-as zit een compressie-schoepenrad dat dus even snel ronddraait als het aangedreven turbine-schoepenrad. Het compressieschoepenrad perst de aangezogen lucht samen. Deze gecompriëerde lucht maakt het mogelijk dat er meer dieselbrandstof kan worden ingespoten en verbrand. Vermogen en draaimoment worden zo 'opgevoerd'. Omdat gebruik wordt gemaakt van anders onbenutte energie van de uitlaatgassen, is het rendement van een turbomotor hoger dan dat van een motor zonder drukvulling. Bovendien zijn de uitlaatgassen van een turbodiesel schoner en

ligt het geluidsniveau lager, bij gelijk vermogen. De hoge temperaturen in de turbo, tot zo'n 1000 °C, en de zéér hoge toerentallen van de schoepenas, 100.000 omw/min, zijn heel normaal, maar stellen bijzondere eisen. Niet alleen aan de gebruikte materialen, maar ook aan de koeling en de smering. De lagers van de schoepenas bijvoorbeeld, worden volledig door olie omgeven; ze "zweven" als het ware in de olie. Deze olie verzorgt smering en koeling. Als de motor wordt afgezet, stopt de oliestroom door de motor. En dus ook de oliestroom naar de turbo. De twee schoepenraden draaien als gevolg van de massa-tragheid echter nog even door. De in het lagerhuis aanwezige, en stilstaande olie kan zo heet worden dat de schoepenas letterlijk 'vastbakt'.



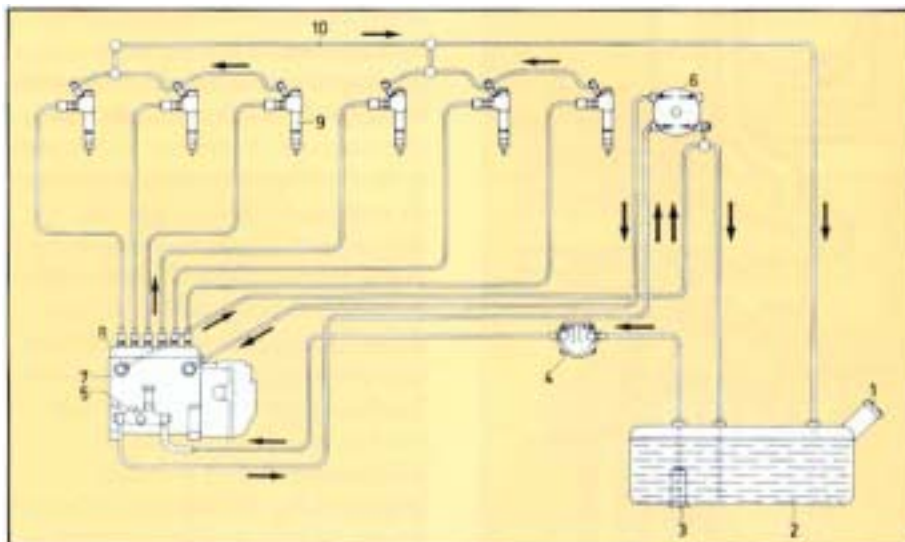


Daarom is het raadzaam een turbomotor een tiental seconden stationair te laten draaien, alvorens hem of te zetten. Het zal duidelijk zijn dat de motorolie van de allerhoogste kwaliteit moet zijn, en regelmatig verversd dient te worden.

Lagering van de turbine-as van de turbocompressor

De lagering van de turbine-as wordt verzorgd door lagers die volledig door olie worden omgeven; ze 'zweven' als het ware in de olie.

## HET BRANDSTOFSYSTEEM



Schematische opstelling van een trekker-brandstofsysteem

1. vulopening
2. brandstoftank
3. brandstofzeef
4. brandstoffilter met waterafscheider
5. brandstofopvoerpomp
6. brandstoffijnfilter
7. brandstofinspuitpomp
8. overdrukklep voor retourbrandstof van de inspuitpomp
9. verstuivers
10. lekbrandstofleiding

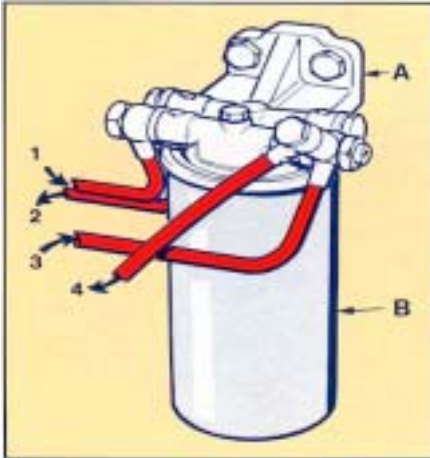
**D**e tijd waarin de dieselbrandstof kan mengen met de lucht in de cilinder is zeer kort. Bovendien is de druk in die cilinder erg hoog. Daarom is het brandstofsysteem van een dieselmotor vrij gecompliceerd. De dieselbrandstof wordt onder hoge druk ingespoten en door speciale verstuivers fijn verneveld. De zeer kleine druppeltjes dieselolie verdampen nu snel, vermengen zich met de hete lucht en ontbranden.

Welke weg heeft de brandstof gevolgd voor het zover is? We beginnen direct na de brandstoftank.

### Brandstoffilters

Het is erg belangrijk dat de dieselbrandstof die in de inspuitpomp en de verstuivers terecht komt, absoluut schoon en watervrij is. Zelfs het allerkleinste vuiltje kan al ernstige schade aan de zeer nauwkeurige inspuitapparatuur veroorzaken.

Daarom zijn in het brandstofsysteem van een dieselmotor meerdere filters en een waterafscheider opgenomen. Het begint al met een zeef in de tank. Daarna komt het voorfilter, vaak gecombineerd met een waterafscheider. Vlak voor de inspuitpomp zit nog een fijnfil-



Brandstoffijlfilter

A filterhouder

B brandstoffijlfilter

1 brandstof vanaf brandstofopvoerpomp

2 brandstof naar brandstofinspuitpomp

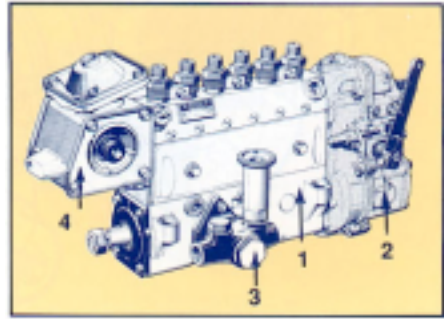
3 brandstof vanaf brandstofinspuitpomp

4 brandstof naar brandstoftank

ter. De filters zijn voorzien van een verwisselbaar filterelement, dat regelmatig moet worden vernieuwd.

## Brandstofpompen

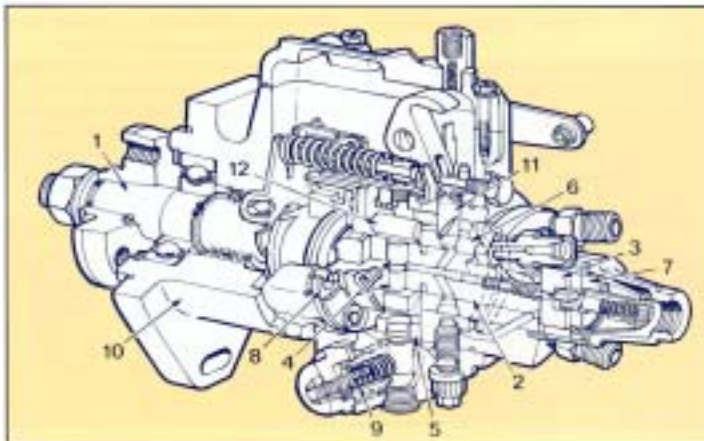
Het brandstofsysteem bevat twee pompen: de opvoerpomp zuigt de diesel-



Brandstofinspuitpomp (lijn)

Deze afbeelding laat naast de brandstofinspuitpomp (1) ook de reguleerder (2), de brandstofopvoerpomp (3) en alléén bij turbomotoren de rookbegrenzer (4) zien.

brandstof uit de tank en pompt deze via de filters naar de tweede pomp, de inspuitpomp. Deze heeft twee taken: hij perst de dieselbrandstof onder zeer hoge druk naar de verstuivers en past steeds de juiste brandstofhoeveelheid af, afhankelijk van de belasting en de gevraagde prestaties. In de trekkertechniek worden twee verschillende typen inspuitpompen toegepast: de lijnpomp en de rotatie-inspuitpomp, ook wel verdelerpomp genoemd. De lijnpomp



Roterende brandstofpomp

1 aandrijffas

2 verdeelrotor

3 stuwpomp

4 pomppluniers

5 nokkenring

6 hydraulische kop

7 drukregelaar

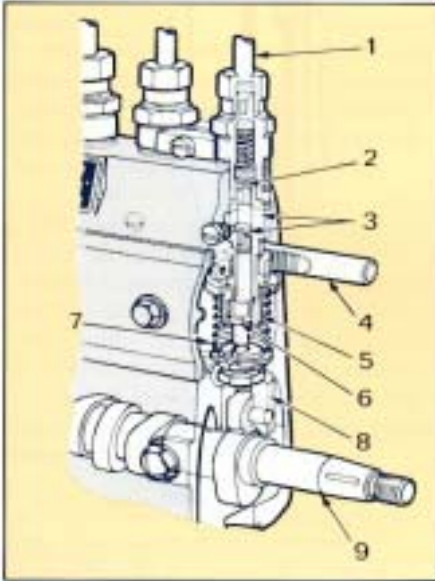
8 reguleerder

9 automatische vervoering

10 huis

11 regelventiel

12 nokkenring



Lijnbrandstofpomp

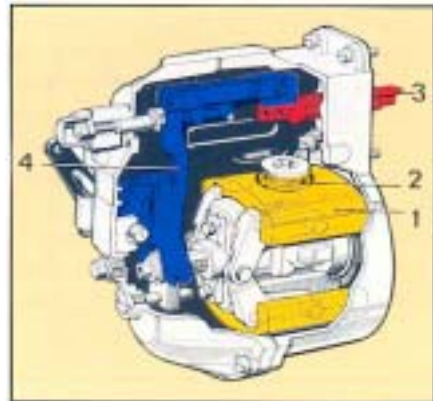
- 1 verstuiverleiding
- 2 persklep
- 3 plunjer/plunjerhuis
- 4 regelstang
- 5 controlecilinder
- 6 plunjervleugel
- 7 veer
- 8 stoter
- 9 nokkenas

heeft evenveel plunjers als de motor cilinders. De pomplunjers worden allen tegelijk bediend door de regelstang, die is verbonden met de gashandel of het gaspedaal. Een rotatie-inspuitpomp heeft slechts één centrale pomplunjer, die zowel een axiale als een roterende beweging maakt. Hij zorgt er voor dat de dieselbrandstof op het juiste moment naar de goede verstuiver wordt gepompt. Afhankelijk van het type inspuitpomp is de opvoerpomp op het motorblok gemonteerd of direct op de inspuitpomp. De opvoer-

pomp kan ook van buitenaf met de hand worden bediend. Deze handbediening is nodig om het brandstofsysteem te ontlichten nadat de leidingen leeg zijn geweest.

## Regulateur

Het toerental van een dieselmotor wordt bepaald door de hoeveelheid ingespoten brandstof en de belasting van de motor. De regulateur past de hoeveelheid in te spuiten brandstof zo aan dat, ondanks wisselende motorbelasting, het toerental nagenoeg constant blijft. Zonder tussenkomst van de regulateur zou de opbrengst van de brandstofpomp met het toenemen van het toerental stijgen. Bij deellast of plotseling wegvallende belasting wordt het toerental praktisch door niets gemerd, ook niet door bijvoorbeeld de cilindervulling en de compressie. Dit betekent dat in zo'n geval het toerental



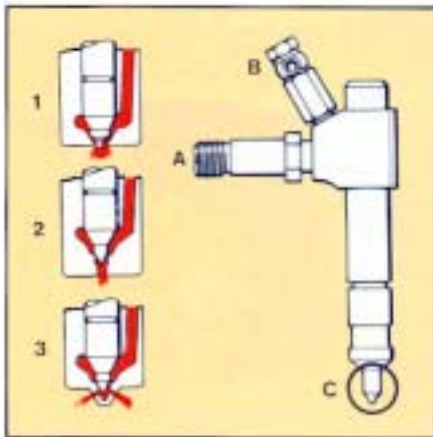
### De regulateur

Deze tekening (van een Bosch RQV 'all speed' regulateur) laat de belangrijkste componenten van het binnenwerk zien: de centrifugaalgewichten (1), de regelveren (2), de regelstang (3) en het verbindende regelstangenstelsel (4).

van de motor blijft stijgen. De motor slaat als het ware 'op hol'. Motortoerental en pompopbrengst kunnen zelfs zo lang stijgen dat de motor letterlijk explodeert. Trekkers hebben vaak een 'all speed' reguleerder, een reguleerder die ieder gewenst toerental kan afregelen. Dit is nodig voor toepassingen waarbij een vast toerental wordt vereist, bijvoorbeeld aandrijving van een werktuig via de aftakas van de trekker.

