

Machineonderhoud en reparatie

**Onderhouden, controleren
en afstellen**

Machineonderhoud en reparatie

Onderhouden, controleren en afstellen

Arie Versluis

1e druk, 2000



vormgeving: Blom & Ruysink, Lexmond

Artikelcode 10144

© 2000 Ontwikkelcentrum, Ede

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

Voorwoord

Inleiding

Binnen KS 2000 is de deelkwalificatie "Machineonderhoud en reparatie 1" verplicht voor leerlingen die de studierichting Loonwerk volgen. Voor je ligt het bijbehorende lesboek.

Voor deze uitgave hebben diverse bedrijven informatie verstrekt in de vorm van illustratiemateriaal en actuele kennis. Zonder deze bedrijven had deze uitgave niet tot stand kunnen komen.

Wilbert Waggelink heeft voor verschillende hoofdstukken tekst geschreven. Jan van Driel heeft de auteur onderwijskundig begeleid. De illustraties zijn verworven door Edwin Verbaal. Het projectmanagement was in handen van het Ontwikkelcentrum. De redactie is verzorgd door Studio MAAN, Clazien Rodenburg.

De auteur,
Arie Versluis

Inhoud

hoofdstuk 1	De werking van motoren	1
1.1	De vierslagmotor	3
1.2	De tweeslagmotor	24
1.3	Het instructieboek	32
1.4	Afsluiting	35
hoofdstuk 2	Controleren en meten	39
2.1	Eenvoudige meetapparatuur	40
2.2	Banden	49
2.3	Aandrijvingen: V-snaren en kettingen	59
2.4	Tussenassen	71
2.5	Afsluiting	92
hoofdstuk 3	Monteren, demonteren en afstellen	95
3.1	Gereedschappen	96
3.2	Materialen	109
3.3	Lassen	118
3.4	Klinken en nagelen	128
3.5	Snijden en tappen	130
3.6	Afsluiting	137
hoofdstuk 4	Onderhouden, reinigen en conserveren	141
4.1	Onderhouden	142
4.2	Reinigen	147
4.3	Conserveren	160
4.4	Afsluiting	164

Inleiding

Leerlingen die de studierichting loonwerk volgen, krijgen te maken met het onderhouden en repareren van machines. In dit cursusboek wordt daar op ingegaan. Het boek bestaat uit vier hoofdstukken.

Onderhoud en reparatie aan trekkers, machines en werktuigen kun je pas goed uitvoeren als je weet hoe ze werken. Het 'hart' van alle trekkers en machines is de motor. In hoofdstuk 1 gaat het over verschillende motoren: vierslagmotoren en tweeslagmotoren. Veel informatie over de motor, het onderhoud en het gebruik ervan vind je in het instructieboekje dat bij de trekker of de machine hoort. Het instructieboekje wordt ook behandeld in hoofdstuk 1. Verder worden de vloeistoffen die gebruikt worden, besproken.

Als alles werkt hoef je alleen maar onderhoud te plegen. Dat houdt onder meer in dat je meet en controleert of iets nog werkt. Om te meten en te controleren gebruik je hulpmiddelen. Deze hulpmiddelen, eenvoudige meetapparatuur, komen aan de orde in hoofdstuk 2. Onderdelen die een belangrijke rol spelen bij onderhoud en reparatie zijn: banden, V-snaren, kettingen en tussenassen. Ook deze onderdelen komen in hoofdstuk 2 aan de orde.

Als je door te meten en te controleren een storing ontdekt, moet je die storing verhelpen. Hiervoor gebruik je diverse gereedschappen. Welk gereedschap je gebruikt, is afhankelijk van het materiaal waaruit een trekker, machine of werktuig bestaat. Voor elk materiaal zijn er verschillende methoden om ze te bewerken: lassen, klinken en nagelen en snijden en tappen. Al deze onderwerpen worden besproken in hoofdstuk 3.

Onderhoud plegen doe je het gehele jaar door. Er zijn ook machines en werktuigen die maar een deel van het jaar gebruikt worden. In de periode dat ze niet gebruikt worden, worden ze gereinigd en geconserveerd. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op onderhouden, reinigen en conserveren.

Leerwijzer

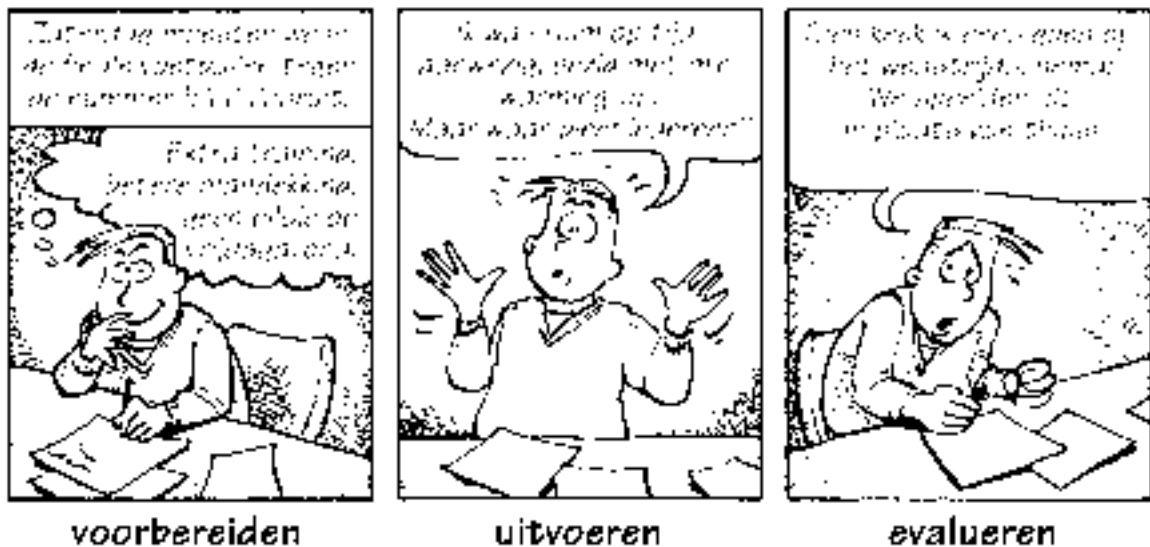
In de inleiding heb je kunnen lezen dat je in dit boek veel kunt leren over machineonderhoud en reparatie. Die kennis heb je later in je beroep nodig.

Maar we kunnen niet alles wat je moet weten in het boek zetten. Ieder bedrijf is weer anders. Bovendien verandert er binnen het bedrijf waar jij gaat werken in de loop van de tijd regelmatig iets. Je zult dus later in je beroep nog veel op eigen kracht, zelfstandig, bij moeten leren.

Leren in drie stappen

Als je tijdens je opleiding leert, regelt de docent veel voor je. Hij of zij zoekt uit wat je moet leren, legt uit waarom je het moet leren, controleert of je het snapt, zorgt dat je genoeg oefent enzovoort.

Omdat je later zelfstandig moet kunnen leren is het belangrijk dat je zelf weet hoe je dat aanpakt.



figuur 0.1 Leren in drie stappen: voorbereiden, uitvoeren en evalueren

Leren kun je ook leren

Dit boek is zo geschreven dat je het zelfstandig kunt doorwerken. Aan het eind van iedere paragraaf kom je verwerkingsvragen over de leerstof tegen. Daarnaast kom je ook opdrachten tegen waarmee je leert hoe je zelfstandig kunt leren.

Er zijn twee soorten opdrachten.

- 1 *Oriënterende opdrachten* staan aan het begin van ieder hoofdstuk en helpen je bij het voorbereiden op het hoofdstuk.
- 2 *Afsluitende opdrachten* helpen je bij het evalueren van je leerproces. Je vindt ze aan het eind van ieder hoofdstuk.

In de opdrachten oefen je allerlei vaardigheden die je nodig hebt bij het zelfstandig leren. Na verloop van tijd zul je de opdrachten niet meer nodig hebben en kun je op eigen kracht zelfstandig leren.

Bij dit boek hoort een opdrachtenboek. In dit opdrachtenboek staan opdrachten en taken over machineonderhoud en reparatie. De taken zijn praktisch van aard.

hoofdstuk 1

De werking van motoren

Oriëntatie

Klaas is één van de jongens van de opleiding die niet op de lagere landbouwschool heeft gezeten. Op zijn vorige school, de MAVO, is er bij het vak Techniek wel iets over motoren gezegd, maar niet over de werking ervan.

Wanneer de techniekleraar het een en ander uitlegt over het werkingsprincipe van motoren zit Geurt er constant tussendoor te kletsen. Hij weet het natuurlijk al. Dan vraagt de leraar Geurt hoe het nu precies zit met rode en witte dieselolie. Geurt weet het niet en de hele klas ligt in een deuk!

Piet pakt het instructieboekje van een trekker erbij en zoekt het op!

**oriënterende
opdracht 1.1****Waar gaat dit hoofdstuk wel en niet over?**

Als je aan een heel nieuw onderwerp gaat beginnen, is het goed om eerst eens na te gaan wat je al van het onderwerp afweet. Alle nieuwe informatie over dat onderwerp kun je dan makkelijker onthouden. Zoals je in de oriëntatie al hebt gelezen, gaat dit hoofdstuk over motoren. Deze opdracht helpt je om na te gaan wat je al van dat onderwerp weet.

Soms zit die kennis wat dieper weggestopt. Als je samen werkt met anderen helpt dat om alles wat je al van het onderwerp weet 'los' te maken. Maak deze opdracht daarom met z'n tweeën of drieën.

- a Zet het woord 'motor' midden op een vel papier. Ga nu samen hardop nadenken en noteer alle onderwerpen waaraan je denkt bij het woord 'motor'. Schrijf die onderwerpen op rondom het woord 'motor'. Zet onderwerpen die bij elkaar horen ook dicht bij elkaar.
- b Als je ongeveer 15 onderwerpen op papier hebt gezet, ga je pijlen zetten tussen de onderwerpen die direct met elkaar te maken hebben. Zet een kruis door de onderwerpen waarvan je als groep vindt dat ze eigenlijk niet zo veel met motoren te maken hebben. Je hebt nu een schema gemaakt van wat je al van motoren weet.
- c Blader het hoofdstuk even door. Lees de leerdoelen, de paragraaftitels, de tussenkopjes en de bijschriften. Bekijk ook de illustraties.
- d Zet in je schema een cirkel om de onderwerpen die in dit hoofdstuk aan de orde komen.

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- de werking van een vierslagmotor uitleggen;
- de werking van een tweeslagmotor uitleggen;
- de belangrijkste onderdelen van een twee- en een vierslagmotor benoemen;
- in een tekening aangeven hoe de brandstof op de juiste plaats komt;
- aangeven wat het belang is van smering;
- de werking van de koelsystemen uitleggen;
- de verschillen tussen een tweeslagmotor en een vierslagmotor benoemen;
- een instructieboekje lezen en gebruiken.

Onderhoud en reparatie aan trekkers, machines en werktuigen kun je pas goed uitvoeren als je weet hoe ze werken. Het 'hart' van alle trekkers en machines is de motor. In paragraaf 1.1. gaat het over de vierslagmotor. Deze motor vind je in bijvoorbeeld trekkers. In bijvoorbeeld motorkettingzagen en bosmaaiers zitten tweeslagmotoren. Deze lichte en compacte motoren komen aan de orde in paragraaf 1.2. Veel informatie over motoren, over het onderhoud en het gebruik vind je in het instructieboekje dat bij de trekker, de machine of het werktuig hoort. In paragraaf 1.3 wordt kort ingegaan op het instructieboekje. Verder worden de vloeistoffen die gebruikt worden, besproken in deze paragraaf.



figuur 1.1 Zijn de banden niet te hard opgepompt?

1.1 De vierslagmotor

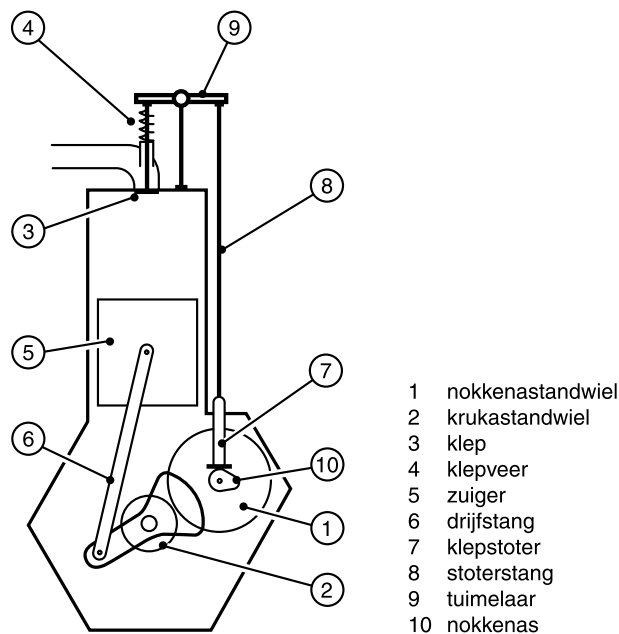
Een trekker of een kraan werkt zomaar als je het sleuteltje omdraait. Maar wat heb je eigenlijk nog meer nodig?

Wanneer je de wielen van een trekker of de rupsen van een kraan wilt laten draaien, heb je een krachtbron nodig. Deze krachtbron is bijna altijd een verbrandingsmotor. Die verbrandingsmotor drijft op zijn beurt weer andere onderdelen aan, zoals de versnellingsbak of de oliepompe.

Trekkers, grondverzetmachines en vrachtwagens hebben meestal een verbrandingsmotor die op dieselolie loopt: een dieselmotor. Een dieselmotor is een gewone verbrandingsmotor, maar zonder bougies.

Een dieselmotor in bijvoorbeeld een trekker of een kraan is een vierslagmotor. Deze motor heeft vier slagen nodig om energie of kracht op te wekken.

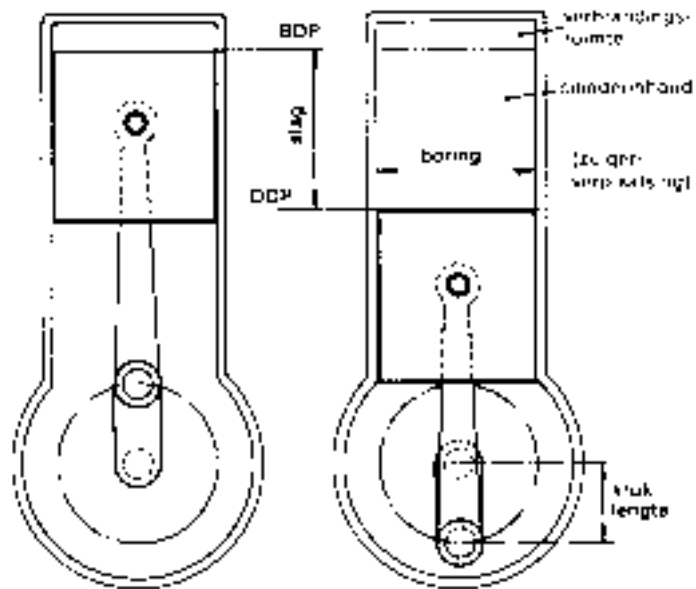
De vierslagmotor bestaat uit verschillende onderdelen. Deze onderdelen worden benoemd in figuur 1.2.



figuur 1.2 De onderdelen van een vierslagdieselmotor

De werking en het principe van de vierslagmotor

Bij het arbeidsproces van een motor spreek je over verschillende slagen. Een slag wil zeggen dat de zuiger beweegt van zijn laagste punt, ook wel het Onderste Dode Punt (ODP) genoemd, naar het hoogste punt. Dit hoogste punt heet het Bovenste Dode Punt (BDP). In figuur 1.3 staan het ODP en het BDP aangegeven.



figuur 1.3 De zuiger beweegt van het ODP naar het BDP.

vierslagmotor Bij een *vierslagmotor* vinden er vier slagen plaats om een motor van energie of kracht te voorzien. De vier slagen die plaatsvinden in een dieselmotor zijn:

- de eerste slag of inlaatslag;
- de tweede slag of compressieslag;
- de derde slag of arbeids- of werkslag;
- de vierde slag of uitlaatslag.

Deze slagen worden hieronder toegelicht.

Eerste slag of inlaatslag

inlaatslag Bij de eerste slag beweegt de zuiger naar beneden. De inlaatklep staat open en via de inlaat wordt er lucht in de cilinder gezogen. Zolang de inlaatklep open is en de zuiger naar beneden gaat, zal er dus lucht toestromen. De ruimte boven de zuiger wordt immers groter en daardoor wordt de druk lager. Als de zuiger de onderste stand heeft bereikt, sluit de inlaatklep.

Tweede slag of compressieslag

compressieslag Bij de tweede slag beweegt de zuiger naar boven. Zowel de inlaatklep als de uitlaatklep is gesloten. De lucht die zich boven de zuiger bevindt, wordt samengedrukt. Hierdoor gaan de druk en de temperatuur omhoog. Dan spuit een verstuiver fijn vernevelde dieselolie in de samengeperste lucht. Dit gebeurt onder heel hoge druk. Alles komt tot ontbranding en er ontstaat een explosie.

Derde slag of arbeids- of werkslag

arbeids- of werkslag De explosie die ontstaat bij de tweede slag resulteert in de derde slag, ook wel arbeids- of werkslag genoemd. De zuiger wordt met geweld weer naar beneden gedrukt. Deze slag eindigt wanneer de uitlaatklep wordt geopend en de zuiger beneden is.

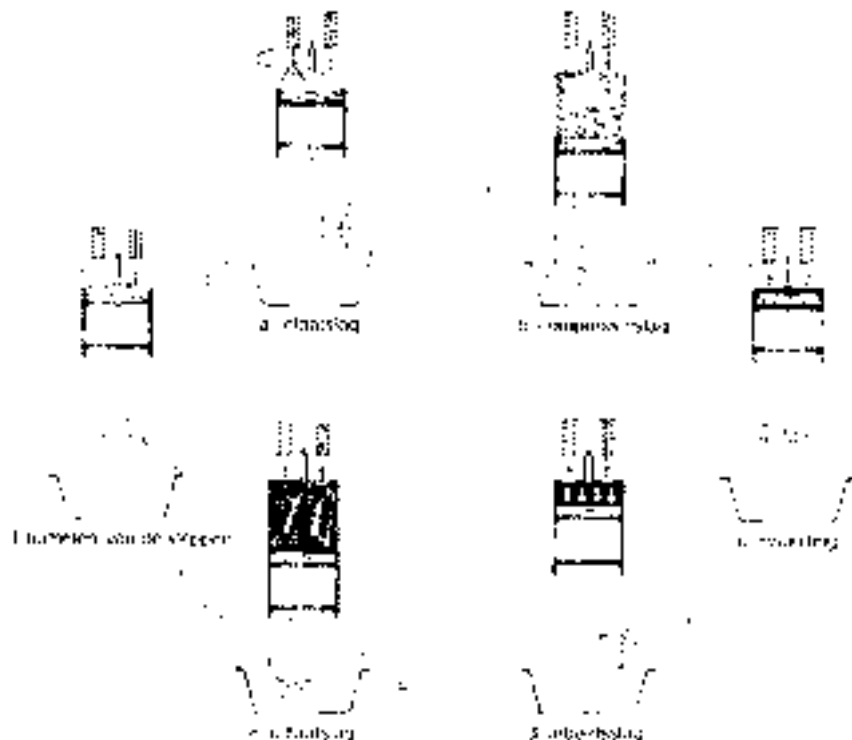
Vierde slag of uitlaatslag

uitlaatslag Bij de vierde slag beweegt de zuiger weer omhoog, terwijl de uitlaatklep open gaat. Hierdoor worden de verbrande gassen naar de uitlaat gedreven, waar ze verder kunnen ontsnappen naar de buitenlucht. Aan het eind van deze slag sluit de uitlaatklep zich weer. De inlaatklep zal zich openen voor een nieuwe slag en een nieuwe werkcyclus.

Het resultaat van dit hele arbeidsproces is dat de krukas van de motor gaat draaien, samen met het vliegwiel. De krukas moet twee keer ronddraaien om één keer arbeid te verrichten. Als de krukas van een éencilindervierslagmotor 1500 omwentelingen per minuut maakt, vinden er per minuut 750 arbeidsslagen plaats.

De nokkenas hoeft alleen maar een klep te openen bij de inlaat- en de uitlaatslag. Als de krukas 1500 omwentelingen per minuut maakt, hoeft de nokkenas maar 750 omwentelingen per minuut te maken.

In figuur 1.4 staat de gehele werkcyclus nog eens afgebeeld.



figuur 1.4 De vier slagen van een vierslagdieselmotor

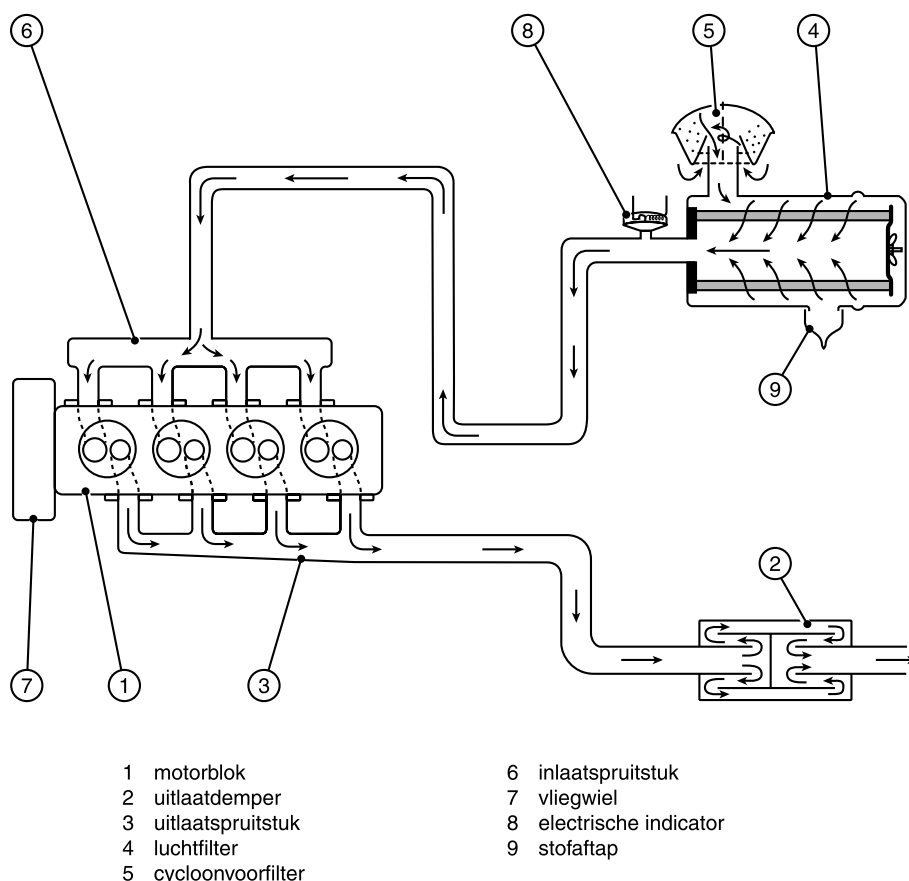
Het luchtinlaat- en luchtuitlaatsysteem

luchtfilter

Voor een goede verbranding van de brandstof in de cilinders moet de motor voldoende lucht aanzuigen. De aangezogen lucht gaat door een luchtfilter naar de inlaatkleppen. Het *luchtfilter* maakt de aangezogen lucht schoon. Vuildeeltjes of zandkorreltjes in het luchtfilter veroorzaken slijtage in de motor door hun schurende werking tussen de zuiger en de cilinder. Een schoon luchtfilter zorgt ervoor dat de motor genoeg lucht kan aanzuigen.

Een grote motor zuigt meer lucht aan dan een kleine. Daarom zal een grote motor ook meestal een groter luchtfilter hebben dan een kleine motor.

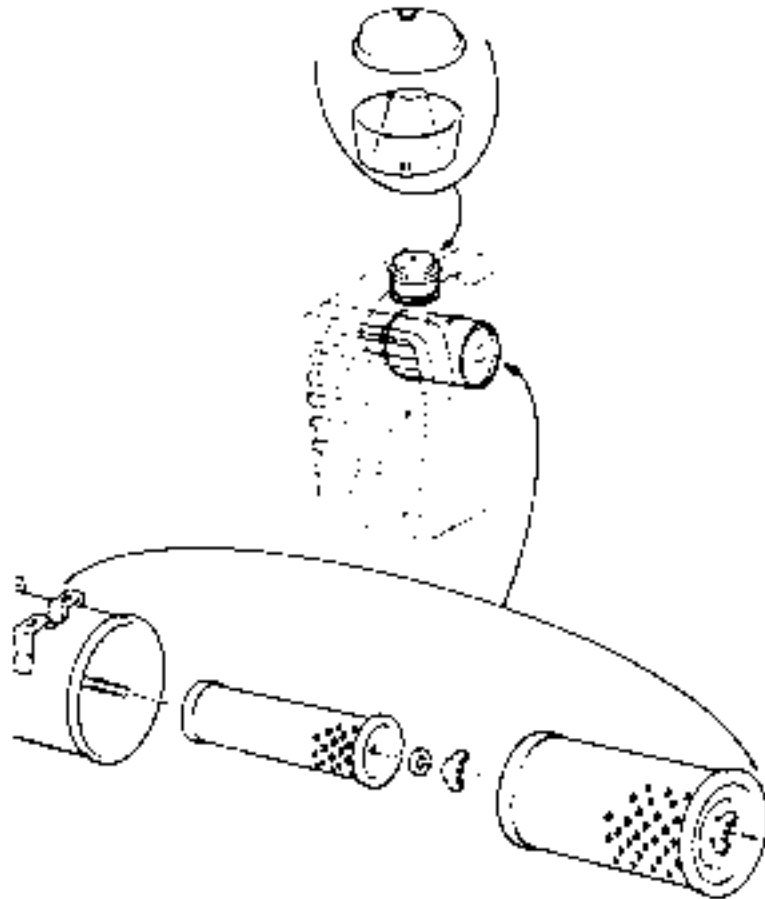
Nadat de lucht in de cilinders is samengeperst, wordt brandstof ingespoten. Door de verbranding (explosie) is de lucht onbruikbaar geworden. De lucht moet verwijderd worden uit de cilinders. De omhoog bewegende zuiger duwt de verbrande lucht uit de cilinder. Deze verbrande lucht noem je verbrandings- of uitlaatgassen. Het uitlaten van deze uitlaatgassen gaat gepaard met veel lawaai. Om dit geluid te beperken, is er in de uitlaatpijp een uitlaatdemper geplaatst. In figuur 1.5 zie je de luchtstromingen in de motor.



figuur 1.5 De lucht stroomt door de motor.

Luchtfilters

Er zijn verschillende soorten luchtfilters. Een droog luchtfilter komt het meeste voor. Een droog luchtfilter is een filter met daarin een wegwerppapierelement. De aanzuigen lucht komt in het filterhuis in werveling. De grove vuildeeltjes worden naar de buitenkant geslingerd (dit noem je cycloonwerking) en opgevangen in de stofaftap. De lucht gaat daarna door het hoofdfilterelement (= droog luchtfilter). Van tijd tot tijd moet je in de stofaftap knijpen om het vuil te verwijderen. In figuur 1.6 is een droog luchtfilter afgebeeld.



figuur 1.6 Het veiligheidsfilterelement zorgt ervoor dat de lucht gezuiverd wordt als het hoofdfilter kapot is.

filterelement Als het *filterelement* erg vervuild is, is de weerstand erin heel groot. Hierdoor ontstaat er een onderdruk in de aanzuigbuis naar de motor. Deze onderdruk wordt gemeten met een voeler. Als de onderdruk te hoog is, gaat er een controlelampje branden op het dashboard.

veiligheidsfilterelement Het *veiligheidsfilterelement* zorgt ervoor dat de lucht alsnog gezuiverd wordt als het hoofdfilter kapot is.

cycloonvoorfilter

Wanneer je onder erg stoffige omstandigheden werkt, bijvoorbeeld in het grondverzet, plaats je vaak een *cycloonvoorfilter*. Een cycloonvoorfilter zet je meestal boven het droge luchtfilter. In figuur 1.7 zie je een cycloonvoorfilter op een wielader.



figuur 1.7 Als je werkt onder stoffige omstandigheden plaats je vaak een cycloonvoorfilter.

