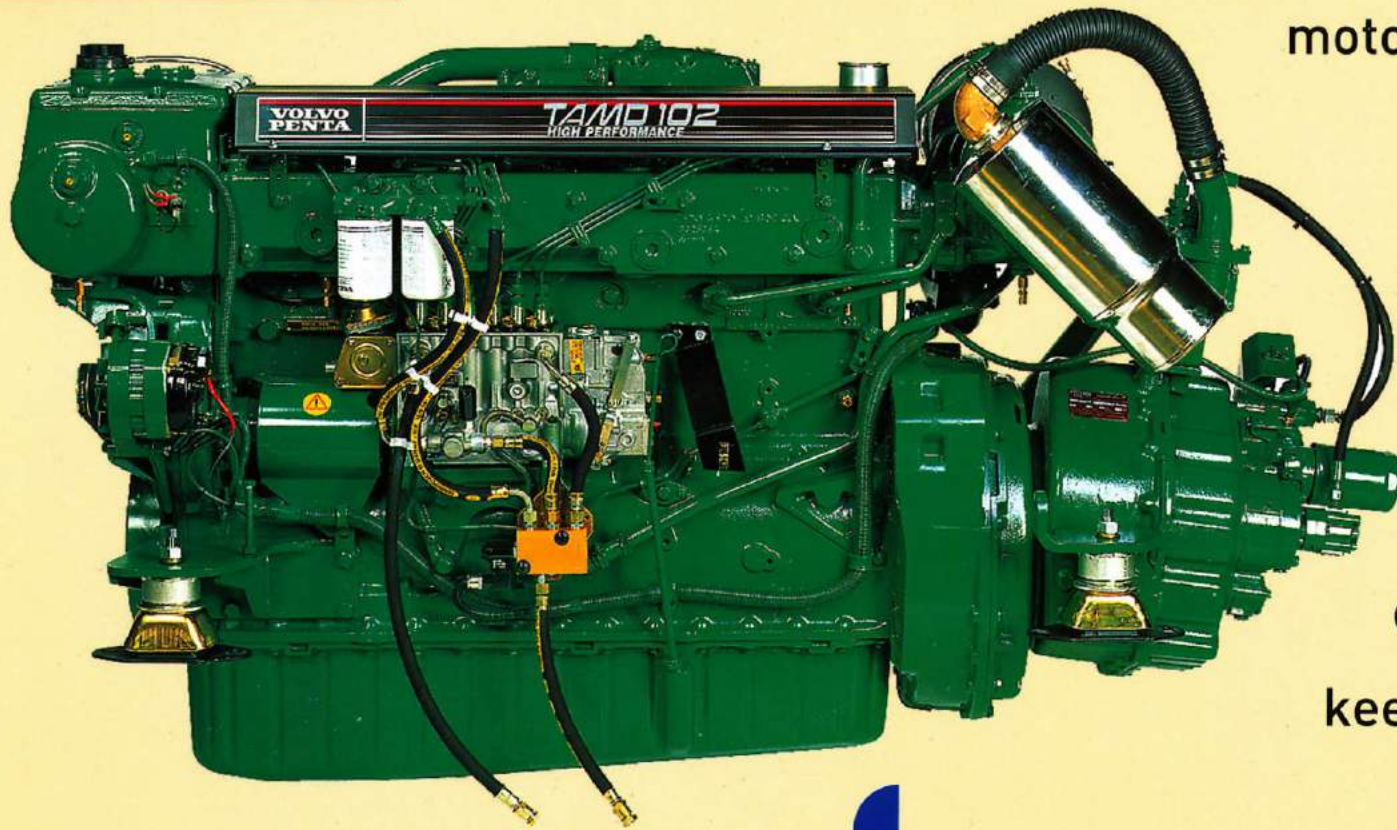


boordboek Scheepsdiesels

Hans Donat



motorinstallatie

dynamo

smering

koeling

kleppen

schroefas

elektriciteit

keerkoppeling



De Alk & Heijnen Watersport

DOE-HET-ZELF ONDERHOUDSTIPS
STORINGEN VERHELPEN
2e druk

Inleiding

Tegenwoordig moet een watersporter, zeiler of motorbootschipper, over een enorme hoeveelheid kennis beschikken om zijn schip veilig te kunnen varen. Hij (of zij) moet in het klein over alle vakken kennis beschikken waarvoor een koopvaardijkapitein een hele bemanning heeft, met voor elk vakgebied een specialist. Om maar wat te noemen: zeeman-schap, navigatie, radiocommunicatie, weer-kunde, basis geneeskunde en alle technische kennis van een machinist. Bovendien bestaat de motorinstallatie niet alleen maar uit een dieselmotor, maar ook uit een elektrische installatie met elektronische controle- en besturingsinstrumenten.

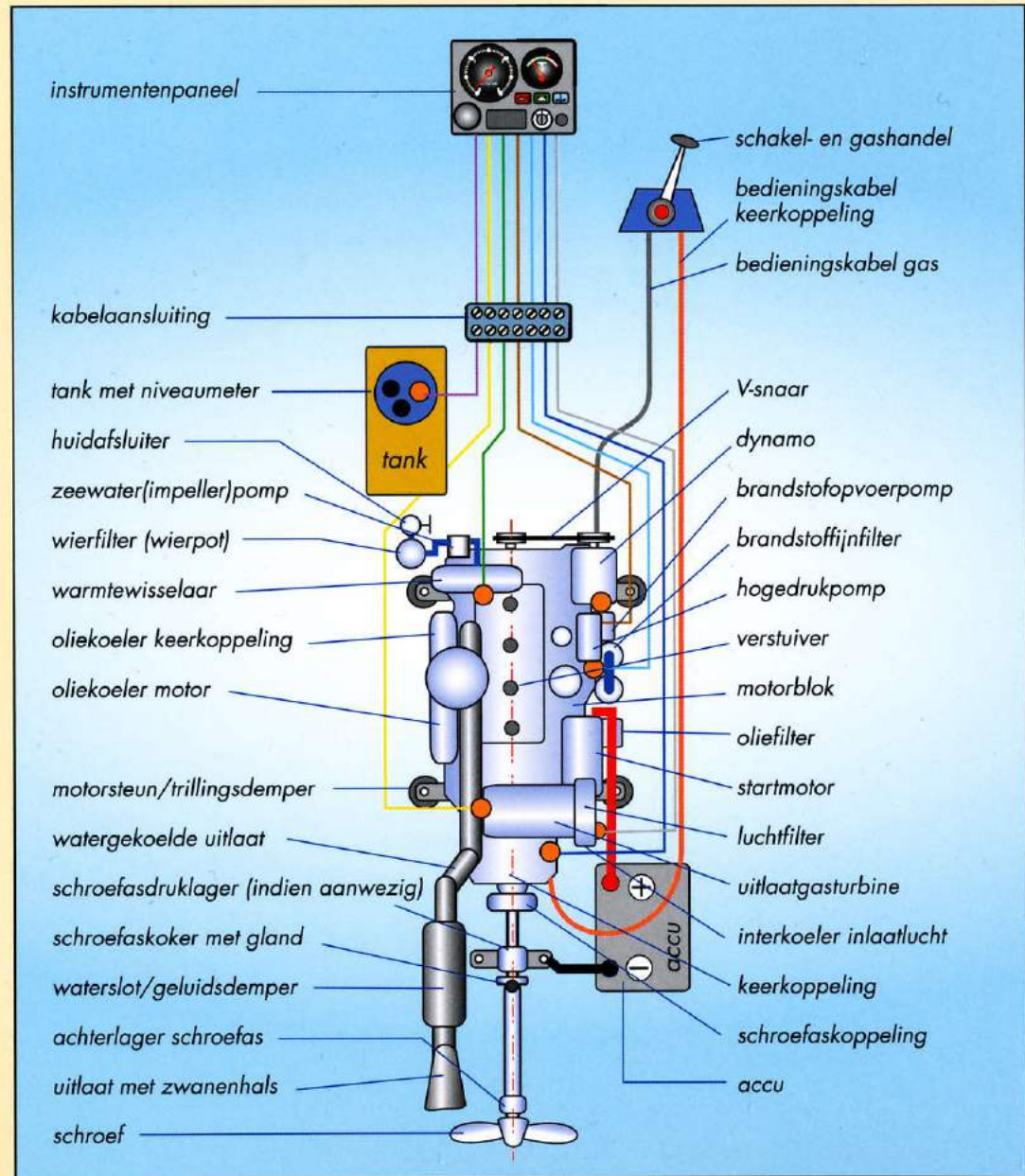
De volgende pagina's bieden in een toegankelijke vorm de basiskennis die nodig is om onderhoud en kleine reparaties uit te voeren, maar ook om snel te kunnen beslissen of professionele hulp moet worden ingeroepen. (vervolg op de volgende pagina)

Hiernaast de onderdelen van een motorinstallatie. ▶

Voor een eerste kennismaking neemt u de gebruikshandleiding van de motor met bijbehorende foto's en vergelijkt die met de hiernaast getekende motorinstallatie. Probeer aan de hand daarvan de verschillende onderdelen op de motor te vinden. Neem de plaats en de vorm van onderdelen goed in u op en probeer te begrijpen waarom en hoe dat onderdeel daar bevestigd is.

De tweede stap is het volgen van een paar belangrijke systemen en het ontdekken van de logische volgorde van de onderdelen van dat systeem. Bijvoorbeeld het buitenwaterkoelsysteem: huidafsluiter, wierpot, koelwaterpomp, warmtewisselaar, ontluchtingsventiel en uitlaatinjectie. Neem de betreffende pagina's van dit boek bij de hand en probeer met kijken en vergelijken een overzicht van de verschillende systemen te krijgen.

Motorinstallatie



Inleiding (vervolg van pagina 1)

De onder de kuipvloer verstopte motor is onmisbaar voor een comfortabele vaartocht. Indien goed onderhouden kan de motor lang en probleemloos functioneren en het schip overleven. De eigenlijke motor, die de energie levert voor de aandrijving van het schip en het opladen van de accu's, is maar een onderdeel van het totale technische systeem dat onder de vloerplaten ligt. Om voor de juiste bedrijfscondities te zorgen is de motor nog omgeven door een reeks van apparaten die onderhouden en gecontroleerd dienen te worden. Alleen met behulp van al die voorzieningen kan de motor bedrijfszeker en langdurig functioneren. Dit boek is in belangrijke mate samengesteld uit foutzoektabellen, werktekeningen en bedradingschema's van controle- en alarmsystemen. Deze informatie helpt bij het onderhoud en kan onderweg nodig zijn wanneer er onverhoopt toch een storing optreedt. De volgende punten zijn in sterke mate aan te raden bij het gebruik van dit boek:

- De gebruiksaanwijzing van de motor moet minstens eenmaal goed doorgelezen worden, het liefst met geopend motorluik zodat direct gezien kan worden op welke onderdelen de tekst betrekking heeft.
- Maak een kopie van het onderhoudsschema en het schema van de elektrische installatie en berg die op een voor de hand liggende plaats op.
- Onderhoud van de motor begint vanaf de eerste dag en niet pas wanneer roest en slijtage hun tol eisen en de motor niet meer lopen wil.
- 'Voorkomen is beter dan genezen' betekent: je houden aan het onderhoudsschema, lekkages direct verhelpen, ook wanneer het maar druppels zijn en
- van elk afwijkend gedrag van de motor de oorzaak opsporen en die zo snel mogelijk verhelpen.

Op de laatste pagina van dit boek vindt u een index die als wegwijzer kan dienen wanneer er problemen met de motor optreden. Dat de motor hapert tijdens of na slecht weer heeft vaak als oorzaak dat al het bezinksel in de brandstoftank en in het oliecarter wordt losgewerkt. Daardoor verstopen kanaaltjes en filters, verliezen oppervlakken hun warmtegeleiding, blokkeren overbrengingen enzovoort. Bovendien ontstaat een soort domino-effect waarbij kleine oorzaken een reeks van grote gevolgen heeft, die bij slecht weer ook nog

moeilijker zijn op te lossen. In dat soort gevallen probeert dit boek de weg te wijzen naar een zo snel mogelijke oplossing. Als voorbeeld: het alarmlicht van de oliedruk brandt, wat te doen? Zoek in de index naar 'Oliedruk' en u vindt de pagina waar staat wat er gedaan moet worden.

Een goede vaart wordt u toegewenst door Hans Donat

Lostrillende moeren

Eerste poging

Goed vastdraaien, trilt de moer weer los...



Tweede poging

Borgring vernieuwen, extra borgmoer aanbrengen, trilt de moer weer los...



Derde poging

Er zijn spanningen en trillingen die de verbinding loswerken - raadpleeg een vakman!

Lekkage

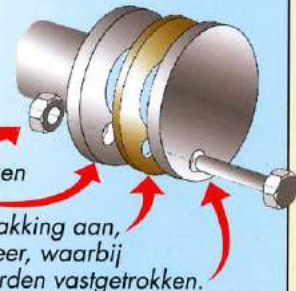
Eerste poging

Draai bouten of moeren goed aan, blijft het lekken...



Tweede poging

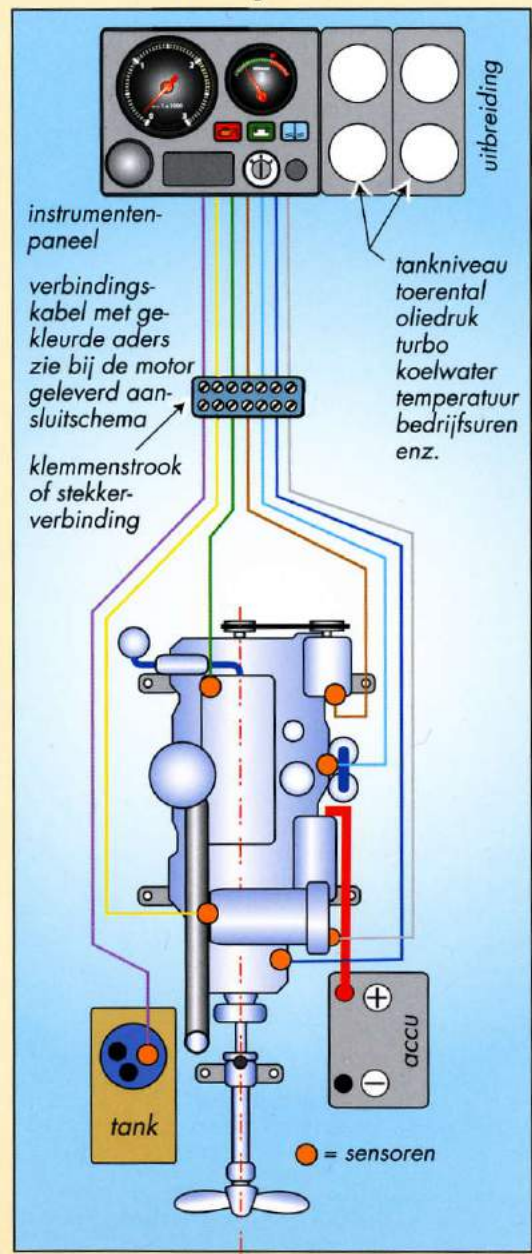
Demonteer de verbinding, maak de oppervlakken schoon en breng een nieuwe pakking aan, monteer de delen weer, waarbij bouten kruislings worden vastgetrokken.



▲ U hoeft niet buitengewoon handig te zijn om de normale onderhouds- en reparatiewerkzaamheden te kunnen verrichten. Bij een dieselmotor gaat het bijna altijd om bouten en moeren die men vastdraait, om het vervangen van verstopte filters of lekkende pakkingen. Bij de elektrische installatie gaat het meestal om losse of gecorrodeerde contacten, het vervangen van voorgeloei-

bougie's of een kapotte verbindingdraad en kan men volstaan met het gebruik van een testlampje en universeelmeter. Deze werkzaamheden zijn in de regel voldoende om het schip weer in een haven te brengen. Grotere reparaties kunnen door goed onderhoud voorkomen of tijdig voorzien worden. Het belangrijkste is dat men het juiste 'gevoel' voor de motor ontwikkelt.