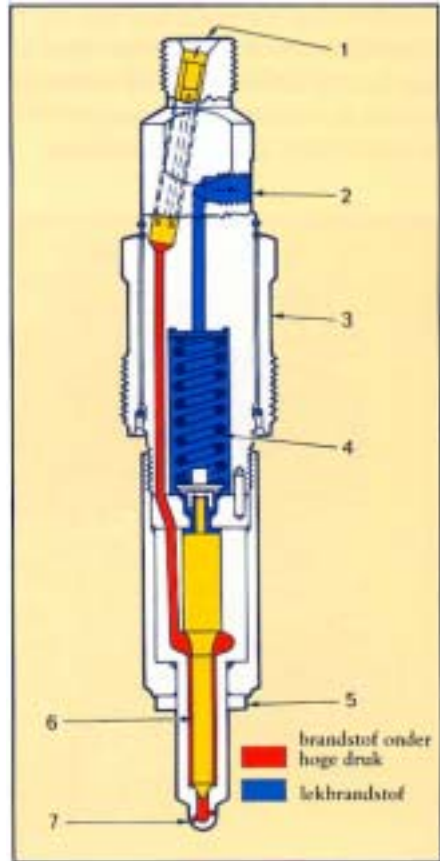
### Verstuivers

Een verstuiver is opgebouwd uit een verstuiverhuis en een verstuivernaald. Het verstuiverhuis steekt met de onderkant in de verbrandingsruimte van de motor; dus óf in de wervelkamer óf direct in de cilinder. Als dieselbrandstof onder hoge druk wordt toegevoerd vanaf de inspuitpomp, licht de verstuivernaald iets op en spuit de brandstof



De verschillende verstuivers

- 1 tapverstuiver
- 2 gatverstuiver
- 3 meergatsverstuiver
- A brandstofaanvoeraansluiting
- B lekbrandstofretouraansluiting
- C verstuivermond



Meergatsverstuiver

- 1 brandstofinlaat
- 2 lekolie-aansluiting
- 3 verstuiverhouder
- 4 drukveer
- 5 pakking
- 6 verstuivernaald
- 7 mondstuk

door de kleine gaatjes onderin het verstuiverhuis zeer fijn verdeeld in de verbrandingsruimte. Een sterke veer zorgt ervoor dat de verstuivernaald de gaatjes weer afsluit. Als de spanning van deze veer groot is, zal de inspuitpomp veel druk moeten leveren om de

---

verstuiernaald op te lichten. Bij een lage veerspanning kan die druk evenredig lager zijn. De spanning van de veer is dus bepalend voor de druk waarmee de brandstof in de cilinder wordt gespoten. Daarom kan de veerspanning worden versteld, met een schroef of met stelplaatjes. Er zijn twee types verstuivers: tap- en gatverstuivers. Tapverstuivers worden meestal gebruikt bij indirect ingespoten dieselmotoren, gatverstuivers bij direct ingespoten dieselmotoren.

## Leidingen

Tussen de brandstoftank en de opvoerpomp kan worden volstaan met lagedrukleidingen. Vanaf de inspuitspomp lopen hogedrukleidingen naar de verstuivers. Die leidingen moeten van zeer hoogwaardige kwaliteit zijn. Om de inspuitsdruk en het inspuitsmoment per verstuiver en dus per cilinder constant te houden moeten de hogedrukleidingen precies even lang zijn. Vandaar dat ze vaak in ingewikkelde bochten zijn gelegd. Omdat zowel de verstuivernaald als het verstuiverhuis gemaakt zijn van staal, is de onderlinge afdichting nooit 100%. Er zal dus steeds wat brandstof langs de naald naar boven weglekken. Deze lekbrandstof wordt via een lagedrukretourleiding naar de tank teruggevoerd. Ook de opvoer- en inspuitspomp hebben een lagedrukretourleiding om het overschot aan opgepompte dieselbrandstof in de tank terug te krijgen.

## Dieselbrandstof

De brandstof voor trekkers is witte of rode diesel. Dieselbrandstof wordt via geavanceerde processen op een raffina-

derij gedestilleerd uit aardolie. Het is een chemische verbinding van koolstof- (C) en waterstofatomen (H), de koolwaterstofketens, waaronder de zogenoemde 'paraffinische koolwaterstoffen'. Dat zijn vrijwel onvertakte koolstofketens die de brandstofeconomie verbeteren en de kenmerkende 'dieselklop' direct na de koude start verminderen. Paraffines hebben echter ook een vervelende eigenschap: bij lage temperaturen zullen ze samenklonteren (wax-settling). Om deze samenklontering tegen te gaan, wordt de dieselbrandstof op de raffinaderij per seizoen anders behandeld. Enerzijds door aanpassing van de samenstelling van het mengsel, anderzijds door toevoeging van speciale additieven. Tijdens het raffinage-proces wordt de dieselbrandstof zoveel mogelijk ontzwaamd, en ontdaan van vuil en water. Zo ontstaat een hoogwaardig eindproduct dat aan de strengste eisen voldoet. De belangrijkste kenmerken van dieselbrandstof komen hieronder aan bod. Bovendien volgt er een aantal tips voor de opslag en behandeling van dieselbrandstof. Zodat u er ieder moment van de dag, zomer en winter op kunt rekenen.

## Cetaangetal

Er moet een zekere, maar minimale tijd verlopen tussen het moment dat de brandstof fijn verstoven in de verbrandingsruimte wordt gespoten en het moment dat de verbranding begint. Als deze 'ontstekingsvertraging' te lang is, zal daarna geen gelijkmatig verloopende verbranding plaatsvinden, maar een 'explosieve' verbranding. De daarbij optredende drukken en temperaturen veroorzaken extra lawaai -de kenmer-



---

kende dieselmotor- en extra trillingen. Dieselmotor is na het starten van een koude motor niet te vermijden, maar moet na een korte opwarmperiode verdwijnen. Een goede ontstekingskwaliteit is dus een eerste vereiste. Deze ontstekingskwaliteit wordt uitgedrukt in het 'cetaangetal'. Bij een dieselbrandstof met een hoog cetanaangetal -50 tot 60- is de ontstekingsvertraging kort.

### **Viscositeit**

De mate waarin een vloeistof werkelijk vloeibaar is bij een bepaalde temperatuur wordt uitgedrukt in de 'viscositeit'. Een stroperige vloeistof, bijvoorbeeld, heeft een hoge viscositeit. Dieselbrandstof moet ook bij strenge kou 'dun-vloeibaar' zijn. Anders kunnen de brandstofdeeltjes onder die omstandigheden niet voldoende worden versto-ven, en zal de verbranding moeilijk verlopen. De 'dun-vloeibaarheid' mag ook niet te groot zijn. Dieselbrandstof is namelijk niet alleen een brandstof, maar heeft ook een smerende taak. De bewegende delen in het brandstofsysteem zoals pluniers en verstuurveren worden alleen door de langsstromende diesel-brandstof gesmeerd. Is de viscositeit te laag -de dieselbrandstof te dun- dan blijft er te weinig olie op de bewegende delen achter. Door metaal-op-metaalcontact ontstaat ernstige slijtage.

### **Cloudpoint**

Als dieselbrandstof afkoelt wordt ze steeds minder vloeibaar. Bij een bepaalde temperatuur is ze zelfs een vaste stof. In tegenstelling tot water, dat in één keer stolt en ijs wordt, heeft dieselbrandstof een zogeheten 'stoltraject'. Dat betekent dat ze geleidelijk overgaat

van de vloeibare naar de vaste fase. De eerste fase is de troebeling. Het 'cloudpoint', ook wel het troebelingspunt, is de temperatuur waarbij de paraffines in de dieselbrandstof beginnen te stollen. De troebeling is zichtbaar als een soort 'witte rook' in de brandstof. Er is verder weinig aan de hand; de dieselbrandstof is nog voldoende vloeibaar en goed te filteren.

### **Cold filter plugging point**

Als de temperatuur verder daalt -de volgende fase- beginnen de gevormde paraffinekristallen samen te klonteren. Het zogeheten 'cold filter plugging point', afgekort CFPP, is de temperatuur waarbij de samengeklonterde paraffines het fijnfilter blokkeren. De nog vloeibare bestanddelen kunnen niet meer door het filter en de motor slaat af. In de laatste fase, als de temperatuur nog verder daalt, zal alle dieselbrandstof stollen. Het is een vaste stof geworden.

### **Winterse maatregelen**

Om de eigenschappen van de dieselbrandstof zo goed mogelijk op de temperatuur af te stemmen leveren oliemaatschappijen 's zomers een andere kwaliteit dieselbrandstof dan 's winters. In de winter zal diesel meer 'lichte' bestanddelen en minder paraffines bevatten. Hoe meer lichte bestanddelen hoe lager het cloudpoint en het CFPP. Maar het gebruik daarvan is aan een maximum verbonden: hoe meer lichte bestanddelen hoe lager de viscositeit en hoe hoger het brandstofverbruik. Daarom voegen de oliemaatschappijen al in de herfst zogeheten 'flowimprovers' toe. Deze verhinderen het samenklonteren. Winterkwaliteit dieselbrandstof

---

is in de praktijk 'beveiligd' tot een temperatuur van minus 19 graden Celsius.

### **Extra toevoegingen**

Tijdens extreme vorstperiodes of als er om welke reden dan ook geen winterkwaliteit dieselbrandstof beschikbaar is, kan een kleine hoeveelheid petroleum aan de dieselbrandstof worden toegevoegd. Petroleum bevat veel lichte bestanddelen en verlaagt daardoor het cloudpoint en het CFP: 5 volumeprocent petroleum toevoegen voor 1 graad temperatuurverlaging. Om schade aan het brandstofsysteem te voorkomen mag maximaal 25 volumeprocent worden toegevoegd. Bedenk dat ook petroleum om belasting-technische redenen is voorzien van een rode kleurstof. Petroleum en rode diesel zullen geen problemen opleveren met de fiscale opsporingsambtenaren, toevoeging aan 'blanke' dieselbrandstof daarentegen wél. Benzine als 'cloudpoint- en CFP-verlager' moet sterk worden afgeraden. De kans op schade aan zowel het brandstofsysteem als de motor is namelijk groot. In uiterste noodgevallen is maximaal 15 volumeprocent loodvrije benzine toelaatbaar. Tank altijd éérst de loodvrije benzine en vul daarna bij met dieselbrandstof.

### **Andere mogelijkheden**

Het starten van de trekker is een kritisch moment. Vooral na een lange nacht in een onverwarmde koude schuur. De startomstandigheden moeten dus zo optimaal mogelijk zijn. Probeer daarom de trekker 'warm' en in ieder geval in de luwte te stallen. Heeft de motor eenmaal een paar slagen gemaakt, dan ontstaat daarbij direct zoveel warmte in de cilinders dat de die-

selbrandstof makkelijk tot zelfontbranding komt. Daarom moet er tijdens de eerste start worden 'doorgestart'. Als de motor na een korte start namelijk wordt stilgezet, gaat de al ontwikkelde warmte erg snel verloren. Ook het tijdstip van tanken is niet onbelangrijk. Als tijdens strenge vorst de brandstoftank van de trekker pas 's morgens wordt bijgevuld uit ondergrondse tanks, wordt eigenlijk 'warme diesel' getankt. De temperatuur van de dieselbrandstof uit de grond is zeker een paar graden hoger dan de buitentemperatuur. Wat extra isolatie om de brandstoftank en om de leidingen van de trekker kan net het verschil uitmaken tussen aanslaan en niet-aanslaan.

### **Opslagtanks**

Ondergrondse opslagtanks zijn al even genoemd. Bij land- en tuinbouwbedrijven treffen we echter veel vaker bovengrondse opslagtanks aan. Overdag staat daar de zon op. De dieselbrandstof warmt op, en koelt 's nachts weer sterk af. Dit leidt tot condensvorming in de opslagtank. Het verzamelt zich op de bodem en moet regelmatig worden afgetapt omdat het anders wordt 'meegetankt'. Ook in het brandstofsysteem van de trekker wordt condens gevormd. Dit kan voor winterse problemen zorgen. Brandspiritus werkt als een soort anti-vries, en voorkomt dat ijskristallen de toevoer afsluiten. Voeg maximaal een half volumeprocent een kwart liter brandspiritus op 50 liter dieselbrandstof - toe. Als de opslagtank pas is gevuld, is het niet goed om direct to tanken. Eventueel aanwezige verontreinigingen worden tijdens het bijvullen van de opslagtank namelijk losgeweekt



---

en zouden zo in het brandstofsysteem van de trekker terecht kunnen komen. Om dezelfde reden is het af te raden de opslagtank helemaal leeg te tanken.