Onderhoud luchtfilter

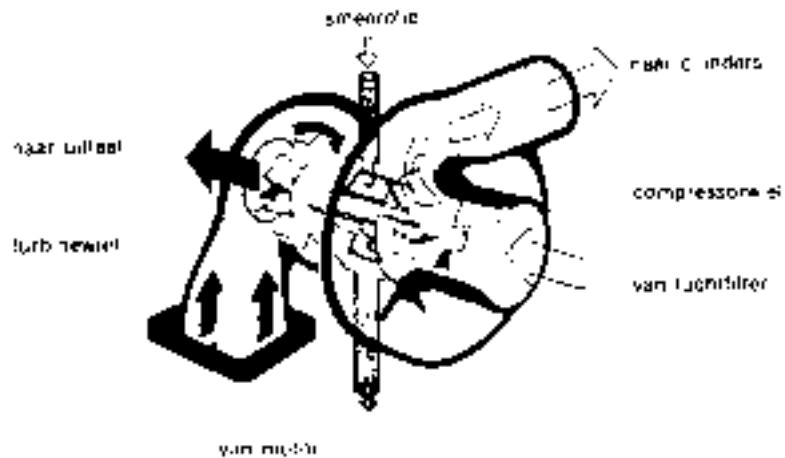
In het instructieboekje van de motor staat wanneer je het luchtfilter moet vervangen. Tussentijds kun je het filter voorzichtig uitkloppen of met perslucht (maximaal 3 bar) van binnenuit schoonblazen. In figuur 1.8 zie je hoe je het filter schoonblaast.



figuur 1.8 Met perslucht kun je het filter schoonblazen.

turbocompressor *De turbocompressor*

In veel dieselmotoren zit een *turbocompressor* die ervoor zorgt dat de cilinders beter gevuld worden met lucht. Een turbocompressor is een huis met daarin een turbo-as met een turbinewiel en een compressorwiel. Het turbinewiel wordt aangedreven door de uitlaatgassen van de motor. Tegelijkertijd wordt door het compressorwiel lucht via het luchtfilter aangezogen en in de cilinders geblazen. Als je dan ook meer brandstof (= dieselolie) inspuit, presteert de motor beter en levert hij meer trekkracht.



figuur 1.9 Een turbocompressor zorgt ervoor dat de cilinders beter met lucht gevuld worden.

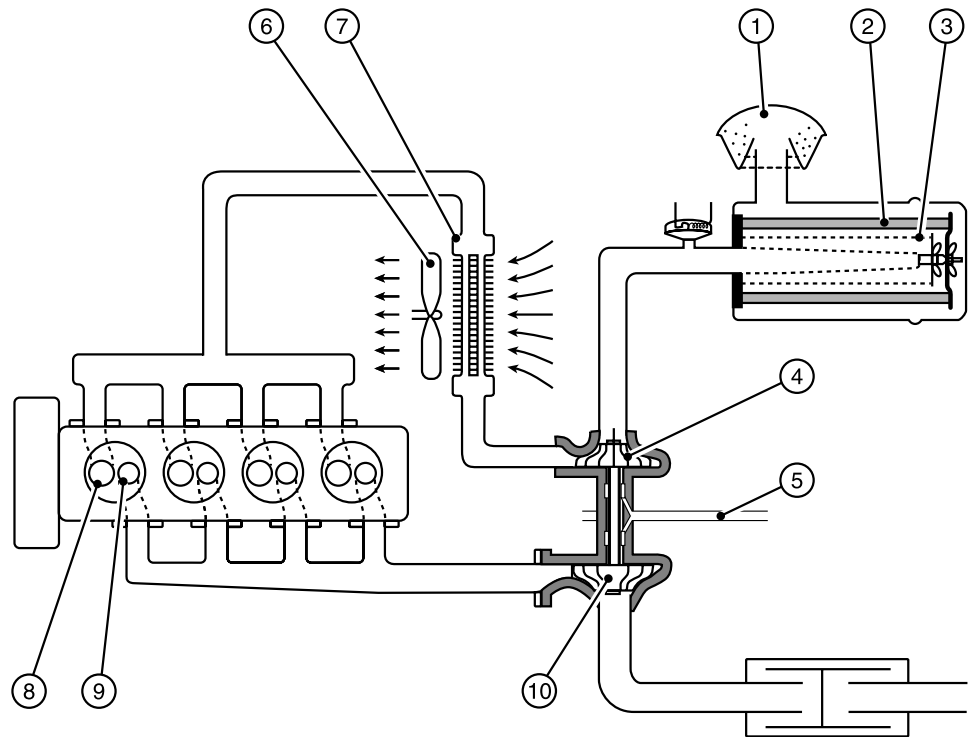
Het toerental van de turbo-as kan oplopen tot 120.000 omwentelingen per minuut. Dit is tien keer het toerental van een haakse slijpmachine of een motorkettingzaag. Daarom moet je zorgen voor een goede smering van de turbo-as, anders loopt hij warm en slaat hij vast.

Je moet de motor niet direct na het starten op vol gas zetten, ook niet van vol gas opeens naar de stopstand. Als je de motor één minuut langzaam laat draaien, zakt het toerental van de turbo-as en komt de smering niet in gevaar.

Om nog meer nut van de turbo te hebben, kun je de aangezogen lucht extra koelen met een tussenkoeler. De tussenkoeler wordt ook wel een intercooler genoemd.

Brandstof

rode dieselolie Dieselolie is de meest gebruikte brandstof voor vierslagmotoren in trekkers, machines en vrachtwagens. Er zijn twee soorten dieselolie: witte en rode. De *rode dieselolie* mag je alleen gebruiken voor voertuigen en machines die hoofdzakelijk in het veld werken. De *witte dieselolie* gebruik je voor vrachtwagens, personenauto's en andere bedrijfswagens die hoofdzakelijk gebruik maken van de openbare weg, dus voor voertuigen met een kenteken.



- | | | | |
|---|-----------------------------|----|--------------------------|
| 1 | cycloonvoorfilter | 6 | ventilator |
| 2 | hoofdfilterelement | 7 | tussenkoeler |
| 3 | veiligheidsfilterelement | 8 | inlaatklep |
| 4 | compressorwiel van de turbo | 9 | uitlaatklep |
| 5 | smeerolieleiding | 10 | turbinewiel van de turbo |

figuur 1.10 Een tussenkoeler zorgt voor extra koeling.

opvoerpomp
brandstof-
inspuitpomp
verstuiver

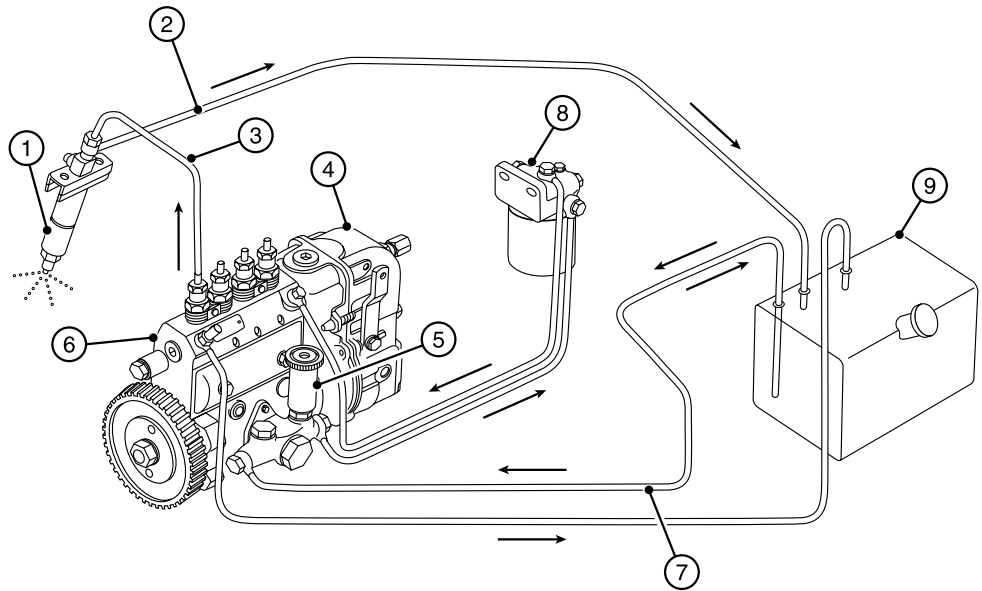
De brandstof wordt opgeslagen in een tank. Vanuit de tank stroomt de dieselolie naar de *opvoerpomp*. De opvoerpomp pompt de dieselolie onder lage druk door één of twee filters naar de *brandstofinspuitpomp*. Die perst de juiste hoeveelheid dieselolie naar de verstuiver. De *verstuiver* vernevelt onder hoge druk de dieselolie in de verbrandingsruimte.

In figuur 1.11 zie je een overzicht van het brandstofsysteem van een viercilinderdieselmotor.

Bij een dieselmotor mag de brandstoftank nooit leeg raken, anders komt er water of lucht in.

condens Water of condens kan schade veroorzaken aan de brandstofinspuitpomp of de verstuivers. In een volle tank kan zich geen *condens* vormen. Daarom moet je de tank na het werk of na de werkdag weer vullen.

Als er lucht in het brandstofsysteem komt, komt dit in het hogedrukgedeelte van de brandstofinspuitpomp en in de verstuivers terecht en valt de motor stil. Je moet dan de motor ontlichten, dat wil zeggen de lucht uit de leidingen halen.



- | | | | |
|---|-----------------|---|----------------------|
| 1 | verstuiver | 6 | brandstofinspuitpomp |
| 2 | lekolielleiding | 7 | lagedrukleiding |
| 3 | hogedrukleiding | 8 | brandstoffilter |
| 4 | regulateur | 9 | dieselolietank |
| 5 | opvoerpompje | | |

figuur 1.11 Het brandstofsysteem van een dieselmotor

Ontluchten

ontluchten

Als de brandstoftank leeg is en als je een brandstoffilter hebt verwisseld, zit er lucht in het brandstofsysteem. Je moet dan eerst het systeem *ontluchten*.

De werkvolgorde bij het ontluchten is als volgt.

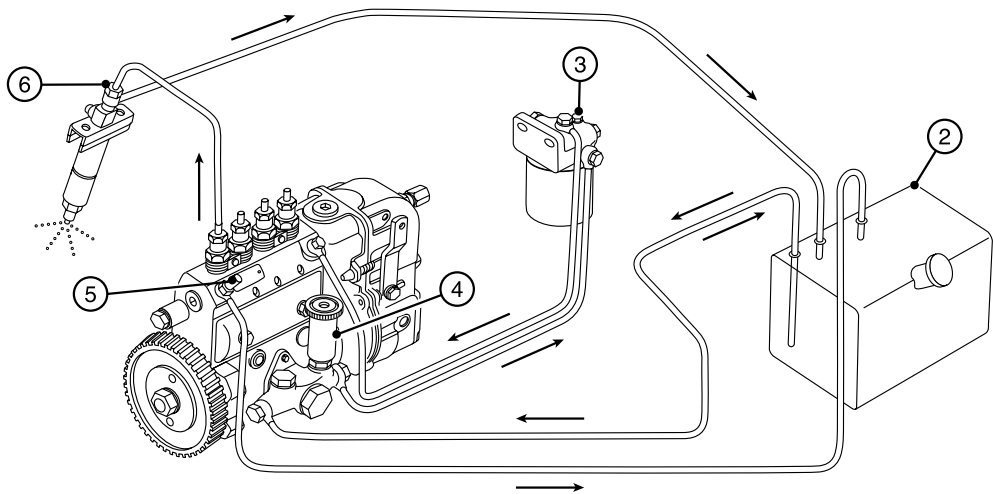
- 1 Lekbak onder de motor plaatsen.
- 2 Tank vullen met dieselolie.
- 3 Ontluchtingsschroef op het filter losdraaien.
- 4 Dieselolie aanpompen met het handpompje. Wachten tot er geen luchtbelletjes meer komen, er mag alleen maar dieselolie uitlopen. Schroefje weer vastdraaien.
- 5 Ontluchtingsschroefje op de brandstofinspuitpomp losdraaien. Wachten tot er alleen maar dieselolie komt. Schroefje weer vastdraaien.
- 6 Hogedrukleiding bij de verstuiver losdraaien. Motor starten. De brandstofinspuitpomp gaat nu werken en vult de hogedrukleiding met dieselolie. Wanneer er dieselolie uit de hogedrukleiding komt, de leiding weer vastdraaien bij de verstuiver.

Alleen als je deze stappen volgt, kun je goed ontluchten.

Het brandstoffilter

brandstoffilters

Schone brandstof is van levensbelang voor de brandstofinspuitpomp en de verstuivers. Daarom zijn in elk brandstofsysteem één of twee *brandstoffilters* gemonteerd.



- 2 brandstoftank
- 3 ontluchtingsschroef filter
- 4 handpomp
- 5 ontluchtingsschroef brandstofinspuitpomp
- 6 hogedrukleiding met verstuiver

figuur 1.12 Ontluchten

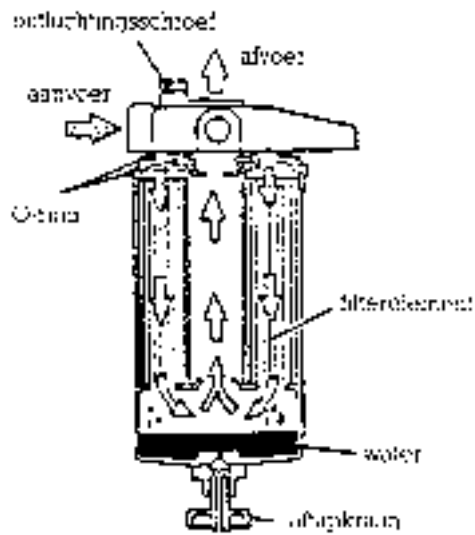
Doordat de brandstof vanuit de bovenkant van de tank aangezogen wordt met het opvoerpompje komt er veel minder vuil mee. Grote vuildeeltjes blijven in de tank achter en kunnen geen verstopping veroorzaken. Hierdoor gaat het filter weer langer mee.

Onder het filter bevindt zich bijna altijd een aftapkraan om het condenswater af te tappen.

Vervanging brandstoffilter

Het brandstoffilter vervang je bij een grote onderhoudsbeurt. Het vervangen van het filter gaat als volgt.

- Omgeving van het filter goed reinigen.
- Lekbak onder het filter plaatsen.
- Brandstofkraan van de tank dichtdraaien.
- Oud filter afnemen en dit in de juiste afvalbak gooien.
- Filterhuis reinigen met schone dieselolie.
- Nieuw filter pakken en de afdichtingsring licht inolieën met dieselolie.
- Filter handvast aandraaien.
- Brandstofkraan openen.
- Systeem ontluchten.



figuur 1.13 Een brandstoffilter zorgt ervoor dat de brandstof schoon in de brandstofinspuitpomp komt.



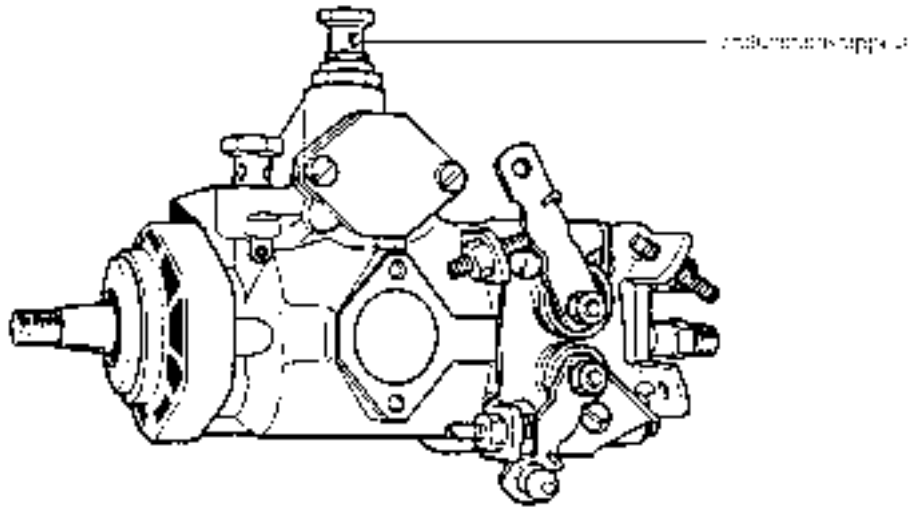
figuur 1.14 Bij een grote onderhoudsbeurt vervang je het filterelement.

De brandstofinspuitpomp

lijnpompen Voor het inspuiten van de brandstof via de verstuiver zijn er diverse soorten brandstofinspuitpompen: *lijnpompen* en *roterende inspuitpompen*.
roterende inspuitpompen In figuur 1.11 zie je een lijnpomp. In figuur 1.15 staan twee *roterende inspuitpompen*.

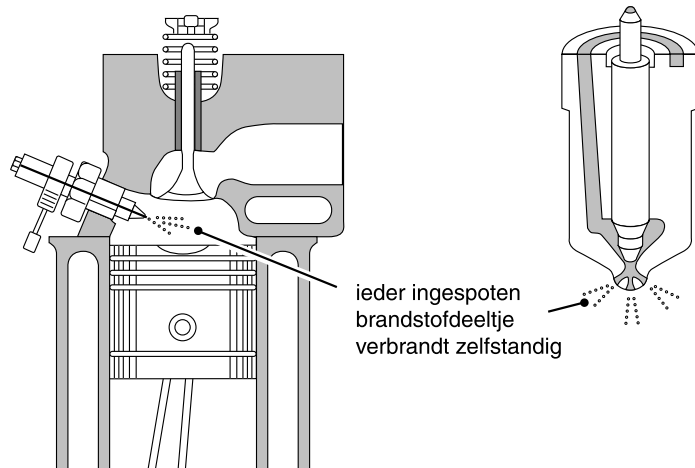
De verstuiver

De verstuiver zorgt voor de hoge druk die nodig is voor de fijne verneveling van de brandstof. De inspuitdruk van de meeste verstuivers is ongeveer 200 bar. Bij



figuur 1.15 Verdelerpompen gebruik je voor het inspuiten van brandstof.

moderne motoren met een brandstofinspuitpomp per cilinder kan de inspuitdruk oplopen tot 1200 bar. Door die hoge druk krijg je een goede verbranding.



figuur 1.16 De verstuiver zorgt voor de hoge druk die nodig is voor de fijne verneveling van de brandstof.

Olie

olie Een vierslagmotor, zoals de dieselmotor van een trekker, heeft olie in het carter zitten. Die *olie* smeert de draaiende en bewegende delen in de motor. Daarnaast heeft olie nog een aantal andere taken. Alle taken van olie staan op een rijtje in figuur 1.17.

smering:	de wrijving en slijtage die bij het over elkaar glijden van de bewegende delen optreedt, wordt zo veel mogelijk verminderd door een oliefilm
afdichting:	om een goede compressiedruk boven de zuiger te krijgen, moet er een goede afdichting tussen de zuiger, de zuigerveren en de cilinder zijn; de oliefilm zorgt voor deze afdichting
warmte-afvoer:	doordat de olie steeds door het gekoelde carter circuleert, worden de onderdelen die niet met het koelwater in aanraking komen toch gekoeld
geluiddemping:	door de olie worden trillingen in mindere mate doorgegeven
bescherming:	de olie vormt op de inwendige delen een beschermende laag tegen roestvorming
vuilafvoer:	kooldeeltjes en slijpsel worden afgevoerd door de olie en in een filter verzameld

figuur 1.17 De taken van olie

Door het oliepeil te controleren kijk je of er nog voldoende olie in het carter aanwezig is. Dit doe je voordat je de motor start.

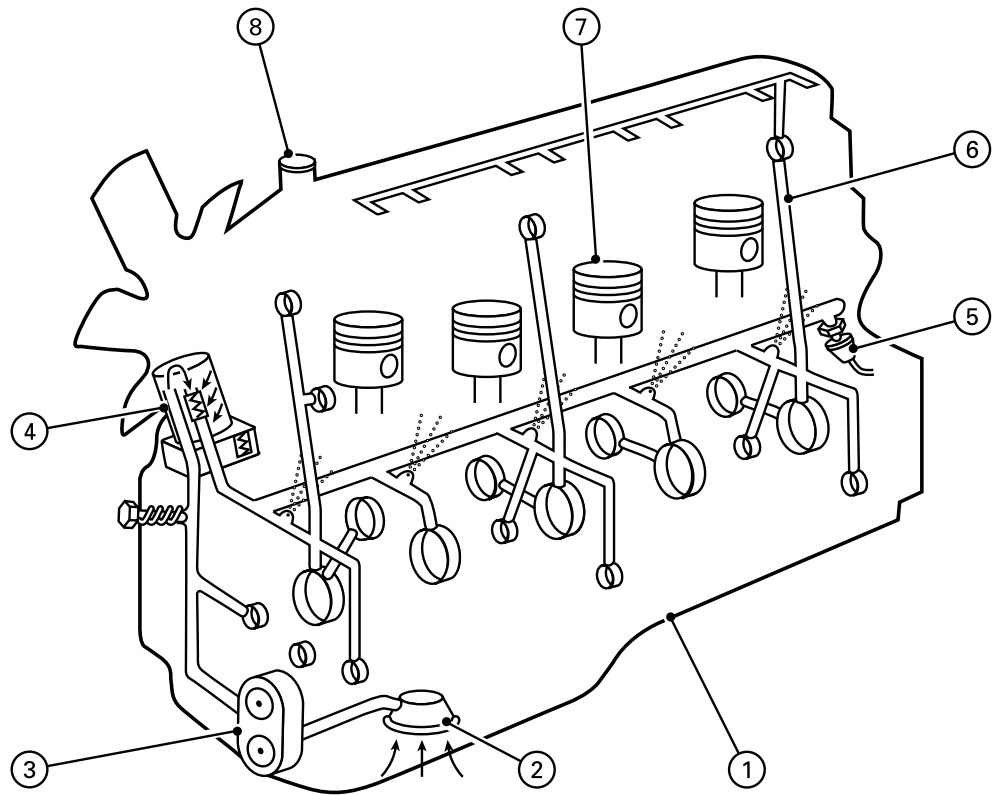
Een oliepompje zorgt ervoor dat de olie op verschillende plaatsen komt. De oliedruk is van belang voor een goede smering.

oliedruk Als je het contact aanzet, gaat er op het dashboard een lampje branden voor de oliedruk. Dit lampje gaat uit zodra de motor gestart is. Dan is de *oliedruk* goed. Als het lampje blijft branden terwijl de motor draait, heeft de motor te weinig of geen smering. De motor kan dan in elkaar lopen en moet onmiddellijk uitgeschakeld worden. In figuur 1.18 staat het smeersysteem afgebeeld.

oliepomp De *oliepomp* zuigt de olie uit het carter en perst de olie in alle oliekanalen. Via deze kanalen komt de olie bij de te smeren onderdelen. De tanden van de tandwielen scheppen als het ware de olie op en verplaatsen de olie langs de buitenzijde naar de persleiding.

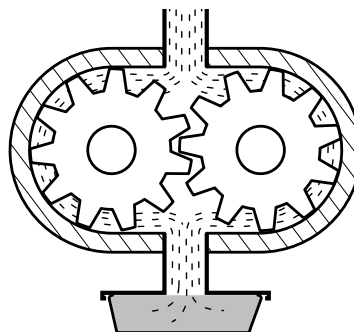
Olie verversen

Voor een goede werking van de olie is het belangrijk dat de motor goed op temperatuur is. Bij een koude motor is de olie dik en wordt hij minder goed verpompt. De krukas- en drijfstanlaggers en ook andere onderdelen worden dan niet goed gesmeerd. Als de motor te warm is, zal de smering ook onvoldoende zijn. De olie moet de juiste temperatuur en dikte hebben. Welke oliesoort geschikt is, kun je vinden in het instructieboek. Is de olie toch te dik, dan kan een oliekoeler de olie koelen tot de vereiste dikte.



- | | |
|--------------|--------------------------------|
| 1 carter | 5 oliedruksensor |
| 2 grove zeef | 6 leiding naar tuimelaaras |
| 3 oliepomp | 7 zuiger |
| 4 oliefilter | 8 vuldop op het kleppendecksel |

figuur 1.18 Het druksmeersysteem



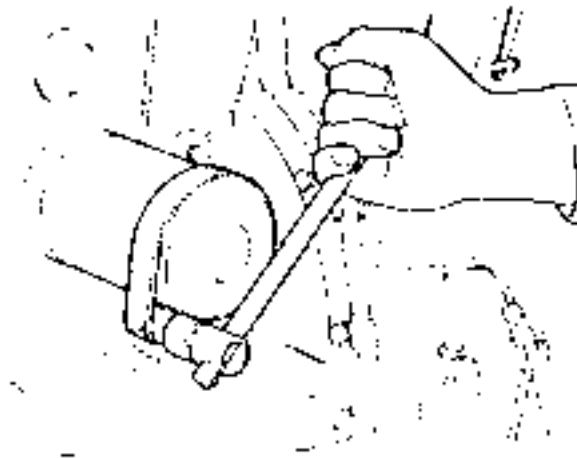
figuur 1.19 De tanden van de tandwielen scheppen de olie op.

Oliefilter vervangen

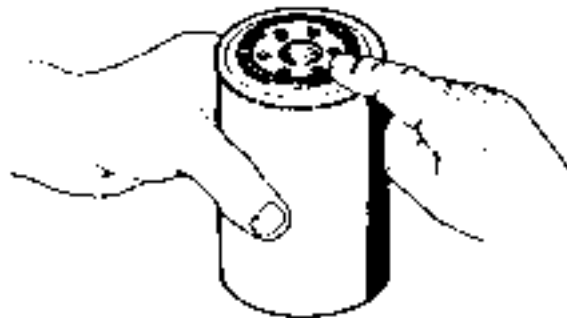
Wanneer je een oliefilter vervangt, is het belangrijk om eerst de omgeving van het filterhuis schoon te maken. Dan kunnen er geen vuildeeltjes in de olie komen.

De werkvolgorde bij het ververset van de olie en het vervangen van het filter is als volgt.

- Plaats een bak onder het carter en het filter.
- Draai het filter los en laat het filter uitlekken in een bak.
- Pak het nieuwe filter en olie de afdichtingsring in met schone olie.
- Draai het filter handvast aan.
- Controleer of de olie niet enigszins wit gekleurd is, bijvoorbeeld doordat er water bij de olie is gekomen.



figuur 1.20 Draai het filter los en laat het uitlekken in een bak.



figuur 1.21 Doe eerst een beetje olie op de afdichtingsring voordat je het nieuwe filter vastdraait.

Koeling

De krukas van een motor draait heel wat keer per minuut rond. Daarbij komt veel warmte vrij. In de verbrandingsruimte kan de temperatuur oplopen tot 1800 à 2200 °C. Voor een goede werking van de motor is het nodig dat hij gekoeld wordt. *koeling* Zou er geen of onvoldoende *koeling* zijn, dan worden de zuiger, de cilinder en de cilinderkop te heet. De zuiger kan vastlopen in de cilinder of het materiaal kan vervormen. Zonder koeling zal de smering ook niet goed zijn. De olie wordt te heet en zal verbranden.

Bij vierslagmotoren kom je twee manieren van motorkoeling tegen:

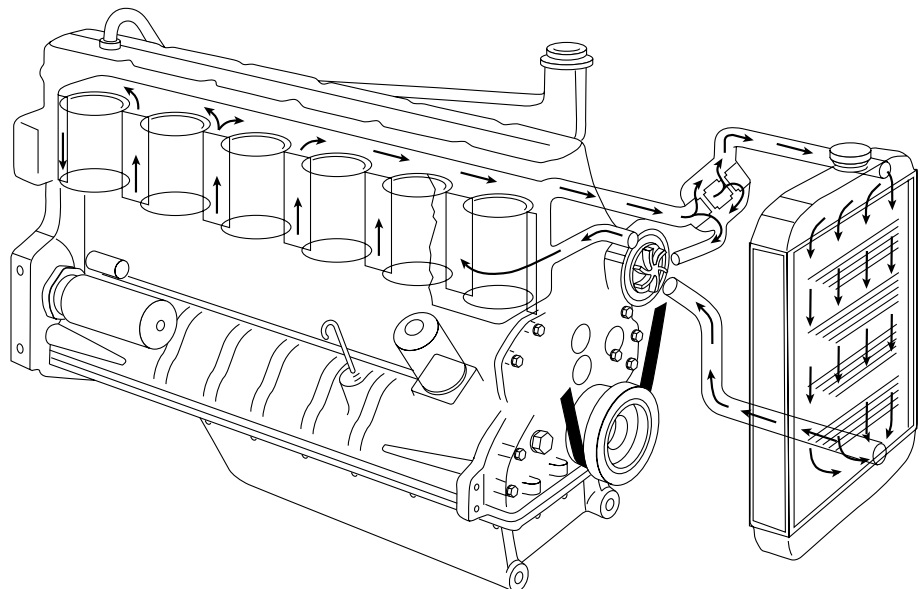
- vloeistofkoeling;
- luchtkoeling.

Voor nieuwe motoren gelden strenge regels voor de uitstoot van schadelijke gassen in het milieu. De meeste nieuwe trekkers zijn daarom uitgerust met vloeistofgekoelde motoren. Door de constante temperatuur in deze motoren voldoen ze aan de emissienormen. Toch zijn er ook nog veel trekkers met luchtgekoelde motoren. Het is daarom belangrijk dat je van beide systemen weet hoe ze werken en hoe je ze moet onderhouden.

Hieronder worden beide systemen uitgelegd.

Vloeistofkoeling

waterpomp Bij vloeistofkoeling neemt de vloeistof rondom de cilinders de warmte op. De vloeistof wordt rondgepompt door een *waterpomp*. Tijdens het rondpompen gaat de vloeistof door een *radiateur*. Deze *radiateur* geeft de warmte van de vloeistof weer af aan de buitenlucht. De gekoelde vloeistof stroomt daarna weer langs de cilinders om nieuwe warmte op te nemen. In figuur 1.22 zie je een motor met *vloeistofkoeling*.



figuur 1.22 De koelvloeistof stroomt langs de cilinders en door de radiateur.

thermostaat Een motor moet snel op bedrijfstemperatuur zijn. Om dat te bereiken bevindt zich in de bovenste waterslang een *thermostaat*. Wanneer de motor koud is, zal het water in het motorblok circuleren. Is de temperatuur hoog genoeg, dan gaat het klepje in de thermostaat open en stroomt het water naar de radiator. Om goed te koelen, zit er ook nog een ventilator op de aandrijfpoelie van de waterpomp.

ventilator De *ventilator* trekt de lucht als het ware door de radiator heen. Op deze manier wordt er geforceerd gekoeld. Veel motoren hebben een ventilator die pas ingeschakeld wordt als de temperatuur te hoog dreigt op te lopen. Dit bespaart brandstof.



figuur 1.23 De motor is snel op temperatuur door een thermostaat.