Het systeem



Alarmeringen



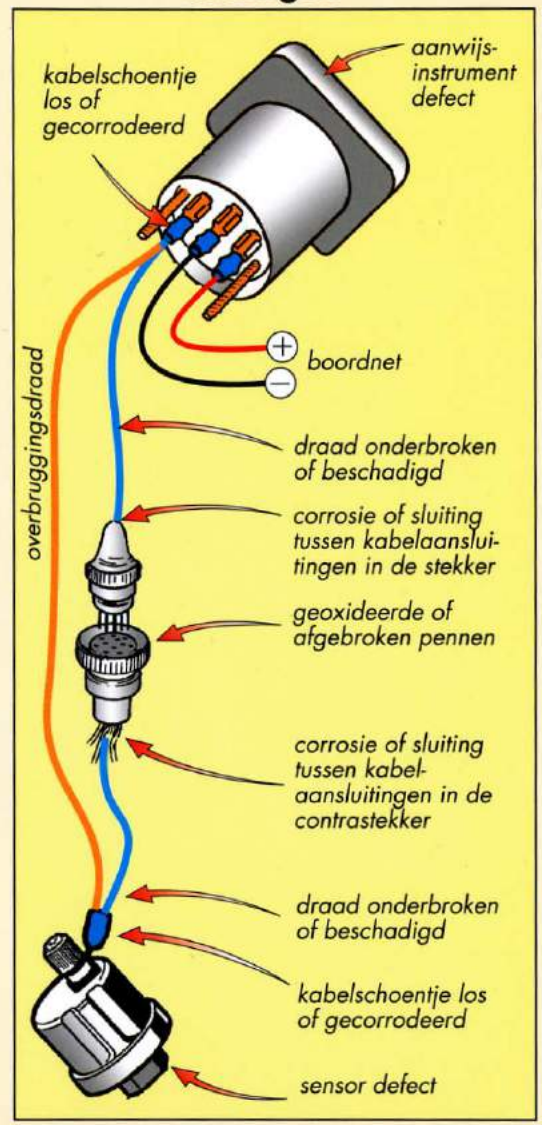
▲ Van levensbelang voor de motor zijn de alarmeringen met de drie controlelampjes voor oliedruk, de dynamo en de koelwatertemperatuur. Alle overige informatie is wel interessant, maar niet onmisbaar. Bij het optreden van één van de drie genoemde alarmsituaties moet de motor gestopt worden. Wanneer de toerenteller hapert terwijl de motor duidelijk hoorbaar loopt en geen andere alarmeringen optreden, kan zonder bezwaar doorgevoerd worden tot de eerstvolgende haven.

Bij het opheffen van storingen in het controlesysteem van de motor kan men van de volgende basisprincipes uitgaan:

- wanneer een controlelampje brandt of een instrument werkt, is er voedingsspanning aanwezig op het instrumentenpaneel (zie pagina 4 Parallele doorverbinding),
- vergeet niet dat ook controlelampjes of -LED's kapot kunnen gaan,
- beschouw de combinatie van sensor, verbindingkabel en aanwijsinstrument als één geheel. Onderweg kan men een storing soms sneller helpen met een tijdelijke overbruggingsdraad (bijv. oranje) dan te zoeken naar de oorzaak in de weggebouwde bedrading.

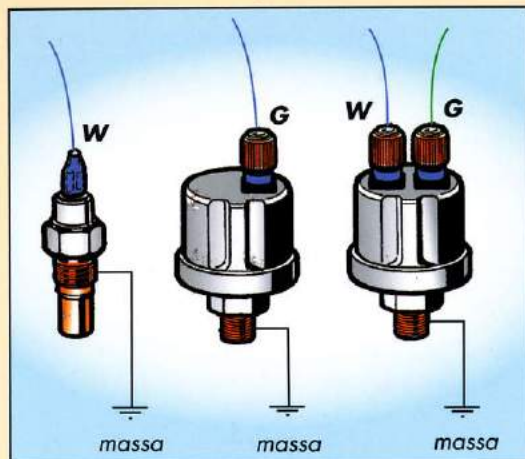
◀ Het controlesysteem van de motor berust op een eenvoudig principe: voor elke meting is er één sensor, een of twee verbindingdraden en één aanwijsinstrument. Als het goed is heeft elke meetfunctie een bedrading met een eigen kleur of nummer. Zo heeft bijvoorbeeld de oliedruksensor een blauwe draad die ook weer teruggevonden wordt achter het instrumentenpaneel bij het oliedrukalarm of de oliedrukmeter. Dit gegeven is bijvoorbeeld nodig wanneer men wil nagaan of een oliedrukalarm echt is, of het gevolg is van een aardsluiting in de kabel.

Storingen



Bij het zoeken naar fouten in het controlesysteem van de motor heeft u een bedradingschema nodig. Maak van het schema uit de motordocumentatie een (kleuren)kopie en plastificeer deze.

Tips



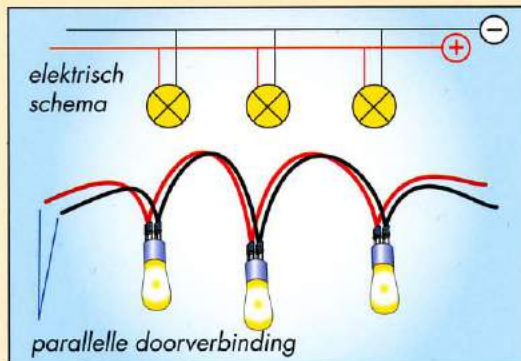
▲ Dit zijn de gebruikelijke typen sensoren. Alarmcontact W is een schakelaar die bij een bepaalde waarde van de oliedruk, temperatuur enzovoort, inschakelt en een alarmsignaal geeft. Het sensorcontact G geeft een meetwaarde door die op het aanwijsinstrument wordt weergegeven. In het derde type sensor worden alarmcontact en meetsensor gecombineerd. De alarmcontacten worden ook verbonden met een hoorbare alarmsignalering (zoemer, toeter).

▶ Bedrading van een meetinstrument. Het instrument wordt allereerst van boordspanning voorzien. De meetleiding geeft vanaf de motor de meetwaarde door. Daarnaast is er nog de voeding van het verlichtingslampje. De voedingsspanning wordt meestal aangevoerd via een parallelle doorverbinding.

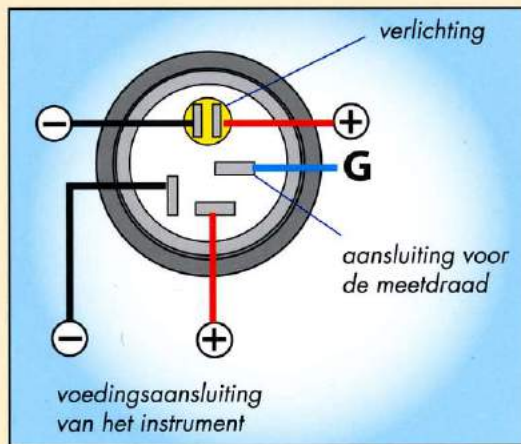


Van meetsensoren kan men de weerstand meten tussen het G-contact en massa. De juiste waarde staat in de specificaties van de fabrikant.

Tips



▲ Wie een eerste blik werpt achter een instrumentenpaneel, zal de hoop op het vinden van een storing waarschijnlijk snel opgeven. Het doorgronden van de wirwar aan draden is echter niet zo moeilijk als het lijkt. Veel verbindingen voor de voeding van instrumenten en verlichting lopen via een parallelle doorverbinding. Wanneer men deze structuur eenmaal herkent blijven er eigenlijk alleen maar de draden over die de meetwaarden en alarmeringen doorgeven. In het geval dat men gebruikt maakt van een computergestuurd motormanagementsysteem, lopen de meetdraden ook naar een interfacebox.



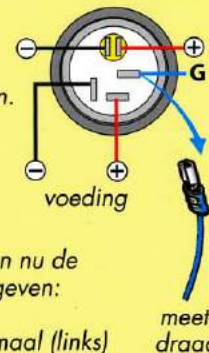
Storingen

Het testen van een meetsysteem

- voeding ⇒ testlampje of universeelmeter
- stekker ⇒ stekker losnemen en controleren op corrosie en voldoende contactdruk
- meetkabel ⇒ bij het vermoeden van een breuk: overbruggingskabel gebruiken

Test 1

Meetdraad losnemen en voeding inschakelen.



De instrumenten moeten nu de volgende aanwijzing geven:

- temperatuur ⇒ minimaal (links)
- tankniveau ⇒ maximaal (rechts)
- oliedruk ⇒ maximaal (rechts)
- roerstand ⇒ volledig bb (links)

Test 2

overbrugging

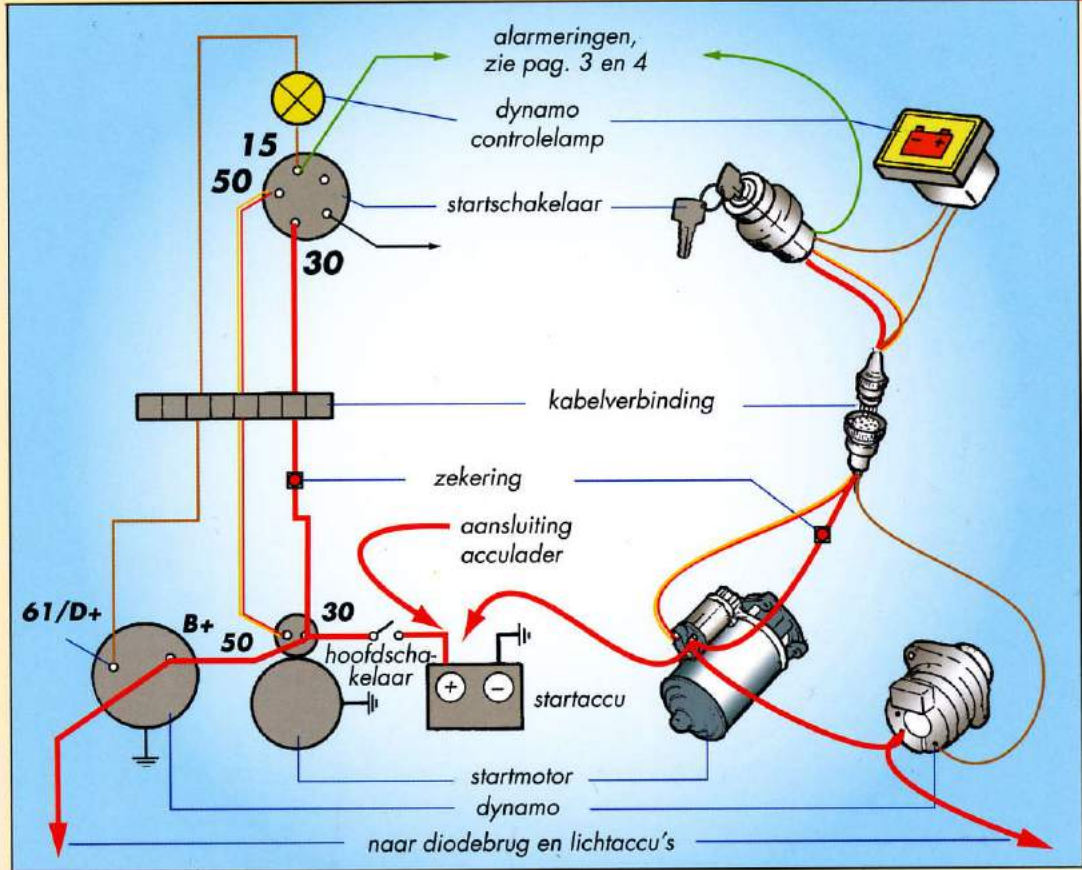
Meetdraad losnemen en meetcontact met een overbrugging met de min verbinden. Voeding inschakelen.



De instrumenten moeten nu de volgende aanwijzing geven:

- temperatuur ⇒ maximaal (rechts)
- tankniveau ⇒ minimaal (links)
- oliedruk ⇒ minimaal (links)
- roerstand ⇒ volledig stb (rechts))

Het systeem



▲ Het elektrische systeem rond een klassieke dieselmotor is in principe eenvoudig. De basis wordt gevormd door de startaccu, hoofdschakelaar, startmotor, dynamo en startschakelaar. Om er zeker van te zijn dat er altijd genoeg stroom beschikbaar is om te starten, moeten de start- en lichtaccu gescheiden zijn, bijvoorbeeld door een diodebrug. Het merendeel van de bedrading is voor het bewakingssysteem van de motor. In het motorhandboek dient een schema opgenomen te zijn. De bedrading van een moderne motor met elektronisch motormanagement is zonder schema niet meer te volgen.

Richtlijnen voor het elektrische systeem

- Houd de accu's vol
- Gescheiden start- en lichtaccu
- Voldoende capaciteit lader (tenminste 10% dynamolaadstroom)
- Schone en stevige contacten
- Korte draaitijd startmotor
- Dynamoriem op juiste spanning

Storingen

Voor het starten, dynamosignalering en oliedruklampje

Situatie ⇒ Startschakelaar ingeschakeld, beide controlelampen (en andere signaleringen) gedoofd

Storing ⇒ Waarschijnlijk geen spanning op de startschakelaar (zie schema hiernaast: contact 15)

Test ⇒ Instrumentverlichting inschakelen
NEE ⇐ verlichting brandt ⇒ JA
geen spanning op klem 15 spanning op klem 15,

Storing ⇒ geen spanning op klem 30 van het startslot (zie schema hiernaast) beide controlelampjes kapot (onwaarschijnlijk)

Test ⇒ sleutel kort doordraaien in startstand
JA ⇐ startmotor loopt ⇒ NEE

Kapotte startschakelaar. geen spanning op de startschakelaar

Onderweg: **Test:**
overbrug het slechte contact. 1. hoofdschakelaar aan?
In de haven: 2. motorzekering kapot?
vernieuw het startslot. 3. los contact?
4. lege accu?

Voor het starten, dynamosignalering

Situatie ⇒ Startschakelaar ingeschakeld, oliedruklampje brandt, dynamolampje brandt niet!

Storing ⇒ Op contact 15 staat spanning (oliedruklampje brandt), storing in dynamocircuit.

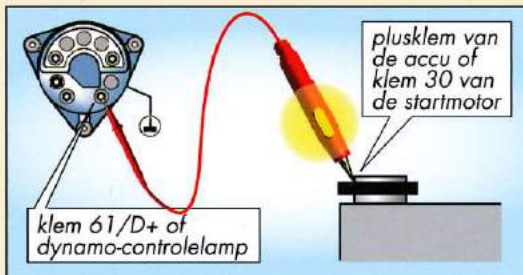
Oorzaak **Oplossing**
dynamolampje stuk ⇒ lampje vernieuwen (zie pag. 6, Test)
los contact of kapotte draad ⇒ kabel overbruggen
defecte regelaar ⇒ testlampje aansluiten tussen klem 61/D+ en accu +

JA ⇐ testlampje brandt ⇒ NEE
storingsoorzaak ligt tussen klem 15+ en klem 61/D+ storing in dynamo, zie pagina 6 onderaan Pech onderweg

Voltmeter



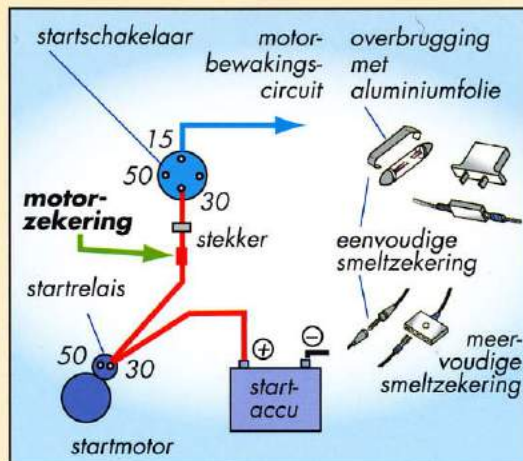
▲ In rusttoestand is de aanwijzing van de voltmeter een (beperkte) indicatie voor de ladingstoestand van de accu. De kenmerkende spanningswaarden zijn in de figuur aangegeven. Houdt de accu zoveel mogelijk geladen. Onder de 11 volt raakt de accu beschadigd.



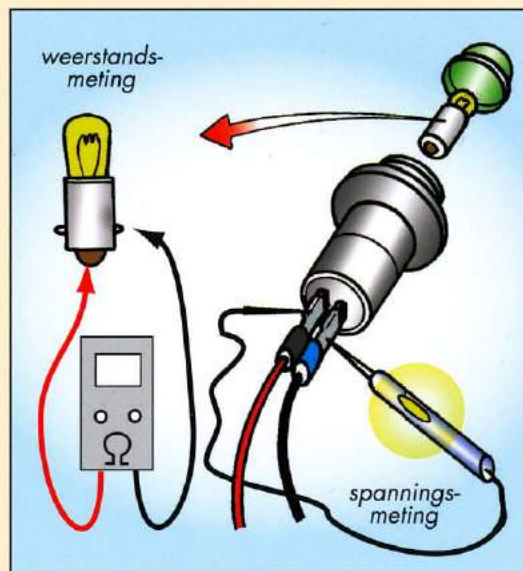
▲ Het laadcircuit bestaat uit startschakelaar - dynamolamp - dynamo. Wanneer hierin een onderbreking optreedt wordt de accu niet geladen. Dit kan met een proefflampje getest worden.

Een klein instrumentlampje moet doorgemeten worden omdat de gloeidraad nauwelijks zichtbaar is. Op de fitting meet men of er spanning aanwezig is; van het lampje kan men de weerstand meten:
 oneindige weerstand > lampje kapot
 kleine weerstand > lampje OK

Tips



▲ In de meeste gevallen heeft het motorcircuit slechts één zekering. Zorg dat u weet waar deze zich bevindt en houdt een paar passende exemplaren op voorraad. Meestal is het een eenvoudige smeltzekering. In uiterste nood kunt u een kapotte zekering met aluminiumfolie overbruggen.