---

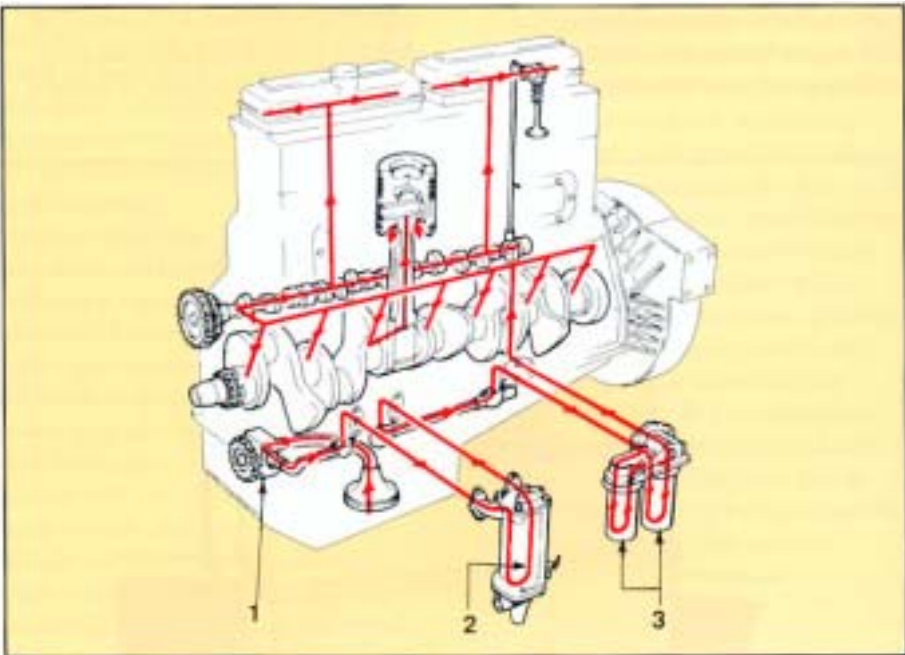
## HET SMEERSYSTEEM

Hetsmeersysteem van de motor en de smeeroil hebben verscheidene belangrijke taken. Het smeersysteem zorgt er op de eerste plaats voor dat alle bewegende onderdelen in de motor op tijd en met de juiste hoeveelheid olie worden gesmeerd. Daarnaast zorgt de olie voor koeling, afdichting en reiniging van een aantal vitale motoronderdelen. Bovendien vormt smeeroil een beschermende laag tegen corrosie en bezit het geluiden trillingdempend vermogen. Voordat we verder ingaan op deze en andere eisen-

schappen van motorolie komen, eerst de verschillende onderdelen van het smeersysteem aan de orde.

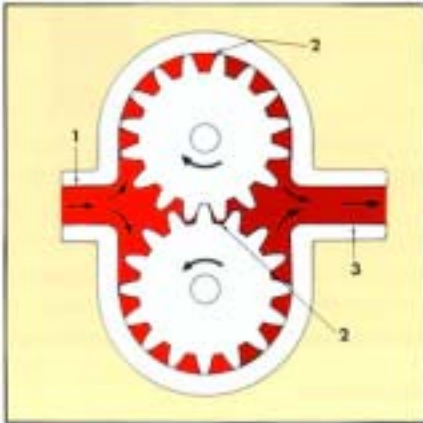
### De oliepomp

Over het algemeen wordt in trekkerdieselmotoren druksmering toegepast, soms in combinatie met spatsmering. De oliepomp verplaatst de olie naar alle te smeren onderdelen. Omdat de bewegende olie weerstand ondervindt in de leidingen, wordt er druk opgebouwd; de oliedruk. De oliepomp is doorgaans van het tandwiel-type. De

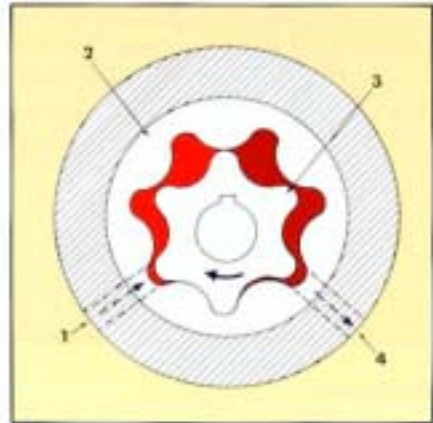


Het smeersysteem van een dieselmotor

- 1 oliepomp
- 2 oliekoeler
- 3 oliefilters



Inwendige tandwielpom (rotorpomp)  
 1 inlaat  
 2 rotorring  
 3 binnenrotor  
 4 uitlaat



Uitwendige tandwielpom  
 1 inlaat  
 2 op deze punten vormt zich een inwendige afdichting  
 3 uitlaat

capaciteit van de oliepomp en de oliedruk zijn evenredig met het toerental van de motor. De oliedruk wordt echter begrensd door een overdrukklep parallel aan de persleiding van de pomp. Bij stationair toerental varieert de oliedruk tussen de 1 en 2 bar; onder belasting tussen 3 en 5 bar. De oliepompcapaciteit van een gebruikelijke trekkerdieselmotor ligt rond de 70 liter per minuut. Wordt er echter zuigerkoeling toegepast, zoals bij turbomotoren, dan kan die capaciteit oplopen tot zo'n 130 liter per minuut.

### Het oliefilter

Voordat de motorolie in het hoofdkanaal terecht komt, wordt het eerst door een oliefilter gepompt. De functie van zo'n filter zal duidelijk zijn: de motorolie ontdoen van vuil, verbrandingsresten en slijtage deeltjes. In de moderne dieseltechniek wordt overwegend gebruik gemaakt van hoofdstroomfil-



De oliefilters  
 Trekkermotoren worden uit veiligheidsoverweging veelal uitgerust met twee parallel opgestelde oliefilters. Alle olie wordt over beide filters verdeeld en gereinigd. Als een filter sterk vervuild raakt, opent de omloopklep en gaat de olie ongefilterd verder.

ters met verwisselbare papieren elementen. Deze filterelementen vangen deeltjes op die groter zijn dan 0,005 mm.

Als het filter te sterk vervuild raakt, opent de omloopklep en gaat de olie ongefilterd verder. Om deze schadelijke situatie te voorkomen moet het filterelement volgens de fabrieksvoorschriften worden vervangen.

Trektermotoren worden uit veiligheidsoverweging veelal uitgerust met twee parallel opgestelde oliefilters. Alle olie wordt over beide filters verdeeld en gereinigd. Als een filter te sterk vervuild raakt, opent de omloopklep en gaat de olie ongefilterd verder.

## De oliekoeler

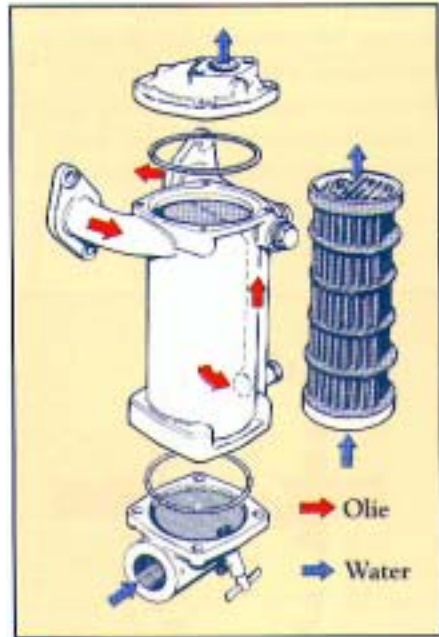
Soms is een oliekoeler in het smeersysteem opgenomen. Vooral als de dieselmotor is uitgerust met een turbocompressor kan het nodig zijn de warmte die zich in de smerolie heeft verzameld, geforceerd af te voeren. De olie wordt dan direct vanaf de oliepomp door de oliekoeler geleid, alvorens in het filter te worden gereinigd.

## Motorolie

Als twee metaaloppervlakken ten opzichte van elkaar bewegen, treedt wrijving op. Deze wrijving ontwikkelt warmte en veroorzaakt slijtage, waarbij kleine metaaldeeltjes loskomen. Bovendien zal er altijd wat ruimte tussen de twee oppervlakken zijn. Ruimte, zoals tussen zuigerveer en cilinderwand, die moet worden afgedicht.

## Taken

De taken die de motorolie moet vervullen zullen duidelijk zijn:



### De oliekoeler

Afgebeeld is een oliekoeler van het tegenstroomprincipe. In dit type oliekoeler loopt de olie van boven naar beneden en het koelwater in tegengestelde richting door de buisjes van het koelelement.

*Smeren*, om de wrijving en slijtage te beperken.

*Reinigen*, om de slijtagedeeltjes en de verbrandingsresten af te voeren (de detergerende werking van motorolie). Hoe gebeurt dat? Motorolie is in staat vuil op te nemen en deze vuildeeltjes zwevend en gescheiden te houden (de dispergerende werking van motorolie). Laatstgenoemde eigenschap voorkomt samenklonteren van vuil in de nauwe oliekanalen en neerslag van vuildeel-

---

tjes op de bewegende delen. (Zie ook blz. 26).

*Koelen*, om de warmte die onder meer bij de verbranding ontstaat of te voeren. Deze wordt aan de olievoorraad in het carter of in de oliekoeler afgestaan.

*Afdichten*, om bijvoorbeeld compressieverlies langs zuigerveer en cilinderwand te voorkomen. Naast deze hoofdtaken fungeert de motorolie als een trilling- en geluiddemper, en beschermt het de inwendige delen van de motor tegen chemische slijtage zoals corrosie.

De gebruikelijke minerale motorolie bestaat net als dieselbrandstof scheikundig gezien uit koolwaterstoffen; verbindingen van koolstof- (C) en waterstofatomen (H). De zogeheten basisoliën, zoals bij de raffinage verkregen, zijn niet zonder meer geschikt voor smering en bescherming van motoren. De vereiste eigenschappen ontstaan of worden versterkt door menging van verschillende basisoliën en toevoeging van een uitgebalanceerd pakket additieven. In de tabel op de volgende pagina staan de belangrijkste additieven genoemd met hun functie.

Toevoegingen	Functie
Detergerende, anti-oxidatie toevoegingen	De detergerende toevoeging is de 'schoonmaker' van de oliekanalen en de andere plaatsen waar de dispergerende en motorolie komt. De detergent weekt de vuildeeltjes los die ontstaan door oxidatie en onvolledige verbranding. De dispergerende toevoeging omhult de vuildeeltjes, voorkomt dat deze vuildeeltjes samenklonteren en zorgt ervoor dat de losse vuildeeltjes in de olie blijven 'zweven' in plaats van neer te slaan op de metaaldelen. Oliemaatschappijen combineren de detergerende en dispergerende eigenschappen in één additief dat vaak ook voldoende anti-oxidatie-kwaliteiten bezit. Laatstgenoemde eigenschap beschermt de olie tegen inwerking van zuurstof en voorkomt versnelde veroudering.
Anti-corrosie toevoegingen	Dit zijn toevoegingen die zuurachtige verbrandingsprodukten neutraliseren. Ze beschermen corrosiegevoelige onderdelen zoals de lagerschalen.
Anti-slijtage of EP-toevoegingen	Deze toevoegingen verminderen de mechanische slijtage van moeilijk te smeren onderdelen zoals nokkenas en klepstoters. EP staat voor Extreme Pressure. Dit additief versterkt de olie film, zodat ook een dunne film bestand is tegen hoge mechanische belastingen.
VI-verbeteraars	Oliën worden dunner bij verwarming en dikken in bij afkoeling. De vloeibaarheid (eigenlijk: de weerstand tegen vloeien) van een olie wordt aangeduid met de 'viscositeit'. De mate waarin deze viscositeit verandert bij verandering van temperatuur wordt aangeduid met viscositeitsindex. Een hoge viscositeitsindex (VI) betekent dat de viscositeit van de olie minder afhankelijk is van de temperatuur. Multigrade oliën bevatten chemische toevoegingen die de viscositeitsindex verhogen, de zogeheten VI-verbeteraars. Hierdoor combineren multigrade oliën een voldoende lage viscositeit bij lage temperaturen (een relatief dunne olie bij de koude start) met een relatief hoge viscositeit bij hoge temperaturen (een voldoende dikke olie na uren zware belasting) en waarborgen een goede smering onder alle bedrijfsomstandigheden.
Anti-schuim toevoegingen	Door de hoge capaciteit van de oliepomp kan de olie onder ongunstige omstandigheden gaan schuimen. Antischuim toevoegingen verhinderen de vorming van schuim; eventueel toch gevormd schuim zal snel verdwijnen.
Stolpunt-verlagende toevoegingen	Bij extreem lage temperaturen hebben de paraffines in motorolie net zoals in dieselbrandstof de neiging samen te klonteren. De stolpunt-verlagende toevoegingen verlagen de temperatuur waar bij dit verschijnsel zich voordoet. De 'borderline pumping temperature' is de temperatuur waarbij de olie nog net verpompaar is.

---

## Specificaties

Er is een welhaast ontelbaar aantal verschillende motoroliën op de markt.

Welke olie uit dit grote aanbod is nu de beste voor welke trekker? De standaard SAE-, API, CCMC- en MILspecificaties vergemakkelijken deze keuze en maken onderlinge vergelijking mogelijk. Daarnaast is er een groep dieselmotor- en/of trekkerfabrikanten die zelf een aantal kwaliteitseisen heeft opgesteld, waaraan de olie in zo'n motor of trekker moet voldoen. Alle gerenommeerde oliëfabrikanten geven zogeheten produktinformatiebladen uit, met daarop een overzicht van de specificaties en aanvullende kwaliteitseisen waaraan hun olie voldoet.