Onderhoud vloeistofkoeling

Onderhoud van de vloeistofkoeling bestaat uit:

- vloeistofniveau controleren;
- radiator schoonhouden;
- waterslangen controleren;
- spanning van de V-snaar controleren;
- bevriezing voorkomen.

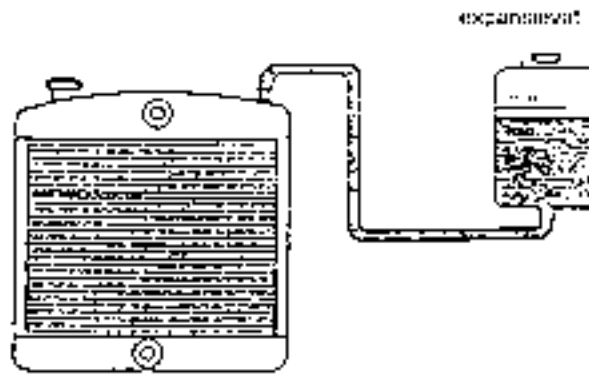
Deze punten worden hierna besproken.

vloeistofniveau controleren *Vloeistofniveau controleren* hoort bij het onderhoud van de vloeistofkoeling. Er moet voldoende koelvloeistof in het koelsysteem zitten. De koelvloeistof zit in de radiator en in het motorblok. Je controleert het vloeistofniveau bij een koude motor door de radiatordop eraf te draaien en te peilen.

gesloten koelsysteem Bij nieuwe trekkers en bij auto's vind je een *gesloten koelsysteem*. Op de radiator is dan een *expansievat* aangesloten. Wanneer het water uitzet, omdat het warm wordt, komt het in het expansievat. Als het water afkoelt, stroomt het terug naar de radiator. Het expansievat is gemaakt van doorzichtig kunststof, zodat je makkelijk kunt controleren of er voldoende koelvloeistof aanwezig is.

radiator schoonhouden Ook de *radiator schoonhouden* hoort tot het onderhoud van de vloeistofkoeling. Wanneer de radiator aan de buitenkant vuil is, kan er niet genoeg warmte worden afgegeven. Je moet de radiator daarom regelmatig aan de buitenkant schoonblazen. Dit doe je met lucht uit de compressor. Je begint te blazen aan de kant waar de ventilator zich bevindt.

waterslangen controleren Bij *waterslangen controleren* kijk je of de aan- en afvoerslangen van het koelsysteem geen scheurtjes of lekkage vertonen en of het rubber soepel is. Een gescheurde of



figuur 1.24 Bij een gesloten koelsysteem is het expansievat aangesloten op de radiator.

gebarsten koelslang komt altijd ongelegen tijdens het werk. Als de slang te lang is, ontstaan er knikken in de bochten. Het koelwater kan niet goed doorstromen en de kans op scheuren van de slang is vrij groot. Als de slang op een moeilijk bereikbare plaats zit, kun je voor het aandraaien van de slangklem een flexibele dopsleutel gebruiken.



figuur 1.25 Een te lange slang geeft knikken in de bocht



figuur 1.26 Voor het aandraaien van de slangklem kun je een flexibele dopsleutel gebruiken.

spanning van de V-snaar controleren

De V-snaar drijft de waterpomp, de ventilator en de dynamo aan. De *spanning van de V-snaar controleren* doe je door midden tussen twee poelies de snaar met je duim naar binnen te drukken. Dit is gevoelswerk. Een richtlijn is dat je de V-snaar maximaal 1,5 – 2 cm naar binnen mag drukken.

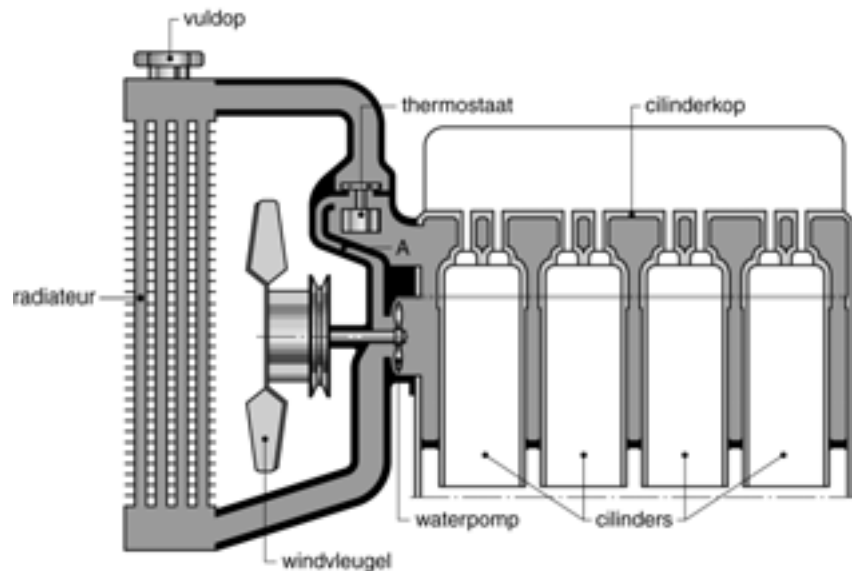


figuur 1.27 De spanning van de V-snaar controleer je op gevoel.

koelvloeistof

Als de V-snaar breekt, is er geen goede koeling meer mogelijk. De temperatuur van het koelwater loopt hoog op en op het dashboard gaat er een controlelampje branden. Je moet dan direct de motor stilzetten en de V-snaar vervangen.

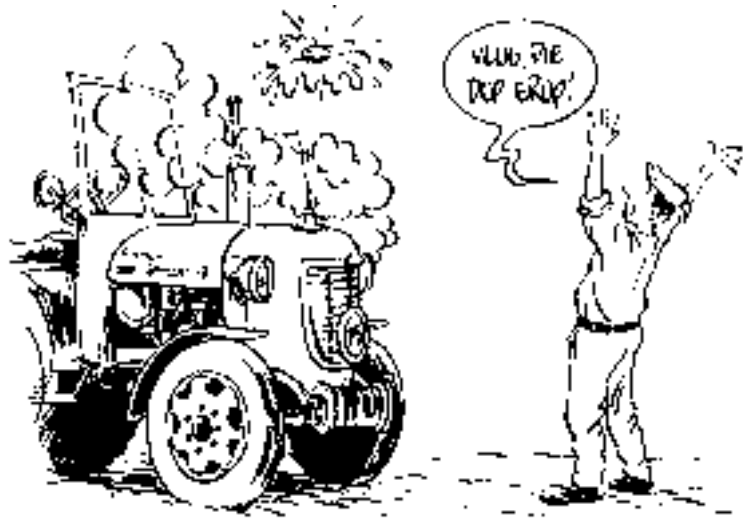
Vaak is het koelsysteem gevuld met *koelvloeistof*. Hiermee wordt bevriezing voorkomen. Bij koelsystemen met alleen water moet je voldoende antivries bijvullen voordat het gaat vriezen.



figuur 1.28 Doorsnede vloeistofkoeling

Als er storingen optreden, moet je nooit koude vloeistof bijvullen in een hete motor. Het motorblok kan dan scheuren.

Bij een hete motor moet je de radiateur dop er niet in één keer afdraaien. De hete koelvloeistof die dan uit de radiator spuit kan ernstig letsel veroorzaken.

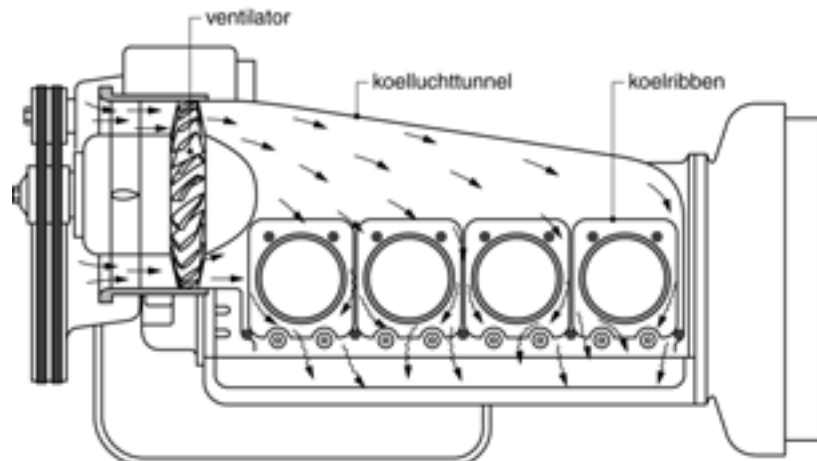


figuur 1.29 Bij een hete motor moet je de radiateur dop er niet in één keer afdraaien!

Luchtkoeling

luchtkoeling
koelribben

Veel trekkers hebben nog motoren met *luchtkoeling*. Bij luchtkoeling is elke cilinder apart op het motorblok gemonteerd. Deze cilinders zijn voorzien van *koelribben*. De koelribben staan de warmte af aan de luchtstroom die erlangs wordt geblazen. Die luchtstroom wordt in beweging gehouden door een ventilator.



figuur 1.30 Bij luchtkoeling is elke cilinder apart op het motorblok gemonteerd.

Onderhoud luchtkoeling

Onderhoud van de luchtkoeling bestaat uit:

- schoonblazen koelribben;
- vervangen klemmen of afdichtingen;
- controleren V-snaar.

*schoonblazen
koelribben*

De koellucht kan veel stof of pluis bevatten, waardoor de *koelribben* behoorlijk vervuilen. Daarom is het belangrijk de koelribben tijdens elke onderhoudsbeurt goed *schoon te blazen*. Dit doe je in de tegengestelde richting van de luchtstroom langs de cilinders. Zijn de koelribben van de cilinder en de kop te vuil, dan kun je ze het beste met een hogedrukreiniger schoonspuiten.

*vervangen
klemmen of
afdichtingen*

Het komt regelmatig voor dat de luchtgeleidingskappen niet goed sluiten. Dan moeten de *klemmen of afdichtingen* worden *vervangen* om verlies van koelcapaciteit te voorkomen.

*controleren
V-snaar*

Ten slotte moet je de spanning van de *V-snaar controleren*. Dit is hetzelfde als bij de vloeistofkoeling.

opdracht 1.2**Vragen**

- a Het principe van een vierslagmotor
- Hoe vaak moet de krukas van een vierslagmotor ronddraaien om één arbeidsslag te maken?
 - De krukas van een eencilindervierslagmotor maakt 1000 omwentelingen per minuut.
Hoeveel slagen worden er in totaal gemaakt?
Hoeveel inlaatslagen vinden er plaats?
Hoeveel arbeidsslagen vinden er plaats?
Hoe vaak moet de verstuiver dieselolie in de cilinder spuiten?
Hoeveel omwentelingen maakt de nokkenas?
- b Het luchtinlaat- en luchtuitlaatsysteem met een droog luchtfilter
- Welk onderhoud is er nodig aan het luchtfilter?
 - Welk waarschuwingssignaal krijgt de chauffeur als het luchtfilter te vuil is?
 - Waarom wordt vaak een turbocompressor gebruikt op een grote dieselmotor?
 - Waarom mag een dieselmotor met een turbocompressor niet ineens van 'vol gas' in de 'stopstand' worden gezet?
 - Hoe wordt een turbocompressor aangedreven?
 - Een turbocompressor heeft zes aansluitingen. Waarvoor dienen deze zes aansluitingen?
 - Waarom worden turbomotoren ook wel 'geblazen motoren' genoemd?
 - Wat is het voordeel van de tussenkoeler?
- c Brandstof
- Waarom zit er onder een brandstoffilter een aftapkraan?
 - Hoe kan er water in het brandstoffilter terechtkomen?
 - Wat gebeurt er als het water uit de brandstoftank niet op tijd afgetapt wordt?

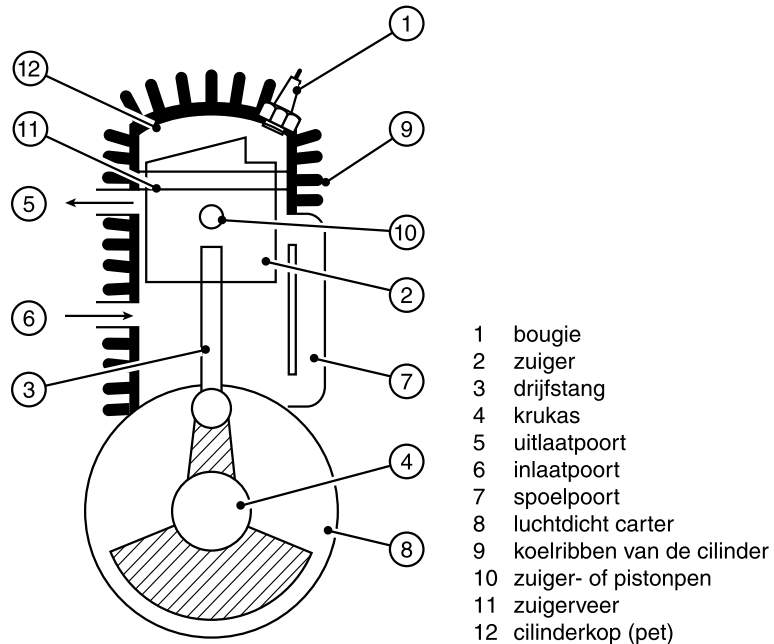
- d Olie
- Op welke manier komt motorolie vanuit het carter bovenin de motor terecht?
 - Waarvoor dient een oliepomp?
 - Waarom zit er in het carter veel meer olie dan voor de smering noodzakelijk is?
 - Frits rijdt op de trekker en ziet dat het lampje van de oliedruk gaat branden. Natuurlijk zet hij onmiddellijk de motor uit. Wat zou er anders met de motor gebeuren? En hoe komt dat?
 - Welke kleur hebben de uitlaatgassen als de motor olie verbruikt?
 - Waarom moet motorolie regelmatig verversen worden?
 - Verklaar waarom bij het verversen van de olie de motor op bedrijfstemperatuur moet zijn.
 - Wat is de oorzaak van enigszins wit gekleurde olie? Welke maatregelen kunnen dat in de toekomst voorkomen?
- e Koeling
- Hoe warmer de motor, hoe beter de verbranding. Waarom is er dan toch koeling nodig?
 - Waarom moet de motor zo snel mogelijk op bedrijfstemperatuur komen?
 - Wat zal er gebeuren als de V-snaar breekt?
 - Welk waarschuwingssignaal krijgt de chauffeur als de motor te heet wordt?
 - Noem twee voordelen van luchtkoeling. Noem ook twee voordelen van vloeistofkoeling.
 - Wanneer de koelribben te heet blijven, dient de chauffeur een alarm te krijgen. Hoe gebeurt dit in de praktijk?

1.2 De tweeslagmotor

Naast de grote en zware vierslagmotoren bestaan er ook compacte en lichte tweeslagmotoren. Tweeslagmotoren vind je bijvoorbeeld in een brommer, in een motor-kettingzaag en in een bosmaaier. De meeste tweeslagmotoren lopen op benzine.

De werking en het principe van een tweeslagmotor

<i>tweeslagmotor</i>	Een vierslagmotor heeft kleppen. Bij de <i>tweeslagmotor</i> die je in de land- en tuinbouw tegenkomt, ontbreken de kleppen. In plaats van kleppen hebben tweeslagmotoren <i>poorten</i> . Deze poorten zitten in de cilinderwand en worden door de op- en neergaande beweging van de zuiger geopend en gesloten. In figuur 1.31 zijn de onderdelen van een tweeslagmotor benoemd.
<i>poorten</i>	
<i>carter</i>	Het carter is het gedeelte waarin de krukas draait. Dat carter is luchtdicht. Bij een tweeslagmotor vinden er twee slagen plaats: de inlaatslag en de compressieslag. Hierna worden de slagen genoemd.



figuur 1.31 De onderdelen van een tweeslagmotor

Het inlaten van het nieuwe mengsel van lucht en brandstof (inlaatslag)

inlaatslag Als de zuiger omhoog beweegt, wordt de ruimte onder de zuiger groter. Hierdoor ontstaat een lagere druk in het carter. Op het moment dat de zuiger bijna bovenin staat, komt de **inlaatpoort**, aan de onderkant van de zuiger, vrij. Hierdoor kan een lucht-brandstofmengsel in het carter stromen.

Het samendrukken of comprimeren van lucht en brandstof (compressieslag)

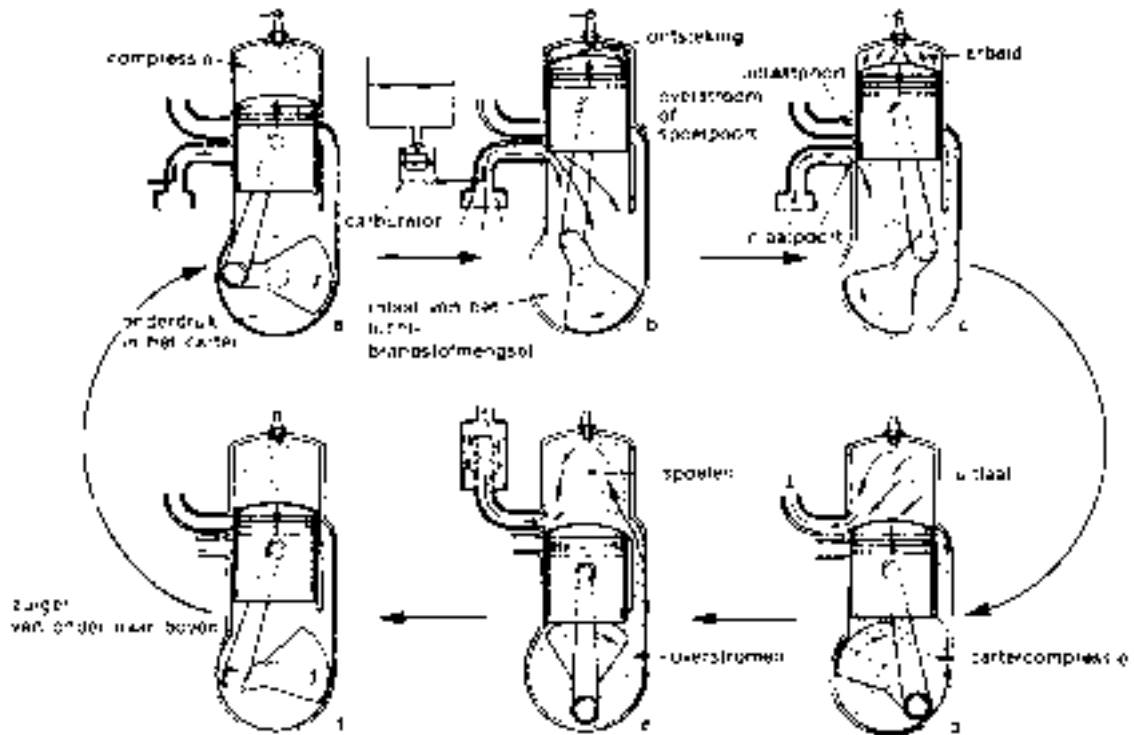
compressieslag Tegelijk met het aanzuigen van het lucht-brandstofmengsel in het carter wordt aan de bovenkant een lucht-brandstofmengsel samengeperst. Wanneer de zuiger bijna helemaal bovenin staat, wordt dit mengsel tot ontbranding gebracht door een vonk van een bougie.

werk- of arbeids-slag Als het mengsel eenmaal tot ontbranding is gebracht, wordt de zuiger door de explosie met geweld naar beneden gedrukt: de **werk- of arbeidsslag**. Er wordt energie geleverd en de krukas zal gaan draaien.

Op het moment dat de zuiger naar beneden beweegt, wordt het al aangezogen lucht-brandstofmengsel in het carter enigszins samengeperst. Wanneer de zuiger bijna onderin staat komt de **uitlaatpoort**, aan de bovenkant van de zuiger, vrij. Ook komen de **spoelpoorten** vrij die het carter verbinden met de ruimte boven de zuiger.

uitlaatpoort Het samengeperste lucht-brandstofmengsel gaat nu door de spoelpoorten naar de ruimte boven de zuiger. De uitlaatgassen worden door het lucht-brandstofmengsel naar buiten gedrukt, door de uitlaat: de **uitlaatslag**.

In figuur 1.32 staat de gehele werkcyclus afgebeeld.



figuur 1.32 De slagen van een tweeslagmotor

Bij de tweeslagmotor is het zo dat als de krukas één keer rond is geweest, er ook één keer arbeid is verricht. Stel dat de krukas van een tweeslagmotor 500 omwentelingen per minuut maakt. De bougie zal dan ook 500 keer vonken om het samen-geperste mengsel te laten ontbranden.

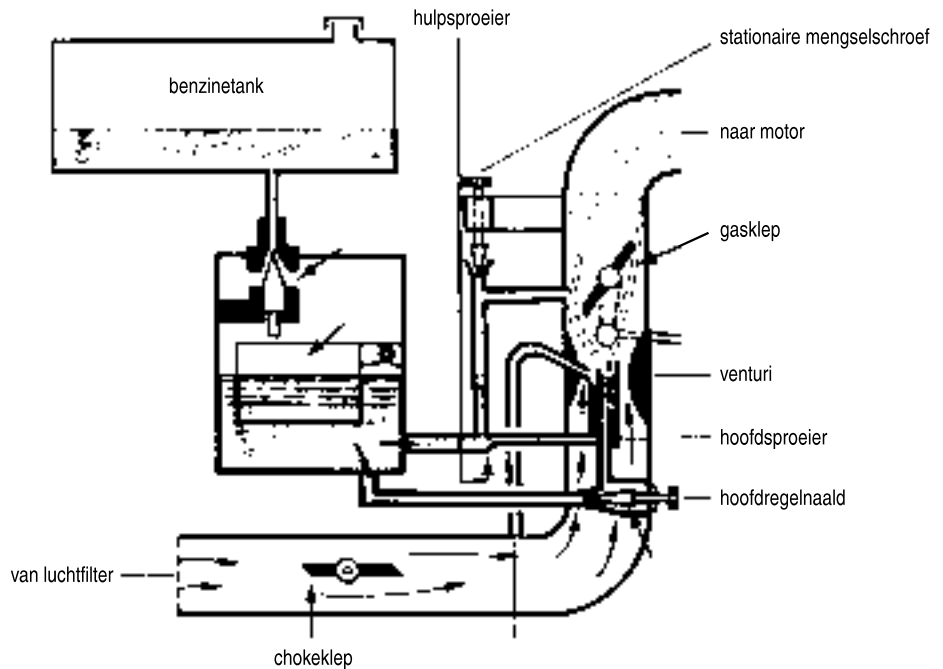
Lucht en brandstof

carburateur Voor de lucht- en brandstofvoorziening van tweeslagmotoren is de *carburateur* erg belangrijk. De carburateur mengt de benzine met de aangezogen lucht, in de juiste verhouding. Ook kun je met de carburateur het toerental van de motor regelen. De lucht- en brandstofvoorziening is storingsgevoelig. Er kan makkelijk vuil in de benzine of in de carburateur komen. Ook problemen met de luchtvoorziening naar de carburateur zijn niet ondenkbaar. Vooral bij het aantrekken van een tweeslagmotor zie je problemen met de luchtvoorziening.

venturi In de carburateur zit een vernauwing (ook wel venturi genoemd). Door de lucht door deze vernauwing te zuigen, krijgt de lucht een stroomversnelling. Achter deze vernauwing ontstaat dan een onderdruk, die een zuigkracht veroorzaakt. Door deze zuigkracht wordt de benzine uit de sproeieropening gezogen en met lucht vermengd. Tussen de vernauwing en het inlaatstuk van de motor zit een gasklep. Als deze klep nagenoeg gesloten is, zal de motor weinig lucht krijgen en daarmee ook weinig brandstof aan kunnen zuigen. De motor zal weinig toeren maken. Als de gasklep open staat, kan er veel lucht en daarmee ook meer brandstof aangezogen

worden. De motor zal veel toeren maken. Tussen het luchtfilter en de vernauwing zit de chokeklep. Deze zorgt ervoor dat de motor voldoende brandstof krijgt wanneer de motor nog koud is. Bij een koude motor verdampt er te weinig benzine. Met de hoofdregelnaald wordt de juiste brandstof-luchtverhouding (1 deel brandstof op 15 delen lucht) ingesteld. Het mengsel wordt aangezogen door de motor en tot ontbranding gebracht.

vlotterkamer Als de motor benzine gebruikt, zakt het peil in de *vlotterkamer*. De vlotter (= drijver) zakt en de vlotternaald maakt de inlaatopening vrij voor de benzine. Vanuit de tank kan er weer opnieuw benzine in de vlotterkamer stromen. Bij voldoende benzine gaat de vlotter weer omhoog en sluit de vlotternaald de opening af. De benzine blijft daardoor op peil en de vlotterkamer kan niet overstromen.



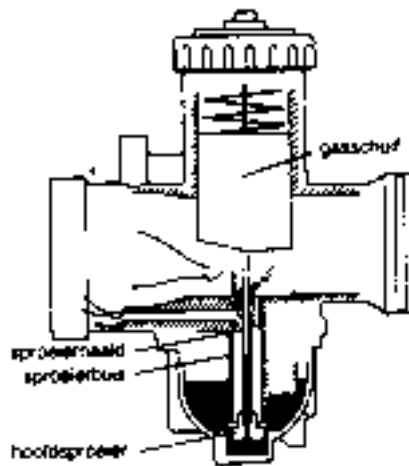
figuur 1.33 De carburateur mengt de benzine met de aangezogen lucht.

De carburateurs van een tweeslagmotor en een vierslagmotor zijn verschillend. De carburateur van een vierslagmotor heeft een gasklep. De carburateur van een tweeslagmotor heeft in plaats van een gasklep een gasschuif. De gasschuif wordt met een hendel of bowdenkabel op en neer bewogen. De opening van de luchtaanzuigbuis wordt daardoor groter of kleiner. Aan deze gasschuif zit een meebewegende (sproeier)naald. De toevoeropening voor de brandstof wordt zodoende vergroot of verkleind. Een carburateur met een gasschuif heet een *vlakstroomcarburateur*. De brandstof gaat horizontaal door de carburateur.

vlakstroom-carburateur

membraan-carburateur

Vlakstroomcarburateurs moeten vlak staan om goed te functioneren. Motor-kettingzagen en bosmaaiers worden echter in alle standen gebruikt en zijn daarom uitgerust met een *membraancarburateur*. Als je een motor met een membraancarburateur omgekeerd gebruikt, loopt de vlotterkamer niet leeg..



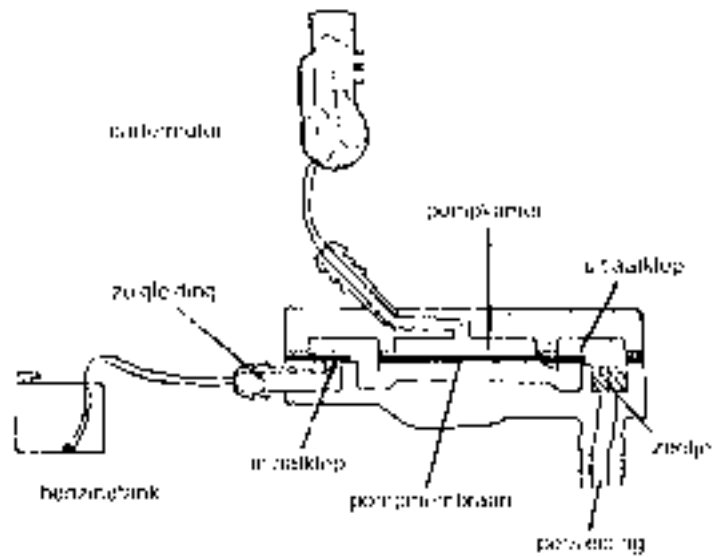
figuur 1.34 Een carburateur met een gasschuif heet een vlakstroomcarburateur.



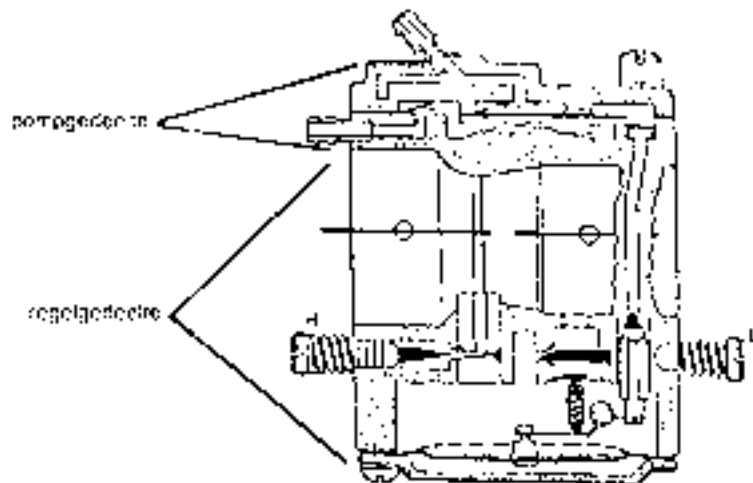
figuur 1.35 Een motorkettingzaag staat zelden vlak.