Storingen

Na het starten, dynamosignalering

Situatie ⇒ Motor loopt stationair, lampje blijft branden

Test ⇒ gas geven

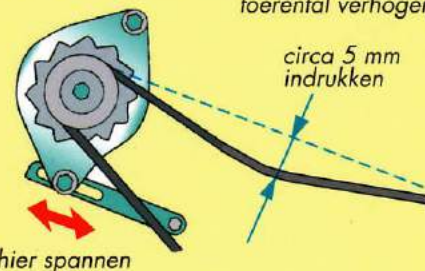
NEE ⇐ lampje dooft? ⇒ JA
 lampje dooft niet of flinkt stationair
 ↓ toerental te laag

Oorzaak

dynamoriem slipt of is gebroken
 toerental te laag om te laden

Oplossing

dynamoriem spannen of vervangen
 ⇒ geen probleem, of stationair toerental verhogen



aardsluiting in laadcircuit

⇒ aardsluiting opsporen, kabel vernieuwen

dynamo kapot

⇒ repareren

dynamolampje brandt zwak

Oorzaak

overgangswaerstand van de leiding te groot

Oplossing

⇒ alle contacten tussen laadlampje en dynamo controleren

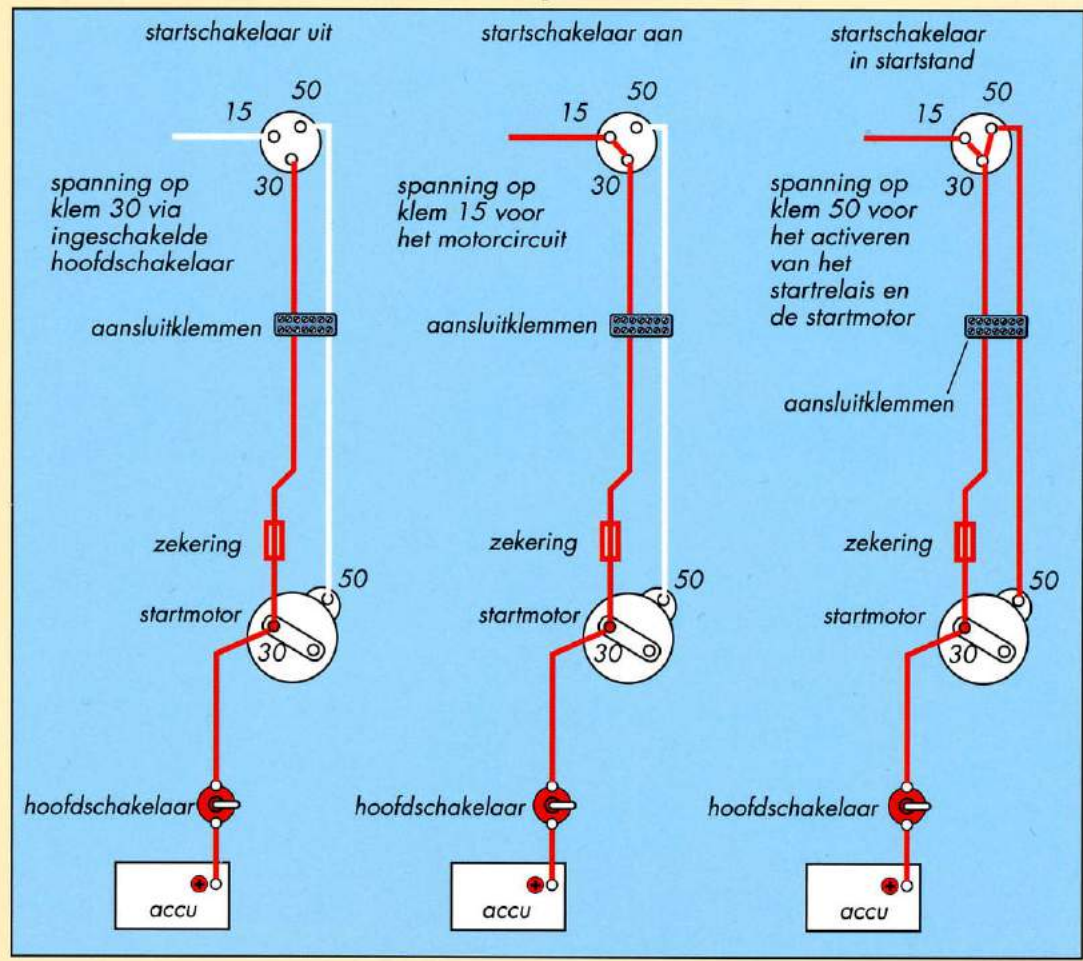
regelaar/dynamo

⇒ laten repareren

Pech onderweg

Met een kapotte dynamo of regelaar kunt u de motor gebruiken tot een dichtbij gelegen haven. Zo min mogelijk stroom gebruiken! Direct na aankomst: accu laden en dynamo laten repareren.

Het systeem



▲ De drie stappen van het starten. De hoofdschakelaar is ingeschakeld. De startschakelaar draait: Uit ⇒ Aan ⇒ Starten. Het is belangrijk te weten hoe de stroom in deze gevallen loopt. Bij het starten goed opletten of de startmotor wel krachtig ronddraait en of het startrelais een stevige klik laat horen. Wanneer er iets mis is kan men aan de hand van deze waarnemingen de storing lokaliseren.

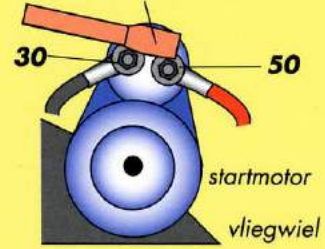
Pech onderweg 1 Wanneer het startrelais wel klikt, maar de startmotor niet loopt: met een hamer een paar flinke tikken op de startmotor geven!

Pech onderweg 2 In het zeldzame geval dat de startaccu leeg of kapot is, kan de lichtaccu gebruikt worden om te starten. **Let op!** Startstromen zijn zeer groot! Gebruik dikke starthulpkabels.

Storingen

Startproblemen ⇒ startmotor

Situatie ⇒ u probeert te starten
 NEE ⇐ Startmotor en motor draaien? ⇒ JA
 er gebeurt niets → startrelais klikt, maar de startmotor draait niet (zie Pech onderweg 1)
Oorzaak: geen spanning op klem 50 van het startrelais
Test ⇒ Startrelais kortsluiten met een schroevendraaier tussen de klemmen 30 en 50.



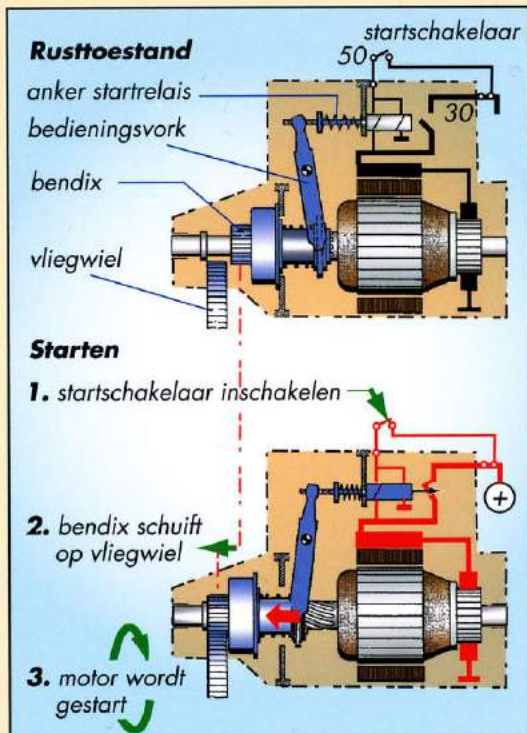
PAS OPI! Levensgevaar!
 Kijk uit voor draaiende delen!

JA ⇐ Startmotor draait ⇒ NEE
 Er is een onderbreking tussen de startschakelaar en het startrelais. Zie het schema links. Startschakelaar in startstand houden en met een hamer stevig op het startrelais kloppen. Indien geen resultaat: ⇒ zoek hulp van een reparateur.

Startmotor draait slechts moeizaam rond. Het dynamo-lampje brandt niet of nauwelijks.

Oorzaak	Oplossing
accu ontladen	⇒ accu laden (zie Pech onderweg 1)
accu kapot	⇒ accu vernieuwen (zie Pech onderweg 2)
defecte verbinding tussen accu en startmotor	⇒ losse klemmen of corrosie van de accupolen

Startmotor

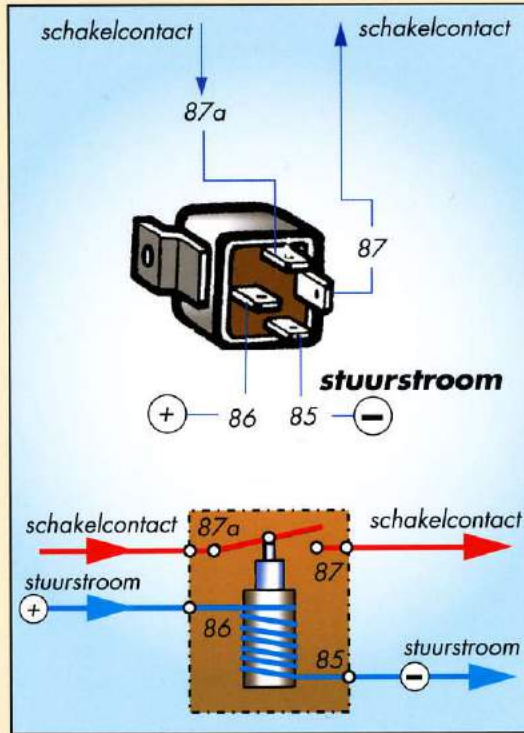


▲ Het verschuifbare anker van de startmotor, ook wel bendix genoemd, wordt met zijn vertanding in de tandkrans van het vliegwiel gedrukt. Het startrelais activeert dit proces. De bekrachtiging van het startrelais loopt via aansluiting 50 van de startschakelaar. Wanneer het relais wordt bekrachtigd, drukt het anker van het relais, via een bedieningsvork, de bendix naar buiten in de tandkrans van het vliegwiel. Wanneer de motor aanspringt wil het vliegwiel sneller draaien dan de bendix en wordt deze weer naar binnen gedrukt. Daarom: onmiddellijk stoppen met starten wanneer de motor aanspringt.

optische controle van de accuplatten

platen licht en donker ⇒ accu geladen
alle platen gelijke kleur ⇒ accu leeg
alle platen lichtgrijs ⇒ accu gesulfateerd
platen gerafeld ⇒ accu verouderd

Relais



▲ Relais en andere elektronische besturingen worden steeds meer toegepast bij motoren. Het gaat om elektrische of elektronische schakelaars, die grote stromen kunnen schakelen maar met een kleine stroom worden aangestuurd. Het voordeel is dat men voor de besturing zonder bezwaar dunne kabels over lange afstanden kan gebruiken. De kleine bekrachtigingsstroom loopt via de contacten 86 ⇒ 85, de (grote) geschakelde stroom loopt via de contacten 87a ⇒ 87.

◀ Het beste instrument om een accu te bewaken is de accumonitor. Het is ook mogelijk een accuzuurweger te gebruiken. Heeft men geen enkel ander middel, dan kan men een optische controle uitvoeren; inspecteer de kleur van de platen (met een zaklamp!).

Storingen

Startmotor pakt niet (komt zelden voor)

Situatie ⇒ Startmotor draait, maar bendix pakt het vliegwiel niet

Oorzaak

bendix is versleten, of tanden zijn van vliegwiel afgebroken

Oplossing

⇒ Probeer motor iets te tornen met een schroevendraaier bij de bendix (groene pijl) of het vliegwiel (rode pijl) en start opnieuw. Later schade laten herstellen.



bendix-mechanisme vervuild of gecorrodeerd ⇒ startmotor demonteren en schoonmaken, eventueel laten doen door monteur (zie: Pech onderweg 3)

Pech onderweg 3

Startmotor demonteren. Het mechanisme schoonmaken, corrosie verwijderen. Controleer de koolborstels van de startmotor. Eventueel deze ook vervangen.

Bendix komt niet terug (komt zelden voor)

Situatie ⇒ Startschakelaar uit startstand maar startmotor blijft meedraaien

Oorzaak

bendix vast-geslagen (komt zelden voor)

Oplossing

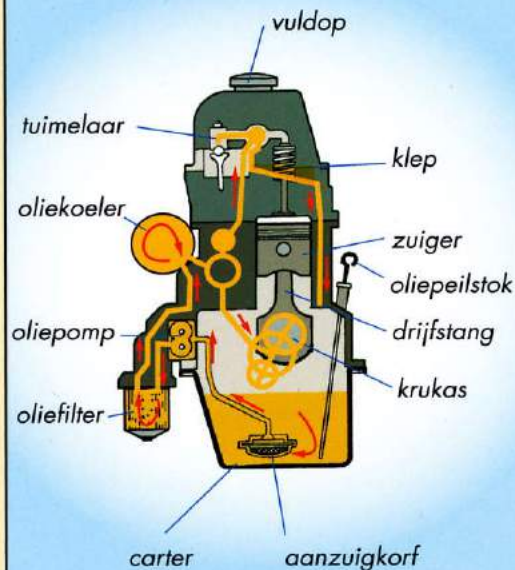
⇒ motor direct stoppen!
Vakkundige hulp inroepen (zie Pech onderweg 4)

Pech onderweg 4

Na het stoppen van de motor kan geprobeerd worden met bijv. een schroevendraaier de bendix terug te drukken. Wanneer men er niet bij kan, helpen misschien een aantal stevige tikken met een hamer. Als dit niet helpt moet men de kap van de bendix halen of de hele startmotor demonteren.

Het systeem

Onderdelen van het smeersysteem

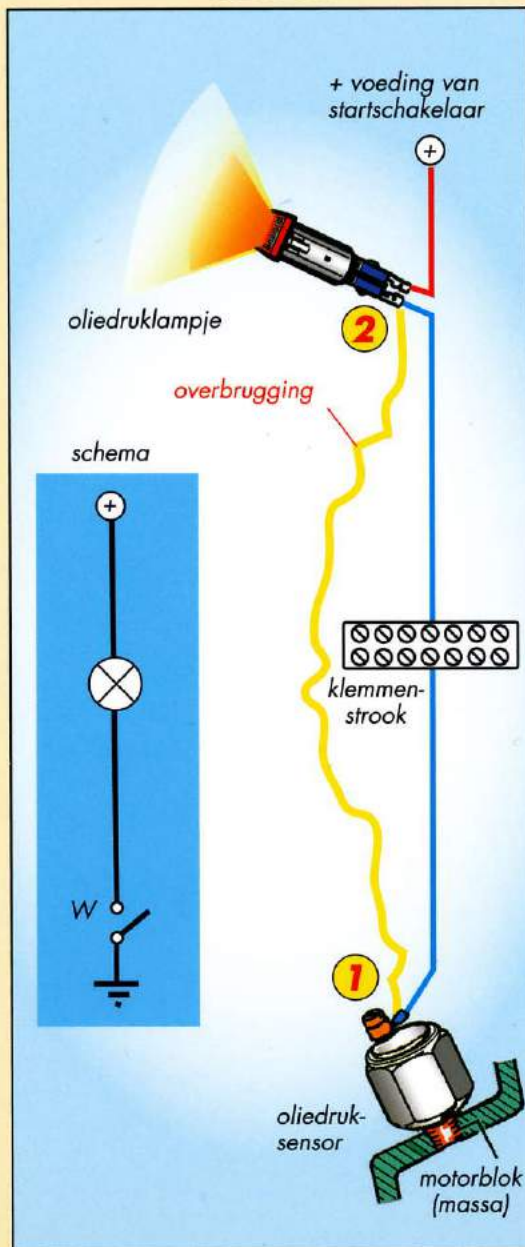


▲ Een goedwerkend smeersysteem is van levensbelang voor de motor. De bewegende delen zijn van metaal en zouden zonder smering vastlopen. In principe is het smeersysteem weinig storingsgevoelig zolang men het juiste onderhoud pleegt (zie pag. 10).

Controle van het smeersysteem. ►

Omdat het niet bij alle motoren even gemakkelijk is om de kabelbundels te volgen kan men bij een defecte verbinding gebruik maken van een overbrugging. Zo kan men punt 1 op de oliedruksensor verbinden met punt 2 van het oliedruklampje om te controleren of de betreffende kabel defect is. In dat geval kan met de overbrugging doorgevoeren worden tot de volgende haven.

Controle



Storingen

Olievalarm voor het starten

Situatie ⇒ Startschakelaar in bedrijfstand, oliedruklampje blijft gedoofd. Andere instrumenten werken goed, dus er is spanning op het instrumentenpaneel.

Storing ⇒ Het lampje, de kabel of de sensor kunnen kapot zijn.

Oorzaak
Probleem in de bekabeling, het lampje of de sensor.

Oplossing
Neem de kabel van de sensor en maak contact met massa.

Ja ⇔ **Brandt het lampje?** ⇔ Nee

Draai sensor uit blok en controleer sensoropening. Vervuild? Voorzichtig schoonmaken.

↓
Kabel aan massa: brandt lampje? Zoniet, sensor defect. Neem oude mee en koop een nieuwe.