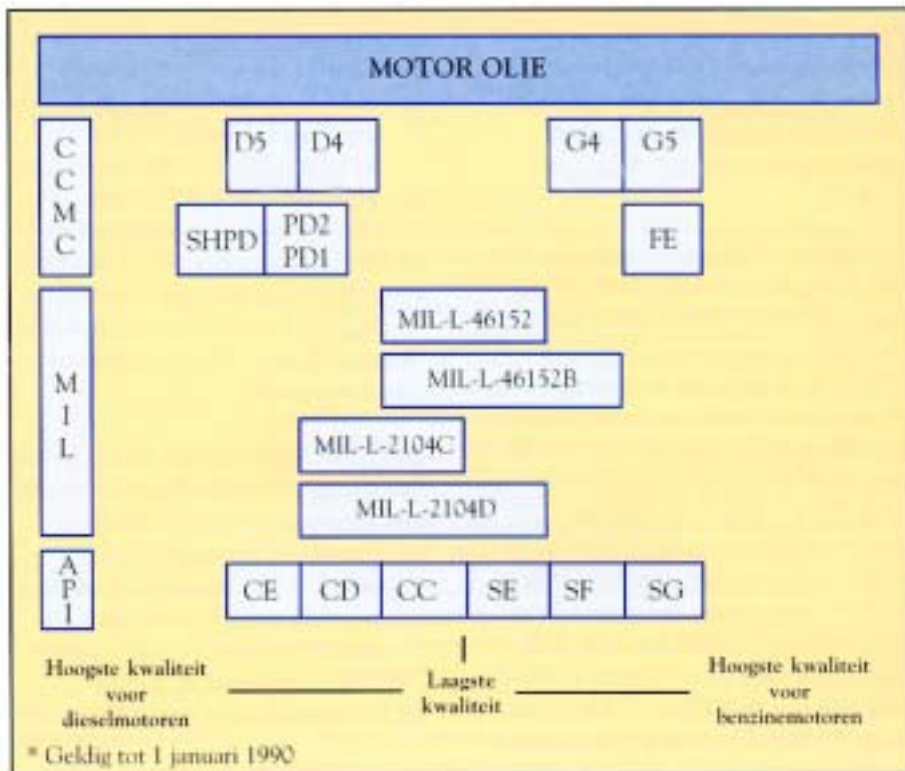
De Society of Automotive Engineers (SAE) heeft een viscositeitsindeling opgesteld. Deze Amerikaanse instantie bepaalt de viscositeit bij 373 K (100 °C), de gemiddelde bedrijfstemperatuur van een moderne benzine- of dieselmotor. De oliën worden hierbij ingedeeld in de viscositeitsklassen SAE 20, 30, 40 en 50. Voor zeer dunne oliesoorten is er een test onder winterse omstandigheden bij 255 K (-18 °C) met de viscositeitsindeling SAE 5W, 10W, 15W en 20W. Een multigrade olie, bijvoorbeeld 15W/40, valt zowel in de SAE 15W-klasse als in de SAE 40-klasse. Bij lage temperaturen heeft deze olie een 'SAE 15W-viscositeit' en bij hoge temperaturen een 'SAE 40-viscositeit'.

Het American Petroleum Institute (API) heeft een indeling opgesteld waarin de bedrijfsomstandigheden en de mate van motorbelasting zijn verwerkt. Zij maakt onderscheid tussen oliën voor benzinemotoren (S-aanduiding) en dieselmotoren

(C-aanduiding). De tweede letter in de code geeft de kwaliteit aan; hoe meer een motorolie 'kan hebben' des te hoger is de API-classificatie. API CE en API SG zijn de nieuwste classificaties en stellen de hoogste eisen aan de olie. Het Comité des Constructeurs du Marché Commun (CCMC) is de Europese 'tegenhanger' van het API. Ook dit instituut deelt de olie in naar oplopende kwaliteit: PD2 voor oliën voor snellopende dieselmotoren met en zonder drukvulling; D4 en D5 voor oliën voor 'gewone' dieselmotoren eveneens met en zonder drukvulling en G4 en G5 voor oliën voor benzinemotoren. Daarnaast heeft het Amerikaanse leger nog eigen zgn. MIL-specificaties.

## Verversingstermijn

Het zal duidelijk zijn dat een schone, nieuwe motorolie de beste eigenschappen heeft. In het dagelijks gebruik veranderen deze eigenschappen, en niet ten gunste. De olie dikt aan de ene kant in door kool- en oxidatieproducten en kan aan de andere kant dunner worden door brandstofverduunning. De olie wordt vuil, neemt wat water op en de additieven raken uitgewerkt. Dan is het hoog tijd om de olie te verversen. Bij de ene trekker ligt dat verversingspunt al bij 100 bedrijfsuren, terwijl een andere trekker -die onder gunstiger bedrijfsomstandigheden werkt- wel 200 uur met dezelfde olie kan draaien. Daarom staan in de onderhoudstabel vaak gespecificeerde olieversingstermijnen vermeld.



Overzicht van de API-, CCMC- en MIL specificaties en hun onderlinge overeenkomsten



---

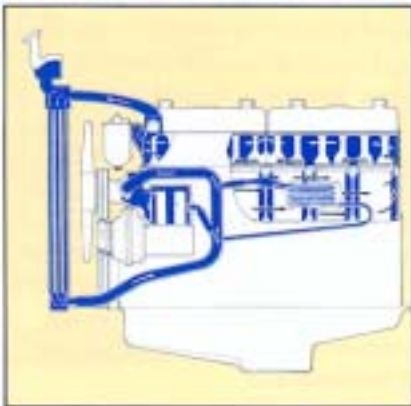
## HET KOELSYSTEEM

Eigenlijk is het tegenstrijdig; de trekkermotor moet zo snel mogelijk opwarmen om op bedrijfstemperatuur te komen, maar mag daarna niet te heet worden. Snel opwarmen is nodig om vermogensverlies en extra slijtage door 'koude-spelingen' te beperken. Bovendien heeft ook de smeerolie in het carter van de motor een minimum werktemperatuur. Beneden die temperatuur is de olie dik, zal daardoor minder goed kunnen worden verpompt en heeft moeite om de te smeren onderdelen in de juiste tijd en hoeveelheid te bereiken. In de opwarmfase is koeling dus ongewenst. Het koelsysteem slokt daarnaast wat motorvermogen op. Als de motortemperatuur echter te hoog oploopt, zullen bijvoorbeeld de zuigers, cilinders of de cilinderkop vervormen, waardoor de koppakking gaat lekken of de zuiger zelfs vastloopt in de cilinder. Ook de smeerolie wordt zonder koeling te heet en verbrandt of verkoolt. Koeling is dus een

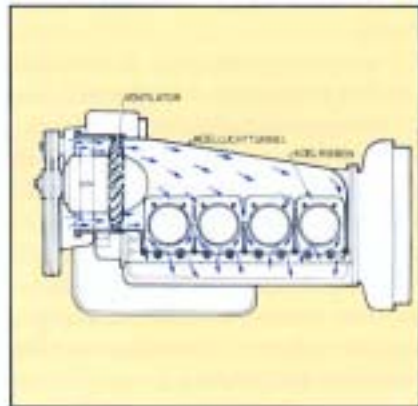
'noodzakelijk kwaad'. Op trekkers treffen we uitsluitend geforceerde koeling aan, in de vorm van luchtkoeling of vloeistofkoeling.

### Luchtkoeling

Bij geforceerde luchtkoeling zuigt een ventilator lucht aan, en blaast deze rond de cilinders en het motorblok en langs de olienkoelers. Cilinderblok en -kop hebben ribben om het koelend oppervlak te vergroten. Luchtgeleidemantels zorgen voor een goede verdeling van de koellucht. De ventilator wordt via een V-snaar aangedreven door de krukas. Luchtkoeling heeft een aantal voordelen ten opzichte van vloeistofkoeling. Vanzelfsprekend treedt bij luchtkoeling geen vloeistoflekkage, bevroering of verdamping op. Luchtkoeling is daarnaast minder storingsgevoelig, eenvoudiger qua uitvoering, goedkoper en heeft kleinere inbouwmaten. Daarentegen geeft luchtkoeling een veel luidruchtiger motor,



Waterkoeling met pomp en thermostaat



Bovenaanzicht luchtgekoelde dieselmotor

---

en is de bedrijfstemperatuur van de motor minder goed stabiel te houden, daarom wordt het nog weinig toegepast.

## **Vloeistofkoeling**

Ondanks de genoemde voordelen is het merendeel van alle trekkers uitgerust met vloeistofkoeling. Vloeistofkoeling heeft namelijk als groot voordeel dat de thermische belasting van de verschillende motoronderdelen aanmerkelijk lager is dan bij luchtkoeling. En daardoor vermindert de kans op storingen of verhoogde slijtage van bijvoorbeeld zuigers en cilinderwanden. Bovendien werkt de vloeistofmantel om de cilinder als 'geluiddemper'. De belangrijkste onderdelen van het vloeistofkoelsysteem zijn de radiator, ventilator, waterpomp en de thermostat. De waterpomp zorgt voor de circulatie van het koelmiddel door motorblok, cilinderkop en radiator. De thermostat regelt de vloeistofstroom; tijdens de opwarmfase alleen door het motorblok en de cilinderkop, daarna ook door de radiator. De zogeheten 'openingstemperatuur' van de thermostat, waarbij het koelmiddel ook door de radiator stroomt ligt over het algemeen rond de 80 °C.

## **Onderhoud**

Het onderhoud aan luchtkoelingssystemen gaat niet verder dan het regelmatig controleren en afstellen van de spanning van de V-snaar van de ventilator en het reinigen van de koelribben. Vloeistofkoeling vraagt aanmerkelijk meer aandacht. Dat begint vanzelfsprekend met regelmatige controle van het vloeistofniveau. Daarnaast zal vóór het invallen van de vorst het koelmiddel

moeten worden gecontroleerd op 'vorstbestendigheid'. Als er water wordt gebruikt, is het nodig antivries toe te voegen. Trekkerfabrikanten schrijven bovendien periodieke controle van radiator, radiatorop, thermostat en temperatuurzender en -meter voor, evenals in- en uitwendige reiniging van het hele koelsysteem.

## **Koelmiddelen**

Als koelmiddel kan water worden gebruikt, al of niet in combinatie met een antivries-toevoeging, of een kant en klare koelvloeistof. Koelvloeistof bevat gedemineraliseerd water, ethyleenglycol (een vorstgrensverlager) en speciale anti-corrosie-, antioxydatie- en anti-schuimtoevoegingen. De vorstgrens van kant en klare koelvloeistof ligt in de buurt van de min 35 °C. Bij regelmatige controle is men ervan verzekerd dat de motor voldoende tegen 'Belgische vorst' is beschermd.

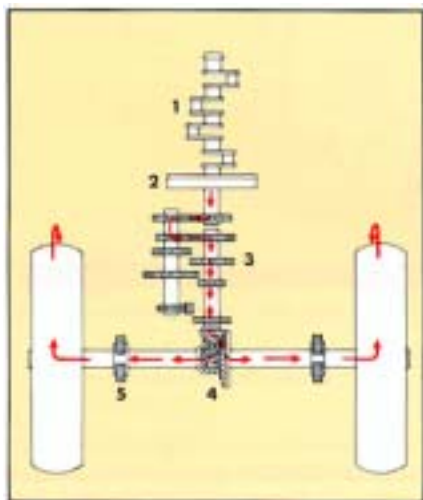
---

## DE AANDRIJFLIJN

Voordat het motorvermogen de aangedreven wielen bereikt, hebben de paardekrachten (tegenwoordig liever kilowatt) een lange weg afgelegd. En waarschijnlijk een vermoeiende want er gaat heel wat vermogen bij verloren. De volledige krachtoverbrenging slokt zo'n 15 tot 25% op. We zullen die weg door de transmissie eens volgen.

### Koppeling

Een trekker heeft meerdere koppelingen. Niet alleen tussen de motor en de versnellingsbak, maar ook tussen de uitgaande as en de aftakas(en), de



Hoofdc componenten van een trekkertransmissie-systeem

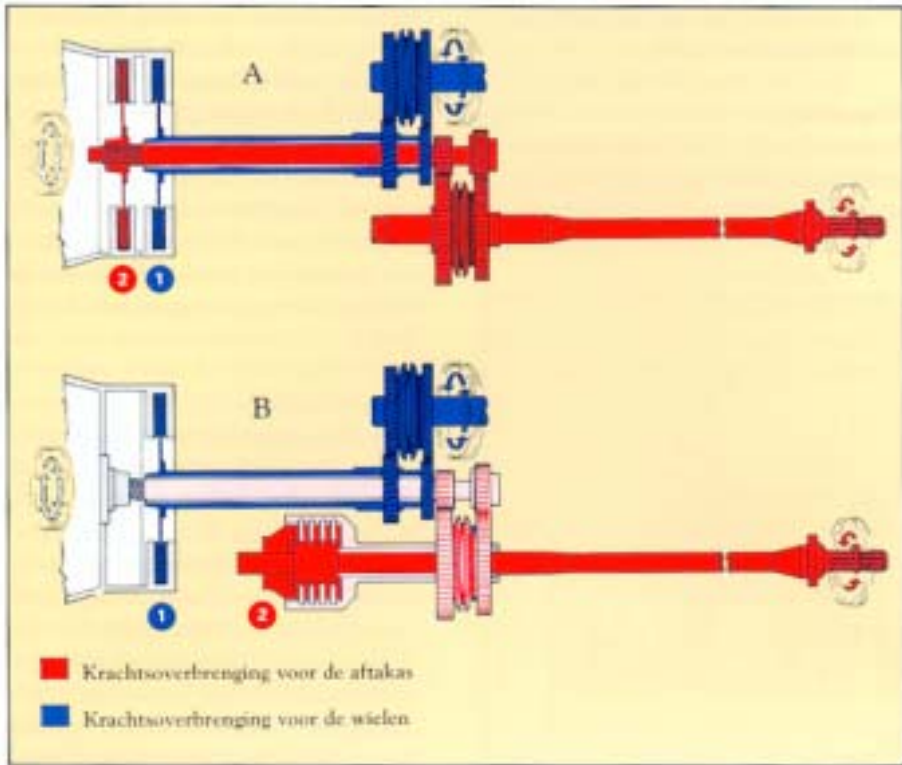
- 1 motor
- 2 koppeling
- 3 transmissie
- 4 differentieel
- 5 eindaandrijving

zogenheten Power Take Off (PTO).