In figuur 1.36 zie je een membraancarburateur afgebeeld. Een membraancarburateur heeft een pompgedeelte en een regelgedeelte. Het pompgedeelte heeft een zuigklep en een persklep. Doordat de leiding aangesloten zit op het carter van de tweeslagmotor, zal het membraan (tussen de zuigklep en de persklep) heen en weer gaan bewegen door de over- en onderdruk in het carter. Hierdoor wordt de benzine uit de tank door een zeefje naar het regelgedeelte gepompt. Dit is te zien in figuur 1.37.

De carburateur is eigenlijk het regelgedeelte. Dit zie je in figuur 1.38.



figuur 1.36 De benzine wordt door een zeeffe naar het regelgedeelte gepompt.

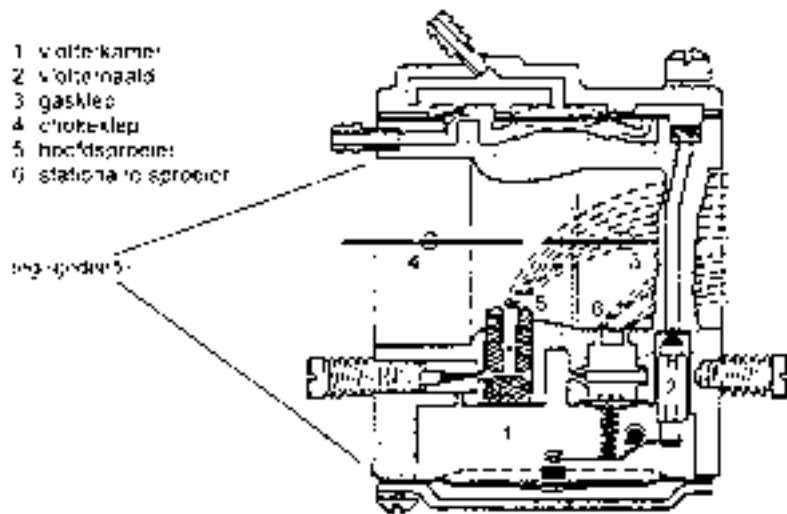


figuur 1.37 Een membraancarburateur heeft een pompedeelte en een regelgedeelte.

Het regelgedeelte bestaat uit:

- de vlotterkamer;
- de vlotternaald;
- de gasklep;
- de chokeklep;
- de hoofdsproeier;
- de stationaire sproeier.

Deze onderdelen worden hier besproken.



figuur 1.38 Het regelgedeelte

Vlotterkamer

In de vlotterkamer bevindt zich de voorraad benzine.

Vlotternaald

De vlotternaald opent de leiding die de benzine aanvoert vanaf de tank. Hierdoor kan de benzine in de vlotterkamer stromen.

Gasklep

gasklep In de carburateur zit na de vernauwing een *gasklep*. De gasklep is verbonden met een pedaal of een gashendel. Wanneer de gasklep nagenoeg dicht staat, zal er weinig lucht aangezogen kunnen worden. Er wordt dan ook weinig benzine aangezogen, waardoor de motor langzamer draait. Staat de gasklep geheel open, dan zal er veel lucht aangezogen kunnen worden, dus ook veel benzine. De motor draait dan volgas.

Chokeklep

chokeklep De chokeklep is een klep die gesloten wordt als je de motor start. De motor is nog koud en de aangezogen benzine verdampt niet goed genoeg. Hierdoor kan de benzine zich niet met de aangezogen lucht vermengen. Door de *chokeklep* te sluiten, wordt er benzine uit de hoofdsproeier en de stationaire sproeier gezogen. Je krijgt daardoor een mengsel van lucht en een te grote hoeveelheid brandstof (een rijk mengsel), dat in staat is om de motor op gang te brengen.

Hoofdsproeier

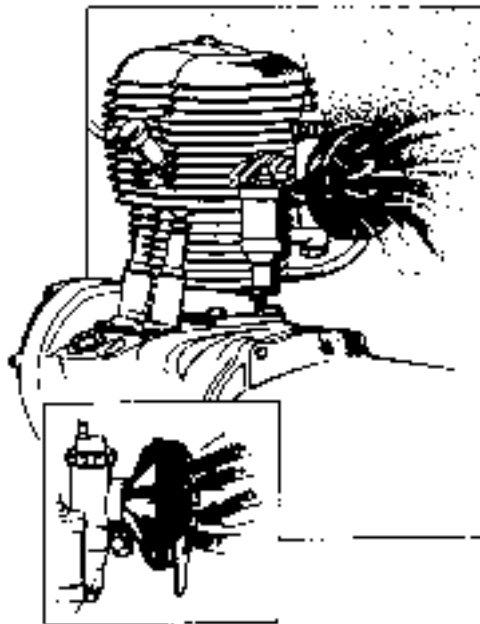
hoofdsproeier De *hoofdsproeier* bevindt zich in de venturi. De benzine wordt door de hoofdsproeier in de luchtaanzuigbuis gebracht. De hoofdregelnaald regelt de hoeveelheid benzine die meegezogen mag worden. De afstelling is afhankelijk van de arbeid die de motor moet leveren. Het afstellen vraagt enige oefening.

Stationaire sproeier*stationaire sproeier*

Als de gasklep nagenoeg dicht staat, is het toerental op zijn laagst en valt de motor bijna stil. Een *stationaire sproeier* zorgt ervoor dat de juiste hoeveelheid lucht zich mengt met benzine, zodat de motor blijft lopen. Je moet de stationaire sproeier dan ook nauwkeurig afstellen om de motor netjes te laten lopen. Een regelaar regelt, net als bij de hoofdsproeier, de maximale hoeveelheid benzine en de juiste verhouding lucht-brandstof.

Luchtfilter*luchtfilter*

Omdat de carburateur met naalden, sproeiers en bewegende onderdelen werkt, is het belangrijk dat de aangezogen lucht schoon is. Voor de carburateur zit daarom een filter. Bij de motorkettingzaag en de bosmaaier is dit een vlak en droog filter, dat je minstens één keer per werkdag moet schoonmaken. Dit filter mag niet vet worden, omdat de motor dan onvoldoende lucht kan aanzuigen.



figuur 1.39 Een luchtfilter zorgt ervoor dat de aangezogen lucht schoon is.

Olie*mengsmering*

Een tweeslagmotor heeft geen olie in het carter. Toch zullen verschillende onderdelen, zoals de krukas, de drijfstang, de zuiger en de cilinderwand, gesmeerd moeten worden. Dit gebeurt door vooraf olie in de benzine te vermengen. Het mengsel van benzine en olie wordt *mengsmering* genoemd. De motorfabrikant schrijft de juiste mengverhouding voor. Dit is bijvoorbeeld 1 op 25, wat betekent dat 1 liter tweetaktolie gemengd wordt met 25 liter benzine. Het mengsel van benzine en olie komt in de motor en slaat neer op de verschillende onderdelen. De olie zorgt zodoende voor de smering. Tevens zorgt de olie voor koeling en afdichting.

Een voordeel van mengsmering is dat er steeds nieuwe olie gebruikt wordt. Nadelen zijn het hoge smeerolieverbruik en de vervuiling. Als de carburateur niet goed is afgesteld, kun je een te rijk mengsel krijgen. De olie verbrandt mee en zal als roet neerslaan, vooral in de uitlaat en de spoelpoorten.

Koeling

De meeste tweeslagmotoren die in de land- en tuinbouw gebruikt worden, zijn kleine motoren. Ook deze motoren moeten gekoeld worden. Voor waterkoeling zijn grote cilinders met een koelmantel en een radiator nodig. De tweeslagmotor wordt daardoor *koelribben* zwaar en moeilijk te hanteren. Daarom is de tweeslagmotor uitgerust met *koelribben* om de cilinderwand. Voor een goede koeling moeten deze ribben wel schoon blijven.

opdracht 1.3

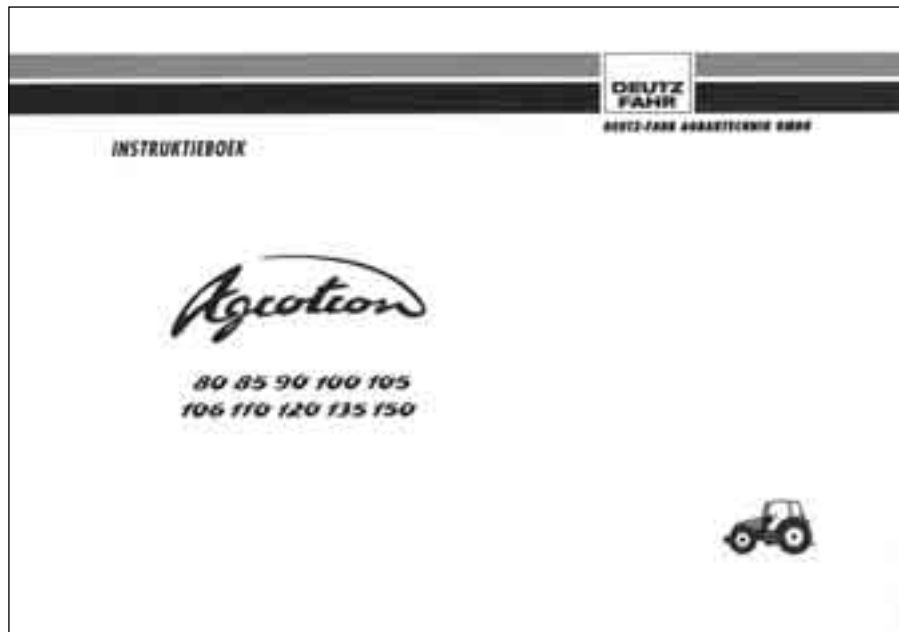
Vragen

- a Het principe van een tweeslagmotor
 - Bij een tweeslagmotor is sprake van verschillende slagen: de arbeidslag, de compressieslag, de inlaatslag en de uitlaatslag. Welke twee slagen horen bij het moment dat de zuiger omhoog beweegt? En welke twee slagen horen bij het moment dat de zuiger weer omlaag gaat?
- b Lucht en brandstof
 - Wat is het voordeel van een membraancarburateur?
 - De tweeslagmotor met membraancarburateur wordt ondersteboven gebruikt. Welk gedeelte van de membraancarburateur zorgt ervoor dat er altijd benzine naar de vlotterkamer stroomt?
 - De vlotterkamer van een membraancarburateur zit vol met benzine. Welk onderdeel sluit de benzinetoevoer af?
 - De motor van een gazonmaaier heeft een droog luchtfilter met een "sponsje". Wat zal het gevolg zijn als dit filter vervuild is met olie?
 - Welke maatregelen moeten er worden genomen als een tweeslagmotor te veel vervuild is door roet- en koolaanslag?
- c Olie
 - Wat is het belangrijkste verschil tussen brandstof voor vierslag- en tweeslagmotoren?

1.3 Het instructieboek

instructieboek In een *instructieboek* vind je veel informatie over motoren terug. Ook hoe je een machine bedient, hoe je deze machine onderhoudt en hoe je er veilig mee omgaat: het staat allemaal in het instructieboek. Het is daarom belangrijk het instructieboek goed te lezen.
Een instructieboek vind je onder andere bij een auto, een trekker, een brommer, een maaidorser en een kunstmeststrooier.

In het instructieboek staat meestal een trefwoordenlijst. Die trefwoorden staan op alfabet en verwijzen naar de bladzijde waar het onderwerp besproken wordt. Vaak staan dezelfde onderwerpen meer dan één keer vermeld, maar dan onder een andere naam. Zo kunnen bijvoorbeeld zowel 'remmen' als 'voetremmen' verwijzen naar dezelfde bladzijde.



figuur 1.40 In het instructieboek vind je veel informatie.

Veel instructieboeken beginnen met een hoofdstuk over veiligheid, arbeidsomstandigheden en milieu. Omdat iedere werknemer zelf verantwoordelijk is voor zijn eigen arbeidsomstandigheden, is het noodzakelijk dit hoofdstuk goed door te lezen.

In het instructieboek staat ook informatie over vloeistoffen in het voertuig en in de motor. Hieronder wordt hier nader op ingegaan.

Vloeistoffen in een voertuig en een motor

Om een motor te laten werken heb je brandstof, olie en koelvloeistof nodig. Daarnaast zul je ook andere vloeistoffen tegenkomen. Deze vloeistoffen zitten in een tank of een reservoir.

De vloeistoffen die je naast brandstof, olie en koelvloeistof tegen kunt komen, zijn:

- versnellingsbak- of achterbrugolie;
- hydrauliekolie;
- accuzuur;
- remvloeistof;
- smeervetten.

Deze vloeistoffen komen hier aan de orde.

- Versnellingsbak- of achterbrugolie**
versnellingsbak- of achterbrugolie De tanden van de tandwielen in de versnellingsbak (ook wel transmissie genoemd) en de achterbrug worden met kracht tegen elkaar gedrukt, wanneer ze belast worden. De tandwielen ondergaan daardoor een grote wrijving en slijten snel. Versnellingsbakolie hecht zich goed vast op de tandwielen en is in staat om die grote kracht te weerstaan. Tandwielbakken (eindvertragingen) in de vooras van de voorwiel-aandrijving hebben vaak weer een ander type olie, omdat hier nog grotere krachten op komen. Raadpleeg daarom altijd het instructieboek.
- Hydrauliekolie**
hydrauliekolie Hydrauliekolie dient om de cilinders van bijvoorbeeld een werktuig in en uit te laten gaan. Het reservoir van de hydrauliekolie kan hetzelfde zijn als het reservoir van de versnellingsbakolie. Bij grondverzetmachines en hydrostatisch aangedreven machines is er een apart reservoir voor de hydrauliekolie.
- Accuzuur**
accuzuur In een accu, een voorraadbak voor elektrische energie, zit vloeistof. Deze vloeistof wordt ook wel accuzuur of elektrolyt genoemd. Door het telkens opnieuw opladen van de accu zal de vloeistof iets opwarmen en verdampt er water uit de accu. Door gedemineraliseerd water toe te voegen, hou je de vloeistof op peil. Het accuzuur moet ongeveer 1 cm boven de platen staan. Zorg ervoor dat je niet morst. Accuzuur is zeer agressief en tast ijzer en lak aan.
- Remvloeistof**
remvloeistof Remvloeistof is een speciale vloeistof die in de hoofdremcilinders zit. Tijdens het remmen moet de remvloeistof vrij veel warmte opnemen. Een gewone olie kan dit niet, remvloeistof wel. De rubber delen mogen niet aangetast worden. Let goed op wanneer je remvloeistof moet bijvullen. Zorg ervoor dat je geen remvloeistof morst, want ook remvloeistof tast de lak aan.
- Smeervetten**
smeervetten Smeervet is eigenlijk ingedikte vloeistof: smeerolie in een speciale verpakking. Smeervet bestaat voor 70 tot 95% uit smeerolie. Daarnaast kunnen er verschillende elementen aan toegevoegd zijn. Die toevoegingen bepalen de naam van het vet, bijvoorbeeld als er metaalverbindingen toegevoegd zijn, spreek je over complexe vetten.
- Smeervet heeft de volgende voordelen ten opzichte van smeerolie.
- Het blijft beter op zijn plaats dan smeerolie.
 - Het wordt minder beïnvloed door ronddraaiende onderdelen.
 - Het heeft een afdichtend vermogen.
 - Sommige vetten kunnen over een groter temperatuurgebied gebruikt worden.
- Smeervet heeft ook nadelen.
- Het voert slecht warmte af.
 - Het is moeilijker te verwijderen dan smeerolie.

Vetten kunnen op verschillende manieren ingedeeld worden. Naast de veelgebruikte indeling naar de dikte van het vet, worden vetten ook ingedeeld naar bijvoorbeeld het druppelpunt van het vet.

De volgende benamingen van vet komen voor.

- Universeel of multi-purpose vet. Dit vet kun je voor veel doeleinden gebruiken, zoals voor wiellagers, waterpompen en algemene smering.
- Vet voor vetgevulde tandwieloverbrengingen, stuurhuizen en tandheugels of regelstangen.
- Grafietvet.
- Vet speciaal voor centrale smeersystemen. Dit is meestal een vrij dun vet.
- Vet speciaal voor lagers met een hoge bedrijfstemperatuur.
- Vet speciaal voor kettingen.
- Biologisch afbreekbaar vet.

opdracht 1.4

Vragen

- a Het instructieboek
 - Welk onderdeel van een instructieboek moet je in ieder geval goed doorlezen?

- b Vloeistoffen in een voertuig en een motor
 - Een monteur wil versnellingsbakolie gebruiken in de tandwielbakken van de vooras. Mag dat?
 - A Ja, want olie is olie.
 - B Dat moet hij opzoeken in het instructieboek.
 - C Nee, dat mag niet.

1.4 Afsluiting

Onderhoud en reparatie aan trekkers, machines en werktuigen kun je pas goed uitvoeren als je weet hoe ze werken. Het 'hart' van alle machines is de motor. Er zijn verschillende soorten motoren: vierslagmotoren en tweeslagmotoren.

De tweeslag- en de vierslagmotor verschillen veel van elkaar. Om ze te kunnen onderhouden, moet je deze motoren herkennen. Je moet aan de buitenkant kunnen zien welke motor het is, maar ook welke brandstof je moet gebruiken. In figuur 1.41 staan de verschillen tussen deze motoren naast elkaar.

Een vierslagmotor heeft vier slagen nodig om de motor van energie en kracht te voorzien: de inlaatslag, de compressieslag, de arbeids- of werkslag en de uitlaatslag. Het luchtinlaatsysteem zorgt dat er in de cilinders van de motor voldoende lucht is voor een goede verbranding van de brandstof. Het luchtfilter in dit systeem zorgt dat de lucht schoon is. Verbrande lucht verlaat de cilinders via het luchtuitlaatsysteem. Die verbrande lucht noem je de uitlaatgassen.

tweeslagmotor

- een luchtdicht carter **zonder** olie
- de inlaat en de uitlaat zitten aan de zijkant van de cilinder, de uitlaat zit boven de inlaat bevestigd
- de motor heeft **geen** oliepeilstok, olievuldop en olieaftapplug
- bij iedere omwenteling van de krukas vindt er een arbeidsslag plaats
- de zuiger heeft alleen compressieveren

vierslagmotor

- een carter met daarin olie en een ontluchting
- de inlaat en de uitlaat zitten op dezelfde hoogte, bovenaan de cilinder
- de motor heeft een oliepeilstok, een olievuldop en een olieaftapplug
- bij twee omwentelingen van de krukas vindt er een arbeidsslag plaats
- de zuiger heeft compressie- en olie-schraapveren

figuur 1.41 De verschillen tussen een tweeslagmotor en een vierslagmotor

Brandstof voor vierslagmotoren is opgeslagen in een tank. Vanuit de tank gaat de brandstof het brandstofsysteem in. Een brandstoffilter zorgt ervoor dat de brandstof schoon is. Als er lucht in het brandstofsysteem komt, dus als de brandstoftank leeg is of als je het filter hebt verwisseld, moet je de motor ontluchten.

Een vierslagmotor heeft olie in het carter zitten. Olie heeft diverse taken. Eén daarvan is het smeren van draaiende en bewegende delen. Ook hier zorgt een filter voor schone olie.

Bij een werkende vierslagmotor komt veel warmte vrij. Daarom moet de motor gekoeld worden. Dit kan op twee manieren: met vloeistof en met luchtkoeling. Bij vloeistofkoeling neemt de vloeistof rondom de cilinders warmte op. Bij luchtkoeling staan de koelribben van de cilinders de warmte af aan de luchtstroom die erlangs wordt geblazen.

Naast de grote en zware vierslagmotoren bestaan er ook compacte en lichte tweeslagmotoren. Die vind je bijvoorbeeld in een motorkettingzaag. Een tweeslagmotor heeft twee slagen nodig om de motor van kracht of energie te voorzien: de inlaat-slag en de compressieslag.

Voor de lucht- en brandstofvoorziening van de tweeslagmotor is de carburateur erg belangrijk. De carburateur mengt de benzine met de aangezogen lucht, in de juiste verhouding. Ook kun je met de carburateur het toerental van de motor regelen. Veel tweeslagmotoren zijn voorzien van een membraancarburateur die je omgekeerd kunt gebruiken zonder dat de vlotterkamer leegloopt.

Smering van tweeslagmotoren vindt plaats door vooraf olie in de benzine te mengen. Dit heet mengsmering.

Ook tweeslagmotoren moeten gekoeld worden. Dit gebeurt door de koelribben om de cilinderwand.

Veel informatie over motoren vind je terug in het instructieboek. Hoe je een machine bedient, hoe je een machine onderhoudt en hoe je er veilig mee omgaat: het staat allemaal in het instructieboek.

Ook informatie over de vloeistoffen in een voertuig en een motor staat in het instructieboek. Om een motor te laten werken heb je brandstof, olie en koelvloeistof nodig. Daarnaast bevat een motor versnellingsbakolie, hydrauliekolie, accuzuur, remvloeistof en smeervet. Smeervet is eigenlijk ingedikte vloeistof.

afsluitende opdracht 1.5

Welke onderwerpen staan in dit boek?

In de oriënterende opdracht 1.1 heb je onderwerpen genoteerd rondom het woord 'motor'. Bekijk dat schema uit opdracht 1.1 nog eens.

- a Welke omcirkelde onderwerpen zijn in dit hoofdstuk aan bod gekomen? Wist je al veel van de besproken onderwerpen?
- b Welke van de omcirkelde onderwerpen zijn in dit hoofdstuk niet aan bod gekomen? Begrijp je waarom ze niet besproken zijn? Als je vindt dat je er meer over moet weten, kijk dan eens of ze misschien in een volgend hoofdstuk aan de orde komen.
- c Een aantal onderwerpen heb je in het schema doorgestreept. Welke onderwerpen zijn achteraf toch behandeld? Vind je dat achteraf bezien nuttig?

hoofdstuk 2

Controleren en meten

Oriëntatie

Het is winter. Samen met Piet, zijn begeleider, voert Klaas onderhoud uit aan trekkers en werktuigen. Dat houdt in dat hij veel dingen moet controleren en meten. Vooral de verlichting van trekkers, wagens en werktuigen laat na één seizoen werken te wensen over. Piet leert Klaas hoe hij met de spanningzoeker kan controleren of de verlichting goed werkt. Na een tijdje lukt dat al aardig. Dan vraagt Piet hem om de banden even te meten.

Zoals zo vaak op een loonbedrijf gebeurt, komt er iets tussendoor. Kees komt met de trekker en de mestverspreider de schuur binnenrijden. De bodemketting en de ketting van de verdeelwalsen zijn kapot. Samen bekijken ze wat er mis is en wat er gerepareerd moet worden. Kees krijgt de opdracht om de mestverspreider schoon te spuiten, Klaas moet het instructieboek pakken en plaats maken in de werkplaats. Op de spuitplaats halen Klaas en Kees de bodemketting uit de wagen. Pas daarna mag de mestverspreider in de werkplaats en kunnen ze de ketting gaan repareren. Daar zijn ze wel een dag mee bezig! Tja, en dan weet Klaas nog niet hoe de bandenspanningsmeter werkt!

Oriënterende opdracht 2.1**Waarom moet je dat allemaal kunnen?**

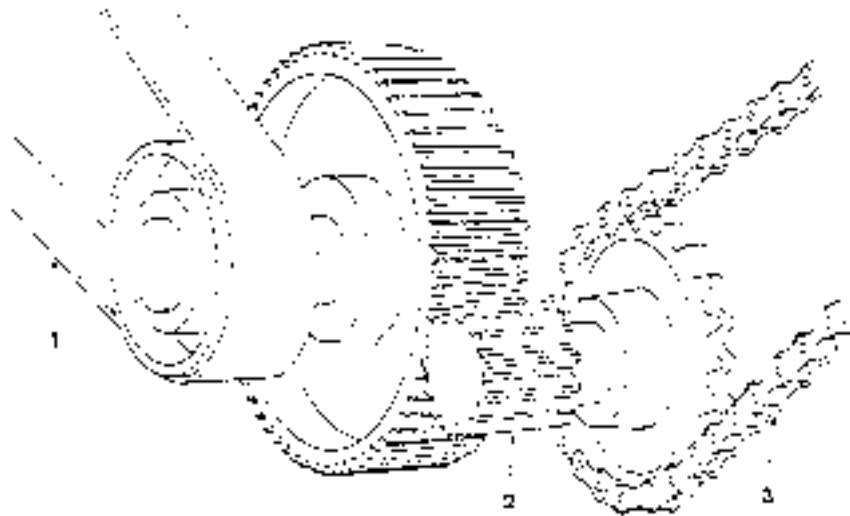
Aan het begin van een hoofdstuk staan altijd leerdoelen. Lees de leerdoelen van dit hoofdstuk eens goed door.

- a Laat de leerdoelen van dit hoofdstuk zien aan je praktijkbegeleider. Vraag aan de praktijkbegeleider waarom hij het belangrijk vindt dat jij dat leert. Noteer per leerdoel zijn argumenten.
- b Ben je het met de argumenten van de praktijkbegeleider eens? Met welke wel en met welke niet? Motiveer je antwoord.

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- de juiste hulpmiddelen voor het uitvoeren van eenvoudige metingen benoemen;
- een standaardcontrole aan V-snaren en kettingen uitvoeren;
- V-snaren en kettingen onderhouden;
- de veiligheidsvoorzieningen bij tussenassen controleren;
- tussenassen onderhouden.



figuur 2.1 Vormen van krachtoverbrengingen

In hoofdstuk 1 heb je geleerd hoe een trekker en een machine er van binnen uitzien. Als alles werkt, hoef je alleen maar onderhoud te plegen. Dat houdt ook in meten en controleren of iets nog werkt. Om te meten zijn er hulpmiddelen. Deze hulpmiddelen komen aan de orde in paragraaf 2.1. Paragraaf 2.2. vertelt iets meer over banden. Bij de werking van trekkers, machines en werktuigen spelen V-snaren, kettingen en tussenassen een belangrijke rol. In paragraaf 2.3 gaat het over V-snaren en kettingen, in 2.4 over tussenassen.

2.1 Eenvoudige meetapparatuur

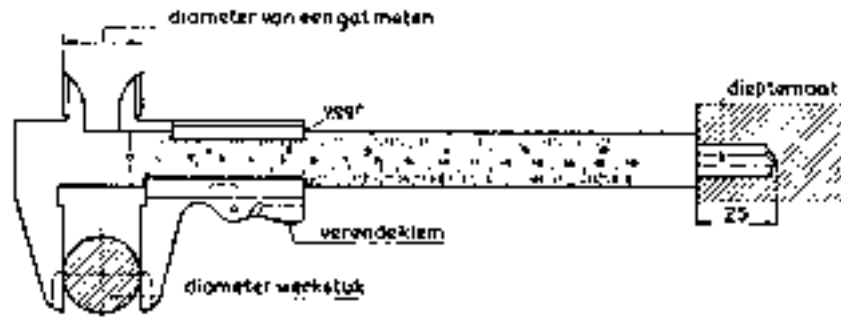
Je begeleider vraagt of je voor hem een strip ijzer op lengte wilt maken. Deze strip ijzer moet 250 mm lang zijn. Je gaat aan de slag en brengt hem even later de strip. "Wat heb je nu gedaan, hij moet geen 250 cm, maar 250 mm lang zijn!"

Om een strip ijzer op lengte te maken heb je hulpmiddelen nodig. Hulpmiddelen die de maat aangeven. Zelf bepaal je echter de nauwkeurigheid van een meting. In deze paragraaf komt eenvoudige meetapparatuur aan de orde. De schuifmaat gebruik je veel bij reparatiewerkzaamheden, de spanningzoeker bij elektrische storingen en de bandenspanningsmeter heb je nodig bij onderhoudswerkzaamheden.

De schuifmaat

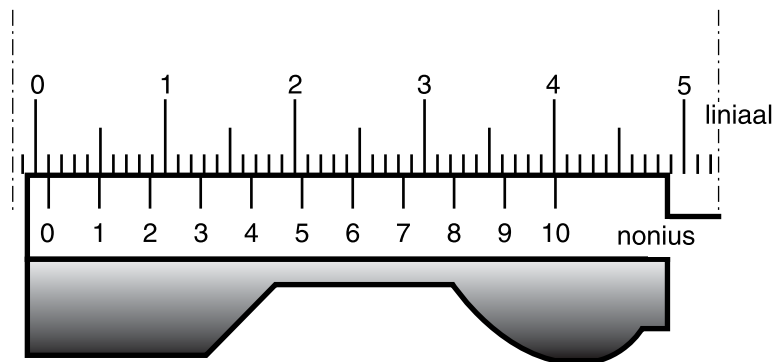
Wanneer je in centimeters wilt meten, gebruik je vaak een meetlat, duimstok of rolmaat. Als je die goed afleest, kun je tot op de millimeter (0,1 cm) nauwkeurig meten. Voor het afstellen van werktuigen in het veld is dit meer dan voldoende. Bij reparatiewerkzaamheden, wanneer je (dure) onderdelen moet vervangen, moet je

schuifmaat nauwkeuriger meten. Een goed hulpmiddel voor metingen tot op 0,1 mm (0,01 cm) nauwkeurig is de *schuifmaat*. De schuifmaat is een meetinstrument met een borging (een klemlip of klemschroef). Met de schuifmaat kun je een binnenmaat, een buitenmaat en een dieptemaat meten.



figuur 2.2 De onderdelen van een schuifmaat

liniaal De vaste *liniaal* van de schuifmaat heeft een schaalverdeling in millimeters. De getal-
nonius len op de liniaal geven hele centimeters aan. De verschuifbare bek heeft ook een schaalverdeling. Deze schaalverdeling heet de *nonius*. De nonius heeft een lengte van 9 mm en is verdeeld in tien gelijke deeltjes. Het kleinste verschil tussen een deeltje op de liniaal en een deeltje op de nonius is 0,1 mm.