Kabel en verbindingen goed bekijken. Als er geen schade of corrosie te zien is, voer controle uit met testlampje of universeelmeter. Kan men niet bij de kabel, nieuwe overbrugging maken.

Olievalarm na het starten

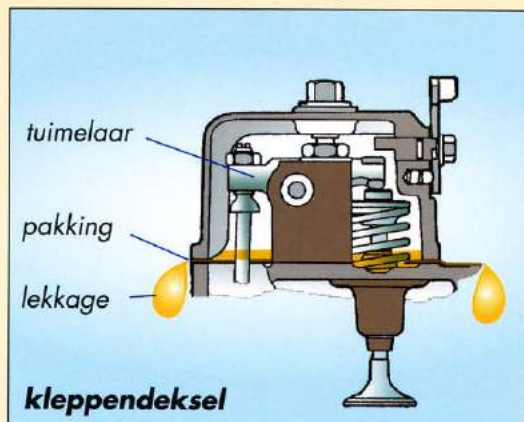
Situatie ⇒ De motor loopt, maar lampje blijft branden

Storing ⇒ Het oliedruklampje blijft branden

Oorzaak
te laag oliepeil, ⇒ olie bijvullen, eventuele lekkage? ⇒ Peilen!
massasluiting in de kabel ⇒ kabel vernieuwen

oliedruksensor defect ⇒ vervangen
oliepomp defect ⇒ reparatie
uitgelopen lagers (is goed te horen!) ⇒ reparatie

Olielekkage



▲ Een veel voorkomende oorzaak van olielekkage is het kleppendecksel. Wanneer het aandraaien van de bouten niet helpt moet een nieuwe pakking worden aangebracht.

Onderhoud

Het smeersysteem heeft weinig onderhoud nodig.

Periodieke controles:

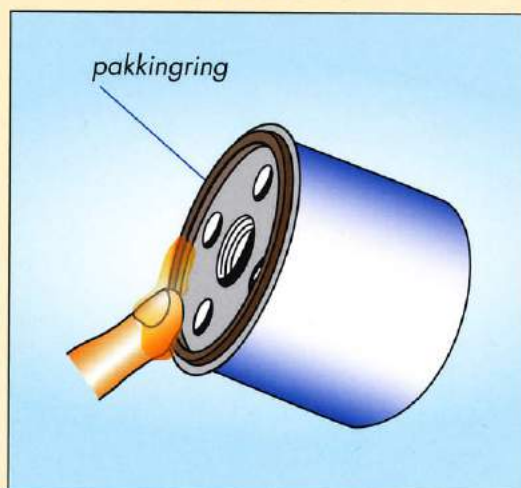
- Olipeil, voor het starten en een half uur na het stoppen
- Visuele controle op lekkage rond en onder de motor (dagelijks)
- Controle van uitlaat:
blauwe rook ⇒ monteur: zuigerveren?
- Olie in buitenkoelwater
⇒ monteur: lekke oliekoeler?

Onderhoudswerkzaamheden:

- Olie verversen (zie handleiding)
- Oliefilter vernieuwen (zie handleiding)
- Oliekoeler, gaat normaal 5 tot 10 jaar mee, bij problemen zoals te weinig koeling of lekkage ⇒ monteur.

Let op: afgewerkte olie en oude filters op de juiste manier afvoeren! ⇒ Bij milieustation in jachthaven.

Het oliefilter



▲ Het oliefilter is meestal een wegwerpfiler. Het wordt volledig vervangen. Het losdraaien van het oude filter kan met een band- of kettingsleutel worden gedaan. Vóór het aanbrengen van het nieuwe filter wordt de bevestigingsflens met een pluisvrije en schone doek gereinigd. De rubberen pakkingring moet voor het aandraaien met wat olie worden ingevet. Het nieuwe filter wordt met de hand stevig vast gedraaid. Direct na het starten en na een uur opwarmen goed controleren op lekkage.

Pech onderweg

Het schip verdaagt aan lagerwal en de motor is absoluut nodig. Het oliealarm brandt. Eerst olipeil controleren en eventueel bijvullen. Als dat niet de oorzaak is, demonteer de oliedruksensor, laat de motor lopen (Voorzichtig, vanwege de draaiende delen!) en controleer met een vinger op het gat of er oliedruk is. Zo ja, druksensor terugplaatsen en de motor voorzichtig gebruiken. Waarschijnlijk is de sensor kapot. Wordt er geen oliedruk geconstateerd, dan kan de motor niet gebruikt worden zonder schade (ankeren? sleepluip invoeren?).

Storingen



Oliedruklampje tijdens het varen

Situatie ⇒ tijdens het varen gaat het oliedruklampje branden

Oorzaak

laag oliepeil

Oplossing

⇒ Lekkage? Olie in de bilge, of in het buitenkoelwater (oliekoeleerlek), bijvullen!

hoog oliegebruik (blauwe rook)

⇒ lekke klepzitting of zuigerveren versleten
⇒ monteur

massasluiting in de sensorbedrading

⇒ testen en verhelpen met overbrugging

kapotte oliedruksensor

⇒ sensor vernieuwen (zie Pech onderweg)

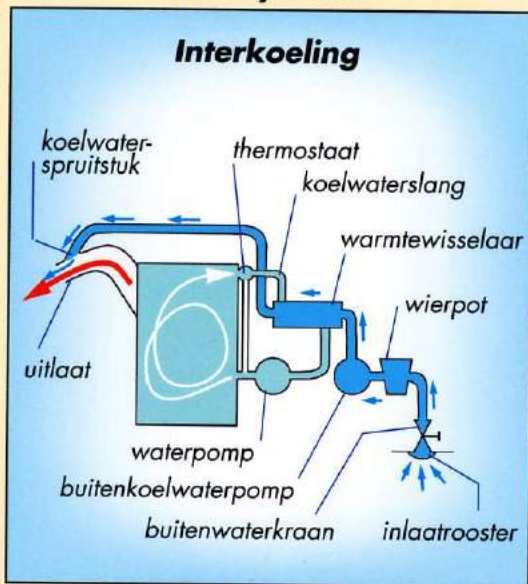


Oliealarm bij laag toerental

Het oliedrukalarm brandt alleen bij laag motor-toerental. De volgende defecten treden zelden op en zijn zonder professionele hulp niet gemakkelijk op te lossen. Meestal zal men sleepluip moeten invoeren.

- Olie schuimt door vermenging met koelwater
- Gescheurde kop of motorblok
- Cilinderbus of -pakking kapot
- Olieverdunning door interne dieselolielekkage
- Kapotte verstuiver of hogedrukpomp
- Kapotte oliepomp (onwaarschijnlijk)
- Sterk versleten krukaslagers

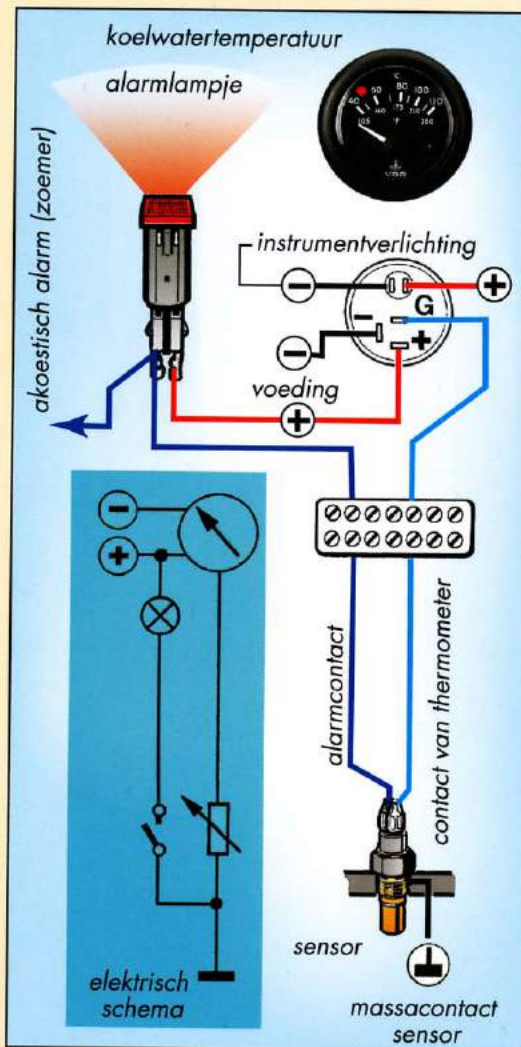
Het systeem



▲ Er is een principieel verschil tussen directe koeling en interkoeling. Bij interkoeling hebben beide koelwatercircuits hun eigen pomp. De thermostaat zorgt voor de temperatuurregeling en het snel opwarmen van de motor. De waterpompen worden meestal met een V-snaar aangedreven. Soms is er een directe tandwielaandrijving. Een inlaatrooster en een wierpot beschermen het systeem tegen vervuiling.

Corrosie van onderdelen in het koelwatersysteem wordt voorkomen door in de motor een goede koelvloeistof te gebruiken en het buitenwatersysteem te beschermen met een zinkanode. De verschillende metalen veroorzaken niet alleen een galvanische werking, ze worden ook aangetast door het zeewater zelf. Deze zinkanode moet regelmatig gecontroleerd worden. De bewaking van het koelwatersysteem gebeurt met een temperatuuralarm en/of thermometer.

Controle



▲ Onderdelen van het controlecircuit voor het koelwater. De tekening toont een combinatiesensor met een alarmgever en een thermometer. Wanneer de temperatuur (tijdens een langere periode) stijgt, kan dat duiden op een kapotte thermostaat of toenemende vervuiling in de warmtewisselaar. Bij koelwateralarm moet direct actie worden ondernomen.

Storingen

Koelwateralarm

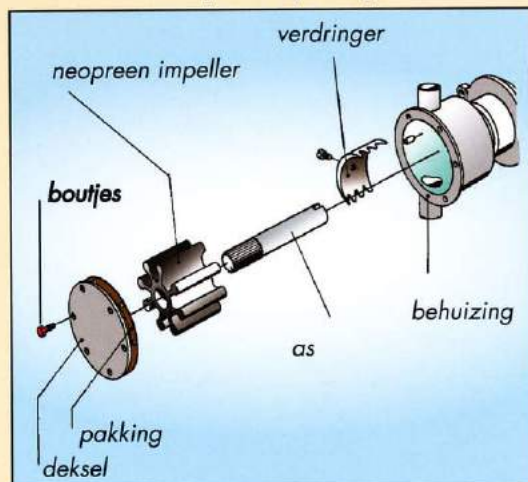
Belangrijkste oorzaak:
Verstopping van de koelwaterinlaat door plastic of wier.

Oplossing
Als er geen water meer uit de uitlaat komt, motor stoppen. Zie verder hieronder. Anders:
1. toerental stationair
2. keerkoppeling in achteruit
3. twee korte stoten gas
daarna voorzichtig doorvaren, waarschijnlijk ziet men dan de plastic boosdoener in het kielzog. Als de temperatuur weer oploopt: zie hieronder en pag. 12.

Schroefasaandrijving

Oorzaak	Oplossing
verstopte buitenboord- (of per ongeluk vergeten te openen?)	Koelwaterslang losnemen en kraan met beleid doorsteken.
verstopte wierpot	⇒ schoonmaken
verstopte koelwaterinlaat	⇒ Met pikhaak of zwemmend (of liggend in bijboot) inlaatrooster schoonmaken.
verstopte inlaatleiding	⇒ Buitenboordkraan sluiten, slang losnemen en doorblazen of doorsteken. Indien er water doorheen stroomt, verder zoeken richting pomp.
impeller defect	⇒ Pomp demonteren en impeller vervangen.

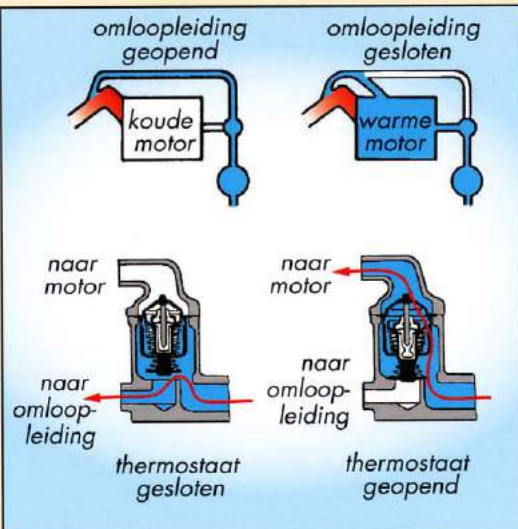
Impellerpomp



▲ De meeste buitenkoelwaterpompen zijn impellerpompen. De impeller is van neopreen en moet voorzichtig worden behandeld. Afhankelijk van de bevestiging op de as kan men de impeller met twee schroevendraaiers of een tang demonteren. Er hoort altijd een reserve-impeller aan boord te zijn. Meestal is het handig om de dekselbouten te vervangen door bouten met zeskantige koppen met daarin een schroevendraaiersleuf.

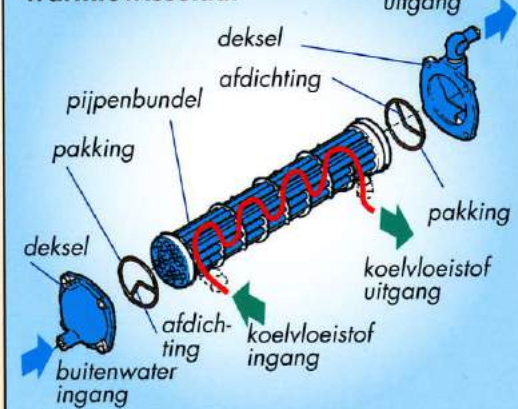
Via warmtewisselaars worden aan boord verschillende media met buitenwater gekoeld. ▶ Er zijn warmtewisselaars voor koelvloeistof, motorolie, olie van de keerkoppeling, inlaatlucht etc. In de motorhandleiding vindt u beschreven welke koelers een onderdeel van de motorinstallatie uitmaken. Het werkingsprincipe is vrijwel altijd gelijk; door een pijpenbundel stroomt buitenkoelwater terwijl het te koelen medium aan de buitenkant langs de bundel stroomt. De pijpenbundel is gevoelig voor vervuiling of verkalking. Treedt dat op, dan verliest men koelend vermogen.

De thermostaat



▲ De thermostaat heeft de taak alleen koelwater naar de motor te voeren wanneer deze warm geworden is. Zolang de motor koud is, is de thermostaat gesloten en stroomt het water naar de omloopleiding. Is de motor opgewarmd, dan opent de thermostaat en stroomt het koelwater door de motor.

Pijpenbundel van een warmtewisselaar



Storingen



Saildrive

Controleer of er buitenkoelwater stroomt door de wierpot of de waterinjectie in de uitlaat.

Er stroomt geen buitenkoelwater

Oorzaak	Oplossing
koelwaterinlaat verstopt	⇒ doorsteken
V-snaar controleren	⇒ naspannen of vernieuwen
wierpot verstopt	⇒ schoonmaken
impeller kapot	⇒ vernieuwen

Er stroomt wel buitenkoelwater

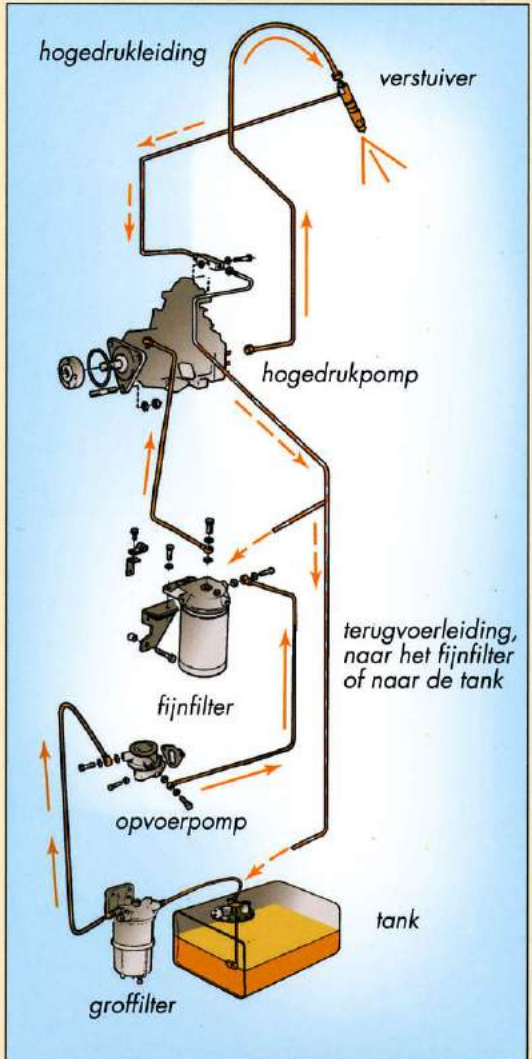
Oorzaak	Oplossing
toch alarm:	
verstopping in het koelwatercircuit	⇒ laten slepen en monteur raadplegen
thermostaat defect	⇒ thermostaat testen in heet water



In een langere periode (weken) loopt de koelwatertemperatuur op

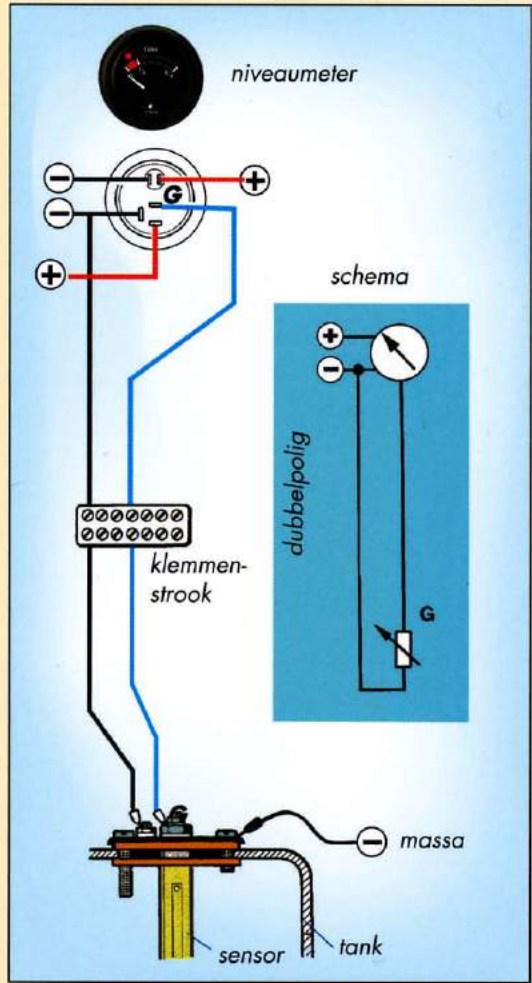
Oorzaak	Oplossing
defect rakende thermostaat	⇒ testen en evt. vervangen
vervuiling wierpot	⇒ schoonmaken
slippende V-snaar	⇒ aanspannen of vervangen
lucht in het koelwater-systeem (zeldzaam)	⇒ ontluchten
vervuiling van de warmtewisselaar	schoonmaken of pijpenbundel (laten) vervangen

Het systeem



▲ Het principe van het brandstofsysteem. De brandstof wordt door de opvoerpomp van de tank via het grof- en fijnfilter naar de hogedrukpomp gebracht. Deze perst op het juiste moment de juiste hoeveelheid brandstof door de verstuivers.