Soms zijn deze koppelingen gecombineerd en werken ze afhankelijk van de stand van het koppelingspedaal. Eerst wordt de wielaandrijving ontkoppeld en daarna de aandrijving van de aftakas. Dit systeem is uitgevoerd met een dubbelwerkende droge plaatkoppeling en één pedaal. Er zijn ook systemen waarbij de aftakas een onafhankelijke koppeling heeft; bijvoorbeeld een lamellen- of klauwenkoppeling. Bij deze systemen wordt de uitgaande as al dan niet met vertragingen of versnellingen in de vorm van tandwielen, onafhankelijk van de wielaandrijving gekoppeld aan de aftakas.

### Versnellingsbak

De versnellingsbak maakt het mogelijk het toerental van de aangedreven wielen trapsgewijs ten opzichte van het toerental van de motor te wijzigen, en zo de aandrijfkraft aan te passen aan de verschillende belastingen en bedrijfsomstandigheden. Hierdoor kan de trekker onder meer met een lage snelheid en voldoende trekkraft in drassig terrein wegrijden of zich bijvoorbeeld met relatief hoge snelheid en weinig trekkraft over de weg voortbewegen. Als basis wordt vaak een drie- of vier-versnellingsbak gekozen met één versnelling achteruit. Door voor of achter deze bak één of meerdere hoog/laag-schakelingen te plaatsen wordt het aantal versnellingen uitgebreid tot 6, 8, 12, 16, 24 of soms nog meer. Vaak biedt de versnellingsbak tevens de mogelijkheid om aftakas(en) of bijvoorbeeld voorwielaandrijving in en uit te



Schema dubbelwerkende koppeling (A) en enkelwerkende koppeling (B)

Bij de situatie zoals getekend bij (A) rijdt de trekker en draait de aftakas, als (1) is ontkoppeld en (2) nog niet ontkoppeld dan is de transmissie uitgeschakeld, waardoor de trekker stilstaat en de aftakas doordraait.

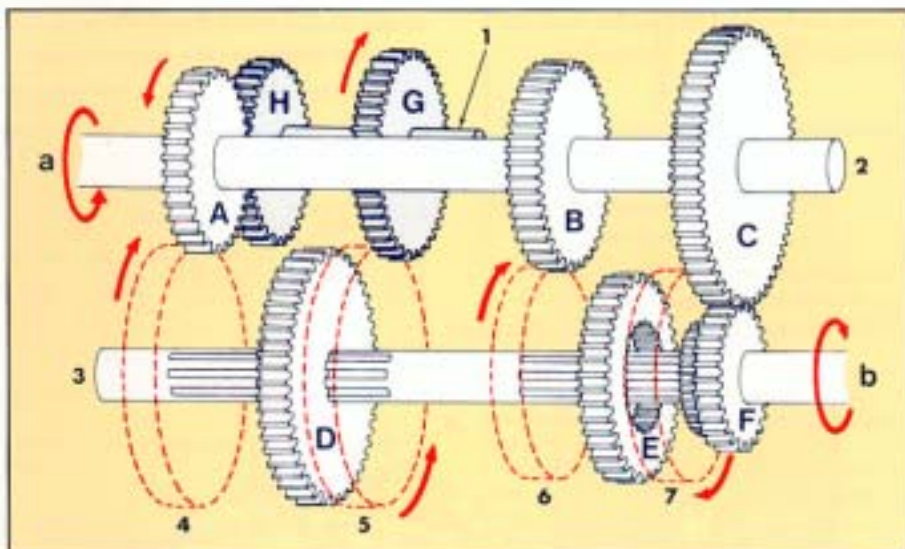
Bij de situatie zoals getekend bij (B) zijn twee onafhankelijke koppelingen aanwezig, (1) voor de ontkoppeling van de transmissie en (2) voor de ontkoppeling van de aftakas.

schakelen. De drie meest toegepaste typen zijn de versnellingsbak met tandwielenschakeling (sliding mesh), met schakelring (constant mesh) en de gesynchroniseerde versnellingsbak (synchromesh).

Een versnellingsbak met tandwielenschakeling is voorzien van twee evenwijdig gemonteerde assen en tandwielen met rechte vertanding. Door de tandwielen te verschuiven

wordt een tandwielpaar met elkaar in aangrijping gebracht; het 'schakelen'. Voor het schakelen moeten de twee tandwielen dezelfde omtreksnelheid hebben. Dit wordt verkregen door het zogeheten 'double clutches' en door tussengas te geven.

Een versnellingsbak van het schakelmoftype heeft eveneens op twee evenwijdige assen gemonteerde tandwielen, nu met rechte of schuine vertanding. In



Drie-versnellingsbak met schakeltandwielen op evenwijdige assen

a aandrijving vanaf de motor b aandrijving naar het differentieel 1 achteruitas	2 ingaande as 3 uitgaande as 4 le versnelling	5 achteruit 6 2e versnelling 7 3e versnelling
---	---	---

De ingaande as drijft de uitgaande as aan, die het vermogen overbrengt. Gewoonlijk is er nog een derde as aanwezig, die de draairichting omkeert of verdere reductie-mogelijkheden biedt. De drie assen lopen evenwijdig en worden door middel van het schakelen van hun tandwielen met elkaar verbonden.

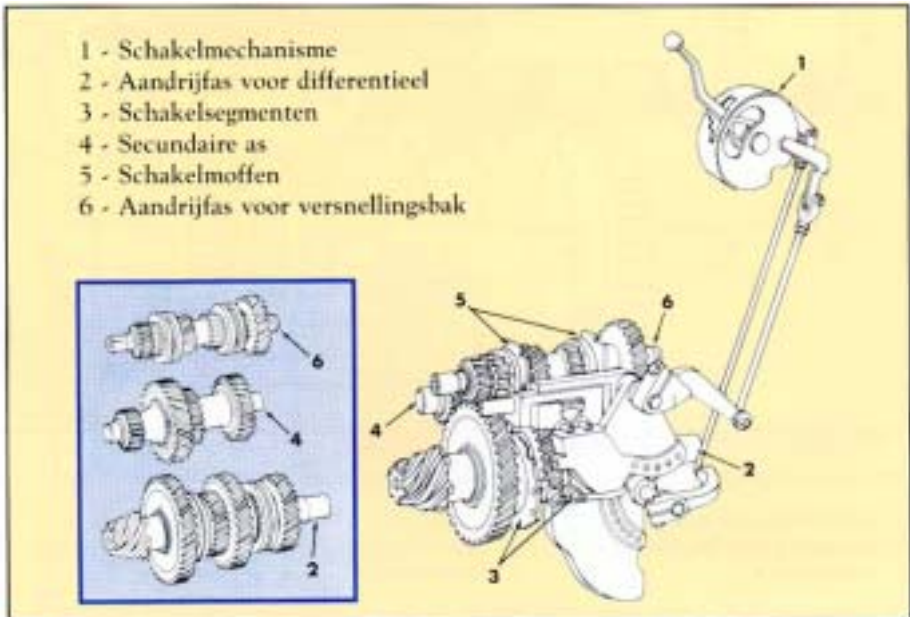
De tandwielen D en E veranderen het toerental en de draairichting. Deze beide tandwielen zijn door middel van spiebanen schuivend op de uitgaande as gemonteerd en draaien dus met hetzelfde toerental als deze as. Alle andere tandwielen zijn vast op hun respectievelijke assen gemonteerd, uitgezonderd tandwiel F, dat vrij om de uitgaande as draait.

De gestippelde lijnen geven aan hoe de tandwielen worden geschakeld.

dit type versnellingsbak zijn ze echter constant met elkaar in aangrijping. De tandwielen van de hoofdas draaien daar 'los' omheen terwijl de andere tandwielen vast aan de secundaire as zijn verbonden.

Er wordt 'geschakeld' door een tandwiel met behulp van de schakelmof met de hoofdas te verbinden. Ook hier moet de

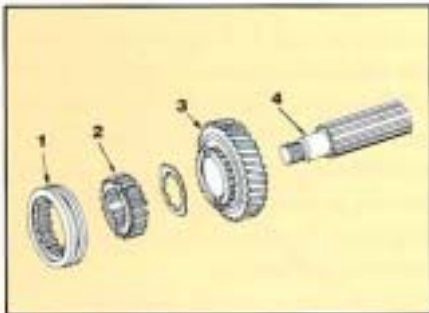
trekkerchauffeur er zelf voor zorgen dat de hoofdas, de schakelmof en de te schakelen tandwielen even snel ronddraaien. De gesynchroniseerde versnellingsbak is net als het schakelmoftype voorzien van constant met elkaar in aangrijping zijnde tandwielen. De zogeheten synchromeshringen zorgen er echter voor dat de bij elkaar horende



Versnellingsbak met schakelmoffen

De afgebeelde versnellingsbak heeft constant in aangrijping zijnde tandwielen met spiraalvertanding. Aangezien de tandwielen constant in aangrijping zijn en niet op hun assen kunnen verschuiven, draait een niet ingeschakeld tandwiel altijd vrij om zijn as. Wanneer een tandwiel wordt ingeschakeld, wordt het door middel van een schakelmof of koppelingsmechanisme op zijn as vastgezet. Door de schakelmof te ontkoppelen, wordt het tandwiel uitgeschakeld en kan het weer vrij draaien.

tandwielen, de hoofdas en de schakelring vóór het vergrendelen hetzelfde toerental hebben. Dat voorkomt 'kraken' en maakt 'double clutchen' en 'tussengas' overbodig.



Voorbeeld van schakelmof en tandwielen

1 schakelmof

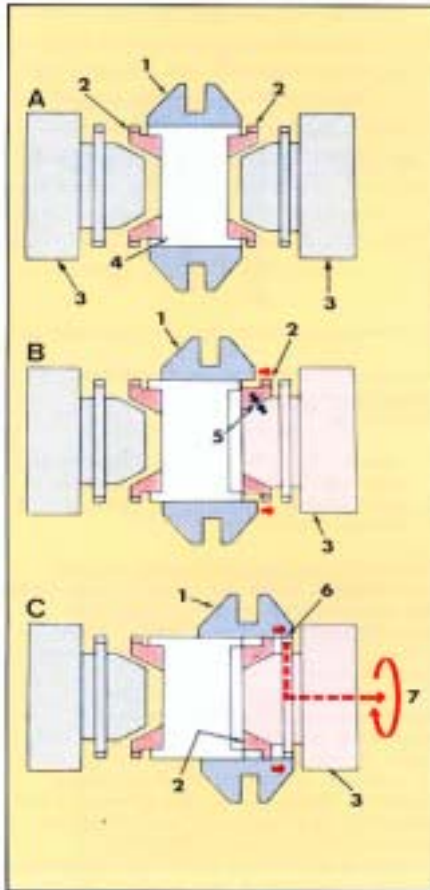
2 versnellingstandwiel (spiebanen op as)

3 aangedreven tandwiel(draait vrij om as)

4 as

Afgebeeld is een typisch voorbeeld van een schakelmof met bijbehorend tandwiel. Op de zijkant van het tandwiel zijn gewoonlijk korte spiebanen aangebracht. De schakelmof is door inwendige spiebanen op een versnellingstandwiel aangebracht, dat met spiebanen op de as is bevestigd. Overbrenging vindt plaats door de inwendige spiebanen van de mof in aangrijping te brengen met de uitwendige spiebanen op het aangedreven en het versnellingstandwiel. De spiebanen op de tandwielen zijn afgerond om het schakelen te vergemakkelijken.





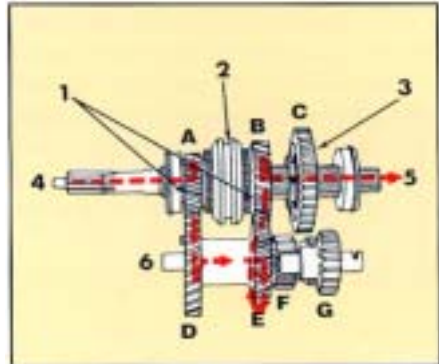
In fig. A is de neutrale stand van de onderdelen afgebeeld.

*Tijdens het synchroniseren* (fig. B), beweegt de mof naar het in te schakelen tandwiel en drukt daardoor de blokkeerring naar rechts. De ring komt in contact met de borst van het aangedreven tandwiel en begint de toerentallen van de twee onderdelen te synchroniseren.

*Bij het inschakelen* (fig. C), schuift de vertanding van de mof via die van de blokkeerring (omdat beide nu met hetzelfde toerental draaien) in de tandkrans van het aangedreven tandwiel. De overbrenging vindt dan volgens de stippellijnen en pijlen plaats.