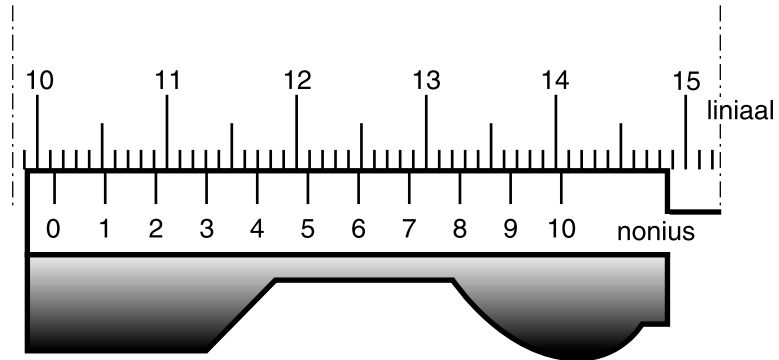
figuur 2.3 De nonius is 9 mm lang en is verdeeld in tien gelijke deeltjes.

Als je een bepaald voorwerp, bijvoorbeeld een lager, recht tussen de bek hebt ingeklemd en de schuif hebt vastgezet, kun je de maat aflezen.

Als eerste kijk je bij de 0-streep van de nonius. Als de 0-streep van de nonius samenvalt met een streep op de liniaal, kun je direct hele millimeters aflezen. In figuur 2.3 lees je 1 mm af.

Als de 0-streep van de nonius niet samenvalt met een streep van de liniaal, lees je in twee stappen af.

Je kijkt op de liniaal naar het eerste streepje links van de 0-streep van de nonius. In figuur 2.4 is dat 10,1 cm of 101 mm. Daarna kijk je welk streepje van de nonius samenvalt met een streepje van de liniaal. Als dat streepje 4 van de nonius is, komt er nog $4 \times 0,1 \text{ mm} = 0,4 \text{ mm}$ bij. In figuur 2.4 meet je dus $101 + 0,4 = 101,4 \text{ mm}$. Meten met de schuifmaat lijkt ingewikkeld, maar het is in feite niets anders dan precies aflezen!



figuur 2.4 De 0 van de nonius valt niet samen met een streepje van de liniaal.

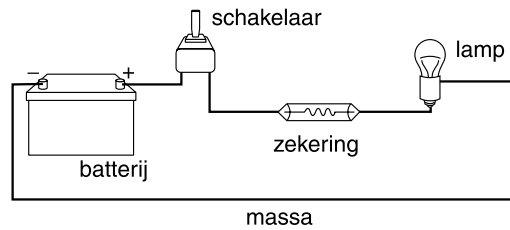
De spanningzoeker

De verlichting van een trekker en een achterhangend werktuig is regelmatig kapot. Het is lastig om erachter te komen waar de verlichting dan kapot is. Een spanningzoeker is een hulpmiddel dat je hierbij helpt.

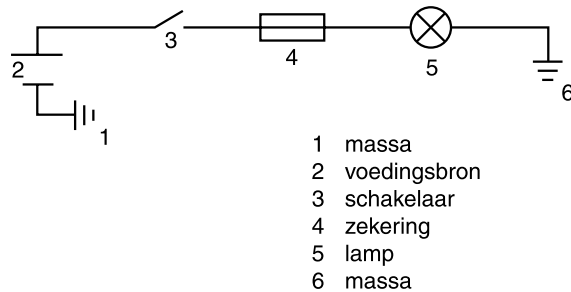
Elektrische energie wordt van een spanningsbron, bijvoorbeeld een accu, naar een lamp of een apparaat gebracht. Een accu heeft twee polen: een pluspool en een minpool. Op de pluspool van een accu staat ongeveer 12 Volt spanning. Op de minpool staat geen spanning. Door dit spanningsverschil (van 12 Volt) kan de accu stroom leveren voor bijvoorbeeld het starten van de motor of het laten branden van de verlichting.

Voor het overbrengen van elektrische energie worden snoeren of kabels gebruikt. Met een schakelaar kun je een lamp of een apparaat aan- en uitzetten. Spanningsbron, lamp, snoeren en schakelaars vormen samen een elektrische schakeling waardoor een elektrische stroom loopt. De stroom zorgt ervoor dat de energie van de accu naar de lamp gaat en weer terugloopt door de massa naar de accu. Er is dan een gesloten *stroomkring* waarbij de lamp gaat branden. Bij een trekker is het ijzeren frame de *massa*. Je kunt de stroom ook terug laten gaan door een stroomdraad, maar dan is er veel extra draad nodig en de kans op storingen is groot. In figuur 2.5 staat een stroomkring getekend. De *zekering* is de zwakste schakel in een stroomkring en dient als beveiliging.

De stroomkring kun je ook in een schema tekenen. Een voorbeeld van zo'n schema zie je in figuur 2.6.



figuur 2.5 Een stroomkring

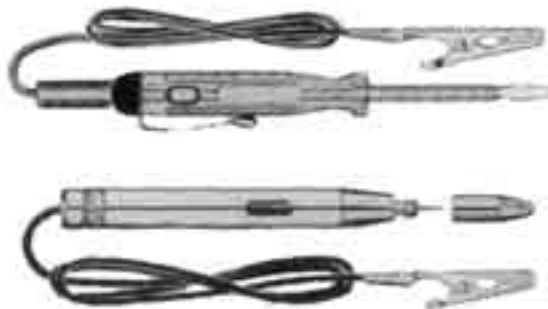


figuur 2.6 Voorbeeld van een schakelschema van een lamp

Storingen kun je opzoeken met een spanningzoeker.

spanningzoeker

Er zijn spanningzoekers voor verschillende spanningen, bijvoorbeeld voor 12/24 Volt en voor 230/400 Volt. Op elke *spanningzoeker* staat voor welke spanning hij geschikt is. Kijk hiernaar voor je hem gebruikt.

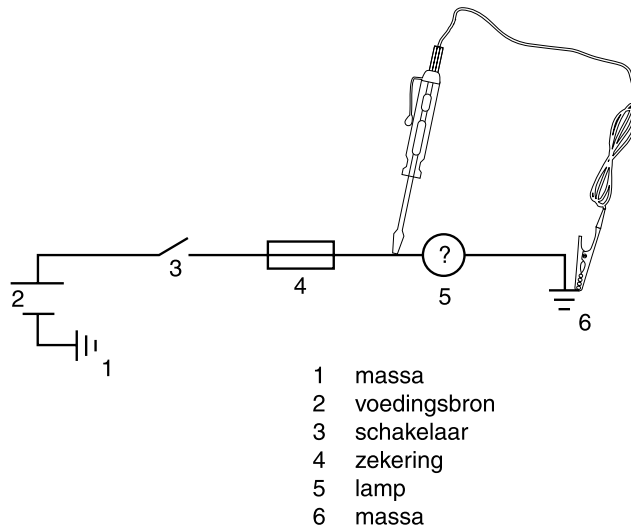


figuur 2.7 Spanningzoekers voor 0-24 Volt gebruik je bij trekkers en zelfrijdende werktuigen.

0/24 Volt

Bij de spanningzoeker die je gebruikt bij trekkers, is altijd een extra draad nodig. Deze zogenaamde massadraad verbind je met bijvoorbeeld een (kaal) stukje van het frame. Zo kan de stroom 'terug' naar de accu. Wanneer er een stroom door de spanningzoeker loopt, gaat het kleine lampje in de schroevendraaier branden. Dit is

het signaal dat er spanning is. Plaats de spanningzoeker, voordat je hem gebruikt, even op de accu om te kijken of de spanningzoeker zelf in orde is.



figuur 2.8 Zo gebruik je de spanningzoeker.

230/400 Volt

Voor spanning zoeken bij 230/400 Volt gebruik je een speciaal schroevendraaiermodel. Deze spanningzoeker heeft geen draad. Het lemmet van deze spanningzoeker is geïsoleerd.

spanningzoeker Je gebruikt de *spanningzoeker* voor 230/400 Volt als volgt.

- Pak de spanningzoeker in bovengreep in de hand. Zorg dat er geen blootliggend deel van het lemmet tegen de hand komt.
- Zet de punt van het lemmet tegen de te controleren draad of wandcontactdoos.
- Raak dan met de duim het metalen plaatje aan de bovenkant van het handvat even aan.
- Als het lampje opgloeit, staat de draad of de wandcontactdoos onder spanning.



figuur 2.9 Zo gebruik je een spanningzoeker voor 230 en 400 Volt.

- storingen* Storingen kunnen op zes verschillende plaatsen in de stroomkring optreden:
- 1 de spanningsbron;
 - 2 de zekering;
 - 3 de bedrading;
 - 4 de lamp of het apparaat;
 - 5 de massa;
 - 6 de schakelaar.
- Als je een storing opspoort, begin je te zoeken bij de *spanningsbron*.
- spanningsbron* 1 De *spanningsbron* levert de stroom. Als je de spanningzoeker op de plus- en de minpool zet, moet het lampje van de spanningzoeker branden. Dat is het teken dat de accu spanning geeft. Voordat je verder gaat met de storing zoeken, moet je controleren of de accuklemmen goed vastzitten op de polen, of er geen vuil tussen de klemmen en de polen zit en of de draden een goede aansluiting met de klemmen maken.
- zekering* 2 Een *zekering* beveiligd de stroomkring tegen een te hoge stroomsterkte. Als het draadje in de zekering doorgesmolten is, is de stroomkring verbroken en brandt de lamp niet. Je kunt een zekering eruit halen en kijken of hij kapot is. Ook kun je met een spanningzoeker controleren of de zekering kapot is. Voor en na de zekering moet er spanning zijn en moet het lampje van de spanningzoeker branden.
- bedrading* 3 Eén van de meest voorkomende storingen is een kapotte draad of slechte aansluitingen van de *draden*. Door de spanningzoeker op het begin- en eindpunt van de draad te houden, controleer je of er spanning is. Als er geen spanning is, kun je met een multimeter controleren of de draad goed is. Dit doe je als volgt. Je zet de *multimeter* op 'weerstand meten' en je plaatst de meetsnoeren op het begin- en eindpunt van de draad. De multimeter stuurt een stroompje door de draad heen. Wanneer de draad niet onderbroken is, is er ook geen weerstand. De wijzer van de multimeter zal uitslaan en de waarde 0 aanwijzen. Slaat de wijzer niet uit, dan is de draad ergens gebroken.
- multimeter*
- lamp of apparaat* 4 De *lamp* of het *apparaat* kan ook kapot zijn. Dit controleer je door er een nieuwe lamp in te doen. Gaat deze nieuwe lamp branden, dan is het probleem opgelost. Brandt de nieuwe lamp niet, dan zal de massaverbinding slecht zijn.
- massa* 5 Een slechte of ontbrekende *massa* is een veel voorkomend probleem. Als er tussen de houder waarmee de lamp op het frame van de trekker is bevestigd en de bevestiging op het frame een laagje verf of roest zit, wordt de stroom onvoldoende doorgelaten. Als je de verf of de roest verwijdert, is de stroomkring weer gesloten en kan de lamp weer branden.
- schakelaar* 6 Ook de *schakelaar* kan kapot zijn. Met een spanningzoeker meet je de in- en uitgaande spanning. Als je geen spanning meet, is de schakelaar kapot.

Overige spanningtestapparatuur

Behalve met een spanningzoeker kun je ook met een spanningsmeter en een universeelmeter spanning meten.

Spanningsmeter

spanningsmeter Met een *spanningsmeter* kun je metingen doen van 6 tot 400 Volt. De spanningsmeter heeft twee aansluitingen en geeft de spanning weer door het oplichten van kleine lampjes (lichtdioden).



figuur 2.10 Met een spanningsmeter kun je spanning meten van 6 tot 400 Volt.

Universeelmeter

universeelmeter Met een *universeelmeter* of *multimeter* meet je de spanning (Volt), de stroomsterkte (Ampère) of de weerstand (Ohm). Het is een ingewikkeld meetinstrument dat je gebruikt om:

multimeter

- nauwkeurige metingen uit te voeren;
- bedrading te controleren op breuk;
- batterijen te testen.



figuur 2.11 Met een universeelmeter kun je nauwkeurige metingen uitvoeren.

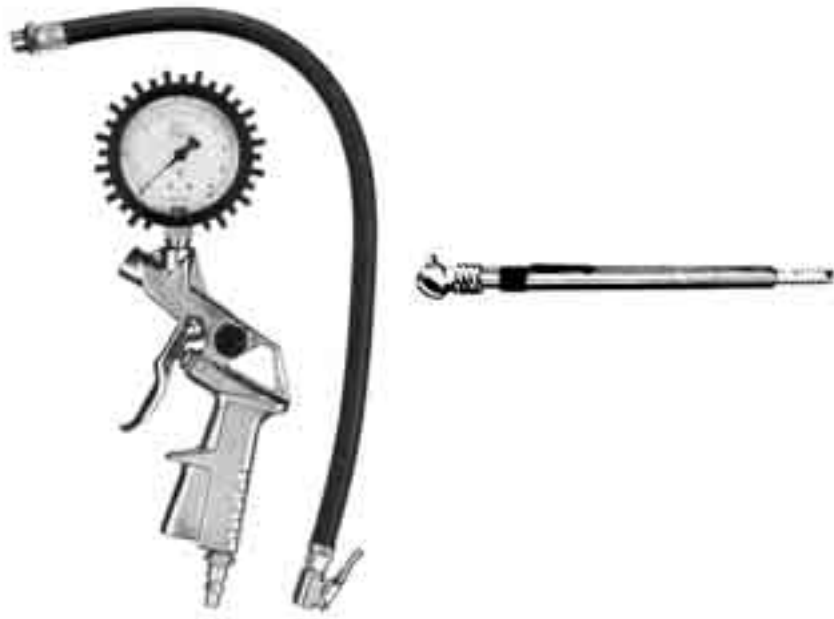
Om kleine reparaties aan de verlichting van een trekker uit te voeren, heb je aan een spanningzoeker al voldoende.

De bandenspanningsmeter

bandenspanning

Trekkers, auto's en vrachtwagens zijn uitgevoerd met rubberen banden. Deze rubberen banden worden 'op spanning' gehouden door lucht in de band. De druk van deze lucht in de band noemen we de *bandenspanning*. De juiste bandenspanning is bepalend voor het weggedrag (de wegligging), de levensduur (slijtage), het comfort (vering) en de trekkracht (grip) van de band. Je past dus altijd de bandenspanning aan aan de werkomstandigheden. Bovendien controleer je deze spanning regelmatig. De bandenspanning is ook afhankelijk van het soort band. Uit speciale tabellen en grafieken kun je de bandenspanning aflezen die hoort bij een bepaalde band. Met een bandenspanningsmeter kun je vervolgens de bandenspanning controleren en eventueel wijzigen.

Er zijn verschillende soorten bandenspanningsmeters: banddrukregelaars en spanningsmeters.



figuur 2.12 Er zijn verschillende soorten bandenspanningsmeters: links een banddrukregelaar, rechts een spanningsmeter.

banddrukregelaar

Met de *banddrukregelaar* controleer je de bandenspanning van luchtbanden en pomp je ze eventueel op. In figuur 2.13 zie je hoe je de banddrukregelaar op de juiste wijze gebruikt. De banddrukregelaar heeft een lange slang, omdat je bij het oppompen van banden nooit voor de velg mag gaan staan. De band zou tijdens het oppompen van de velg kunnen klappen, bijvoorbeeld omdat hij niet goed op zijn plaats schiet of te hard wordt opgepompt. Ook moet je de band rechtop zetten. Na de controle draai je het ventieldopje weer op het ventiel om te voorkomen dat er vuil in het ventiel komt.



figuur 2.13 Zo pomp je een luchtband op met een banddrukregelaar.

Een te hoge of te lage bandenspanning verkort de levensduur van een band. Bij een te lage spanning vervormen de banden en treedt er veel wringing op als het voertuig op verharde wegen door bochten rijdt. Hierdoor slijten de banden snel en onregelmatig. Als de banden te sterk vervormen, is er grote kans op karkasbreuken in de zijwanden. De trekker is dan onvoldoende stabiel.

Bij een te lage bandenspanning worden de kammen van de band niet diep genoeg in de bodem gedrukt als het voertuig op zachte bodem rijdt. Hierdoor heeft het voertuig weinig trekkracht.

Wanneer het voertuig op zachte bodem rijdt met een te hoge bandenspanning zakken de banden diep weg. Hierdoor ontstaat een grote weerstand en heeft het voertuig weinig trekkracht. Bovendien is de kans groot dat de banden beschadigen door scherpe voorwerpen.



figuur 2.14 De juiste bandenspanning op zachte bodems en verharde wegen

Opdracht 2.2

Vragen

- a De schuifmaat
- Welke drie maten kunnen met een schuifmaat gemeten worden?
 - Hoe nauwkeurig meet een schuifmaat?
- b De spanningzoeker
- Wat is een stroomkring?
 - Is er spanningsverschil als er een stroom loopt door een stroomkring?
 - Zet in de goede volgorde: minpool - lamp - schakelaar - massa - zekering - pluspool. Begin bij de pluspool.
 - Noem drie soorten spanningsmeters.
 - Waarom heeft een spanningzoeker voor 6/24 Volt een extra draad?
 - Is er wel of geen spanningsverschil als het lampje van de spanningzoeker gaat branden?
- c De bandenspanningsmeter
- Waarom zit er aan de bandenspanningsmeter een lange slang vanaf de meter naar het ventielopzetstukje?
 - Wat gebeurt er als de banden van een trekker en een kipwagen een te lage spanning hebben en er over de verharde weg gereden wordt?
 - Wat is de functie van het ventieldopje?
 - Waarom heeft de trekker weinig trekkracht (veel slip) als met een hoge bandenpanning op het land gereden wordt?

2.2 Banden

De juiste band en de juiste bandenspanning zorgen ervoor dat je goed werk kunt leveren en dat de banden langer meegaan. Om de juiste band te gebruiken, moet je iets weten over soorten en maten banden. Als je weet om welke band het gaat, kun je de juiste bandenspanning aflezen uit tabellen en grafieken. Dit geldt zowel voor trekkers als voor werktuigen.



figuur 2.15 De opbouw (het karkas) van een trekkerachterband

In deze paragraaf komen de volgende onderwerpen aan de orde:

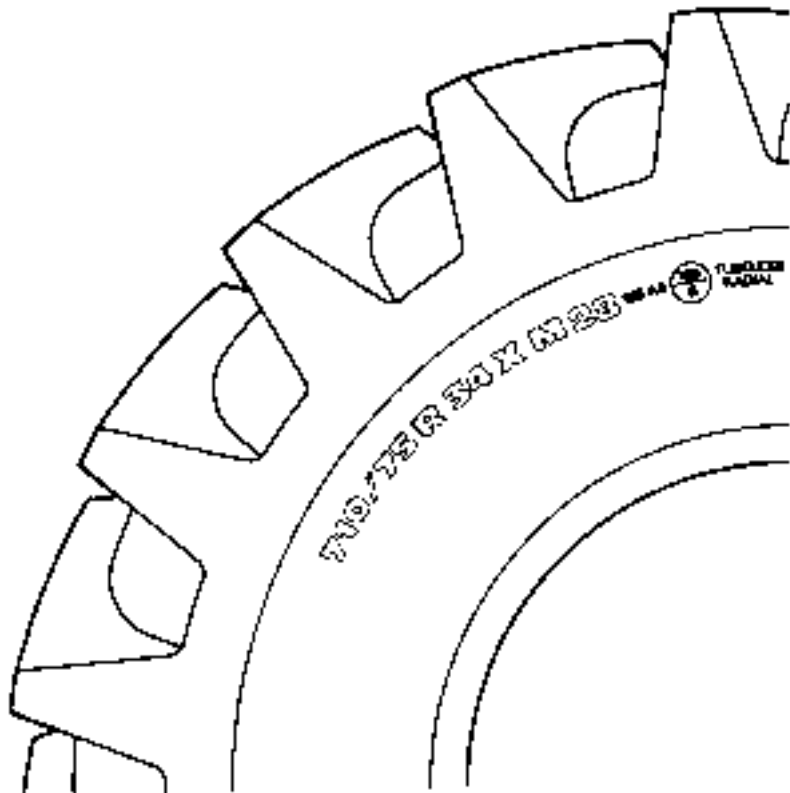
- het opschrift van de band;
- de belasting van de band;
- bandenspanningsgrafieken;
- bandenspanningstabellen;
- banden op wagens en werktuigen.

Het opschrift van de band

Het opschrift van een band bestaat uit drie delen:

- de maataanduiding;
- de draagvermogenindex;
- het snelheidsymbool.

Deze begrippen worden hieronder uitgelegd.



figuur 2.16 Het opschrift van een trekkerband

maataanduiding De *maataanduiding* van een band, 710/75 R 34 in de voorbeeldband, zegt iets over de bandbreedte, de sectiehoogte, de constructie van de band en de diameter van de velg.

- A Bandbreedte
- B Sectiehoogte
- C Velgdiameter



figuur 2.17 De bandbreedte, de sectiehoogte en de velgdiameter van een band

Het eerste deel van de maataanduiding (710) geeft de bandbreedte weer in millimeters of inches. Een bandbreedte van 710 wil dus zeggen 710 mm = 71 cm. Het gaat hier niet om 710 inches, omdat je dan een band van $2,54 \times 710 = 1803$ cm breed zou hebben.

In sommige maataanduidingen staat de sectiehoogte in procenten van de bandbreedte weergegeven. In de voorbeeldband is de sectiehoogte 75. Een sectiehoogte van 75 wil zeggen dat de sectiehoogte 75% van de bandbreedte is. Sectiehoogten van 60, 70, 75 en 80 komen vaak voor.

Middenin de maataanduiding staat een aanduiding voor de constructie van de band: een R voor radiaal of een - voor diagonaal. De voorbeeldband is een radiaalband.

Het laatste deel van de maataanduiding (34 in de voorbeeldband) geeft de diameter van de velg in millimeters of inches. Een velgdiameter van 34 wil dus zeggen $34 \text{ inch} \times 2,54 \text{ cm} = \pm 86 \text{ cm}$.

draagvermogen- of loadindex In het opschrift van de band vind je ook de *draagvermogenindex* of *loadindex* (LI). De draagvermogenindex geeft het gewicht dat een band maximaal kan dragen. In figuur 2.18 staat welk gewicht bij een bepaalde draagvermogenindex hoort.

index	belasting	index	belasting	index	belasting	index	belasting
90	600	112	1120	134	2120	156	4000
91	615	113	1150	135	2180	157	4125
92	630	114	1180	136	2240	158	4250
93	650	115	1215	137	2300	159	4375
94	670	116	1250	138	2360	160	4500
95	690	117	1285	139	2430	161	4625
96	710	118	1320	140	2500	162	4750
97	730	119	1360	141	2575	163	4875
98	750	120	1400	142	2650	164	5000
99	775	121	1450	143	2725	165	5150
100	800	122	1500	144	2800	166	5300
101	825	123	1550	145	2900	167	5450
102	850	124	1600	146	3000	168	5600
103	875	125	1650	147	3075	169	5800
104	900	126	1700	148	3150	170	6000
105	925	127	1750	149	3250	171	6150
106	950	128	1800	150	3350	172	6300
107	975	129	1850	151	3450	173	6500
108	1000	130	1900	152	3550	174	6700
109	1030	131	1950	153	3650	175	6900
110	1060	132	2000	154	3750		
111	1090	133	2060	155	3875		

figuur 2.18 Draagvermogenindextabel

De voorbeeldband heeft een draagvermogenindex van 168. In de tabel vind je bij een draagvermogenindex van 168 een maximumdraagvermogen van 5600 kg. Je mag deze band dus nooit zwaarder belasten dan 5600 kg.

Voor deze tabellen geldt bij trekkerbanden altijd een spanning van 1,6 bar.

*snelheids-
symbool*

Op de band staat ook een *snelheidssymbool*. Een snelheidssymbool hoort altijd bij een draagvermogenindex. Het snelheidssymbool geeft de maximumsnelheid aan waarmee je met de band mag rijden. In figuur 2.19 staat welke maximumsnelheid hoort bij welk snelheidssymbool.

index	snelheid km/u
A2	10
A3	15
A4	20
A5	25
A6	30
A7	35
A8	40
B	50
C	60
D	65
E	70
F	80
G	90
J	100
K	110
L	120
M	130
N	140

figuur 2.19 Snelheids-symbolen en de bijbehorende maximumsnelheid

Het snelheidssymbool van de voorbeeldband is A 8. Bij dit symbool hoort een maximumsnelheid van 40 km per uur.

De draagvermogenindex en het snelheidssymbool samen heten de service-omschrijving. Op de voorbeeldband staat nog een tweede service-omschrijving, namelijk: 165 B. B staat voor 50 km (figuur 2.19) en 165 staat voor 5150 kg (figuur 2.18). Dit geldt uiteraard alleen bij een bandenspanning van 1,6 bar. Wanneer je met deze band 50 km/uur gaat rijden, wordt het draagvermogen minder.

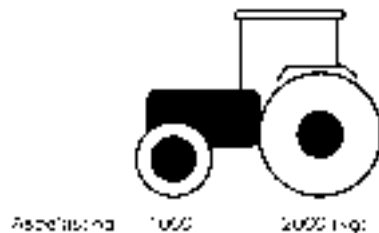
De belasting van de band

De service-omschrijving geeft alleen maximale waarden aan (maximaal draagvermogen en maximale snelheid bij 1,6 bar spanning). In de land- en tuinbouw wil je het land zo min mogelijk vast rijden. Je wilt dus graag de minimale spanning van de band weten.

Daartoe moet je de werkelijke belasting (het gewicht) op de band weten. Het gewicht op de band kun je op twee manieren te weten komen. Je kunt de combinatie van trekker en werktuig wegen op de weegbrug. Dit is het meest betrouwbaar. Je kunt de belasting op de band ook uitrekenen. Hieronder volgen een aantal voorbeelden.

Voorbeeld 1

Voor de asbelasting van trekkers zonder werktuigen geldt dat 30-40% van het gewicht op de vooras rust en 60-70% op de achteras. Voor een trekker van bijvoorbeeld 3000 kg komt dit neer op een gewicht van 1000 kg op de vooras en 2000 kg op de achteras. De gewichtsverdeling is voor elke trekker anders. De juiste gewichtsverdeling vind je in het instructieboek.



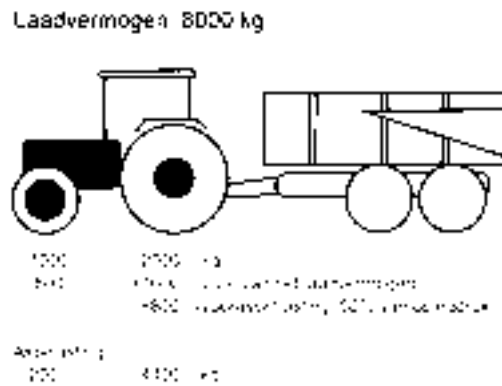
figuur 2.20 De asbelasting van een trekker

Voorbeeld 2

Als er een kipwagen met 8000 kg lading achter de trekker gekoppeld is, wordt de **belasting** op de achteras van de trekker hoger. Dit gebeurt op twee manieren.

- 1 Een deel van het gewicht van de kipwagen rust op de achteras van de trekker. Je noemt dit de oplegdruk. Als vuistregel geldt dat de oplegdruk 20% van het laadvermogen van de kipper is (dus 1600 kg extra op de achteras).
- 2 De dissel van de kipwagen rust een eindje achter de achteras op de trekhaak van de trekker. Door deze hefboomwerking komt er minder druk op de vooras en nog meer op de achteras. Je noemt dit de voorasontlasting. Als vuistregel geldt dat de voorasontlasting 50% van de oplegdruk is (50% van 1600). 800 kg van de vooras wordt bij de belasting van de achteras opgeteld.