Controle



▲ De enige controle die op de brandstof plaatsvindt is het tankniveau. Er is geen reserve zoals in een auto. Men moet voor elke reis voldoende tanken en niet wachten op een laagniveau-alarm. Ondanks het feit dat de elektrische bedrading dubbelpolig is uitgevoerd, moet de tank toch met massa verbonden worden om vonkvorming door statische elektriciteit te voorkomen!

Storingen



Startproblemen

Situatie ⇒ Voldoende gas, keerkoppeling in vrijstand, startmotor draait maar de motor wil niet starten.

Oorzaak tank leeg? ⇒ vullen en brandstofsysteem ontluichten

brandstofkraan gesloten? ⇒ kraan openen
 grof- en fijnfilter in orde? ⇒ vervangen
 levert de opvoerpomp wel brandstof? ⇒ zie Test

Test: Ontluchtingsbout op fijnfilter lossen en brandstofopvoerpomp met de hand bedienen. Komt er brandstof? ⇒ NEE

JA ⇐ Start de motor nu na doorstarten? ⇒ NEE
 Brandstofsysteem door monteur laten nakijken.

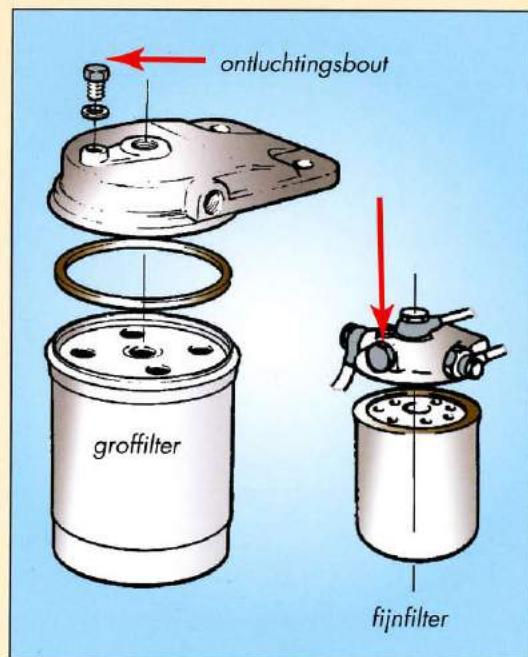
Oorzaak tankbeluchting verstopt ⇒ beluchtingsopening schoonmaken (verf?)
 brandstofleiding verstopt ⇒ zie Pech onderweg 1
 vlokken in brandstof ⇒ zie Pech onderweg 2 (winter)

Pas op! Wanneer het vermogen vermindert en de motor hapert moet men eerst denken aan vervuiling en verstopping van de brandstofleidingen voordat men aan de hogedrukpomp of de verstuivers gaat sleutelen (zie Storingen pag. 14 en Pech onderweg 1 hieronder)!

Pech onderweg 1 De leiding bij het grossofilter losnemen en doorblazen in de richting van de tank totdat men hoort borrelen of geen weerstand ervaart. Leiding weer aansluiten en ontluichten. Tank laten schoonmaken!

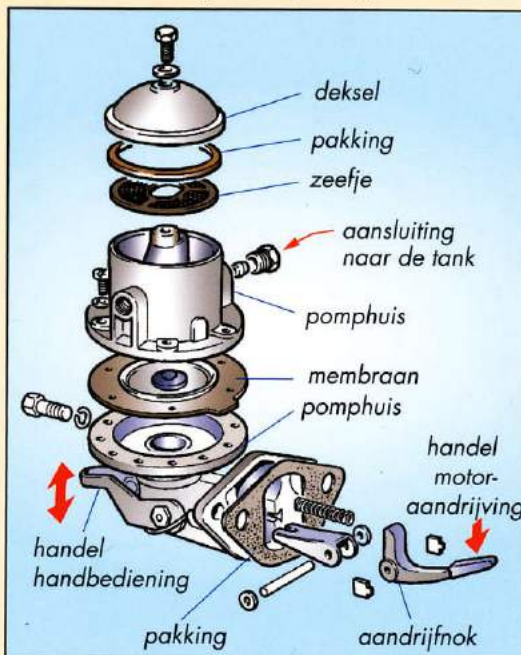
Pech onderweg 2 Zomerbrandstof vlokt wanneer het kouder is dan -5°C. Wat petroleum bijmengen of eerst de boot verwarmen. Waterafscheider legen. Water bevriest bij 0°C!

Brandstoffilters



▲ Het groffilter en het fijnfilter zijn de enige onderdelen in het brandstofsysteem die regelmatig onderhoud nodig hebben. Beide filters hebben een ontluchtingsbout waardoor de leidingen en het filter ontucht kunnen worden. Bij het vervangen van de filters kunnen deze vast voor het monteren met schone brandstof gevuld worden, zodat er minder lucht uitgepompt hoeft te worden. Wanneer de tank zich hoger dan de filters bevindt, lopen ze vanzelf vol. Het ontluichten gaat van de tank naar de verstuivers. Sommige hogedrukpompen, zoals de roterende pompen, zijn zelfontluichtend. Men ontluicht dan tot en met de leiding naar de hogedrukpomp. De handelingen die men moet verrichten voor het ontluichten worden in het kader hiernaast beschreven. ►

Opvoerpomp



▲ Meestal is de opvoerpomp een membraanpomp, zoals hierboven is getekend. Het enige onderdeel dat onderhoud nodig heeft, bijvoorbeeld na sterke vervuiling van het leidingsysteem, is het zeefje. De pomp is zo degelijk dat er zelden problemen optreden. Alleen bij het ontluichten wordt de pomp met de hand bedient. Men zou een extra membraan als reserve aan boord kunnen meenemen, hoewel dit bijna nooit kapot gaat.

Ontluichten

Houd poetslappen bij de hand om brandstof op te vangen. Draai de verschillende ontluchtingsbouten los en begin brandstof op te pompen met de opvoerpomp. De bouten waar brandstof zonder lucht uitstroomt kunnen achtereenvolgens worden vastgedraaid. Nadat de motor gestart is en warmgelopen kan men de ontluchtingspunten nog eenmaal langslopen. Omdat de ontluchtingsbouten meestal op metaal afdichten kan lekkage ontstaan. Nieuwe koperen ringetjes, O-ringetjes of wat vloeibare pakking bieden een goede oplossing.

Storingen



Vermogensverlies

Situatie

De motor loopt onregelmatig, geeft geen vermogen of slaat af. De oorzaak is in het algemeen een gebrek aan brandstof.

Oorzaak

brandstoffilter of waterafscheider
beluchting tank verstoppt

Oplossing

⇒ vervangen of schoonmaken (zie links)

⇒ testen door tankdop open te draaien.

Wanneer er lucht wordt aangezogen heeft de tank geen beluchting.

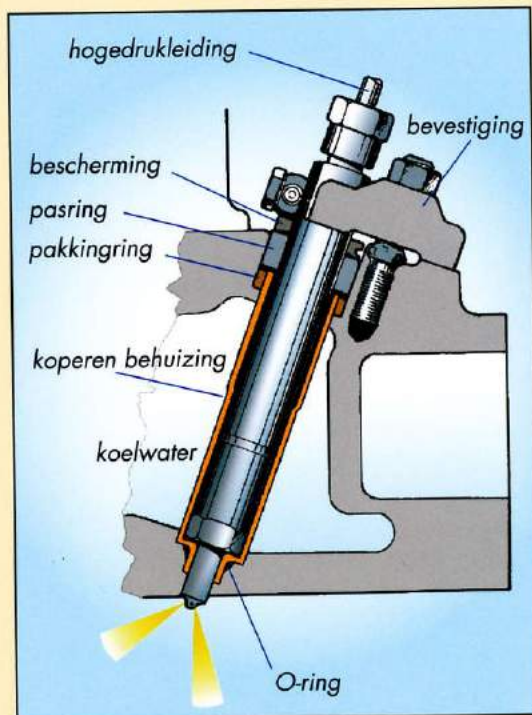
gebrek aan lucht bij hoger toerental ⇒ luchtfilter schoonmaken of vervangen (zie pagina 17)

afstelling brandstofpomp verlopen, waardoor motor niet volgas loopt ⇒ controleer de afstelling/bevestiging van de gashandel aan de hogedrukpomp (zie pag. 20)

compressieverlies door verkeerde klepspelning ⇒ klepspelning en kleppen controleren (zie pagina 16)

Wanneer de motor toch nog onregelmatig blijft lopen, ondanks het controleren en verhelpen van de genoemde punten, dan moet men de hulp inroepen van een monteur. Het probleem ligt waarschijnlijk in de hogedrukpomp of de verstuivers. Men kan de verstuivers uit het motorblok demonteren en laten testen. Aan de hogedrukpomp moet men zonder specialistische kennis niet zelf sleutelen.

Verstuiver

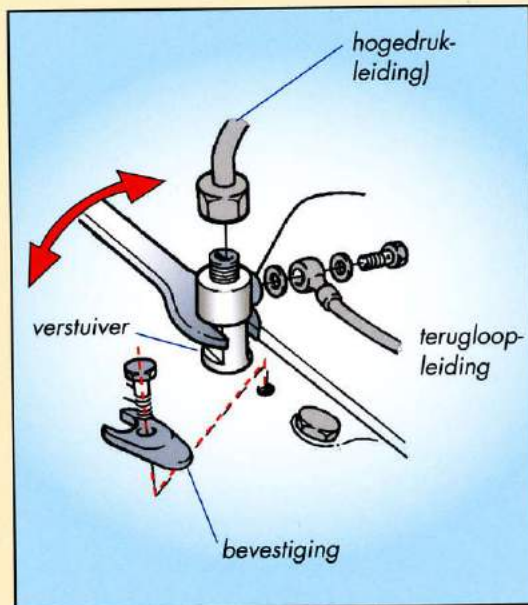


▲ Doorsnede van een verstuiver. Men moet uiterst voorzichtig zijn met het demonteren, vanwege de koperen behuizing. Wanneer de verstuiver niet door een massief deel van de kop is gemonteerd kan men de afdichtingsbus lostrekken en lekkage veroorzaken. Het is aan te bevelen om al het werk aan de verstuivers en hogedrukpomp aan een ervaren monteur over te laten. Beperk uzelf tot het vernieuwen van de filters.

Lekkage

Lekkage van brandstof levert niet veel brandgevaar, behalve wanneer het over hete delen stroomt zoals de uitlaat. Dieselolie stinkt en is moeilijk te verwijderen. Daarom moet men vooral letten op de aansluitingen van de tank.

Verstuiver



▲ Men moet een verstuiver alleen demonteren wanneer er een werkelijk dringende reden voor is, het niet mogelijk is zonder vervolgschade verder te varen en elke andere oorzaak uitgesloten is. Bijvoorbeeld: vermogensverlies, te hoge uitlaattemperatuur en diesel in de smeerolie. Neem alle leidingen van de verstuiver los, demonteer de bevestiging en beweeg de verstuiver voorzichtig los met een steeksleutel. Wanneer de verstuiver gemakkelijk beweegt kan die worden uitgenomen en kan de tip voorzichtig van koolaanslag worden gereinigd. Beter is de verstuiver door een schoon reserve-exemplaar te vervangen. Een koperen pakkingring moet voor montage worden uitgegleid.

Een lekkende leiding van de tankbeluchting valt pas op, wanneer het schip met volle tank heftig slingert in slecht weer, of als er te veel diesel getankt is.

Storingen



Te hoge uitlaattemperatuur

(wordt bij grote motoren permanent gemeten)

Storing	Oorzaak
motor wordt overbelast	⇒ te veel gas bij tegenwind en hoge zeegang verkeerde afstelling vervuilde schroef, aangroei, touw of plastic
verminderde luchttoevoer	⇒ luchtfilter vervuild luchttoevoerleiding beschadigd*
defecte verstuiver (zie hiernaast)	⇒ interkoeler verstopt* slechte verstuiving leidt tot slechte verbranding* trage verbranding en vervuiling in de cilinder*
slechte kwaliteit brandstof (water)	⇒ slechte verstuiving, onvolledige verbranding (rook)*

*) raadpleeg een vakman

Tankinhoud en verbruik

De tanks moeten zoveel mogelijk gevuld blijven. De kans op condenswater en opwervelen van vuil is dan het geringst. Ook het per ongeluk leegdraaien van de tank en het dan moeten ontluchten van het brandstofsysteem wordt daarmee voorkomen. Zelfs wanneer men een jerrycan met reservebrandstof aan boord heeft, is het aanbevelenswaardig de tanks te vullen zodra ze meer dan halfleeg zijn.

Vuistregel voor verbruik

Per 4 kW vermogen gebruikt een diesel ongeveer 1 liter per uur. Een 40 kW diesel gebruikt bij vol vermogen ca. 10 liter per uur. Het verbruik neemt echter kwadratisch af met het toerental. Bij 80% is het verbruik 60% en bij half toerental is het verbruik nog maar 25% van het verbruik bij vollast.

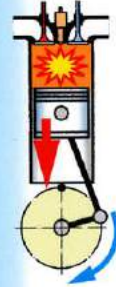
Het viertaktprincipe



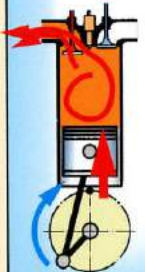
1. Inlaatslag
Inlaatklep geopend, lucht wordt aangezogen door naar beneden bewegende zuiger.



2. Compressieslag
Inlaatklep sluit en de zuiger beweegt naar boven. De lucht wordt samengedrukt en stijgt sterk in temperatuur.

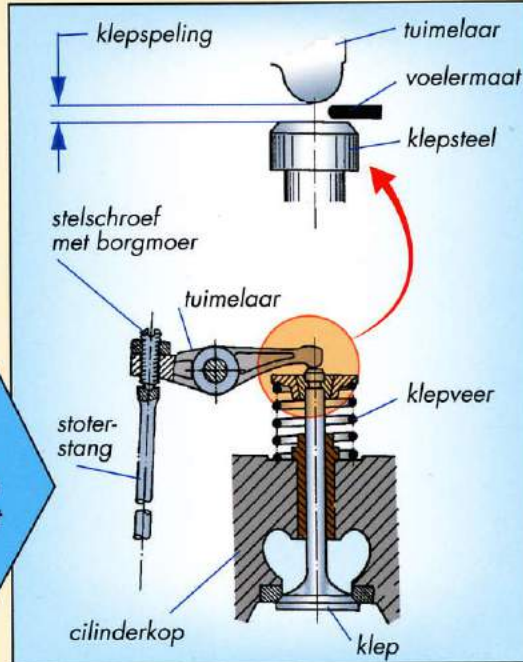


3. Arbeidsslag
Er wordt brandstof ingespoten die verbrandt en de zuiger met kracht naar beneden stoot.



4. Uitlaatslag
De uitlaatklep opent en de opgaande zuiger perst het verbrande mengsel door de uitlaat naar buiten.

Klepspeling



▲ Doorsnede van het klepmechanisme. De stoterstang wordt door een nokkenas bewogen en drukt de tuimelaar omhoog zodat de klep door de andere kant van de tuimelaar geopend wordt. Bovenin de tekening wordt aangegeven hoe de klepspeling met een voelmaat wordt gemeten.