#### Synchromesh, blokkerend-type

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| 1 synchromeshmof       | 5 aangrijpingsvlak |
| 2 blokkeerring         | 6 inschakeling     |
| 3 aangedreven tandwiel | 7 overbrenging     |
| 4 naaf                 |                    |



#### Synchromesh bak met drie versnellingen (overbrenging in tweede versnelling)

- |                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1 constant ingeschakelde tandwielen | 5 uitgaande as  |
| 2 synchromesh                       | 6 secundaire as |
| 3 schakeltandwiel                   |                 |
| 4 ingaande as                       |                 |

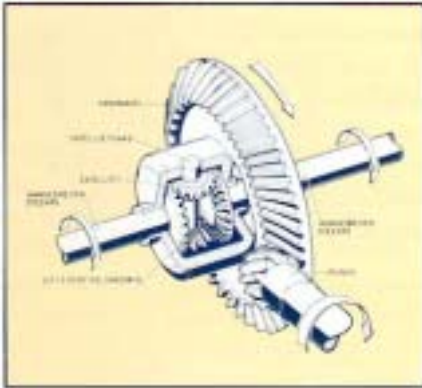
Afgebeeld is een versnellingsbak met drie versnellingen, tweede en de derde zijn gesynchroneerd. Deze versnellingsbak is met een schakeltandwiel, een synchromesh en in lijn geplaatste assen uitgerust. Tandwiel (A) is met spiebanen op ingaande as aangebracht en constant in aangrijping met tandwiel (D). Tandwiel (B) draait vrij om uitgaande as. De eerste en achteruit worden ingeschakeld door het schakeltandwiel (C) in aangrijping te brengen met tandwiel (F) of tandwiel (G), het achteruittandwiel. De tweede wordt ingeschakeld door de synchromesh naar tandwiel (B) te schuiven, deze te synchroniseren en op uitgaande as te vergrendelen. De derde versnelling wordt ingeschakeld door de synchromesh naar tandwiel (A) te bewegen, deze te synchroniseren en de ingaande en uitgaande as met elkaar te verbinden. De overbrenging geschiedt dan rechtstreeks van de ingaande naar de uitgaande as door de versnellingsbak.

## Differentieel

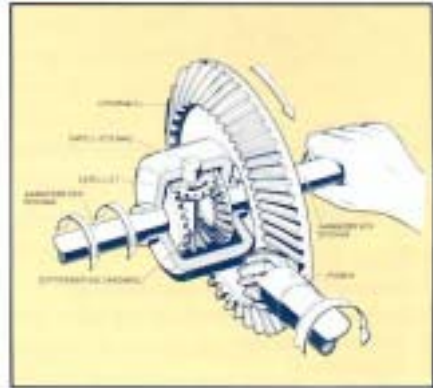
In een bocht beschrijven de binnen- en buitenwielen van een voertuig een andere straal, en draaien dus met verschillende omtreksnelheden. Om dat toerentalverschil op te vangen, is het noodzakelijk een differentieel te plaatsen tussen linker en rechter aandrijf-as. De pignion wordt aangedreven door de uitgaande as van de versnellingsbak en drijft op zijn beurt het kroonwiel aan. Het kroonwiel is aan het satellietenhuis bevestigd. In het satellietenhuis bevinden zich twee of vier satellieten die twee zonnewielen aandrijven. Deze

zonnewielen zijn elk via een as (meestal met een vertraging) met het aan te drijven achter- of voorwiel verbonden. Rijdt de trekker onder normale omstandigheden rechtuit, dan zullen de beide aangedreven wielen even snel ronddraaien. Evenals beide zonnewielen.

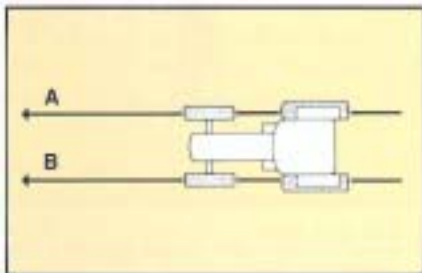
De satellieten en zonnewielen staan dan stil ten opzichte van elkaar en er is geen differentieelwerking. Bij het maken van een bocht naar links zal het linker wiel een kortere weg afleggen dan het rechter wiel, en minder snel ronddraaien. Het linker zonnewiel zal



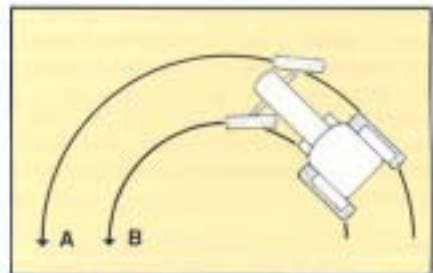
Werking van differentieel—beide wielen aangedreven



Werking van differentieel—één wiel geblokkeerd

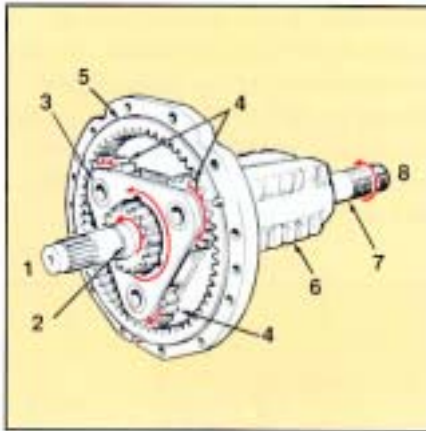


Rechtuit rijdende trekker  
Weinig of geen differentieelwerking, de afgelegde weg A is gelijk aan de afgelegde weg B



Trekker in extreme bocht  
Maximale differentieelwerking, de afgelegde weg A is veel groter dan de afgelegde weg B





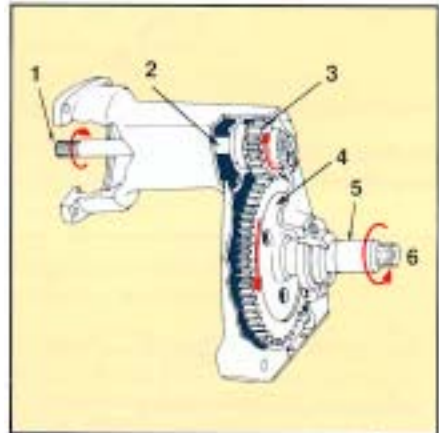
Planetair tandwielstelsel

- 1 vanaf differentieel
- 2 eindaandrijvingsas en zonetandwiel
- 3 planeettandwieldrager
- 4 planeettandwielen
- 5 ringtandwiel
- 6 achterashuis
- 7 aandrijf as
- 8 hier aangedreven wiel

Vanaf het differentieel wordt het motorvermogen via de eindaandrijvingsassen en het zonetandwiel op het planetaire tandwielstelsel overgebracht. Het zonetandwiel vormt één geheel met de eindaandrijvingsas en draait dus met hetzelfde toerental. Het zonetandwiel is in aangrijping met de planeettandwielen, die in de planeettandwieldrager zijn gemonteerd.

Wanneer het zonetandwiel draait, moeten de planeettandwielen langs de binnenzijde van het ringtandwiel gaan draaien, zoals met de pijlen is weergegeven. De planeettandwieldrager moet in dezelfde richting als het zonetandwiel gaan draaien; hierbij brengt hij het motorvermogen met een lager toerental en een hoger koppel over op de aandrijfwielen.

ook minder omwentelingen maken dan het rechter. De differentieelwerking van de satellieten dwingt bij een con-



Tussentandwielen op buitenste uiteinden van eindaandrijvingen

- 1 vanaf differentieel
- 2 eindaandrijvingsas
- 3 klein tussentandwiel
- 4 groot tussentandwiel
- 5 as
- 6 naar wiel

stant toerental van het zonnwiel het rechter wiel evenveel omwentelingen méér te maken als het linker wiel minder maakt.

De zonnwielen, steekassen en wielen draaien dus niet onafhankelijk van elkaar, maar hebben onderling een vaste verhouding. Dit wordt extra duidelijk als één wiel doorslijpt. Het andere wiel staat dan stil. Om bijvoorbeeld bij het ploegen, waarbij de trekker rechtuit rijdt, geen last te hebben van een doorslippend wiel waardoor bijna al het vermogen naar dit doorslippende wiel gaat en er geen aandrijving meer is, past men vaak een differentieelstoot toe.

---

Hiermee wordt hydraulisch, pneumatisch of mechanisch een van de zonniewielen aan het satellietenhuis vastgezet.

Door deze verbinding vormen zonniewielen, satellieten, satelliehuis en kroonwiel één geheel, en is de werking van het differentieel uitgeschakeld.

### **Eindaandrijvingen**

Een trekker heeft veel trekkracht nodig, vooral bij lage snelheden. Daar is een grote eindvertraging voor nodig. Om dit grotere koppel te verkrijgen, wordt in de aandrijvende as vaak nog een extra reductie aangebracht, de naafreductie. Deze kan tot stand komen door een klein en een groot tandwiel met rechte vertanding in elkaar te laten aangrijpen. Een andere mogelijkheid is het toepassen van een planetair tandwielstelsel. Het planetaire eindaandrijvingssysteem is kleiner en compacter dan het systeem met tussentandwielen. Planetaire systemen zijn bovendien beter bestand tegen zware belastingen. Een voordeel van het systeem met tussentandwielen is dat men op deze wijze ook de bodemvrijheid van de trekker kan vergroten.

### **Aftakassen**

Landbouwtrekkers hebben achter een rechtsom draaiende aftakas, ook wel Power Take Off (PTO) genoemd, voor het aandrijven van werktuigen. Sommige trekkers hebben ook aan de voorzijde zo'n aftakas die naar gelang de uitvoering links- of rechtsdraaiend is. De assen hebben een genormaliseerde dikte van 1 3/8" of 1 3/4" en draaien met een eveneens genormaliseerd toerental van 540 of 1000 omw/min. Bij 1000 omw/min kan men een bijna dubbel

vermogen doorgeven bij hetzelfde draaimoment ten opzichte van het vermogen bij 540 omw/min.

### **Remmen**

Zoals alle gemotoriseerde voertuigen die tot de openbare weg worden toegelaten moet ook een trekker voorzien zijn van een deugdelijk remsysteem. In de meeste gevallen zijn de achterwielen van een trekker voorzien van een links/rechtsgescheiden remsysteem met twee pedalen. Het voordeel van dit systeem is dat het op het land mogelijk is om een scherpe bocht te maken door één van beide wielremmen te gebruiken. Op de openbare weg moeten beide rempedalen zijn verbonden, waardoor niet alleen links of rechts kan worden geremd. Het merendeel van de huidige, zware, trekkers is uitgerust met een schijfremstelsel dat meestal hydraulisch wordt bediend. Bij deze schijfremsystemen komen verschillende uitvoeringen voor waaronder de enkel-schijfrem, de natte plaatrem en de natte lamellenrem. Het natte type is normaal gesproken onderhoudsvrij en zeer goed afgeschermd tegen invloeden van buitenaf. Het natte van deze remmen bestaat uit een transmissieolie waaraan wrijvingsverbetersaars zijn toegevoegd om een goede remwerking te krijgen. Het meest gangbare type vloeistofrem Transmissieoliën worden naar twee criteria ingedeeld: viscositeit en toepassing. Naar viscositeit is er een SAE classificatiesysteem, waarbij een hoger getal een dikkere olie aangeeft. De onderverdeling luidt als volgt: 75W, 80W, 85W, 90, 140. Er bestaan ook tandwieloliën met een gecombineerde SAE-classificatie, bijvoorbeeld 85W/90 of 85W/140. De eigenschap-

---

pen van deze gecombineerde oliën zijn vergelijkbaar met die van multigrade motoroliën; bij lage temperaturen de eigenschappen van de 'W-klasse', bij hoge temperaturen die van de andere klasse. Naar toepassing worden deze oliën in de praktijk in drie categorieën ingedeeld:

- a) oliën zonder dopes (GL-1)
- b) "mild EP" oliën (GL-4)
- c) "EP"-oliën (GL-5)

Het is van belang om de smeerolieaanbeveling van de trekkerfabrikant voor wisselbakken en aandrijfsystemen op te volgen. Sommige systemen kunnen namelijk niet zonder EPdopes terwijl in andere systemen materialen en afdichtingen zijn toegepast die door deze dopes worden aangetast.

Transmissieoliën moet verder voldoen aan eisen op het gebied van:

**Oxydatiëstabiliteit.**

Oxydatie wil zeggen de reactie met zuurstof, waardoor de olie in kwaliteit achteruit gaat. In de praktijk wordt deze verandering zichtbaar door het donkerder kleuren van de olie. Bovendien neemt de viscositeit toe en kunnen er onder meer drab- en lakachtige vervuilingen worden gevormd. In wisselbakken en achterassen van voertuigen worden per liter olie hoge vermogens overgebracht waardoor hoge werktemperaturen optreden. Globaal kan worden gesteld dat boven de 90 °C olietemperatuur, de reactiesnelheid van de olie met zuurstof per 10 °C stijging ongeveer verdubbelt. Daarom is het van het allergrootste belang dat een goede transmissieolie wordt gebruikt, en de verversingstermijnen niet worden overschreden.