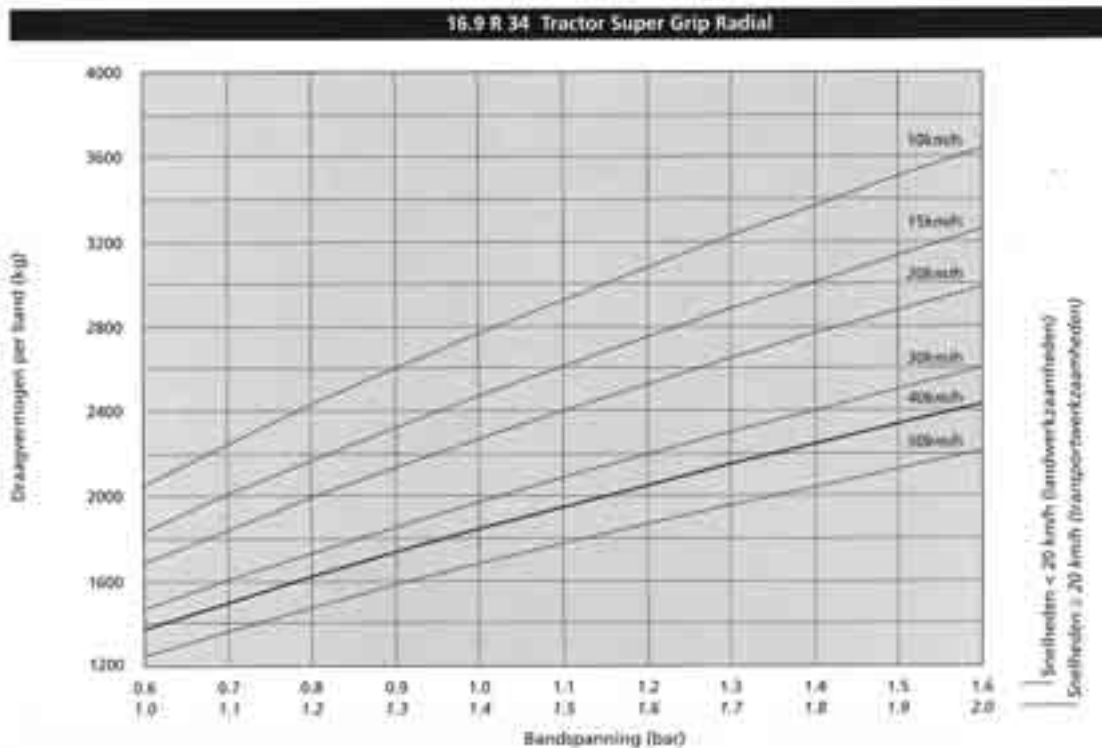
Totaal rust er $1000 - 800 = 200$ kg op de vooras en $2000 + 1600 + 800 = 4400$ kg op de achteras van de trekker. Dit is 2200 kg per band.



figuur 2.21 De asbelasting van een trekker met kipwagen

Bandenspanningsgrafieken

Als de belasting op de achteras van de trekker bekend is (het draagvermogen) en je weet de snelheid waarmee de trekker rijdt, dan kun je in een bandenspanningsgrafiek de bandenspanning aflezen. In figuur 2.22 staat een bandenspanningsgrafiek voor de voorbeeldband 16.9 R 34. Voor elke band zijn er aparte bandenspanningsgrafieken.

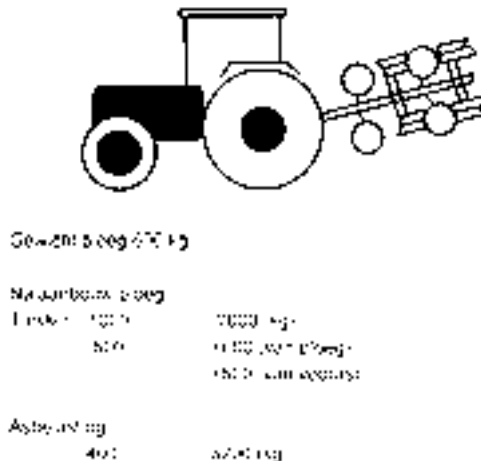


figuur 2.22 In een bandenspanningsgrafiek kun je de bandenspanning aflezen (Vredestein).

Aan de linkerkzijde van de grafiek staat het draagvermogen (de belasting). In de grafiek staan de lijnen van de snelheid. Onderaan staan twee regels voor de gewenste bandenspanning. Wanneer je hoofdzakelijk op het land bezig bent, geldt de bovenste regel, bij transport over de verharde weg de onderste regel.

Bij een snelheid van 40 km/uur en een draagvermogen van 2200 kg per band moet de spanning 1,75 bar zijn wanneer je veel op de weg rijdt. Bij werk op het land mag de bandenspanning 1,35 bar zijn.

Welke spanning moet een 16.9 R 34 band hebben bij landwerkzaamheden, bijvoorbeeld ploegen? Door het gewicht van de ploeg en de hefboomwerking (vooras-ontlasting) rust er 3200 kg op de achteras. Dit is 1600 kg per band. In de grafiek kijk je bij veldwerkzaamheden (de lijn van 10 of 15 km/uur). Je leest af dat de bandenspanning op het land 0,6 bar mag zijn. Wanneer je ook regelmatig met de trekker en de ploeg over de weg rijdt, moet de bandenspanning 1,0 bar zijn.



figuur 2.23 De asbelasting van een trekker met ploeg

Bandenspanningstabellen

bandenspanningstabellen

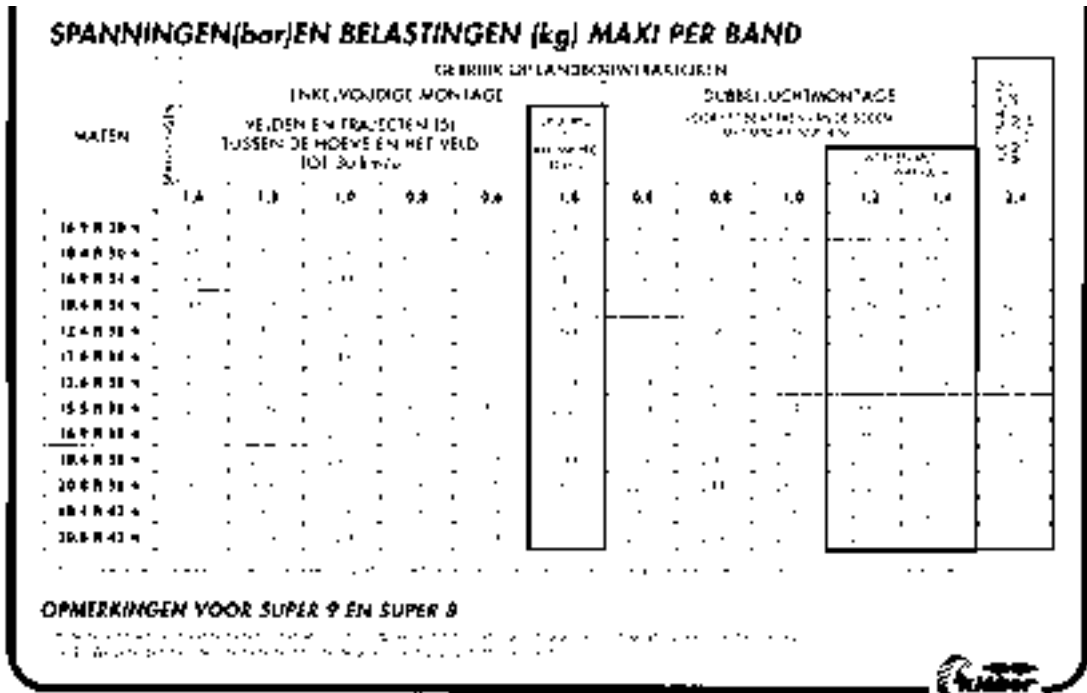
Veel bandenfabrikanten geven de draagvermogens en de bandenspanning in tabellen weer. In figuur 2.24 zie je een voorbeeld hiervan.

In de linker kolom staat voor welke bandenmaten de tabel geldt. Van de trekker met ploeg is de bandenmaat 16.9 R 34. Er rust 1600 kg op de band. In de tabel staat bij enkelvoudige montage en bij veldwerk en beperkt transportwerk dat de bandenspanning bij 1600 kg 0,6 bar moet zijn. Bij veel transportwerk adviseert deze fabrikant een bandenspanning van 1,6 bar (middelste kolom).

Banden op wagens en werktuigen

implementbanden

Behalve de trekkerbanden zijn ook de banden op aanhangwagens en werktuigen belangrijk. Banden op aanhangwagens en werktuigen worden 'implementbanden'



figuur 2.24 Een bandenspanningstabel (Kléber)

genoemd. Deze banden hebben verschillende profielen. In figuur 2.25 zie je verschillende profielen.

Wanneer je van de implementbanden de spanning wilt bepalen, moet je eerst het opschrift op de band lezen. Dat opschrift is vergelijkbaar met dat van trekkerbanden.

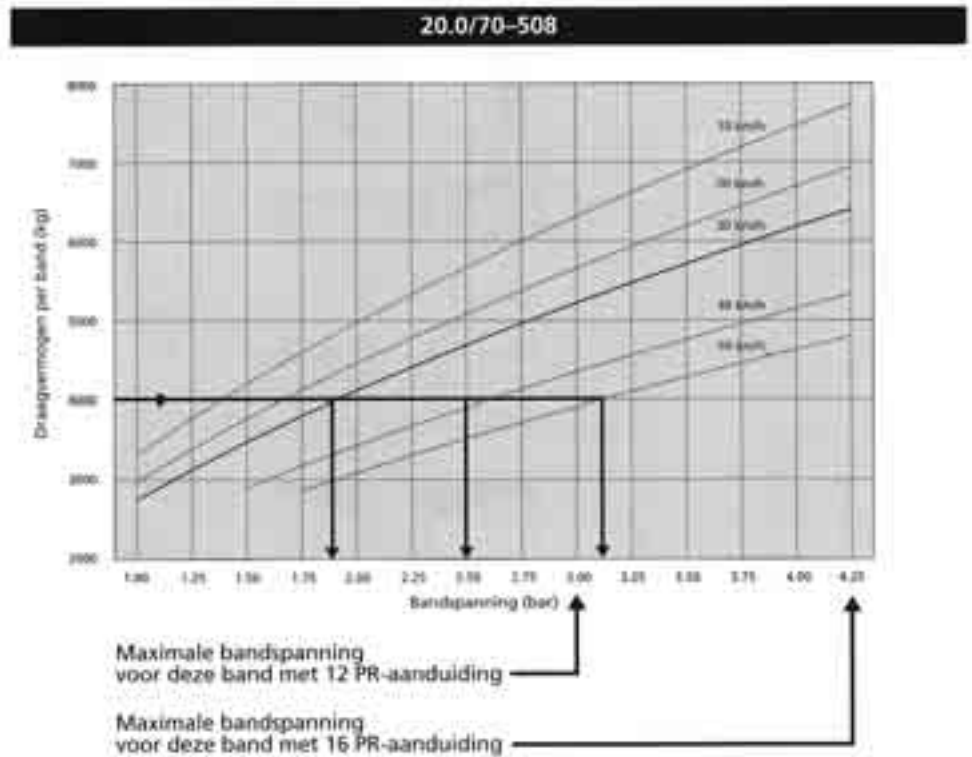
Als het opschrift 20.0/70 - 08 16 PR is, betekent dit dat de bandbreedte 20.0 inch = 51 cm is, de sectiehoogte 70% van 51 cm = 36 cm is, de karkasconstructie (-) diagonaal is en de velgdiameter 508 mm is.

Achter de maataanduiding kan een 'Ply Rating'-getal staan. Dit PR-getal is een indicatie voor de sterkte van het karkas. De karkassterkte bepaalt de maximumspanning van de band met het daarbij behorende maximumdraagvermogen. Alleen diagonaalbanden hebben een PR-getal, radiaalbanden hebben een service-omschrijving.



figuur 2.25 Implementbanden hebben verschillende profielen.

In figuur 2.26 staat een bandenspanningsgrafiek voor een implementband. Voor een band met 12 PR-aanduiding bedraagt de maximale bandenspanning 3,0 bar en voor een band met 16 PR-aanduiding is dit 4,25 bar.



figuur 2.26 Bandenspanningsgrafiek voor een implementband

Uit de grafiek in figuur 2.26 kun je aflezen dat de bandenspanning 1,9 bar moet zijn bij een draagvermogen van 4000 kg en een maximumsnelheid van 30 km/uur. Als de maximumsnelheid 40 km/uur is, moet de bandenspanning ongeveer 2,6 bar zijn. Wordt de maximumsnelheid 50 km/uur, dan moet de bandenspanning ongeveer 3,1 bar zijn. Alleen een band met 16 PR-aanduiding is daarvoor geschikt.

Transportmaterieel zoals kipwagens en mesttanks zijn vaak uitgerust met tandemassen. Twee veel voorkomende uitvoeringen zijn de gestuurde tandemas en de starre tandemas. Bij starre tandemassen treden extra zijwaartse krachten op. Daarom moet, bij eenzelfde belading, de bandenspanning bij een starre tandemas hoger zijn dan bij een gestuurde tandemas.

Voor kipwagens geldt de vuistregel dat het maximumlaadvermogen op de tandemas rust. De rest, het leeggewicht van de kipwagen, rust op de achteras van de trekker.

Wat is de bandenspanning voor een implementband met opschrift 20.0 / 70 - 508 bij een laadvermogen van 12 ton, een maximumsnelheid van 40 km/uur en een gestuurde tandemas?

De belasting per band is $12.000 : 4 = 3000$ kg. Uit de grafiek in figuur 2.26 kun je de gewenste bandenspanning aflezen: 1,6 bar.

Bij een starre tandemas heb je te maken met zijwaartse krachten, ook wel wringkrachten genoemd. In dat geval deel je de belasting door drie: $12.000 : 3 = 4000$ kg. Uit de grafiek lees je af dat de gewenste bandenspanning 2,6 bar is, bij 40 km/uur.

Een juiste bandenspanning is erg belangrijk voor de levensduur van band en land. De gebruiker (de chauffeur) is verantwoordelijk voor het controleren en instellen van de bandenspanning. Je moet dus vaak de belasting van een band uitrekenen en een bandenspanningstabel aflezen. Een chauffeur met een goede werkhouding controleert regelmatig de bandenspanning!

Opdracht 2.3

Vragen

- Wat betekent het opschrift 18.4 R 38 146 A8 op een band?
- Bij kipwagens en gedragen werktuigen wordt de achteras van de trekker zwaar belast. Op welke twee manieren gebeurt dit?
- Een trekker weegt 4000 kg. Frits wil er een wagen achter koppelen en die volladen met 10.000 kg suikerbieten. Hoeveel gewicht van de trekker rust er op de achteras?
 - ongeveer 1600 kg
 - ongeveer 2000 kg
 - ongeveer 2400 kg
- Bandenspanningsgrafieken
 - In figuur 2.22 zie je een bandenspanningsgrafiek. Lees de juiste bandenspanning af voor de volgende twee situaties:
 - belasting 2000 kg, maximumsnelheid 40 km/uur, veel wegtransport;
 - belasting 2000 kg, maximumsnelheid 40 km/uur, veel landwerk.
 - Wat betekent het opschrift 700 / 45 - 22.5 12 PR?

2.3 Aandrijvingen: V-snaren en kettingen

Heb je wel eens met je vinger gewezen naar een draaiende V-snaar of ketting? Pas op, voor je het weet ligt je vinger ernaast, want een V-snaar of ketting kan veel kracht overbrengen!

V-snaren kettingen

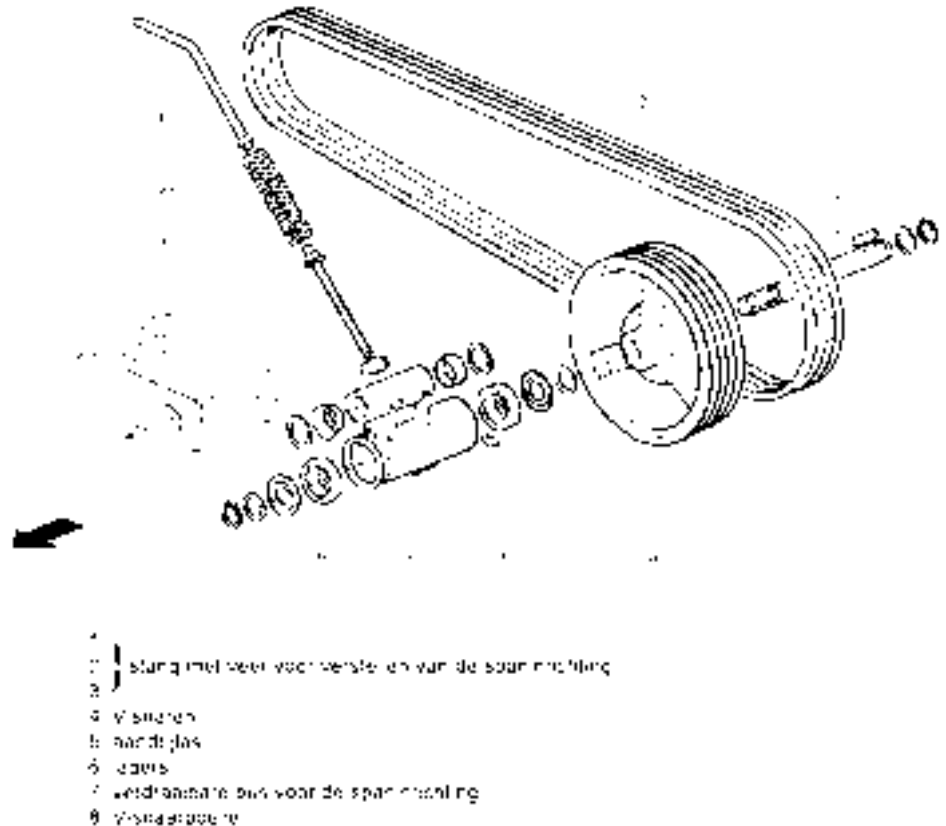
Op bijna alle trekkers en werktuigen komen V-snaren en kettingen voor. *V-snaren* en *kettingen* worden toegepast om een bepaalde afstand te overbruggen. Een V-snaar of een ketting drijft iets aan, bijvoorbeeld een ventilator om de motor te koelen. Ook kunnen V-snaren en kettingen bepaalde krachten overbrengen. Door V-snaren en kettingen op de juiste spanning te houden, maar ook door ze goed te onderhouden, gaan zij lang mee. V-snaren worden gebruikt onder droge en stoffige omstandigheden, kettingen onder natte en vuile omstandigheden. In deze paragraaf staat informatie over V-snaren en kettingen en over hoe je ze moet afstellen en onderhouden.

V-snaren

V-snaren of V-riemen

V-snaren of V-riemen zijn opgebouwd uit lagen koorden, omgeven door rubber. Ze zijn meestal eindloos. V-snaren kunnen met kleine schijfdiameters en vaak zonder riemspanners grote krachten overbrengen. Een V-snaar is bevestigd op een poelie of riemschijf. Om grotere krachten over te brengen, zoals bij cirkelmaaiers, liggen er vier snaren naast elkaar op één poelie.

In figuur 2.27 staat een tekening van een cirkelmaaier met vier V-snaren op één poelie.

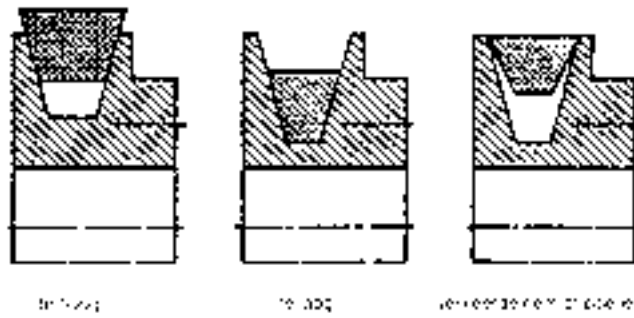


figuur 2.27 De V-snaar aandrijving, met spanrichting, van een cirkelmaaier

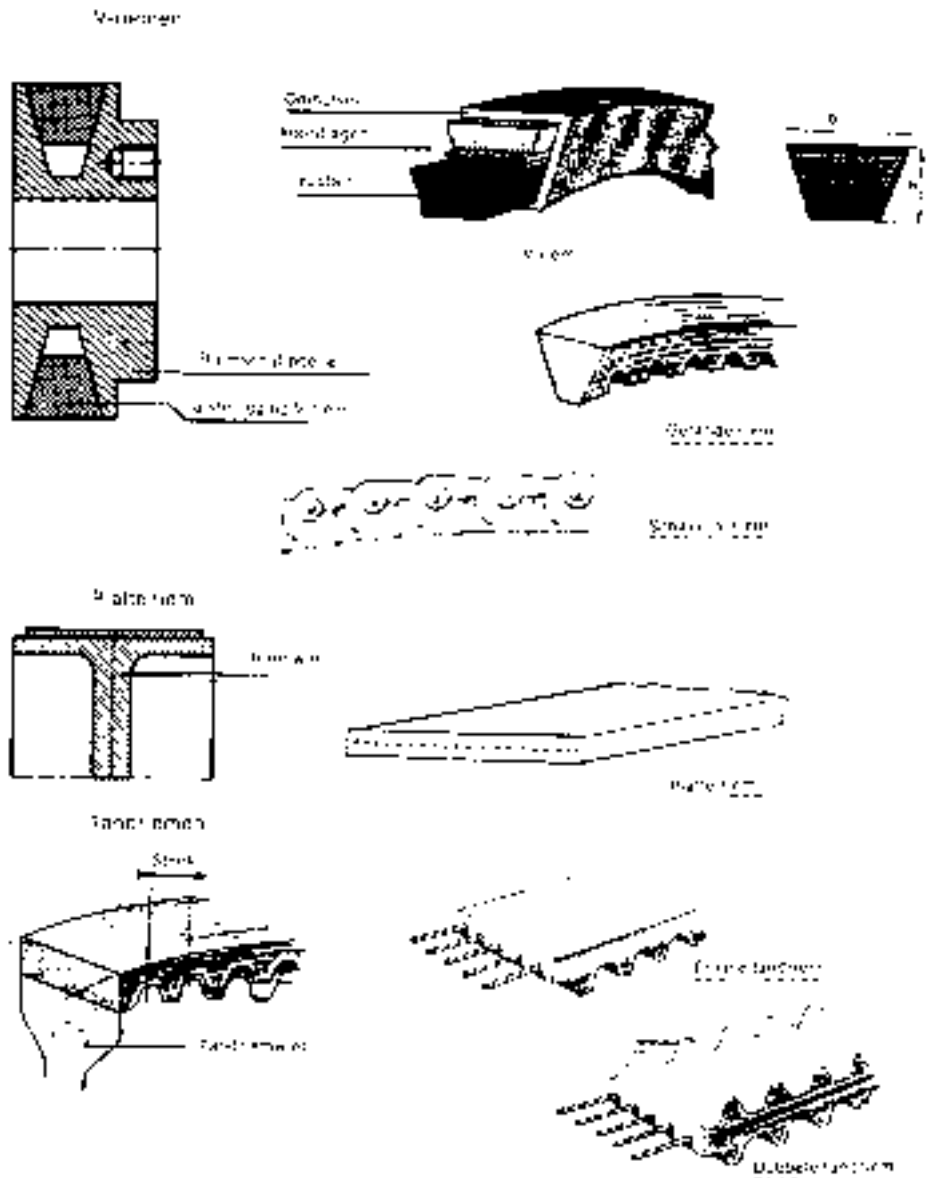
Om een grote kracht over te brengen, moet de V-snaar op de juiste manier in de poelie of riemschijf liggen. Hij mag niet of nauwelijks slippen. De V-snaar dient een groot aanrakingsoppervlak te hebben, zodat hij veel kracht over kan brengen. Als de V-snaar op de juiste manier in de poelie ligt, blijft de V-snaar ook goed op spanning. In figuur 2.28 is afgebeeld hoe een V-snaar in de poelie moet liggen.

Voor het op spanning houden van V-snaren gebruik je gegroefde rollen, die aan de binnenzijde worden aangebracht, of vlakke rollen, die aan de buitenzijde op de V-snaar wordt geplaatst.

In figuur 2.29 staan de benamingen van V-snaren, riemen en poelies.

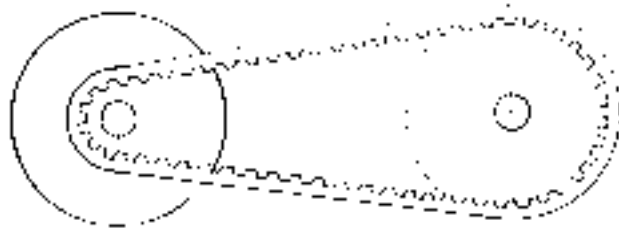


figuur 2.28 De V-snaar moet op de juiste manier in de poelie liggen.



figuur 2.29 Benamingen van V-snaren, riemen en poelies

variator Soms moet je het toerental van de aangedreven as traploos kunnen regelen. Dit kan met een zogenaamde *variator*. De V-snaarschijven zijn tweedelig en kunnen onder het draaien worden versteld. Hierdoor komt de V-snaar in de ene schijf hoger en bij de andere schijf dieper in de groef te lopen. Zodoende krijg je een ander toerental van de aangedreven as. Dit wordt onder andere bij maaidorsers gebruikt, voor het traploos wijzigen van het toerental van de dorstroommel.



figuur 2.30 Zij aanzicht van een variator na toerenverandering

Powerband

powerband Alle V-snaren zullen enigszins slippen. Dat maakt het onmogelijk om V-snaren toe te passen op plaatsen waar een bepaalde overbrengingsverhouding vereist is. Om te zorgen dat V-snaren niet slippen, zijn er vlakke snaren met vertanding ontwikkeld. Die vlakke snaren drijven vertande wielen aan. Deze snaren lopen geruisloos. Ze worden onder andere toegepast bij de aandrijving van de nokkenas bij motoren. Er bestaat ook een combinatie van een brede en een vlakke snaar. Deze combinatie wordt een *powerband* genoemd. De powerband heeft speciale koordlagen en bestaat als het ware uit een aantal aan elkaar 'vastgesmolten' V-snaren. Powerbanden worden veel in hakselaars en maaidorsers toegepast.



figuur 2.31 Een powerband in een hakselaar

Maataanduidingen

Op elke V-snaar staat een maat. B 700 bijvoorbeeld betekent dat de V-snaar een profiel heeft van 17×11 , waarbij de omtrek aan de binnenzijde 700 mm is. In de tabel van figuur 2.32 staan de breedte en de hoogte die horen bij bepaalde maten V-snaren. Wanneer je een V-snaar moet vervangen, zoek je eerst de maataanduiding op of je neemt de oude snaar mee naar de dealer.

Type	Type			
	Z	A	B	C
$b \times h$	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14
Type	Type			
	SPZ	SPA	SPB	SPC
$b \times h$	10 x 6	13 x 10	17 x 10	22 x 14

figuur 2.32 Verschillende maten en typen van V-snaren

Onderhoud

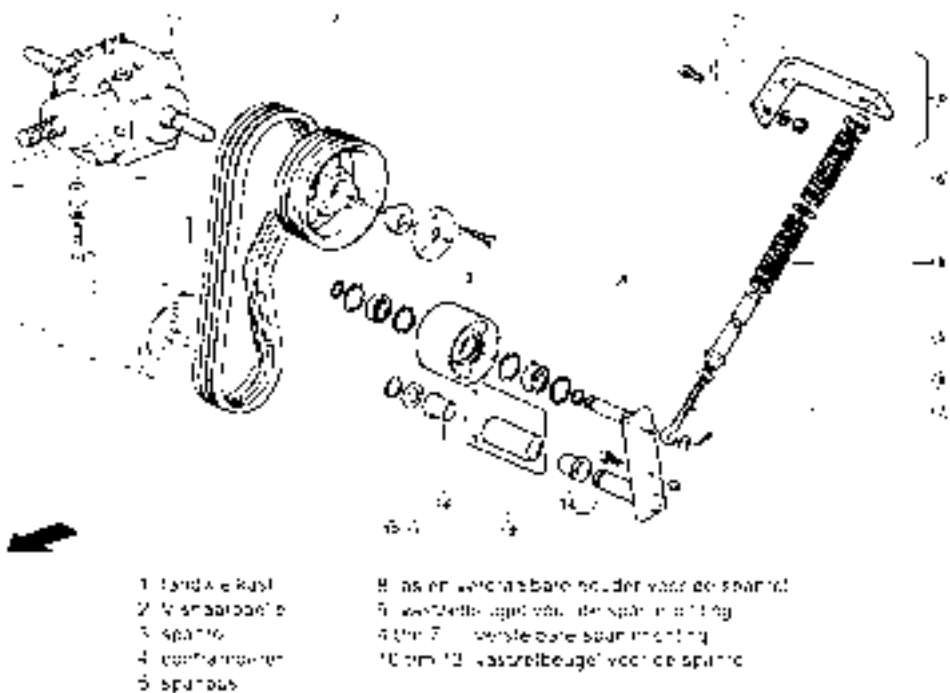
Het belangrijkste onderhoud aan V-snaren is spannen. In de praktijk wordt de V-snaar veelal op gevoel gespannen. Over een lengte van 30 cm mag je de V-snaar niet meer dan 1 cm in kunnen drukken. Met een veerunster of een riemspanningsmeter kun je nauwkeurig vaststellen welke kracht nodig is om een riem 1 mm per cm as-afstand in te drukken. Die waarde moet overeenkomen met wat de fabrikant opgeeft voor de betreffende V-snaar in combinatie met de gebruikte poelie. Een verkeerde spanning levert veel problemen op. Een te slap gespannen V-snaar slijt makkelijk, waardoor hij snel slijt. Te strak gespannen V-snaren slijten ook meer dan nodig is. Bovendien gaan de lagers daardoor minder lang mee. Ook mogen V-snaren niet onder het vet en de olie zitten, omdat ze dan slippen en vuil aantrekken.



figuur 2.33 Het controleren van de V-snaarspanning

spanrol Een V-snaar kan ook gespannen worden met een *spanrol*. Als je de V-snaren in die situatie moet vervangen, doe je het volgende.

- Zet de machine of de motor stil.
- Zet de spanrol (3) los, met andere woorden ontspan de V-snaar. Dit doe je door de contraoeren (4) los te draaien en de spanbus (5) te verdraaien.
- Wanneer er geen spanrol aanwezig is, ontspan je de V-snaar door één van de poelies los te zetten. Eén van de poelies is aan een as bevestigd die verschuifbaar is. Die as moet je loszetten om de V-snaar te ontspannen.
- Haal de oude V-snaar of snaren eraf.
- Leg de nieuwe V-snaar of snaren om de poelie heen.
- Span de V-snaar met de spanrol of door het verdraaien van een draadspindel waarmee de poelie verschoven kan worden.
- Controleer of de poelies in één lijn met elkaar staan.
- De spanning op de V-snaren moet zo zijn dat je de V-snaren ongeveer 7 tot 10 mm in kunt drukken.