◀ De tekeningen hiernaast tonen het viertaktproces en de daarbijbehorende klepstanden. Veel moderne diesels hebben zelfstellende kleppen. Oudere motoren moeten met de hand worden gesteld. Daartoe moet de betreffende cilinder in de bovenste stand staan vlak voor het inspuitmoment (zie arbeidsslag). De klepspeling wordt gemeten met een voelmaat. De in te stellen waarden vindt men in het handboek van de motor.

Storingen

Tussen het uiteinde van de tuimelaar en de bovenkant van de klepsteel moet een zekere speling bestaan. Is die te klein, dan sluit de klep niet volledig. Dit kan een verminderde compressie tot gevolg hebben en een verbrande klepzitting. Is de speling te groot, dan sluit de klep te vroeg en opent te laat waardoor verminderde gasuitwisseling ontstaat. In eerste instantie presteert de motor minder, maar op termijn ontstaat er behoorlijke schade. Het beste is om jaarlijks de klepspeling te controleren en tevens het hele klepmechanisme goed na te kijken.

Belangrijk: Wees voorzichtig bij montage en demontage van het klependeksel, de pakking kan gemakkelijk beschadigd raken waardoor er oliekkage optreedt.

▶ De klepspeling wordt ingesteld door het verdraaien van de instelschroef, gemeten met de voelmaat met de borgmoer.

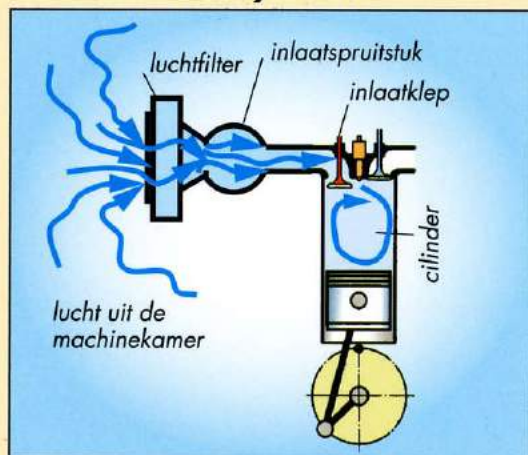


Het vinden van het bovenste punt van de zuiger

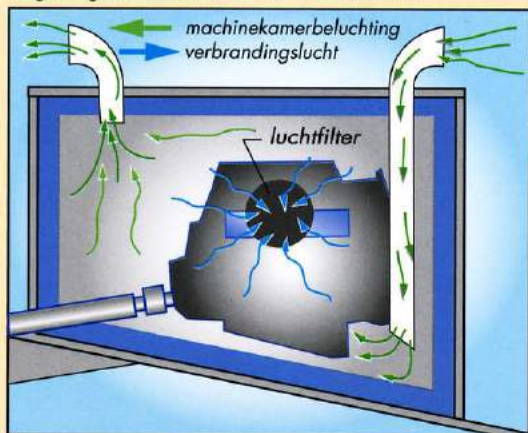
De motor wordt zover getornd totdat na de uitlaatklep ook de inlaatklep gesloten is. Daarna draait men nog ongeveer eenachtste slag door en kan men de klepspeling instellen.

Belangrijk: Het is niet gemakkelijk om zonder decompressiehandel de motor te torren. Gebruik een grote sleutel op de bout waarmee de V-snaarpoelie op het einde van de krukas bevestigd is. Volg de aanwijzingen in het motorhandboek, of laat u door een monteur de handelingen een keer voordoen.

Het systeem



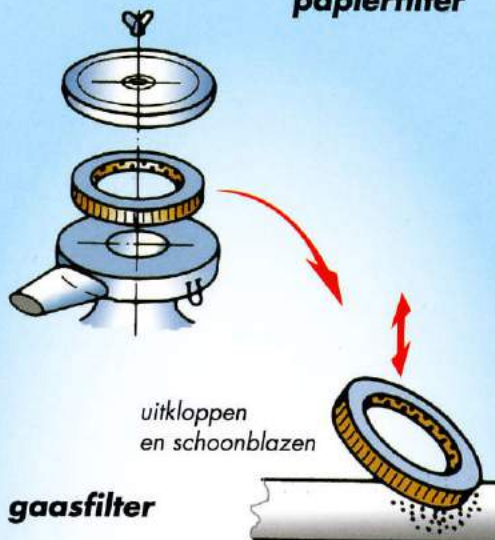
▲ De meeste motoren zuigen hun verbrandingslucht aan vanuit de machinekamer. Wanneer de luchttoevoer naar de machinekamer te gering is heeft de motor 'ademnood'.



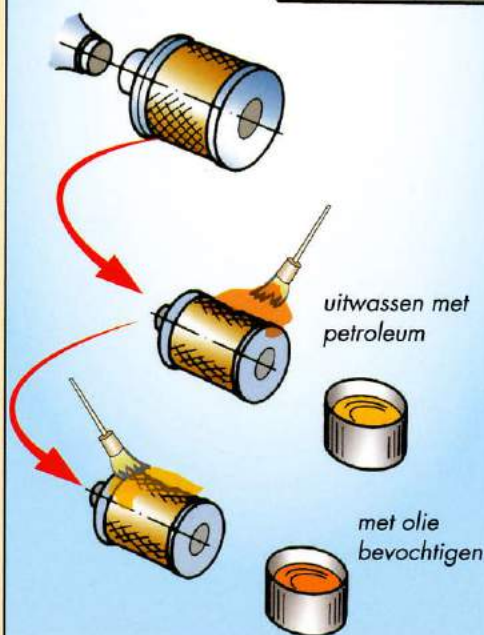
▲ De verbrandingslucht is een onmisbare component voor de motor om vermogen te kunnen leveren. Wanneer er te weinig luchttoevoer is, of wanneer de lucht te warm is, verbrandt de motor een slechter mengsel en levert minder vermogen. Het motorruim moet ook stofvrij gehouden worden. Dat geldt tevens voor de cilinderkamers en daar zorgt het luchtfilter voor. Elke belemmering van luchttoevoer, of luchtverontreiniging, werkt als een rem op de motor.

Luchtfilter

papierfilter



gaasfilter



Storingen

Gevolgen van slechte luchttoevoer

- Vermogensverlies
- Zwarte rook
- Te hoge uitlaatgastemperatuur

Oorzaak: bijna altijd een verstopt luchtfilter! Soms wordt de verbrandingslucht via langere luchtleidingen aangevoerd van buitenaf. In dat geval kan een leiding losgeschoten of geknikt zijn. Op die manier is de toevoer van verbrandingslucht niet gegarandeerd (zie linkerkolom). Er ontstaat dan onderdruk in de motorruimte en door gebrek aan ventilatie wordt daar de temperatuur te hoog. Zie voor de inlaatlucht intercooler pagina 18.

◀ Het reinigen van het luchtfilter vindt meestal plaats met de (jaarlijkse) onderhoudsbeurt (zie het onderhoudsboekje). Sommige filters kunnen de graad van vervuiling aangeven. Er zijn twee soorten filters: papierfilters en gaasfilters die elk verschillend onderhoud vragen.

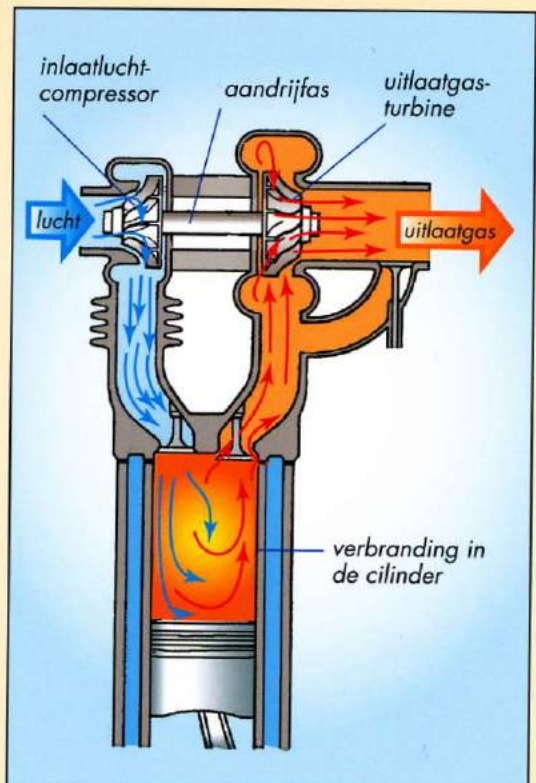
Papierfilters zijn in principe wegwerpfilters. Zij worden bij elke beurt vernieuwd. Wanneer het filter, door onvoorziene omstandigheden, sneller is vervuild en er geen reserve voorhanden is, kan men het filter uitkloppen en schoonblazen zoals hiernaast is aangegeven.

Gaasfilters kunnen net zolang gebruikt en weer gereinigd worden totdat het gas te sterk is gedegenereerd. Let op: er mogen onder geen beding stukjes gaas of roest in de motor gezogen worden. Dat leidt direct tot grote schade!

Onderhoud

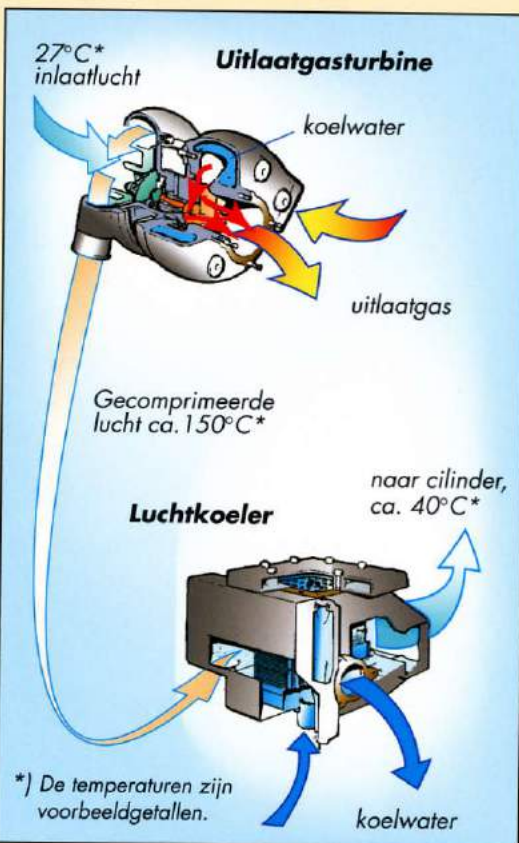
Papierfilters in het voorjaar vernieuwen.
Gaasfilters in het najaar schoonmaken.

De uitlaatgasturbine



▲ De werking van de uitlaatgasturbine. De uitlaatgasturbine bestaat uit een turbine, een verbindingsas en een compressor. De turbine wordt door het hete uitlaatgas aangedreven. Deze drijft via de verbindingsas de compressor aan. De compressor zuigt de verbrandingslucht aan en drukt die samen. Door het samendrukken krijgt de cilinder een grotere hoeveelheid zuurstof toegevoerd. Hiermee kan meer dieselolie verbrand worden zodat een hoger vermogen wordt opgewekt. De vermogensstijging bedraagt rond de 50%. Het turbine toerental is zeer hoog, ca. 100.000 omw. per minuut (dat is ca. 1700 omw. per seconde). De uiteinden van de turbineschoepen bereiken daarbij een supersonische snelheid. De lucht wordt tot 1 bar overdruk samengeperst. De controle van de uitlaatgasturbine vindt plaats door het meten van compressordruk en de uitlaatgastemperatuur.

De interkoeler



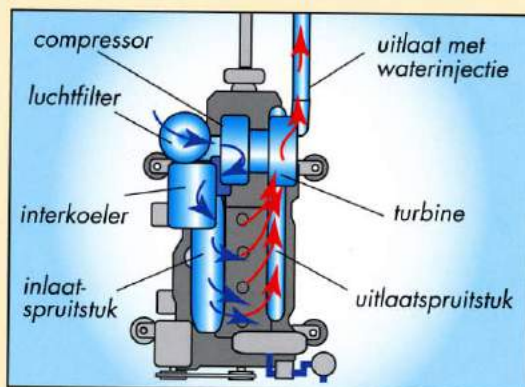
*) De temperaturen zijn voorbeeldgetallen.

Onderhoud Uitlaatgasturbines zijn ondanks het hoge toerental betrouwbare onderdelen. De belangrijkste voorwaarden hiervoor zijn goede smering en onderhoud van het luchtfilter. Vaste vuildeeltjes in de inlaatlucht werken als geweer kogels op de compressorschoepen. Beschadigingen van de schoepen leiden tot onbalans en trillingen waardoor de turbine razendsnel verslijt. Ook de interkoeler van de inlaatlucht vraagt enige aandacht. Wanneer die niet goed meer werkt heeft de turbine een koelprobleem en treedt onvolledige verbranding op (roken).

Storingen

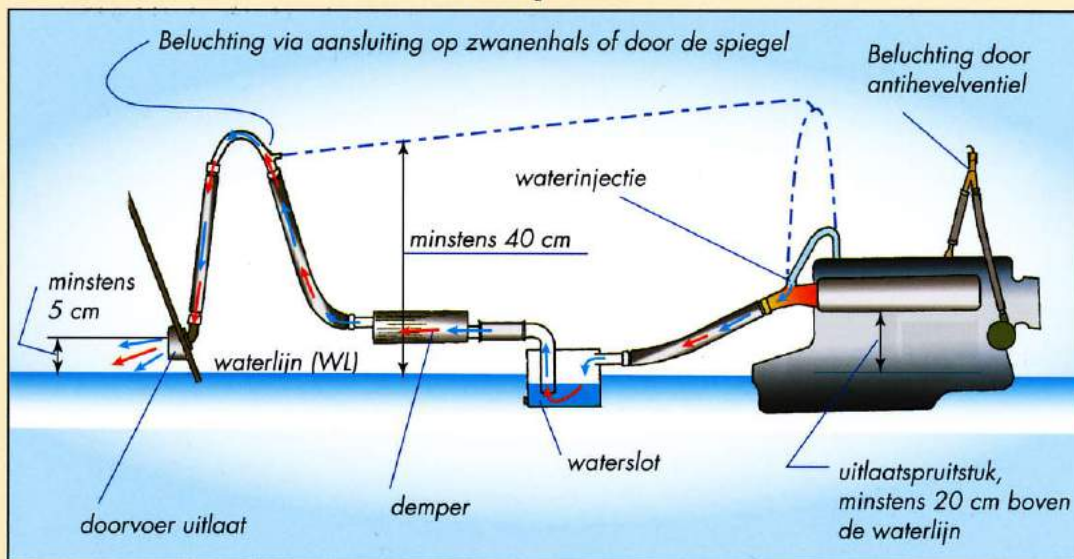
Problemen met de turbine zijn vrijwel altijd het gevolg van gebrekkig onderhoud en openbaren zich als vermogensverlies. Wanneer de inlaatdruk wordt gemeten moet men alert zijn op veranderingen. Dat geldt ook voor de uitlaatgastemperatuur. Goed onderhoud plegen en bij problemen een vakman raadplegen is eigenlijk alles wat men hier kan doen.

◀ **Werking van de koeling van de inlaatlucht.** Door de compressie wordt de inlaatlucht verwarmd. De interkoeler brengt de temperatuur van de inlaatlucht weer naar beneden. Daardoor ondervindt de lucht minder volume-uitzetting en bevat ze meer zuurstof voor het verbrandingsproces in de cilinder. De combinatie van turbine en interkoeler kan het vermogen van een motor vrijwel verdubbelen. Het koelen van de lucht gebeurt met water. Een inlaatlucht interkoeler is een compact apparaat, met een relatief groot inwendig oppervlak door veel koelvlakken. Het onderhoud is vergelijkbaar met alle andere warmtewisselaars aan boord (zie pagina 12).



▲ De verbrandingslucht wordt door de compressor via het luchtfilter aangezogen, in de interkoeler gekoeld en naar de cilinders gevoerd. De uitlaatgassen stromen via het uitlaatspruitstuk naar de turbine en worden daarna in de uitlaat afgevoerd en door het geïnjecteerde water gekoeld.

Het systeem



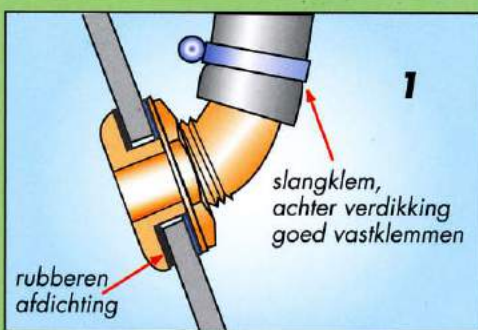
Storingen

Het uitlaatgas is een belangrijke indicator van de motorconditie. Wanneer de uitlaatdoorvoer zichtbaar is laat het naar buiten spuitende koelwater zien dat de koeling werkt. Men leert na enige tijd zien wanneer dat minder wordt. Ook de kleur van de rook vertelt veel over de motor.