**Corrosiebestendigheid.**

Als gevolg van grote temperatuurverschillen kan condensvorming optreden. Dat betekent een extra belasting voor de transmissieolie, want deze zal het gevormde water in zich op moeten nemen zonder aan kwaliteit in te boeten. Een belasting die alleen gerenommeerde transmissieoliën zonder problemen kunnen verwerken. Mits de gebruiker zich aan de verversingstermijnen houdt, natuurlijk.

---

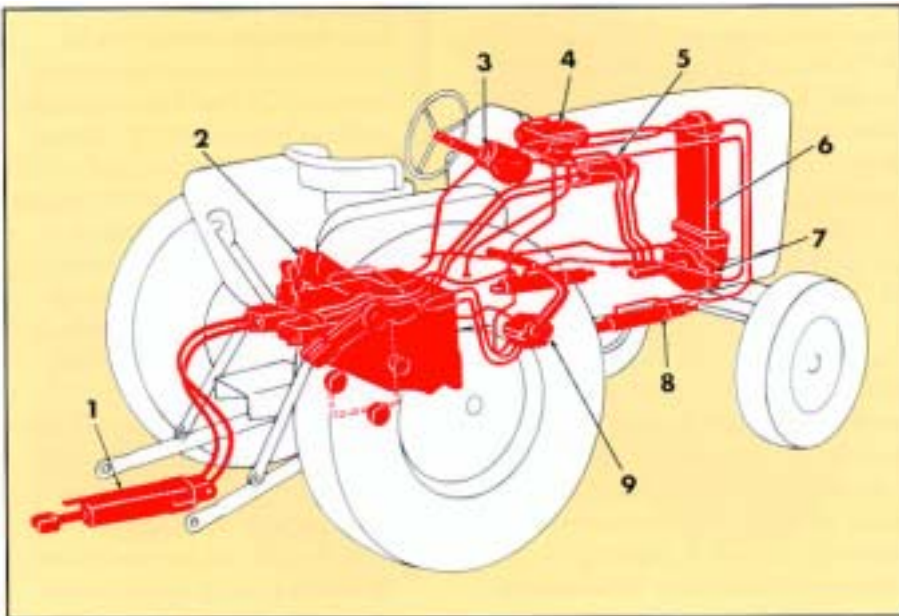
## HET HYDRAULISCH SYSTEEM

**E**en trekker beschikt over een meer of minder ingewikkeld hydraulisch systeem. Onder meer voor de bediening van de hefinrichting, de stuurbekrachtiging of de aandrijving van cilinders en hydromotoren op werktuigen. Aandrijving door middel van hydrauliek wordt hydrostatische aandrijving genoemd.

### De hydraulische pomp

Het hart van een hydraulisch systeem is de oliepomp die wordt aangedreven door de motor. Deze pomp wekt geen druk op, maar verplaatst de olie slechts. De druk wordt opgewekt door de weerstand in het hydraulisch systeem zelf. Er bestaan pompen met een vaste opbrengst en pompen met een variabele opbrengst. Enkele voorbeelden zijn tandwielpompen, schottenpompen en zuigerpompen.

Hydraulische systemen werken met

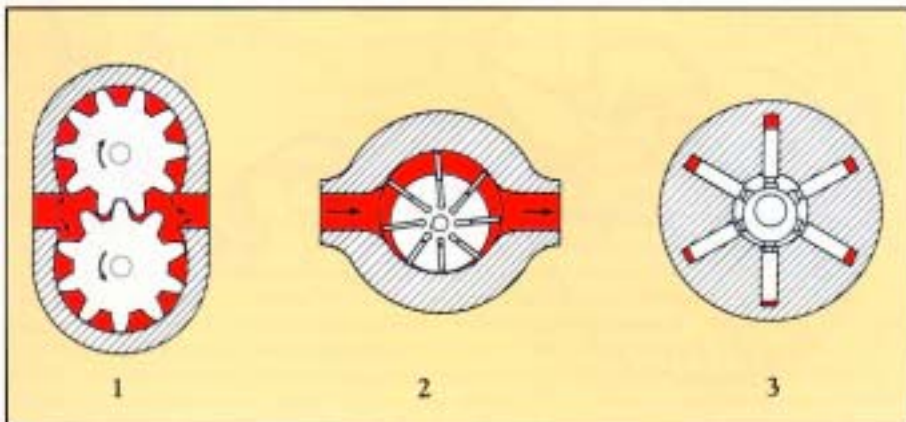


Trekker met volledige hydraulische uitrusting

1 extra cilinder  
2 hydraulische hefinrichting  
(voor aanbouwwerktuigen)  
3 hydraulische stuurklep

4 bedieningsklep voor  
extra cilinder  
5 accumulator  
6 oliekoeler

7 hydraulische hoofdpomp  
8 stuurcilinder  
9 servoremmen



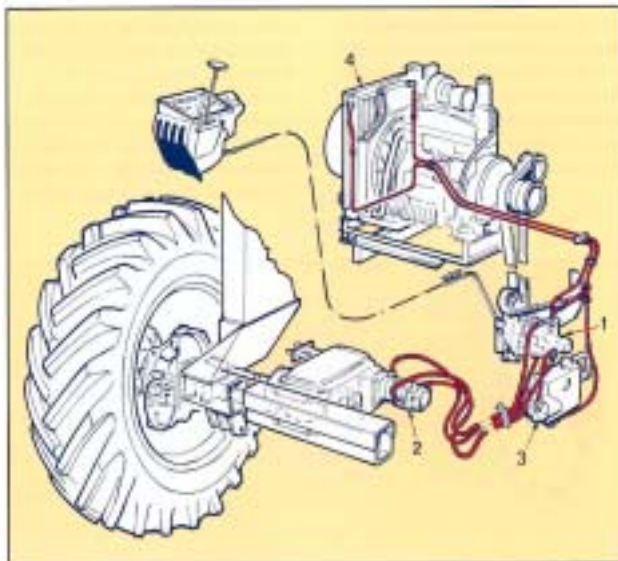
Drie typen van hydraulische pompen  
 1 tandwielpom 2 schottenpom

3 zuigerpom

een vloeistof waarvan de samendrukbaarheid verwaarloosbaar klein is. Daarnaast moet het smerend vermogen van deze vloeistof aan bepaalde eisen voldoen. Bij trekkers wordt voor het

hydraulisch systeem vaak dezelfde olie gebruikt als voor de transmissie. Er zijn echter ook uitvoeringen met speciale hydrauliekolie, opgeslagen in een apart reservoir. Dat reservoir of transmissiehuis moet een grote

olievoorraad herbergen; ongeveer 4 à 5 maal de inhoud van het hydraulisch systeem.



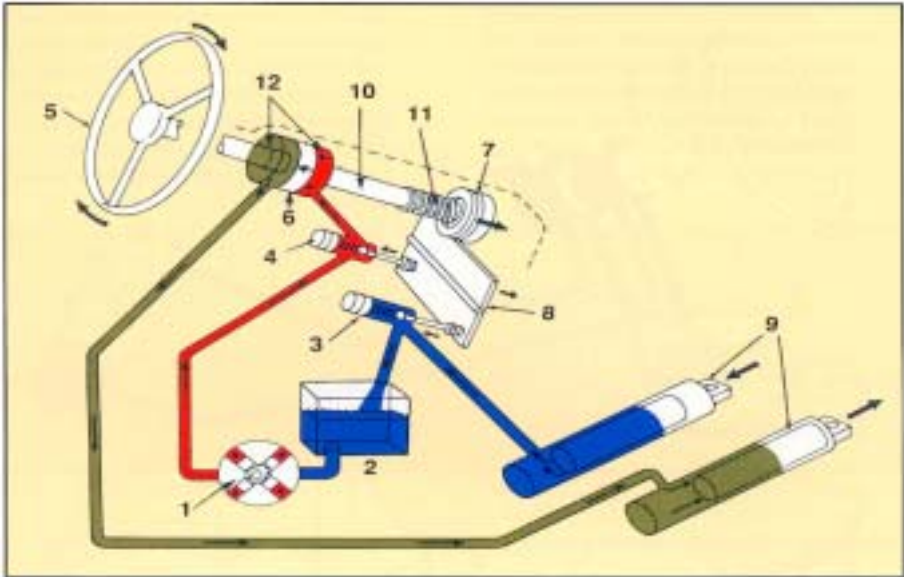
Hoofdc componenten hydrostatische aandrijving  
 1 hydraulische pomp 2 hydromotor  
 3 regelunit 4 koeler hydraulische olie

### Hydrostatische aandrijving

Het grote voordeel van een hydrostatische aandrijving is de traploze regeling van de pompopbrengst, en de volledige omkeerbaarheid; ook in de 'achteruit' kan de maximum pompopbrengst worden bereikt. Zo kan bijvoorbeeld de rijnsnelheid van een hydrostatisch aangedreven trekker exact worden aangepast aan de werkzaam-







Volledig hydraulische besturing in een rechter bocht

1 pomp	2 reservoir	3 retourklep	4 drukklep
5 stuurwiel	6 zuiger	7 kraag	8 kantelplaat
9 stuurcilinders	10 stuurkolomas	11 worm	12 stuurklepcilinder

Bij volledig hydraulische besturing is er geen mechanische verbinding tussen stuurklep en stuurcilinders. Het principe is gelijk aan de gedeeltelijk hydraulische besturing van pagina 45, alleen is de mechanische stuurstang vervangen door een 'hydraulische'. Als het stuurwiel rechtsom draait, probeert worm (11) kraag (7) naar beneden te schroeven. Weerstand van deze kraag werkt dit tegen. Daardoor beweegt stuurkolomas (10) en zuiger (6) naar boven. De opgesloten olie in het groene circuit levert tegendruk, waardoor de as kraag (7) naar beneden duwt. Kantelplaat (8) opent nu de druk- en retourkleppen (4) en (3), olie stroomt onder druk de stuurklepcilinder (12) in, duwt zuiger (6) omhoog die olie uit de stuurklepcilinder (12) naar de rechter stuurcilinder (9) perst. De voorwielen draaien nu naar rechts. Tegelijkertijd stroomt olie uit de linker stuurcilinder (9) via de open retourklep (3) terug naar reservoir (2). Stopt de stuurwielverdraaiing, dan beweegt de stuurkolomas (10) door de oliedruk in de stuurklepcilinder (12) omhoog, kraag (7) komt omhoog, kantelplaat (8) centreert, kleppen (3) en (4) sluiten en een nieuw hydraulisch evenwicht houdt de wielen in de gekozen stand. Tijdens een linker bocht gebeurt het omgekeerde. (de bij een linker bocht werkende kleppen en leidingen zijn niet getekend.)

## Hydraulische stuurinrichting

De sturende wielen van een trekker worden mechanisch, mechanisch/ hydraulisch of volledig hydraulisch bediend. Bij de mechanische besturing wordt de stuurkracht via stuuras, worm en rol, pitmanas, pitmanarm,

stuurstang, stuurarm, linker fusee-arm, spoorstang en rechter fusee-arm op de wielen overgebracht. Mechanisch/ hydraulische besturing wil zoveel zeggen als 'mechanische overbrenging met hydraulische bekrachtiging'. De stuurbewegingen worden bij dit systeem op

---

dezelfde wijze op de wielen overgebracht als bij mechanische besturing. De benodigde kracht komt echter van het hydraulisch systeem van de trekker. Een hulpcilinder in het stuurhuis zorgt voor deze 'bekrachtiging'. Bij de volledig hydraulische besturing is het stuurwiel niet mechanisch verbonden met de sturende wielen. Door het stuurwiel te verdraaien wordt een hydraulisch kleppenmechanisme bediend, waardoor olie naar de stuurcilinders stroomt. Het systeem bestaat in hoofdlijnen uit een hydraulische pomp, een stuurklep-cilinder en twee stuurcilinders. Volledig hydraulische besturing wordt vooral toegepast bij tractoren bestemd voor het dragen van een frontlader en bij zelfrijdende landbouwwerktuigen zoals oogstmachines.

### **Hydraulische olie**

Hydraulische systemen stellen hoge eisen aan de olie. Zoals we al meldden, wordt in het hydraulisch systeem van een trekker vaak dezelfde olie gebruikt als in de transmissie. Er zijn echter ook uitvoeringen met speciale hydraulische olie. Deze laatste kan vanzelfsprekend beter aan de gestelde eisen voldoen dan een gecombineerde transmissie/hydraulische olie. Hydraulische olie zorgt voor de overdracht van energie (in de vorm van druk), voor de smering van de bewegende delen (pompen, cilinders, kleppen e.d.), voor het afvoeren van verontreinigingen en warmte, voor de bescherming tegen corrosie en voor de afdichting van kleine spelingen. Gecompliceerde taken die onder meer de volgende eisen aan de olie stellen: niet samendrukbaar, een juiste viscositeit en hoge viscositeitsindex, groot smerend vermogen,

goede eigenschappen ten aanzien van water en luchtafscheiding en -last but not least- hoge weerstand tegen schuim en roestvorming. Als voorbeeld pikken we één van de eisen eruit: de viscositeit. Het hydraulisch systeem, met name het toegepaste pomptype, bepaalt de vereiste viscositeit. Daarnaast spelen de bedrijfsomstandigheden en de buitentemperatuur een min of meer belangrijke rol. Uit het oogpunt van drukverlies, warmteontwikkeling en aanspreeknelheid zou een hydraulische olie een zo laag mogelijke viscositeit moeten hebben. Uit het oogpunt van smering en afdichting zou een hydraulische olie daarentegen een zo hoog mogelijke viscositeit moeten hebben. Het zal duidelijk zijn dat de genoemde oliëfabrikanten specifieke hydraulische oliën hebben ontwikkeld die een optimaal gemiddelde vormen van deze extreme eisen. Ook gecombineerde transmissie/hydraulische oliën kunnen deze hoge eisen aan, mits ze van een bekend oliëmerk zijn en op tijd worden verversd. Hydraulische oliën worden ingedeeld in ISOviscositeitsklassen voor industriële oliën, de zogeheten ISO VG-indeling, en in DIN-kwaliteitscategoriën. Voor de juiste toepassing let u op de voorgescreven ISO VG-aanduiding en de vereiste DINkwaliteitscategorie.