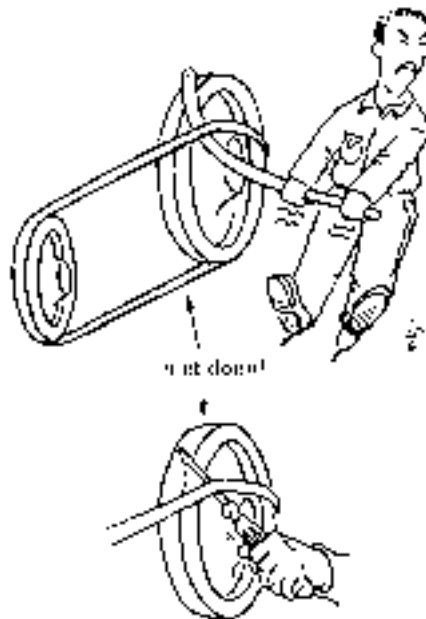


figuur 2.34 Opspannen van een V-snaar met een spanrol

Als er één V-snaar van een setje van vier gebroken is, dan moet je alle vier de snaren vervangen. Een nieuwe snaar heeft namelijk een kleinere diameter dan een gebruikte snaar. De nieuwe snaar is nog niet uitgerekt en moet ook de kracht van de andere drie snaren overbrengen.

Als je de machine langere tijd niet gebruikt, moet je de V-snaren ontspannen. Hierdoor gaan de V-snaren langer mee. Powerbanden zijn meestal zo geplaatst dat

ze ontspannen zijn als ze niet werken. Je hebt dan wel een speciale (hydraulisch bedienbare) spanner nodig. Figuur 2.35 laat zien hoe je een V-snaar niet moet behandelen.



figuur 2.35 Opleggen van V-snaren: zo moet het niet!

Kettingen

Onder vuile en natte omstandigheden worden geen V-snaren, maar kettingen gebruikt. Kettingen slippen niet. Kettingen kom je tegen in onder andere opraapwagens, silagewagens, persen en aardappelrooiers.

Er zijn verschillende soorten kettingen:

- rollenkettingen;
- Ewartkettingen;
- transportkettingen.

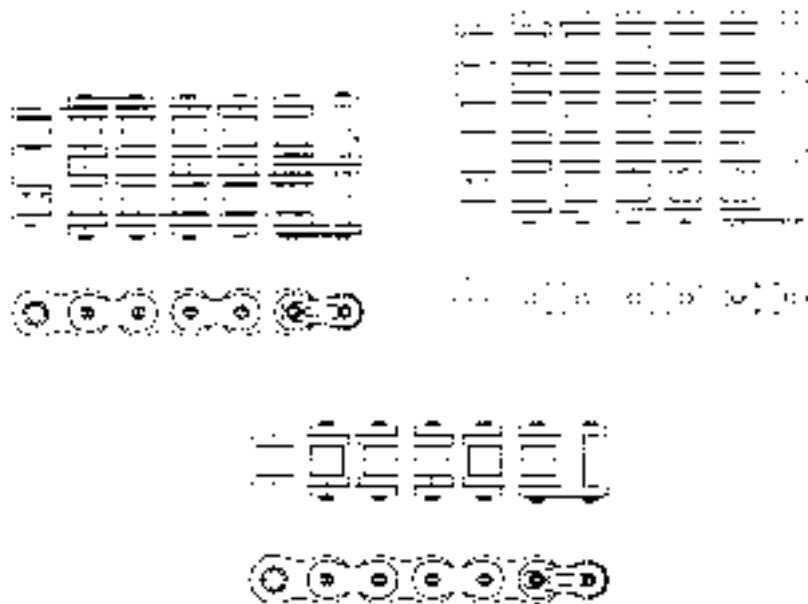
Deze kettingen worden hierna besproken.

Rollenkettingen

rollenketting De *rollenketting* is de meest voorkomende ketting. Deze ketting geeft weinig wrijving. Er zijn drie soorten rollenkettingen:

- enkele kettingen;
- duplex kettingen;
- triplex kettingen.

Een duplex ketting bestaat uit twee aan elkaar vastgemaakte kettingen, een triplex ketting bestaat uit drie kettingen. Hierdoor kunnen deze kettingen grotere krachten overbrengen dan een enkele ketting. In figuur 2.36 kun je deze drie soorten kettingen zien. De rollenketting moet goed onderhouden worden.



figuur 2.36 Drie soorten rollenkettingen

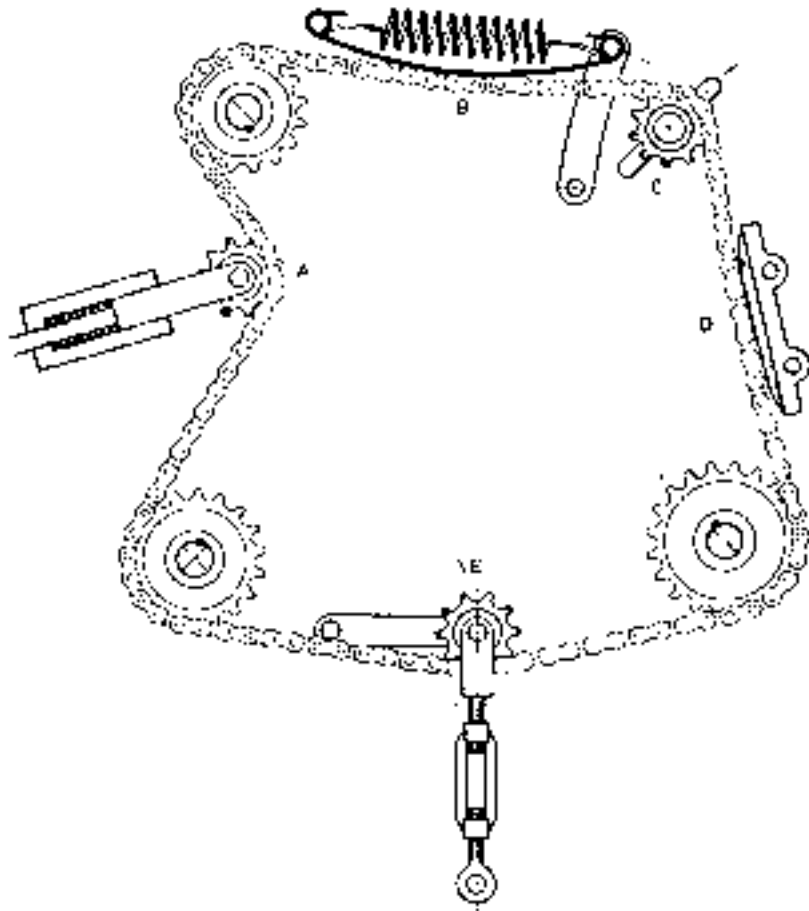
De ketting wordt bij voorkeur gemonteerd in een gesloten kast en het liefst in een oliebad. De gesloten kast dient om de kans op ongelukken te verminderen. Door slijtage van de draaipunten neemt de lengte van de ketting op den duur iets toe. De lengte van de ketting kun je aanpassen met een kettingspanner. Er zijn verschillende spanmogelijkheden. In figuur 2.37 zie je vijf mogelijkheden afgebeeld.

- A Een veerbelaste spanrol trekt de ketting strak.
- B Een stalen band wordt door een trekveer bol getrokken, waardoor de ketting strak blijft. Bij goede smering is de slijtage te verwaarlozen, bij onvoldoende smering niet.
- C Een instelbare spanrol. Bij de spanrol is het asje in een gleuf verstelbaar. De ketting mag niet helemaal strak staan, omdat de spanrol niet verend is.
- D Een geleideplaat. Deze geleideplaat is instelbaar, maar niet verend. De plaat is soms bekleed met slijtvast materiaal.
- E Een spanrol. De spanrol is instelbaar met een zogenaamde spanschroef. Ook hier mag de ketting niet helemaal strak gespannen staan.

kettingspanner De *kettingspanner* staat altijd in het slappe, niet trekkende, gedeelte. Je kunt voorkomen dat de ketting van de spanner afloopt door de kettingspanner zo dicht mogelijk bij het kleinste tandwiel te zetten.

Ewartkettingen

Ewartketting De *Ewartketting* bestaat uit geperste schalmen of uit smeedbare gietijzeren schalmen. Sommige schakels kun je met de hand losmaken. Andere moet je met een hamer losmaken. De Ewartketting werd veel gebruikt als transportketting in bijvoor-



figuur 2.37 Soorten kettingspanners

beeld stalmestverspreiders. Tegenwoordig kom je deze ketting niet zo veel meer tegen. Hij wordt daarom niet verder behandeld.

Transportkettingen

schakelketting of transportketting

De gewone *schakelketting* of transportketting wordt veel gebruikt in opraap- en silagewagens. Over de bodem lopen twee, drie of vier kettingen met daaroverheen dwarsgeplaatste ijzers. De kettingen lopen door U-vormige profielen en worden aan de achterzijde van de bodem aangedreven door een hydromotor. Op de aandrijf-as van deze kettingen zitten de *nestwielen*, waar de kettingen met hun schakels precies in passen. Zo'n *bodemketting* is in staat om het geladen product naar achteren te transporteren.

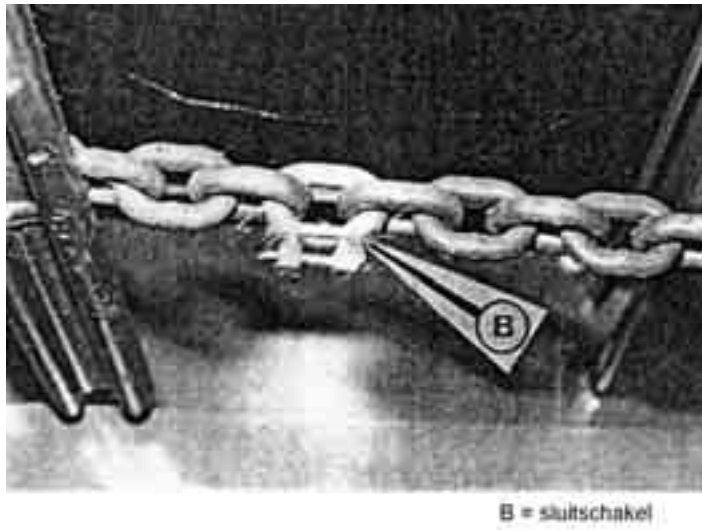
nestwielen

bodemketting

Maataanduidingen

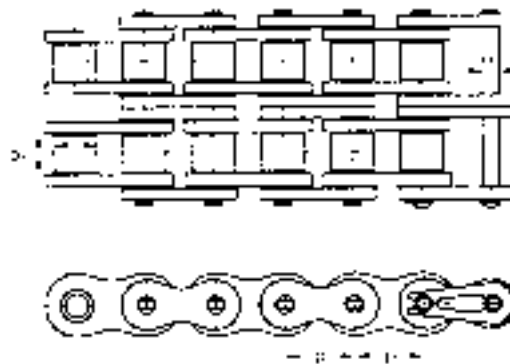
steek

De maat van een rollenketting wordt aangegeven met de *steek*. De *steek* is de hartafstand van de rollen en de breedte tussen de schalmen. De maten worden opgege-



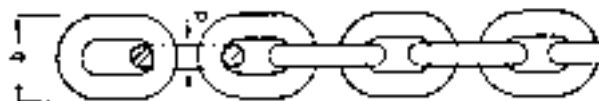
figuur 2.38 De transportketting of bodemketting met sluitschakel

ven in inches, bijvoorbeeld $3/4" \times 7/16"$. In figuur 2.39 wordt de steek aangeduid met de letter p en de breedte met b_1 .



figuur 2.39 De steek is de hartafstand van de rollen en de breedte tussen de schalmen.

Bij een transportketting wordt een andere maataanduiding gebruikt. De maataanduiding van een transportketting wordt uitgedrukt in de dikte en de breedte van de schalm, bijvoorbeeld 10×28 . In figuur 2.40 is d de dikte van de schalm en b de breedte van de schalm.



figuur 2.40 De dikte en de breedte van een schalm

Onderhoud

Onderhoud aan kettingen bestaat uit opspannen, eventueel smeren of uitkoken en controleren op rek en slijtage. Als je de kettingen uitkookt, komt er ook vet aan de binnenkant van de kettingbusjes.

Kettingen mogen nooit strak gespannen staan en ze mogen ook niet gaan klapperen. Niet goed gespannen kettingen kunnen gemakkelijk van de kettingwielen aflopen. Daarom moet je een ketting, net als een V-snaar, op de juiste manier spannen. Het spannen doe je met een kettingspanner. De kettingspanner moet in het losse gedeelte van de ketting staan en niet in het trekkende gedeelte. De ketting mag iets doorhangen. In het instructieboekje staat aangegeven hoe de ketting gesteld of gespannen moet worden.



figuur 2.41 De kettingspanner moet per se in het losse gedeelte staan!

Een bodemketting moet je op meerdere plaatsen opspannen, omdat er vaak twee kettingen met dwarsijzers aan elkaar verbonden zijn. Sommige opraap- en silagewagens hebben twee stellen bodemkettingen in de wagen liggen. Om een gelijkmatige rek en slijtage te bereiken, kun je het beste na één seizoen de kettingen onderling verwisselen. Dan komen de twee middelste kettingen aan de buitenzijde te liggen.

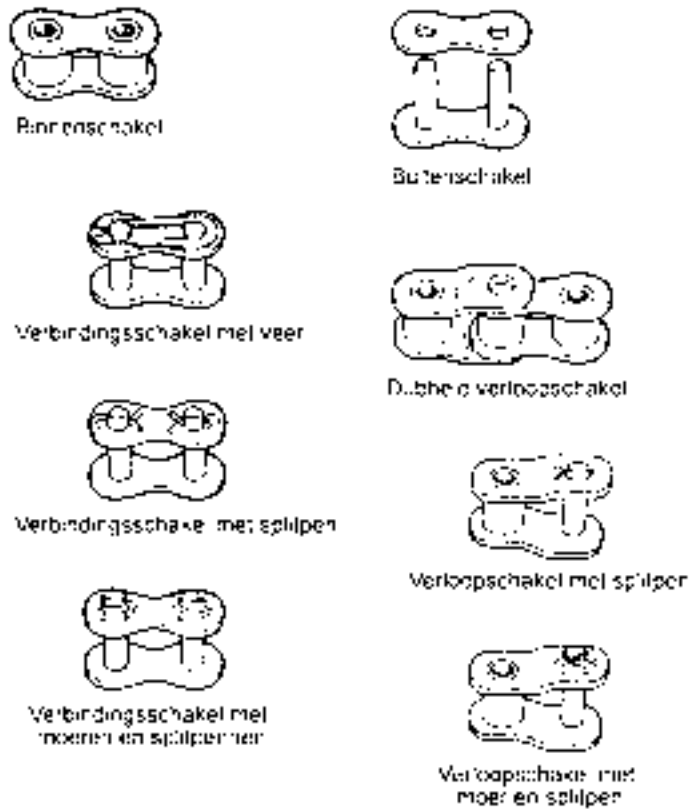
sluitschakels

Sluitschakels zijn hulpmiddelen, waarmee je de ketting kunt sluiten of waarmee je de ketting zo nodig met één schakel kunt verlengen of verkorten. In figuur 2.42 staan sluitschakels afgebeeld.

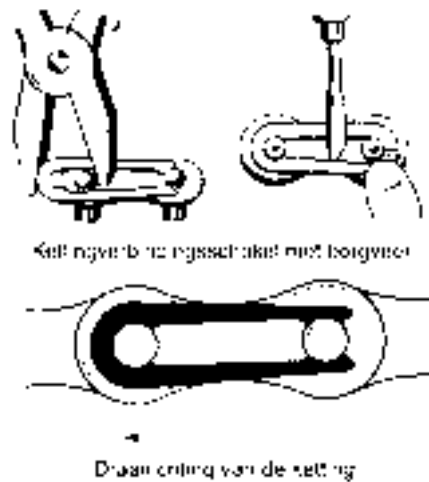
borgveer of visje

Wanneer je gebruik maakt van een *borgveer* of *visje*, moet je erop letten dat de dichte zijde in de draairichting van de ketting gemonteerd wordt. Als de borgveer verkeerd gemonteerd is, kan hij losraken als de ketting ergens tegenaan loopt. Dan loopt de sluitschakel eruit en vervolgens de ketting.

Rollenkettingen, die veel in oogstwerktuigen gebruikt worden, worden vaak gesmeerd met een speciale kwast. De ketting loopt onder deze kwast door, zodat de ketting gesmeerd wordt. Het is ook mogelijk om een ketting uit te koken in speciaal kettingvet. Inoliën alleen is niet voldoende.



figuur 2.42 Met sluitschakels kun je een rollenketting sluiten.



figuur 2.43 Let op de juiste montage van de borgveer

Opdracht 2.4

Vragen

- a. V-snaren
- De maaischijven van een cirkelmaaier worden aangedreven door een set van vier V-snaren. Waarom moeten alle vier de V-snaren vervangen worden als er maar één snaar gebroken is?
 - Noem de twee eisen waaraan een goede V-snaaroverbrenging moet voldoen.
- b. Kettingen
- Wanneer wordt er in een machine een duplex of triplex ketting toegepast?
 - Waarom is uitkoken van kettingen beter dan het inolieën met een kwastje?
 - Wat is het gevolg als de borgveer van de sluitschakel verkeerd gemonteerd zit?
 - Wat zal er gebeuren als de ketting niet op de juiste spanning staat afgesteld?
 - Frans heeft de kettingen van de opraapwagen goed schoongemaakt en wil ze er weer op zetten. Frits komt binnen en zegt: "Let je er wel even op dat je de kettingen weer op hun eigen plek terugzet? Deze hier zat volgens mij aan de buitenkant." Waarom is het niet verstandig om naar Frits te luisteren?

2.4 Tussenassen

Als een werktuig niet goed achter een trekker gekoppeld wordt, kan de tussenas kapot gaan. Met tussenassen gebeuren veel ongelukken. Maar wat is een tussenas, wat kun je ermee doen en hoe moet je hem onderhouden?

Tussenassen brengen energie over van de trekker naar het werktuig. In het spraakgebruik heeft de tussenas diverse namen: tussenas, aftaktussenas, koppelingsas en aftakas. In dit boek wordt *tussenas* gebruikt.

tussenas

In deze paragraaf komen de onderdelen van de tussenas en het onderhoud aan de orde. Het onderdeel bescherming wordt apart besproken.

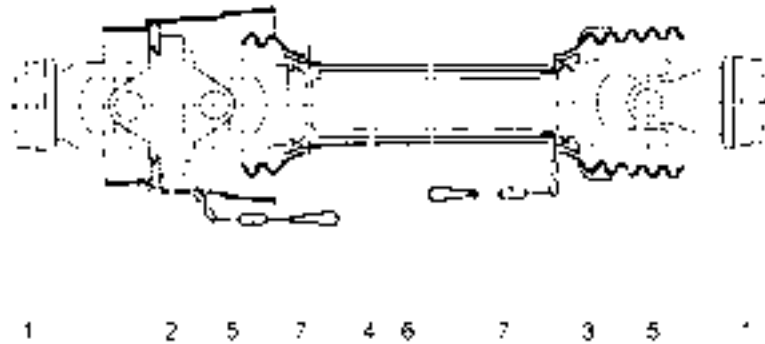
Een tussenas bestaat uit de volgende onderdelen:

- een *kruiskoppeling*;
 - een *profielbuis*;
 - een *bescherming*;
 - *veiligheidskoppelingen* zoals slipkoppelingen, vrijlooppoppelingen en groot-hoekkruiskoppelingen.
- kruiskoppeling*
profielbuis
bescherming
veiligheidskoppelingen

In figuur 2.44 zijn deze onderdelen weergegeven. Hieronder worden de onderdelen besproken.

Kruiskoppeling

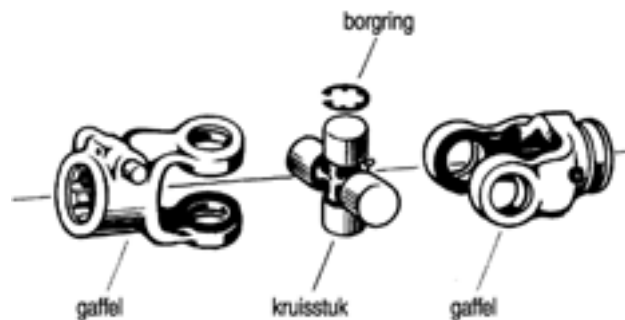
kruiskoppeling De *kruiskoppeling* bestaat uit twee gaffels en een kruisstuk met vier lagers. De kruiskoppeling bevindt zich aan twee zijden van de tussenas en dient voor het maken van



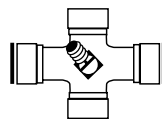
- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 aansluitgaffel met snelsluiting | 5 beschermkap van de koppeling |
| 2 goothoekkoppeling | 6 beschermplaat van de profielbuis |
| 3 kruiskoppeling | 7 borgketting |
| 4 profielbuis | |

figuur 2.44 Onderdelen van een tussenas

kruisstuk bochten. Een gaffel is een tweebenige vork met daartussen een beweegbaar kruis. Het *kruisstuk* is een verbinding tussen twee gaffels.



figuur 2.45 De kruiskoppeling bestaat uit twee gaffels en een kruisstuk.



figuur 2.46 Het kruisstuk

gaffels Er zijn verschillende soorten *gaffels*: aansluitgaffels, buisgaffels en flensgaffels.

Aansluitgaffels worden gebruikt om de tussenas aan de trekker of de machine te monteren. Ook worden ze, samen met een buisgaffel, gebruikt voor het maken van

een kruiskoppeling. En samen met een flensgaffel worden aansluitgaffels gebruikt voor het samenstellen van een groothoekkruiskoppeling.

Buisgaffels vormen, samen met de aansluitgaffels en de profielbuis, de basis voor een tussenas.

Flensgaffels worden gebruikt om de kruiskoppeling te verbinden met een slip- of vrijlooppkoppeling.



figuur 2.47 Diverse gaffels

In elke gaffel staat een gietnummer. Dit nummer is van belang als je een gaffel bestelt. Bij de bestelling moet je ook de uitvoering opgeven.

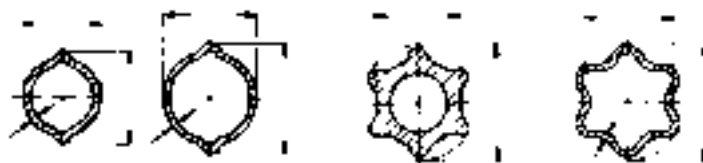
Profielbuis

Een tussenas bestaat uit twee in elkaar schuivende profielbuizen. Een profielbuis is gemaakt van staal en is zeer nauwkeurig gevormd en afgewerkt.



figuur 2.48 Een tussenas bestaat uit twee in elkaar schuivende profielbuizen.

profielbuizen De meest toegepaste *profielbuizen* zijn in figuur 2.49 afgebeeld.



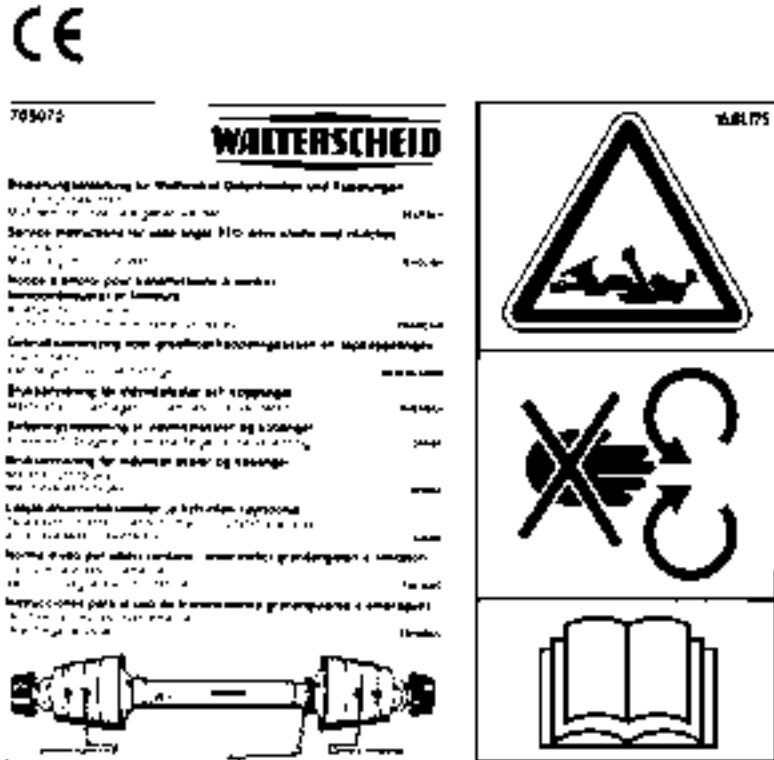
figuur 2.49 De meest toegepaste profielbuizen.

De profielbuizen moeten elkaar minimaal 300 mm overlappen, om een optimale smeefilm te behouden en scheuren te voorkomen. Hierdoor blijft de tussenas bij het laten heffen en zakken van een werktuig in elkaar zitten.

Bescherming

Machinerichtlijn De Machinerichtlijn is een productveiligheidsregeling. In de *Machinerichtlijn* krijgt de tussenas bijzondere aandacht. De tussenas wordt gezien als een op zichzelf staande machine. Hij moet daarom voorzien zijn van veiligheidsstickers, een *CE-markering* en een gebruiksaanwijzing in de taal van de gebruiker. De bescherming moet aan strenge eisen voldoen.

CE-markering



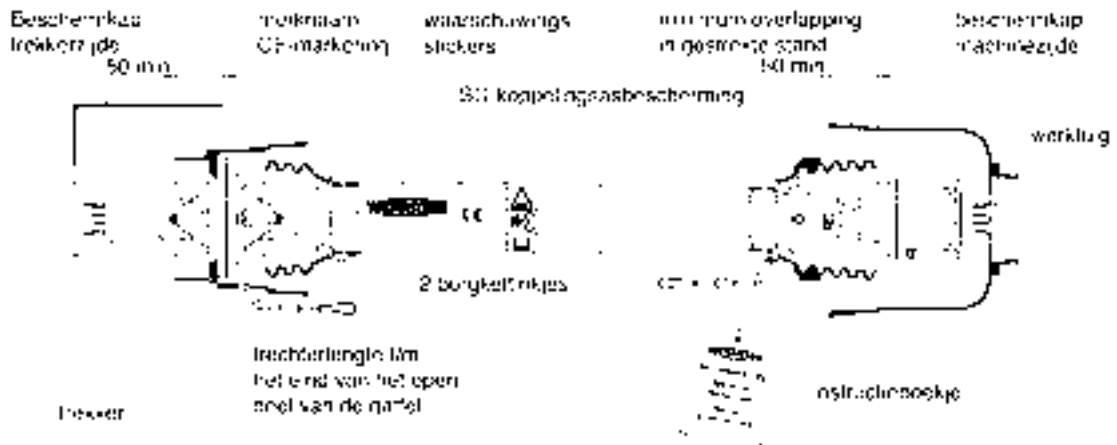
figuur 2.50 Veiligheidsstickers

Tussenassen worden blootgesteld aan grote temperatuurverschillen. Het kunststof waarvan de bescherming is gemaakt, is weinig gevoelig voor die temperatuurverschillen. Het knapt of verschrompelt niet.

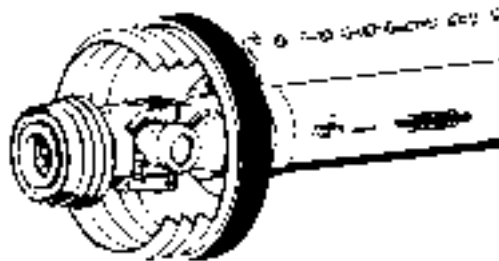
bescherming De *bescherming* bestaat uit een beschermbuis en een beschermkap. Er zijn vier basismaten van beschermbuizen. De buitenbuis is ovaal, tegen het meedraaien en voor het makkelijker in- en uitschuiven. Op de buitenbuis staat het type tussenas en de grootte van de beschermbuis vermeld. Tevens staat op de buis een trekker afgebeeld daar waar de buis moet worden aangesloten op de trekker.

beschermkappen Er zijn verschillende soorten *beschermkappen*:

- de harde kap;
- de zachte kap;
- de balgkap.



figuur 2.51 De bescherming van een tussenas moet aan strenge eisen voldoen.