- witte rook ⇒ normaal, waterdamp
- zwarte rook ⇒ te weinig lucht, zie pagina 17
- blauwe rook ⇒ olie in de cilinders, zie pagina 10

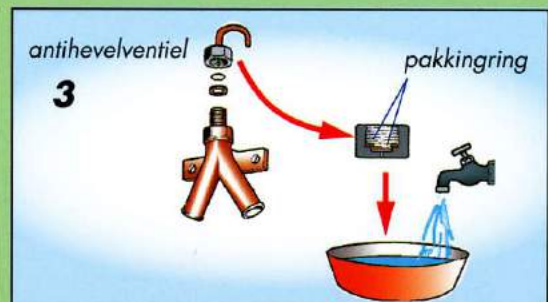
Oliespoor achter het schip: waarschijnlijk lekt de oliekoeler.

▲ De tekening hierboven toont het gebruikelijke natte uitlaatsysteem. De uitlaatgassen komen van de cilinders in het uitlaatspruitstuk en gaan vandaar via een eventuele turbine naar de uitlaat. Aan het begin van de uitlaat wordt koelwater geïnjecteerd zodat de temperatuur sterk wordt verlaagd en voor de verdere uitlaatleiding kunststof (rubber slang) gebruikt kan worden. Het uitlaatgas gaat verder via het waterslot, de demper en de zwanenhals naar buiten. Het waterslot fungeert als opvang van het koelwater wanneer langdurig gestart moet worden en voorkomt dat koelwater terugloopt naar de motor. De zwanenhals voorkomt dat water van buiten in het uitlaatsysteem kan doordringen. Wanneer de motor zich onder de waterlijn bevindt is een waterbocht tot ruim boven de waterlijn met antihevelventiel absoluut noodzakelijk in de waterinjectieleiding, dit om te voorkomen dat water naar de motor hevelt via de impellerpomp.

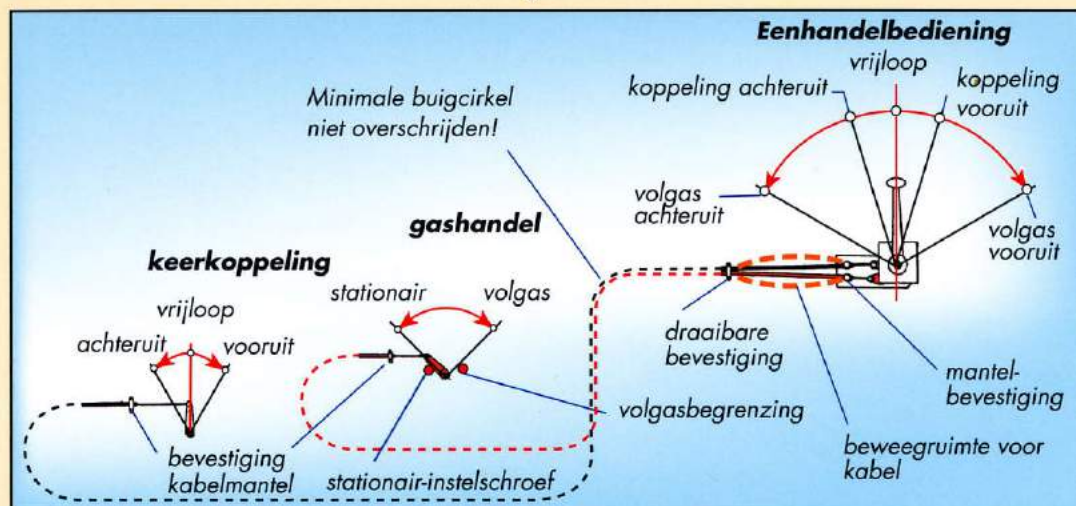


Onderhoud Het uitlaatsysteem is praktisch onderhoudsvrij. Eenmaal per jaar goed controleren op lekkage en het antihevelventiel schoonmaken. Ziet men roestsporen bij afdichtingen, voorzichtig bouten vaster draaien. Nieuwe pakkingen in het hete deel van de uitlaat zijn van speciaal materiaal en worden droog aangebracht. De tekeningen geven de volgende details:

- 1 = uitlaatdoorvoer
- 2 = uitlaatspruitstuk
- 3 = antihevelventiel

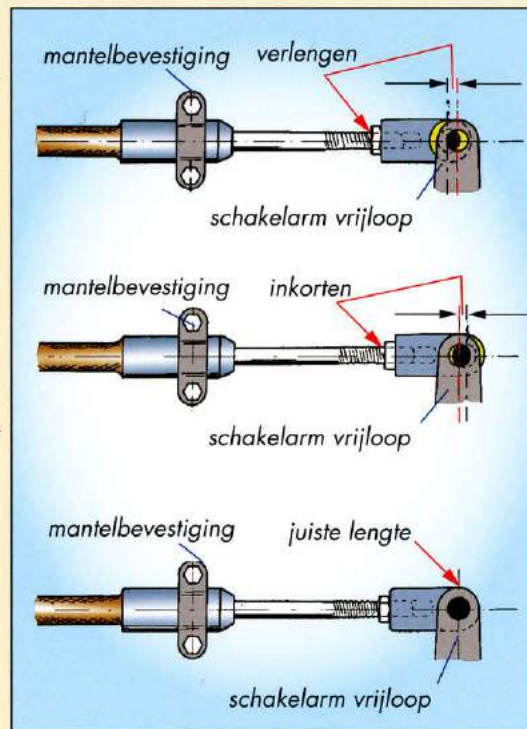


Het systeem



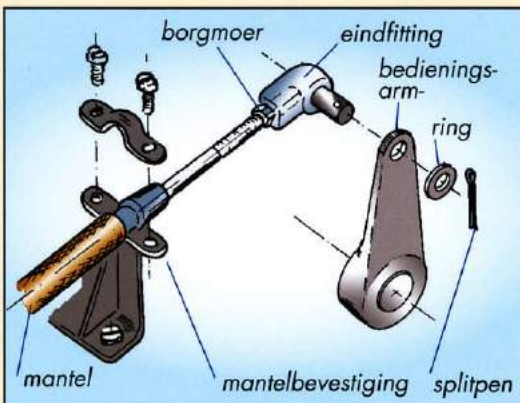
▲ De tekening hierboven toont het principe van de eenhandelbediening zoals die op de meeste jachten wordt toegepast. Bij grotere schepen wordt gekozen voor een elektrisch/elektronisch bedieningsysteem (fly-by-wire). Het systeem bedient zowel de keerkoppeling als het gas. De beweging van de handel wordt overgedragen via duw/trek-kabels, zogenaamde Bowdenkabels. Deze systemen zijn zeer betrouwbaar. Men dient wel de minimale buigcirkel in acht te nemen om wrijving en slijtage te voorkomen. In het kader van regelmatig onderhoud controleert men de bevestigingen van de kabeleinden (zie hiernaast) en de juiste afstelling van de bediening van de keerkoppeling.

► Controle van de bediening van de keerkoppeling. Check allereerst de mantelbevestiging, de borgmoeren en splitpenntjes. Zijn die in orde, dan is het onwaarschijnlijk dat de instelling verlopen is. Men kan dat controleren door het kabeleinde van de bedieningshandel los te nemen. Wanneer zowel de bedieningshandel (bij de stuurstand) als de arm van de keerkoppeling in de vrijloopstand staan, kan men zien of de kabel de juiste afstelling heeft. Corrigeer zonodig zoals hiernaast is aangegeven, en vergeet niet daarbij de borgmoer weer vast te draaien.



Storingen

Wanneer het systeem goed is afgesteld en de kabel nergens te scherp is gebogen of geknikt, kan er eigenlijk niets verkeerd gaan. Wanneer de schakelhandel plotseling moeizaam beweegt of de keerkoppeling onjuist schakelt, moet men de kabelbevestigingen goed nalopen. Treden er plotseling moeilijkheden op, controleer dan de borgmoer en de mantelbevestiging. Soms kan ook een verschoven los voorwerp de bediening verstoren. Zie Pech onderweg hieronder.

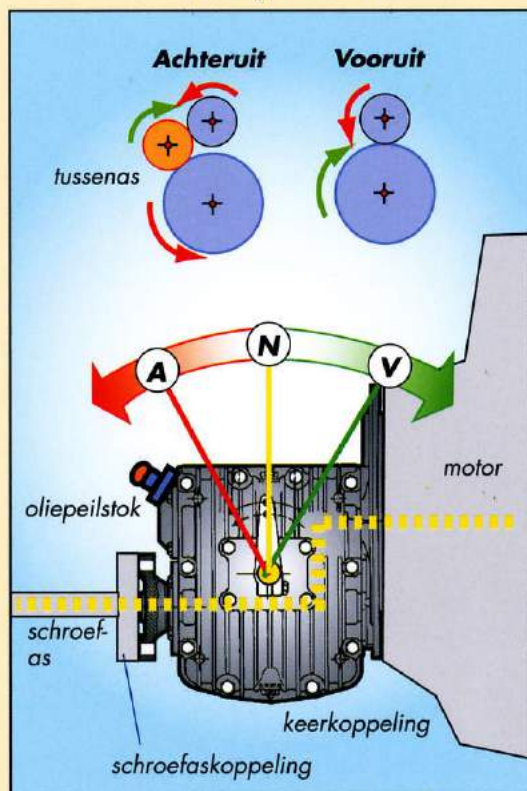


▲ Hierboven een detailtekening van de bediening van de keerkoppeling. Heel belangrijk: de mantelbevestiging en de borgmoer moeten goed vastzitten. De hierboven getekende constructie is een veel voorkomend voorbeeld, maar afwijkende constructies zijn ook mogelijk.

Onderhoud Het schakelsysteem is praktisch onderhoudsvrij. Het is voldoende om de metalen delen in de herfst schoon te maken en licht in te vetten. In het voorjaar alles op goede werking controleren!

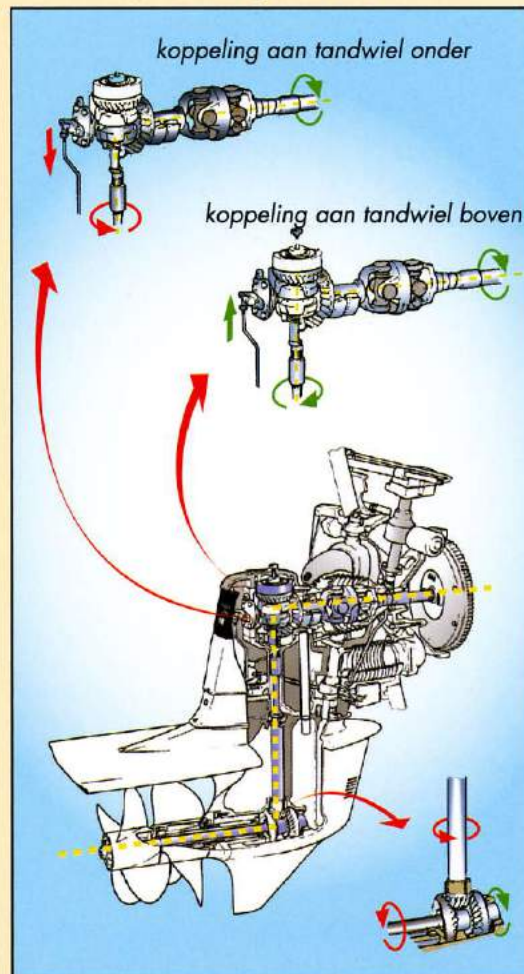
Pech onderweg Wanneer er onverhoopt een onoplosbaar probleem optreedt met het schakelsysteem kan men zich tot de eerstvolgende haven met lijnen op het gas en de keerkoppeling behelpen. Pas op voor de draaiende delen van de motor!

Het systeem



▲ Keerkoppeling met (bij voorkeur flexibele) koppeling naar de schroefas. De functie van de keerkoppeling is om het toerental door reductie aan te passen aan de schroef en om schakeling tussen vooruit en achteruit mogelijk te maken. Kleine motoren hebben een keerkoppeling zonder oliekoeling, maar bij grotere vermogens kan de warmte niet meer via het huis worden afgevoerd en is extra koeling nodig. Er wordt onderscheid gemaakt tussen hydraulische en mechanische keerkoppelingen. De omkering van de draairichting is mogelijk door het toepassen van een tussenas (zie tekening boven). Het schakelmechanisme wordt bediend door de schakelhandel.

Het systeem



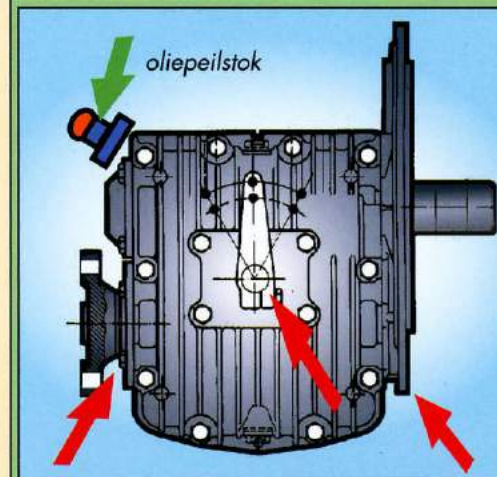
▲ Hierboven is een Z-drive getekend. Een Saildrive lijkt hier sterk op. Het getekende systeem heeft konuskoppelingen en, al naar gelang de gewenste draairichting, wordt met één van twee tegengesteld draaiende tandwielen gekoppeld. De tekening (detail onderaan) laat tevens zien hoe met een holle as twee tegengesteld draaiende schroeven kunnen worden aangedreven.

Storingen

- olieverlies** ⇒ lekkage zoeken
- vreemde geluiden** ⇒ monteur raadplegen
- moeite met schakelen** ⇒ zie pagina 20
- te hoge temperatuur** ⇒ oliekoeler kapot?

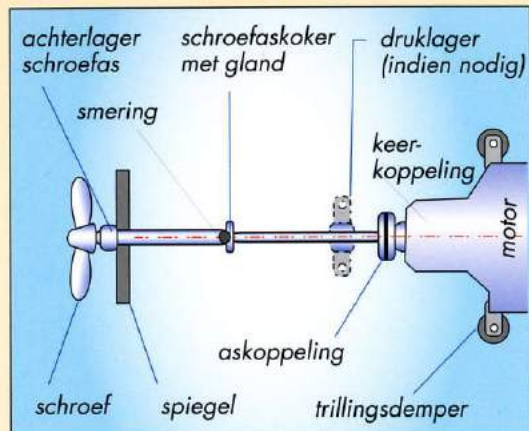
Wanneer er geen olieverlies is en de keerkoppeling normaal functioneert, is alles in orde. In het geval dat de keerkoppeling veel geluid maakt en zwaar schakelt moet men de hulp van een monteur inroepen.

Onderhoud Keerkoppelingen hebben, afgezien van de voorgeschreven olieerversing (meestal eenmaal per twee jaar, zie voorschriften), niet veel onderhoud nodig. Toch is het verstandig daar goede aandacht aan te geven. Controleer de afgetapte olie op metaaldeeltjes die een aanwijzing voor schade of slijtage kunnen zijn.

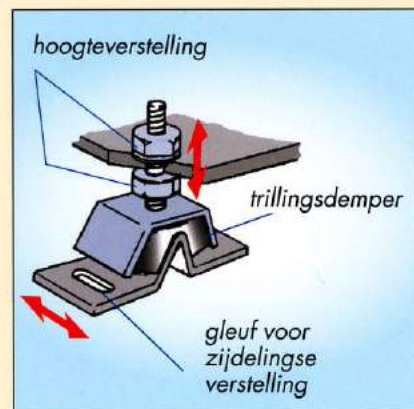


Controleer het oliepeil minstens een- of tweemaal per seizoen. Kijk goed of er geen olie-lekkage te zien is bij de schroefasuitgang, de schakelhandel of de aansluiting op het motorblok. Is daar allemaal moeilijk bij te komen, maak dan gebruik van een spiegel aan een stok.

Het systeem



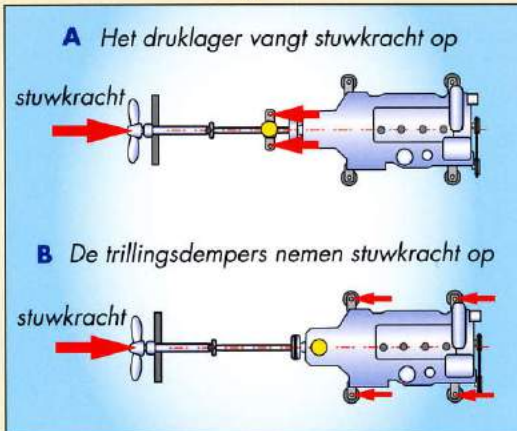
▲ De tekening hierboven toont een gebruikelijke schroefasinstallatie, waarbij de motor gemonteerd is op flexibele trillingsdempers. Wanneer de schroefas is voorzien van een druklager, dan moet tussen de motor en de as een flexibele koppeling zijn aangebracht. Andere technische details in de constructie worden bepaald door het type smering (water of vet) van de as. Verschillen kunnen ook optreden in de manier waarop de schroef is bevestigd (spiebaan of getand aseinde). Bij een Z-drive wordt de kracht van de schroefas meestal via een plaatkoppeling op de schroef overgedragen.