### **Onderhoud**

Voor de gebruiker is het onderhoud beperkt, maar verdient zeker de nodige aandacht. Dat begint al bij de opslag; zorg ervoor dat de olie in vaten of drums schoon blijft. Gebruik ook schone kannen en trechters voor het bijvullen. Het zal bekend zijn dat minimaal iedere 100 draaiuren het transmissie-



---

oliepeil moet worden gecontroleerd. Als de hydraulische- en transmissieolie echter samen in de achterbrug zitten, dient dat vaker te gebeuren. Vooral als er veel buitenwerkende cilinders worden toegepast, die vaak wat extra lekverlies veroorzaken. Bij hydraulische systemen met apart reservoir moet het olieniveau in dat reservoir regelmatig worden gecontroleerd.

Verhoogd verbruik kan het gevolg zijn van door slijtage veroorzaakte lekkage. Ververs de olie en vervang de filters volgens fabrieksvoorschrift of naar bedrijfsomstandigheden. Let als laatste op schuimvorming en de kleur van de olie. Schuim kan duiden op luchtlekken, 'melkachtige' olie op water in het systeem. Vermenging van de verschillende typen oliën (hydraulische olie met bijvoorbeeld ATF-, motor- of STOUolie) is soms niet te voorkomen. Een keer extra verversen is de enige remedie om in die gevallen slijtage of schade te voorkomen.

---

## SUPER TRACTOR OIL UNIVERSAL (STOU)

**S**uper Tractor Oil Universal (STOU) is de naam van een olie die geschikt is om in alle oliecircuits van een moderne trekker te worden toegepast. Het is een motorolie, een transmissieolie en een hydraulische olie in één. Het gebruik van een verkeerd smeermiddel wordt met een STOU voorkomen. STOU's voldoen aan de veelgehoorde gebruikerseis: "Eén olie op het erf, geschikt voor alles". Op het oog een ideale olie, hoewel er enkele beperkingen zijn bij het gebruik van een STOU.

### STOU als motorolie

Super Tractor Oil Universal is voornamelijk bestemd voor dieselmotoren, zowel met als zonder drukvulling. Als Premium Heavy Duty-motorolie zijn er tot nu toe weinig beperkingen. Er zijn echter enkele trekkerfabrikanten die het gebruik van STOU verbieden. De meeste STOU's vallen in de SAE klassen 10W/30 tot 15W/30. Bij buitenluchttemperaturen tot zo'n -15 °C geven zij geen start- of olietoevoerproblemen. Bij een zeer hoge buitenluchttemperatuur, van meer dan 35 °C zou, met het oog op het olieverbruik, een monograde SAE 40 of een multigrade SAE 15W/40 betere resultaten geven. STOU is een 'compromisolie', en haalt als zodanig niet de strenge eisen die aan een Super High Performance Diesel (SHPD)-olie worden gesteld.

### STOU specificaties

- API CD/SE
- MIL-L-2104C en MIL-

- L-46152
- CCMC D2
- SAE 10W/30, 15W/30 en 20W/40
- FORD M2C 159 B1, B2 en B3

### STOU als transmissie- en hydraulische olie

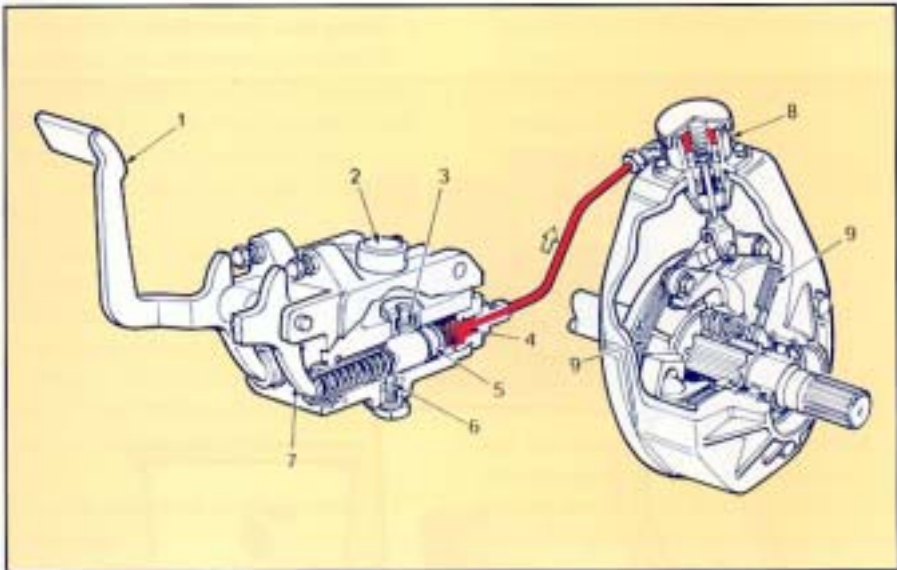
In transmissiecomponenten is STOU geschikt als vervanger van een SAE 80W of 85W, API klasse GL-4. Wanneer de fabrieksvoorschriften een SAE 90 of SAE 85W/90 voorschrijven, is Super Tractor Oil Universal formeel niet te gebruiken. Voor een dergelijke toepassing is deze olie niet visceus genoeg en mist het een voldoende hoge EP-niveau. Ook voor automatisch werkende 'limited slip' differentieels is STOU niet het juiste smeermiddel. Bij een gescheiden hydraulisch systeem wordt veelal een motorolie SAE 10W of een hydraulische olie met een overeenkomstige dikte voorgeschreven. STOU kan voor een dergelijke toepassing te dik zijn, wat vooral bij lage temperaturen resulteert in een te trage werking. In die gevallen kunnen de fabrieksvoorschriften beter worden opgevolgd.

### STOU en de vloeistoffremmen

STOU's zijn voorzien van speciale wrijvingsverbetersaars, in vaktaal 'friction modifiers'. Deze maken het produkt bijzonder geschikt voor gebruik in oliegedompelde remmen en -aftakaskoppelingen. Het aantal merken en typen trekkers met dergelijke remmen is de laatste jaren flink toe-

genomen. Vloeistofremmen worden ofwel ondergebracht in het transmissiehuis zelf, ofwel in een apart huis te zamen met de eindoverbrenging. In de praktijk worden wel eens klachten over het geluid van dit soort remmen geuit. Vaak is er in zo'n geval iets mis met de afstemming STOU-frictiemateriaal. De schijf is dan niet volledig bevochtigd, draait niet soepel mee en er ontstaan

trillingen. Deze trillingen veroorzaken het geluid, dat met 'squawk' wordt aangeduid. Bij zware belasting kan dit verder resulteren in wat 'happerig' remmen met de kans op overmatige slijtage. Een Super Tractor Oil Universal van een gerenommeerd merk zal, in combinatie met het juiste frictiemateriaal op de remplaten, voor een soepele remwerking zonder enig bijgeluid zorgen.



Natte rem (hoofdcomponenten linker remgedeelte)

- 1 rechter rempedaal
- 2 remvloeistofreservoir
- 3 inlaatventiel
- 4 uitlaatventiel
- 5 zuiger

- 6 terugslagventiel van reservoir
- 7 linker pedaalarm
- 8 remzuiger
- 9 drukplaten

## Conclusie

Jarenlange ervaring met het gebruik van STOU's laat vaststellen dat deze produkten prima voldoen. Een STOU is als universeel smeermiddel een zeer goede keus voor een klein tot middelgroot bedrijf. Voor grote bedrijven is STOU minder geschikt, gezien de

waarschijnlijk grote verscheidenheid aan benodigde soorten transmissie- en hydraulische oliën. De door trekker- en smeermiddelfabrikanten verstrekte gegevens kunnen bijdragen tot een juiste keuze. Uw vaste leverancier kan u daarbij van dienst zijn.

---

## VETSMERING

**L**agers in trekkers en andere landbouwapparaten worden vaak blootgesteld aan trillingen en plotselinge schokken, vuil en vocht, hitte en kou. Niet echt gunstige omstandigheden voor een lange levensduur. Tenzij een veelzijdig smeervet deze extreme condities aan kan. Een smeervet is eigenlijk een smeerolie in een speciale 'verpakking'; de drager die het smeervet zijn stijfheid geeft. Dit is vaak een zogeheten 'metaalzeep', ontstaan uit de chemische reactie van een basische metaalverbinding zoals lithium, met een vetzuur of een plantaardig of dierlijk vet. De metaalzeep vormt een skelet; een ruimtelijk netwerk van vezels met microscopisch kleine kanaaltjes, vergelijkbaar met een spons, waarin de olie zit. Een smeervet bestaat voor 70 tot 95% uit smeerolie. Hierin worden dezelfde kwaliteitsverbeterende toevoegingen toegepast als in de 'ongebonden' smeerolie. Soms worden daarnaast nog EP-, molybdeendisulfide- of et-dopes bijgemengd.

### **Waarom smeervet in plaats van smeerolie?**

In sommige situaties kan een smeerprobleem beter en/of goedkoper worden opgelost met vetsmering.

Vet heeft ten opzichte van smeerolie een aantal voordelen:

- vet blijft beter op zijn plaats;
- als een dikkere laag smeermiddel is gewenst, bijvoorbeeld voor een betere bescherming tegen roest, is smeervet vaak de enige keus;
- vet wordt minder beïnvloed door de centrifugaalkrachten van ronddraaien-

de assen en lagers;

- vet heeft -afhankelijk van de soort enig afdichtend vermogen, en is waterbestendig;

De nadelen verbonden aan smeervet zijn:

- vet is alleen bruikbaar bij relatief lage afschuifsnelheden, lees toerentallen;
- vet heeft minder warmteafvoerend vermogen;
- het verwijderen van gebruikt vet vraagt meer arbeid dan de verwijdering van gebruikte olie.

### **De selectie van smeervet**

Gezien de bijna oneindige variatie aan skelet- en olietypen zal een oliemaatschappij uitermate systematisch te werk gaan bij de aanbeveling van een smeervet voor een bepaalde toepassing. Er is rekening gehouden met onder meer de gebruikstemperatuur, de optredende mechanische belastingen en toerentallen en de aanwezigheid van vocht en andere corrosieve omstandigheden. Vaak zijn er speciale smeervetten ontwikkeld voor de uiteenlopende toepassingen in trekkers en andere landbouwmachines.

Een volgend keuzecriterium is de consistentie van het te gebruiken vet. Dit is een wat lastig begrip, wat het beste kan worden aangeduid met 'stevigheid'. De consistentie is vooral van belang voor de verwerking van het vet. Deze wordt aangegeven met het penetratiegetal; de diepte tot waar een gestandaardiseerde conus wegzakt in een hoeveelheid smeervet, in een tijd van 5 seconden, bij een temperatuur van 25 °C. Het pe-

netratiegetal wordt uitgedrukt in tien-  
 den van millimeters. De consistentie  
 van een vet kan veranderen na intensief  
 kneden. Vetten met een skelet van me-  
 taalzeep hebben na een kneedproces  
 vaak een hoger penetratiegetal  
 ("worked penetration") dan ervoor  
 ("unworked penetration"). Complexe  
 vetten gedragen zich vaak omgekeerd.  
 Deze zijn daarom beter geschikt voor  
 smeersituaties waar veel afschuiving  
 plaatsvindt. Het Amerikaanse National  
 Lubrication Grease Institute (NLGI)  
 heeft een indeling in consistentieklas-  
 sen gemaakt die internationaal wordt  
 gebruikt. De meest gebruikte  
 'agrarische' vetten zijn de zogeheten  
 lithium-en lithiumcomplexvetten, al  
 dan niet met EP- of molybdeendisulfi-  
 detoevoeging. Deze vetten vallen in de  
 NLGI consistentieklassen 00, 0, 1 of 2.  
 De NLGI-indeling is als volgt:

NLGI consis- tentieklasse	penetratie getal "worked"	soort vet en toepassing
000	445-475	semi-vloeibaar, in centrale smeersystemen
00	400-430	idem
0	355-385	idem
1	310-340	zeer zacht, voor smeerapparaat en centrale smering
2	265-295	zacht, als boven
3	220-250	steviger, voor smeerapparaat
4	175-205	middelmatig consistent, voor druksmeerapparaat
5	130-160	consistent, voor vetpotten
6	85-115	hard vet, alleen voor open ruimtes

---

ZOET WATER MOTORS bvba  
Waversebaan 139  
B-3050 OUD-HEVERLEE  
Tel: +32 16 47 75 58  
Fax: +32 16 47 27 44  
[www.zoetwatermotors.com](http://www.zoetwatermotors.com)  
[Info@zoetwatermotors.com](mailto:Info@zoetwatermotors.com)

---