Onderhoud Het onderhoud van de schroefasinstallatie beperkt zich normaal gesproken tot het smeren (bij een vetgesmeerde schroefas) of schoonhouden (bij een watergesmeerde schroefas) van de afdichting bij het gland. Wanneer het schip voor een onderwaterbeurt of de winterstalling uit het water is gehaald dient men de schroef en het uitstekende deel van de schroefas zorgvuldig te inspecteren op slijtage of (galvanische) corrosie. Vernieuw dan tevens de aangebrachte zinkanodes.

◀ Met behulp van de trillingsdempers kan de motor zowel zijdelings als in hoogte veresteld worden. Wanneer men de moeren losdraait, zonder de kennis en het gereedschap die nodig zijn om de motor correct uit te lijnen, kan veel schade ontstaan. Controleer één of tweemaal per jaar of de moeren nog goed vastzitten.

Het systeem



▲ Hier is getekend hoe de stuwkracht van de schroef op het schip wordt overgebracht.
A: De as is voorzien van een druklager dat de stuwkracht op de romp overbrengt. De trillingsdempers van de motor nemen alleen 'vrije' bewegingen van het motorblok op.
B: De stuwkracht wordt nu allereerst door de keerkoppeling opgenomen en via het motorblok op de trillingsdempers overgebracht. Deze zullen naast de trillingen nu ook de stuwkracht opnemen. Anderzijds moet de schroefas de bewegingen van de motor kunnen toelaten, bijvoorbeeld door het laten 'zweven' van het gland.

Storingen

Schroefschade

Wanneer de schroef ergens door geraakt is, maar er geen vermogensverlies en ernstige trillingen optreden, kan men doorvaren tot de volgende haven. Wanneer de gevolgen groter zijn, zie bij Pech onderweg hieronder.

Gland lekt te veel water

Bij vetsmering: vet toevoegen en eventueel de druk op het vetkoord iets verhogen door de bouten van de aandrukbus aan te draaien. Bij watersmering: controleer de afdichting op vervuiling. Mocht een afdichtingslip gescheurd zijn of een dichtingsring gebroken, dan kan men proberen met goede watervaste kit de waterstroombaan te beperken totdat men een haven heeft bereikt en kan repareren.

Lager maakt geluid

Vooral bij rubberen schroefaslagers kan geluid ontstaan. Dit kan duiden op slijtage. De speling van de as in het lager mag maximaal 3% van de doorsnede bedragen. Bijvoorbeeld: een 30 mm as mag maximaal 1 mm speling hebben. Wordt het geluid plotseling sterker, dan direct gas terugnemen.

Pech onderweg

Situatie → De keerkoppeling is ingeschakeld, maar de boot maakt geen vaart.

Klap- of vouwschroef

Probeer achteruit te varen. Helpt dat niet dan moet men een onderwaterinspectie uitvoeren.

Vaste schroef

Hier helpt alleen een onderwaterinspectie.

Onderwaterinspectie

Om de schroef onder water te inspecteren heeft men minimaal een snorkeluitrusting nodig. In helder water is dat niet zo'n probleem. Met een scherp mes kan men plastic of touwwerk verwijderen. Schroefschade onder water verhelpen of zelfs een nieuwe schroef monteren is theoretisch mogelijk, maar zal in de praktijk vaak onuitvoerbaar blijken. Borg gereedschap (en uzelf) met lijnen en breng nooit uw eigen veiligheid in gevaar.

Onderhoudsschema

Onderhoud	W-1 draaiuren	W-2 draaiuren	W-3 of minstens per
Bouwjaar	vóór 2000	na 2000	
motorolie verversen	50-100	200-500	jaar
oliefilter vervangen of schoonmaken	50-100	200-500	jaar
olie peilen	dagelijks	dagelijks	dag
oliepeil hogedrukpomp en keerkoppeling	100-200	500	2 jaar
V-snaar testen	25-50	50-100	4 weken
wierfilter (op binnenwater: dagelijks)	100-200	100-200	2 maal per seizoen
impeller (afhankelijk van watervervuiling)	tot 200	200-500	3 jaar
thermostaat schoonmaken en testen *	tot 200	tot 1000	3 jaar
motor koelvloeistof en warmtewisselaar *	100	1000	3 jaar
luchtfilter schoonmaken	50-100	200-500	jaar
hogedrukpompbediening	50-100	500-1000	2 jaar
brandstofgroffilter (afhankelijk van brandstofgebruik)	50-200	200-500	jaar
brandstoffijnfilter (afhankelijk van brandstofgebruik)	100-500	500-1000	jaar
controle leidingen en slangen	tot 50	100-200	2 maal per seizoen
klepspeling controleren *	100-200	500-1000	2 jaar
bouten en moeren controleren	tot 200	500	2 jaar
olie verversen keerkoppeling *	tot 200	500-1000	2 jaar
accu testen en water bijvullen	25-50	100-200	2 maal per seizoen
dynamo testen en koolborstels vernieuwen *	600-1000	600-1000	3 jaar
startmotor *	800-1000	800-1000	3 jaar
kabels testen	500-1000	500-1000	5 jaar
tank inwendig inspecteren *	200-1000	500-1000	3 tot 5 jaar
zinkanoden vernieuwen	tot 1000	tot 1000	jaar

*) eventueel door monteur laten uitvoeren wanneer deze toch aan boord is.

▲ Dit schema geeft de meest gebruikelijke onderhoudswerkzaamheden met de daarvoor geldende intervallen. De draaiurentabellen gelden voor motoren die intensief worden gebruikt. Kolom **W-1** is voor oudere motoren die wat meer onderhoud vragen en kolom **W-2** voor moderne onderhoudsarme motoren. De meest rechtse kolom **W-3** geldt voor weinig gebruikte hulpmotoren. Wanneer men per jaar bijvoorbeeld minder dan 200 draaiuren maakt moet men toch in de herfst de motorolie

aftappen en vernieuwen. De met een * gemerkte werkzaamheden kan men door een monteur laten doen wanneer deze toch aan boord is, bijvoorbeeld voor het bijstellen van de klepspeling. Heeft men het idee dat de startmotor moeizaam functioneert ondanks het feit dat de accu vol is, dan kan de monteur de koolborstels van de startmotor controleren. Wanneer dat in de herfst gebeurt, heeft men nog het hele winterseizoen om onderdelen te bestellen of reparaties te laten uitvoeren.

Tips

Bedrijfsurenteller

De bedrijfsurenteller is de beste hulp bij het plannen van het onderhoud. Men noteert in het motorlogboek bij alle onderhouds- en reparatiewerkzaamheden de datum en het aantal motoruren. Sommige leveranciers monteren een bedrijfsurenteller standaard in het instrumentenpaneel. Wanneer die niet aanwezig is, moet men die alsnog toevoegen. Goed motoronderhoud kan nauwelijks zonder zo'n instrument en dat geldt zowel voor motor- als zeiljachten.

Levensduur

Diesels hebben, bij goed onderhoud, een zeer hoge levensduur. Pas na 6000 bedrijfsuren is eventueel een revisie nodig. De conditie van een dieselmotor kan getest worden met een compressiemeting en men kan een monster van de gebruikte motorolie laten onderzoeken. Slijtage laat zich merken door een toenemend oliegebruik, wat meer rook uit de uitlaat en een wat rumoeriger gang. Bij gemiddeld 200 draaiuren per jaar kan men toch rekenen op 30 jaar probleemloos varen. Is het motorblok gebaseerd op een relatief zware industriële diesel, dan kunnen deze termijnen nog makkelijk overschreden worden. Een continu draaiende industriële generatorset maakt per jaar meer dan 8000 draaiuren.

Compressiedruk

Het meten van de compressiedruk is een arbeidsintensief karwei en neemt per cilinder ongeveer een half uur tijd in beslag. Op de plaats van de verstuiver wordt een manometer geplaatst die de druk in de cilinder meet tijdens de compressieslag. Bestaat het vermoeden dat de motor problemen heeft, dan moet men niet wachten tot de motor 15 jaar oud is, maar tijdig een compressietest laten uitvoeren. Het loont de moeite daar een betrouwbare dieselmonteur voor te zoeken. Men vindt de juiste druk in de motorspecificaties. Wanneer alle cilinders in gelijke mate niet meer dan 20% drukverlies laten zien is dat geen man-over-boord. Het is ernstiger wanneer een of twee cilinders een sterk afwijkende compressiedruk laten zien. In dat geval zal een complete revisie noodzakelijk zijn.

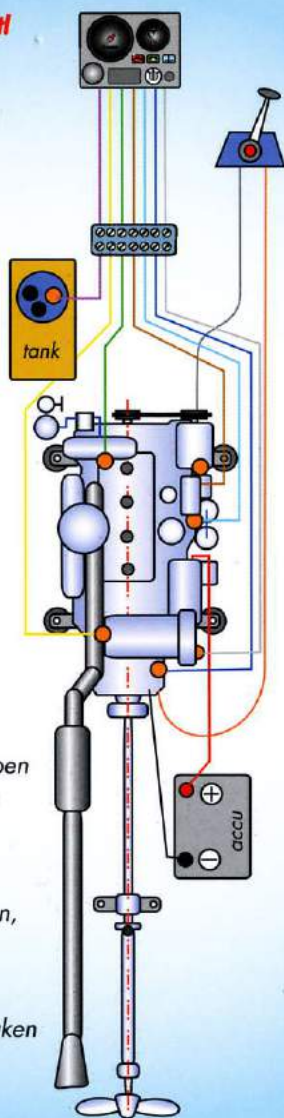
Winter- en bedrijfsklaarmaken

Tips

Herfst

Let op: de aanwijzingen in de motorhandleiding hebben voorrang op deze lijst

- Elektrische contacten van sensoren en instrumenten inspuiten met contactspray
- Schroefasgland inspecteren en eventueel vetkoord vernieuwen
- Schroefasachterlager controleren op speling
- Schroef inspecteren, schoonmaken en licht met watervast vet insmeren
- Zinkanoden controleren en eventueel nieuwe aanbrengen
- Brandstoftank uitwendig schoonmaken en, wanneer dat is toegestaan in de winterberging, geheel vullen
- LuchtfILTER reinigen of vernieuwen
- Brandstofwaterafscheider schoonmaken
- Brandstofgroffilter vernieuwen
- Brandstoffijnfilter vernieuwen
- Olieverversen en oliefilter schoonmaken of vervangen
- Olie van de keerkoppeling versen indien nodig
- Koelvloeistof van de motor controleren en indien nodig versen
- Buitenkoelwatersysteem met zoet water spoelen, met antivries naspoelen en aftappen
- Impeller controleren en eventueel nieuwe bestellen
- Indien nodig verstuivers demonteren en laten afstellen/schoonmaken
- V-snaar controleren, eventueel vernieuwen, en ontspannen
- Motorblok controleren op leksporen en eventueel nieuwe pakkingen bestellen
- Motor en machinekamer goed schoonmaken
- Blanke delen schoonmaken en met conserveringsmiddel inspuiten
- Accu's bijvullen met gedemineraliseerd water en goed schoonmaken



Voorjaar

Let op: de aanwijzingen in de motorhandleiding hebben voorrang op deze lijst!

- Schroefasgland controleren en eventueel aandraaien
- Schroefaskoppeling controleren, bouten/moeren
- Impeller indien nodig vernieuwen, inclusief pakking pompdeksel
- Alle koelwater- en brandstofkranen openen en systemen controleren op lekkage
- V-snaar spannen
- Oliepeil en koelwater-niveau controleren
- Accuspanning en -vloeistofniveau controleren, eventueel bijladen
- Brandstofsysteem ontluften
- Klepspeling controleren (vakman/monteur)
- Alle bedieningsystemen controleren op juist functioneren
- Motor warmdraaien en alle functies goed controleren

Klussenlijst

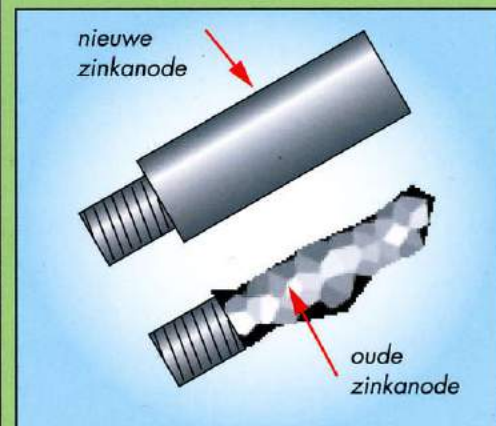
Een klussenlijst is een handig hulpmiddel om alle werkzaamheden, die horen bij het winterklaarmaken, het weer in bedrijf stellen van de motor en het nodige onderhoud, vast te leggen. Zo'n lijst kan achterin het logboek worden opgenomen men kan daarin afvinken welke onderdelen zijn gedaan.

Verzamelbanden

Het is ten eerste aan te bevelen alle motordocumentatie te kopiëren. Deze kopieën kunnen gestoken worden in plastic mappen met gaten die passen in de klem van een verzamelband. De origineel worden thuis droog bewaard. Zo ontstaat een ordelijk documentatiesysteem van de motor wat van grote hulp zal zijn bij onderhoud en reparatie.

Zinkanodes

Er zijn een aantal plaatsen op de schroefas, de roerkoning en in de motor waar speciale zinkanodes worden toegepast.



Deze anodes zijn vaak maar toereikend voor een seizoen. Men vindt ze op het einde van de schroefas, in de warmtewisselaar van de motor, de interkoeler en in de oliekoeler van de motor en de keerkoppeling.

Controles bij het starten en wegvaren

Gezien vanuit het oogpunt van veiligheid, bestaat het wegvaren uit vier fasen:

1



Visuele controle Kijk goed rond en controleer op onregelmatigheden: lekkages, motor, bilge, V-snaren, schroefasafdichting. Peil olie en koelwater en controleer of koelwater- en brandstofkraan open is. Het noodzakelijke onderhoud moet gedaan zijn.

2

Startschakelaar inschakelen



3

Motor loopt
Oliedruk- en dynamolampje moeten doven



JA NEE

olie-druk: zie pag. 9
dynamolamp: zie pag. 6

Motor draait stationair

Tankniveau en voltmeter wijzen correct aan

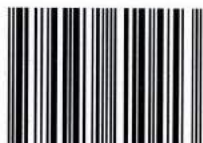
Voordat u de meerlijnen losgooit controleert u nog alle instrumenten. De meeste meters, behalve oliedruk en voltmeter, staan op nul. Wanneer er geen spanning is staan instrumenten 'onder' nul, tegen de linkeraanslag. Luister of de motor geen ongewoon geluid maakt en controleer of er koelwater uit de uitlaat 'proest'. Als alles in orde is kunt u afvaren.

4 Afvaren Maak de meerlijnen los en zorg dat er geen lijnen buitenboord blijven hangen. Wanneer de motor warm is mag de uitlaat niet roken en moeten temperatuur en oliedruk de normale bedrijfswaarden bereiken. Mocht er onverhoopt iets gebeuren wat u niet zelf kunt oplossen, roep dan vakkundige hulp in. Een goed onderhouden motor zal u niet snel in de steek laten.

Alfabetische index

Accucontrole	8
Antihevelventiel	19
Brandstof	13
Brandstoffilter	14
Compressiedruk	23
Controlelampjes	3
Dynamo controlelamp	5
Elektriciteit	5
Impeller	12
In bedrijf stellen	24
Inleiding	1
Instrumentenpaneel	3
Intercooler inlaatlucht	18
Keerkoppeling	21
Klepspeling	16
Koelwater	11
Luchtfiler	17
Motorbediening	20
Oliedruk	9
Oliefilter	10
Onderhoud	23
Ontluchten brandstofsysteem	14
Opvoerpomp	14
Roerkoning	22
Schroef	22
Schroefas	22
Starten	7
Startmotor	8
Startproblemen (brandstof)	13
Startproblemen (elektrisch)	7
Tankniveau-meting	13
Thermostaat	12
Tips	4
Uitlaat	19
Uitlaatrook	19
Uitlaatturbine	18
Verbrandingslucht	17
Verstuiver	15
Voltmeter	6
Voor-/achteruit omschakeling	20
Warmtewisselaar	12
Winter- en bedrijfsklaarmaken	24

ISBN: 978 90 5961 045 3



9 789059 610453

De Alk & Heijnen Watersport



Copyright © 2006, 2008 De Alk & Heijnen bv, Postbus 9006, 1800 GA Alkmaar, tel. 072-5113965, internet: www.alk.nl

Oorspronkelijke titel: Tafeln für den Bootsdiesel

Auteur: Hans Donat

Eerste uitgave in 2004 in Duitsland door Edition Maritim,

Raboisen 8, 20095 Hamburg

Vertaling: Jimmy Lengkeek

Illustraties: Hans Donat

All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form, by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

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