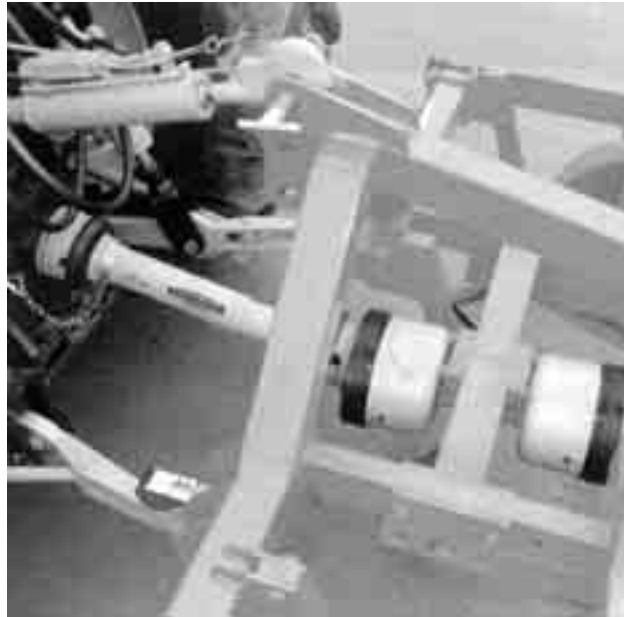


figuur 2.52 De bescherming bestaat uit een beschermkap en een beschermbuis.

De harde kap wordt gebruikt voor standaardtussenassen. Voor tussenassen die veel onder een hoek werken (cirkelhooiers, maaiers) wordt de flexibele, zachte kap gebruikt. De balgkap is bedoeld als totale bescherming voor tussenassen die onder een hoek moeten werken op plaatsen waar grote kans is op wikkelen van gewassen (cirkelhooiers, maaiers). Daarnaast zijn er ook speciale kappen om aan te sluiten aan de machinezijde.

De gebruiker moet aandacht besteden aan de volgende punten.

- Is er een zwarte ring aanwezig? De zwarte ring is een onderdeel van de beschermkap en zorgt voor meer stabiliteit.
- Is er overlap tussen beschermbuizen en aansluitingen? In alle werkstanden moet de overlap van de beschermbuizen minimaal 50 mm zijn.
- Zijn er borgkettinkjes aanwezig en zitten ze vast?
- Zijn de lagerringen gesmeerd?
- Zijn er beschadigingen?



figuur 2.53 Goede bescherming is noodzaak

Veiligheidskoppelingen

Om het gevraagde of maximaal toelaatbare vermogen van een machine of werktuig af te stemmen op de krachtbron (meestal de trekker), wordt er gewerkt met veiligheidskoppelingen.

Het risico dat je een machine overbelast verschilt per machine. Een kunstmeststrooier zal niet snel overbelast worden, terwijl de kans dat een grondfrees overbelast raakt veel groter is. Dus als de grondfrees meer vermogen vraagt, levert de trekker dat. In figuur 2.54 staan machines genoemd die snel overbelast raken en machines die niet snel overbelast raken.

Niet snel overbelast	Snel overbelast:
kunstmeststrooiers	grondrezen
oorkelhoewers	opruipwagen
zaai-machines	persen
weldspuitton	hakselmaas
	versnipperaars

figuur 2.54 Machines die snel en minder snel overbelast raken

Er zijn verschillende soorten veiligheidskoppelingen: breekbouts koppelingen, elastische koppelingen, slijpkoppelingen, vrijlooppkoppelingen en groothoekkruiskoppelingen.

Breekboutkoppelingen
breekboutkoppelingen Een *breekboutkoppeling* is draairichting onafhankelijk, onderbreekt de aandrijving totaal en is herstelbaar door vervanging van de bout. Breekboutkoppelingen worden toegepast bij de aandrijving van een mixer of mestpomp en bij de aandrijving van een houtversnipperaar.



figuur 2.55 Breekboutkoppeling

Elastische koppelingen
elastische koppelingen *Elastische koppelingen* zijn draairichting onafhankelijk. Ze hebben een schok- en trillingsdempende functie en worden toegepast bij kunstmeststrooiers.



figuur 2.56 Elastische koppeling

Slipkoppelingen
slipkoppelingen *Slipkoppelingen* beveiligen werktuigen of aan te drijven onderdelen tegen een te groot wordende kracht of belasting. Slipkoppelingen zijn er in diverse uitvoeringen: platenslipkoppelingen, sterslipkoppelingen en nokkenschakelkoppeling. Platenslipkoppelingen worden het meest gebruikt. Deze koppelingen vragen tevens het meeste onderhoud. Weet je dat het noodzakelijk is om de tussenas met slipkoppeling te controleren voordat je ermee gaat werken?

platenslipkoppeling Een *platenslipkoppeling* is opgebouwd uit een aantal (frictie)platen die door veren op het ijzer worden gedrukt. Wordt de kracht te groot, dan zullen de slijplaten over de ijzeren platen glijden.

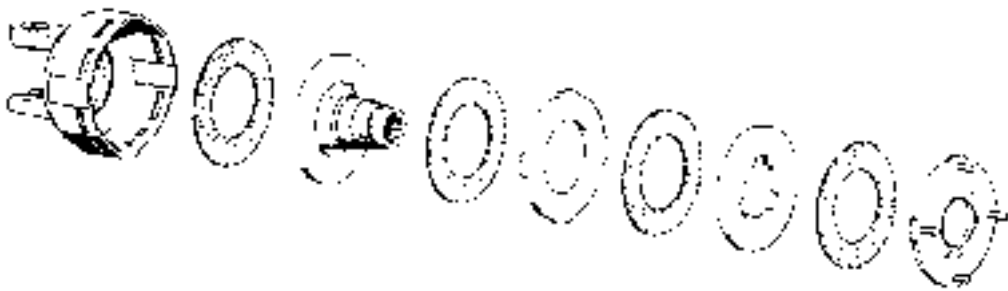
Platenslipkoppelingen moeten na een korte of lange rustperiode 'gelucht' worden. Dit houdt in dat je de veerspanning (belasting) tijdelijk wegneemt en dan de koppeling even in bedrijf stelt. De koppeling slijpt door, zodat verklevingen en vuil worden verwijderd. Hierna kun je de veerspanning in de oorspronkelijke stand terugbrengen. De koppeling is dan klaar voor gebruik.



figuur 2.57 Diverse platenslipkoppelingen

Tips voor het juiste gebruik van een platenslipkoppeling.

- Zorg dat er geen vet of olie in aanraking kan komen met de frictieplaten.
- Het gebruik van frictieplaten met asbest is verboden in verband met het wettelijke verbod op het gebruik van asbest.
- De instelling van het koppel is in het huis van de koppeling geslagen, bijvoorbeeld 150, dat wil zeggen 150 Nm.



figuur 2.58 Frictieplaten in een slipkoppeling

sterslipkoppeling Een *sterslipkoppeling* heeft twee draairichtingen. Bij overbelasting maakt deze koppeling veel lawaai. Bovendien ontstaan er dan veel schokken en trillingen. Een slipkoppeling vind je bij een frontmaaier als beveiliging in de tussenas.



figuur 2.59 Sterslipkoppeling

nokkenschakelkoppeling Een *nokkenschakelkoppeling* heeft één draairichting. Bij een laag toerental is deze koppeling zelfherstellend. Bij overbelasting geeft de nokkenschakelkoppeling een eenmalig geluid. Bij een cirkelschudder vind je deze koppeling als beveiliging van de machine.



figuur 2.60 Nokkenschakelkoppeling

vrijlooppoppelingen *Vrijlooppoppelingen* zijn draairichting afhankelijk. Ze zorgen ervoor dat het werktuig uit kan draaien als de aftakas van de trekker uitgeschakeld wordt. Bij een geremde tussenas is deze koppeling gemakkelijk aan te koppelen. Vrijlooppoppelingen worden gebruikt bij werktuigen waarvan bepaalde onderdelen een grote snelheid hebben, bijvoorbeeld bij een cirkelmaaier of een grootpakpers.



figuur 2.61 Vrijlooppoppeling

groothoekkruiskoppeling *Groothoekkruiskoppelingen* Als de aftakasstompen van de trekker en het werktuig niet in een rechte lijn staan, kan het toerental van de tussenas onregelmatig worden. De trillingen die hierdoor ontstaan, veroorzaken extra slijtage aan tussenas en werktuig. Om dit te voorkomen wordt een *groothoekkruiskoppeling* gebruikt. Als de trekker en het werktuig wel in een rechte lijn staan, wordt een kruiskoppeling gebruikt.

kruiskoppeling De keuze voor een *kruiskoppeling* of een groothoekkruiskoppeling is afhankelijk van:

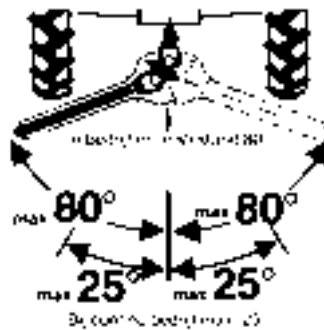
- de hoek waaronder de tussenas continu moet draaien;
- de maximale hoek die gemaakt moet worden;
- de plaats van het aankoppelingspunt van het werktuig.

Een kruiskoppeling wordt gebruikt als de tussenas continu draait onder een hoek van 25° of minder, als de maximale hoek tijdens het werk 45° is en als de maximale hoek in stilstand 90° is.

Een dubbelzijdige groothoekkruiskoppeling wordt gebruikt als de tussenas continu draait onder 25° of minder, als de maximale hoek tijdens het werk $50^\circ/80^\circ$ is en bij een maximale hoek van 80° in stilstand.



figuur 2.62 Enkel- en dubbelzijdige groothoekkruiskoppeling



figuur 2.63 Gebruik groothoek

Bij het werken met een tussenas moet je ervoor zorgen dat de hoeken van de kruiskoppelingen gelijk zijn. Ook moeten de aftakasstompen van de trekker en het werktuig evenwijdig aan elkaar lopen. In figuur 2.64 zie je dat de tussenas op de goede manier is aangesloten als het werktuig in zijn (onderste) werkstand staat. Wanneer het werktuig opgetild wordt, liggen de aftakasstompen niet meer evenwijdig aan elkaar. Als de tussenas dan nog draait, zal het werktuig gaan 'klapperen' en 'trillen'. Het gevolg is dat het werktuig of de kruiskoppelingen van de tussenas kapot gaan. In zo'n situatie, bijvoorbeeld bij het oplichten van de grondfrees, moet je de aftakas van de trekker uitschakelen.

Een groothoekkruiskoppeling mag slechts gedurende korte tijd een hoek van 25° overschrijden. Als een groothoekkruiskoppeling langdurig of continu boven de 25° komt, verbranden de centreerplaten door onvoldoende smering.



figuur 2.64 Bij het opheffen van het werktuig moet je in deze situatie de aftakas van de trekker uitschakelen.

Een groothoekkruiskoppeling is geen oplossing als:

- de tussenas continu werkt onder een hoek groter dan 25° ;
- de trekker en het werktuig verkeerd aangespannen zijn.

Als de tussenas continu werkt onder een hoek groter dan 25° kan alleen door aanpassing van de constructie een onregelmatig toerental voorkomen worden.

In figuur 2.65 staan enkele voorbeelden van machines waarbij groothoekkruiskoppelingen worden toegepast.

Machines met een 80° -groothoekkruiskoppeling	Machines met een 50° -groothoekkruiskoppeling
opraapwagens mengmestverspreiders opraappersen	cirkelschudders bietenrooimachines

figuur 2.65 Machines waarbij groothoekkruiskoppelingen worden toegepast

Bij het gebruik van groothoekkruiskoppelingen zijn er extra aandachtspunten als je groothoekkruiskoppelingen vergelijkt met kruiskoppelingen.

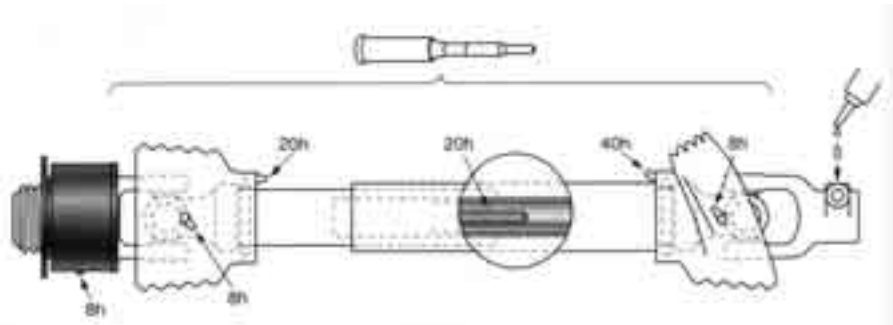
- Groothoekkruiskoppelingen bij 80° hebben ongelijkzijdige kruisstukken met verschillende cupdiameter.
- Bij onvoldoende smering van groothoekkruiskoppelingen kan extra slijtage optreden.
- Bij reparatie van een groothoektussenas moet je altijd binnenbuis GA, een buis met kunststofcoating, en een bijpassende buitenbuis G monteren. Deze aanduidingen staan in de buis.
- Er zijn verschillende typen beschermkappen. Bij de 80° -groothoekkruiskoppeling zit de beschermkap vast op de groothoek. Bij de kruiskoppelingen en de 50° -groothoekkruiskoppeling zit de beschermkap op de beschermbuis gemonteerd.

Het onderhoud

Het onderhoud van de tussenas bestaat uit het regelmatig en op de juiste wijze smeren van de profielbuizen en de koppelingen. Ook de lagers van de beschermkappen hebben vet nodig om de tussenas probleemloos te laten draaien in de stilstaande bescherming. De controle van de lagers en de profielbuizen op speling en scheuren hoort tot het onderhoud.

smeren Het regelmatig *smeren* van de diverse onderdelen verlengt de levensduur van de tussenas en verhoogt het gebruiksgemak. Bij normaal gebruik van de tussenas gebruik je standaardvet. Bij gebruik onder extreem hoge belasting is het aan te bevelen om kwalitatief hoogwaardig vet te gebruiken. Dit speciale vet is bij uitstek geschikt voor het smeren van groothoekkruiskoppelingen, slip- en vrijlooppoppelingen.

Alle onderdelen dienen gesmeerd te worden voor het in gebruik nemen van de tussenas en na iedere acht bedrijfsuren. De beschermbuis vet je tijdens de winterperiode in tegen vastvriezen.



figuur 2.66 De smeerpunten van de tussenas

Kruisstuk

Het kruisstuk met C-afdichting (standaard) moet gesmeerd worden na iedere acht bedrijfsuren. Het kruisstuk met S-afdichting (seizoensmering) hoeft maar één keer per seizoen gesmeerd te worden. Als de kruisstukken gereinigd zijn met de hogedrukreiniger, moeten de kruisstukken direct doorgesmeerd worden.

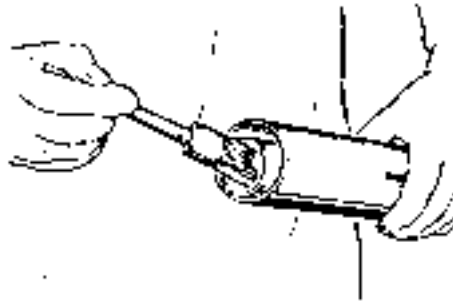


figuur 2.67 Twee typen kruisstukken

De kruisstukken met S-afdichting zijn geschikt voor moeilijk bereikbare plaatsen. Deze kruisstukken zijn herkenbaar aan de brede zwarte afdichtingen.

Profielbuis

Het onderhoud aan profielbuizen bestaat uit smeren. Met schone en goed gesmeerde profielbuizen voorkom je extreem hoge schuifkrachten en vroegtijdige slijtage van profielbuis, gaffels en kruisstukken.



figuur 2.68 Smeren van de profielbuis



figuur 2.69 Sommige tussenassen hebben een smeergat in de beschermhuis.

Aftakasstomp van de trekker/machine

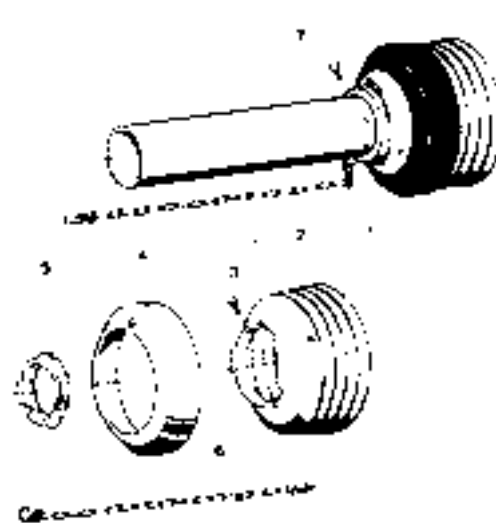
Het regelmatig schoonmaken en smeren van de aftakasstomp verhoogt het aansluitgemak van de tussenas en voorkomt slijtage.

Groothoek/centreerschijf

Bij onvoldoende smering lopen de centreerschijf en glijplaten droog en raken ze oververhit.

Controleren en repareren van de bescherming

bescherming Draaiende tussenassen moeten voorzien zijn van een 100% veilige *bescherming*. Dit is wettelijk voorgeschreven. In het verleden zijn er in de landbouw veel ernstige ongelukken gebeurd met onvoldoende beveiligde tussenassen. De bescherming van de tussenas moet je dus regelmatig controleren en zonodig repareren. Hieronder worden de stappen besproken die je daarbij moet volgen.



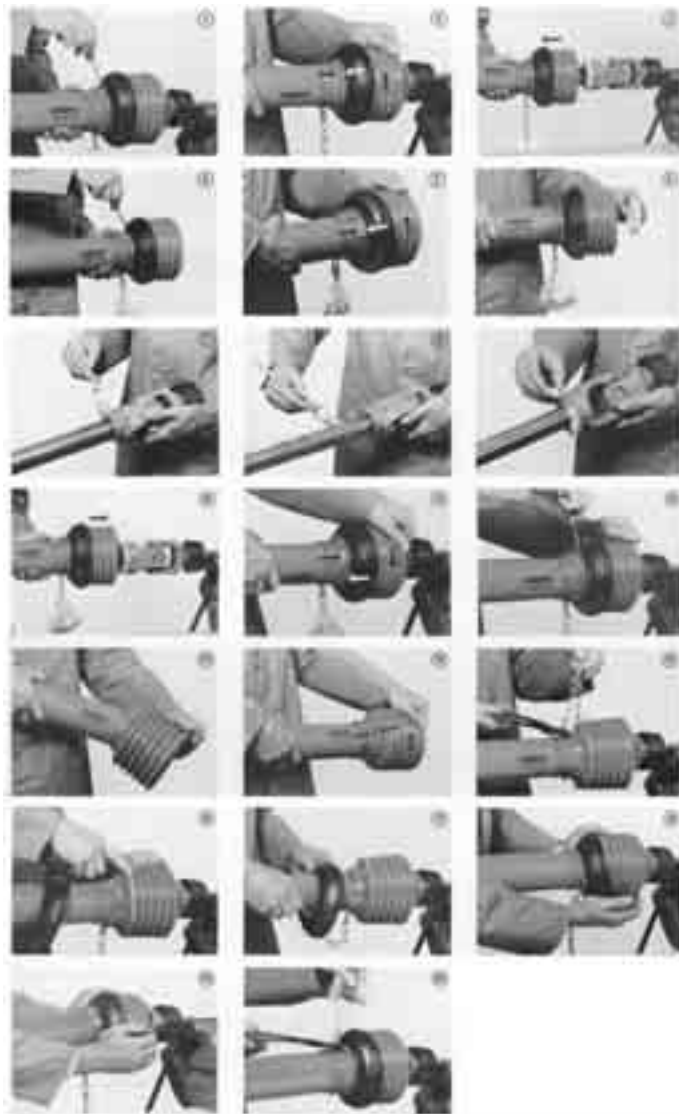
- 2 beschermkap van de (kruis)koppeling
- 3 smeerpipet beschermkap
- 4 sluitring
- 5 lager van de bescherming
- 6 bergkelling
- 7 bescherming werktuig, de mel
fil en de beschermkap

figuur 2.70 Onderdelen van de bescherming

In figuur 2.71 zie je hoe je een beschermkap demonteert en vervangt.

Demonteren en monteren van kruisstukken

kruisstukken Heel vaak gaan naaldlagerbusjes van *kruisstukken* kapot door te weinig smering. Ook als je scherp draait met de trekker ten opzichte van het werktuig, kunnen de naaldlagerbusjes of gaffels kapot gaan. Het is dus belangrijk dat je een kapotte kruiskoppeling kunt repareren. Vaak bestaat deze reparatie uit het demonteren en monteren van het kruisstuk. Dit kun je doen met of zonder speciaal gereedschap.



- 1 Borgschroef losdraaien
- 2 Beschermkap in goede positie draaien
- 3 Bescherming terugtrekken
- 4 Borgschroef losgedraaid?
- 5 Beschermkap in de juiste positie?
- 6 Glijng verwijderd?
- 7 Groef voor glijng inzien
- 8 Alleen binneste profielbus inzien
- 9 Glijng niet omgekeerd in de groef plaatsen
- 10 De bescherming er weer opschuiven
- 11 Beschermkap in vergrendelingspositie draaien
- 12 Borgschroef weer vastdraaien
- 13 De hals van de beschermkap in heet water verwarmen en op het brede uiteinde trekken
- 14 Beschermkap eerst in de juiste montagepositie draaien
- 15 Bescherming opschuiven, borgschroef en borgkleding weer vastmaken
- 16 Sleuning over beschermbus schuiven en eerste ring van de beschermkap licht inzien
- 17 Borgkleding door sleuning halen
- 18 Sleuning eerst schuin op de eerste rib van de beschermkap drukken
- 19 Sleuning aandrukken
- 20 Sleuning en borgkleding goed controleren

figuur 2.71 De beschermkap wordt gedemonteerd en vervangen

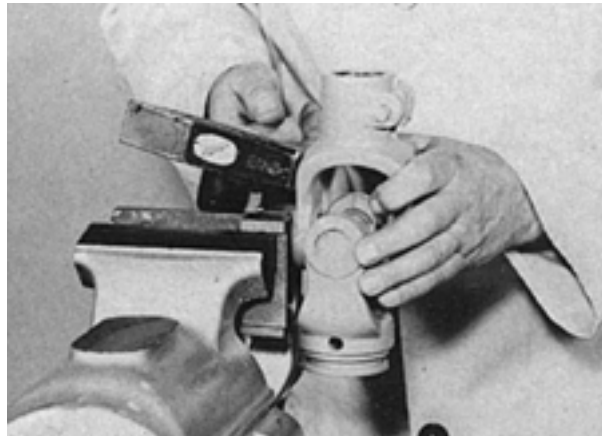
Demonteren met speciaal gereedschap

De handelingen bij het demonteren van het kruisstuk met speciaal gereedschap zijn:

- seergerring verwijderen;
- naaldlagerbusjes uitdrukken;
- naaldlagerbusjes verwijderen met SW 23 of SW 27 speciaal gereedschap.



figuur 2.72 Demontage van een kruisstuk

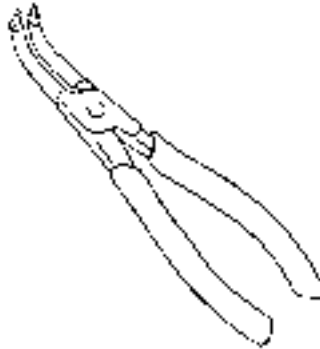


figuur 2.73 Speciaal gereedschap voor het verwijderen van naaldlagerbusjes uit kruiskoppelingen

Demonteren zonder speciaal gereedschap

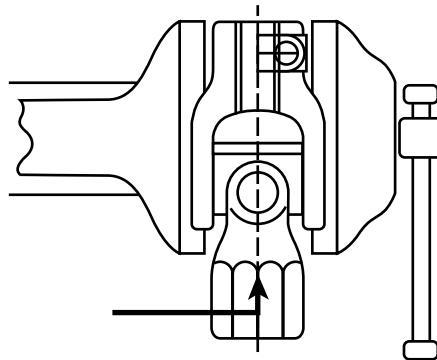
Een kruiskoppeling kun je ook demonteren zonder speciaal gereedschap. Hieronder wordt stapsgewijs beschreven hoe je dat doet.

- 1 Smeer eerst het kruisstuk door met een vetspuit. Dit voorkomt dat bij het demonteren de naalden uit de naaldlagerbusjes vallen.
- 2 Verwijder de vier seegerringen met een seegerringtang.



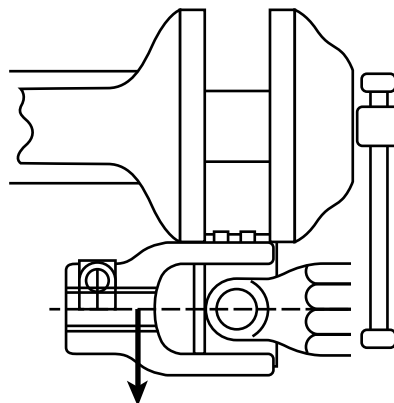
figuur 2.74 Met een seegerringtang verwijder je de seegerringen.

- 3 Leg één gaffel op de geopende bankschroef. Tik met de hamer de andere gaffel naar beneden, zodat het naaldlagerbusje naar beneden komt.



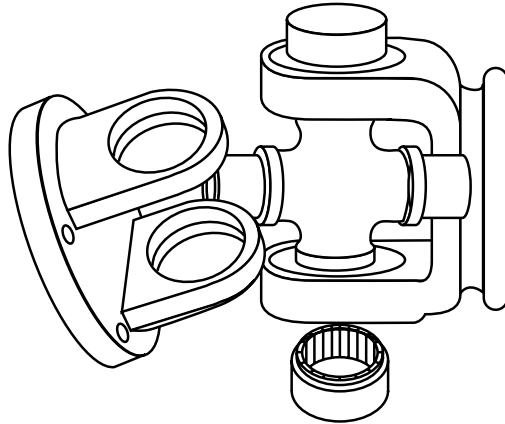
figuur 2.75 Eén gaffel boven op de bankschroef

- 4 Klem het teruggeslagen naaldlagerbusje in de bankschroef en tik de gaffel er vanaf.



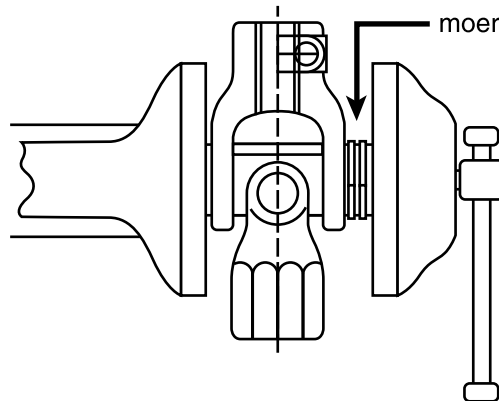
figuur 2.76 Klem het naaldlagerbusje in de bankschroef.

- 5 Verwijder de overige naaldlagerbussen op dezelfde manier.
- 6 Maak de kruiskoppeling goed schoon.
- 7 Maak ook de spiebanen goed schoon.
- 8 Monteer een nieuw (ander) kruisstuk met naaldlagerbusjes. Zet het kruisje in de ene gaffel.



figuur 2.77 Monteer een ander kruisstuk.

Druk een naaldlagerbusje in de gaffel en schuif het kruisje erin.



figuur 2.78 Druk een naaldlagerbusje in de gaffel.

Druk met behulp van de bankschroef en een moer het naaldlagerbusje zo ver in de gaffel dat de borgveer (= seegerring) erin geplaatst kan worden.

De andere naaldlagerbussen monteer je op dezelfde wijze.

- 9 Smeer de kruiskoppeling door met de vetspuit.
- 10 Maak de buitenkant van de kruiskoppeling schoon.

Voor het bestellen van het juiste kruisstuk gebruik je het gietnummer in de gaffel. De eerste twee cijfers van het gietnummer zijn gelijk aan de eerste twee cijfers van het bijbehorende kruisstuk.

Gaffels kunnen op verschillende manieren beschadigd zijn. Hieronder volgt een lijst met beschadigingen en de mogelijke oorzaken ervan.

De gaffelbenen zijn verbogen door:

- een te lange tussenas;
- stroeflopende profielbuizen (te hoge axiale krachten);
- de machine in transportstand in bedrijf te stellen.



figuur 2.79 Een gaffelbeen is verbogen.

De gaffelbenen zijn verdraaid door:

- overbelasting (hoog aanloop- en afremkoppel).



figuur 2.80 Een gaffelbeen is verdraaid.

De gaffelbenen zijn beschadigd door:

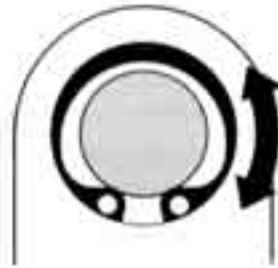
- een te grote hoek bij een draaiende tussenas.



figuur 2.81 Een gaffelbeen is beschadigd.

De naaldlagerbussen zijn blauw uitgeslagen door:

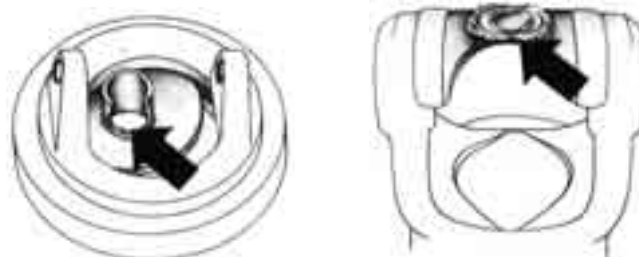
- een naaldlagerbus die draait in het gaffeloog;
- het ontbreken van smering;
- een te hoge vermogensoverbrenging;
- het werken onder een te grote hoek.



figuur 2.82 De naaldlagerbus is blauw uitgeslagen.

De geleidingsonderdelen (kogelhals, naaf) zijn gebroken door:

- met geweld de toelaatbare hoek te overschrijden tijdens het rangeren respectievelijk in bedrijf stellen;
- het middenstuk van de kruiskoppeling dat onderdelen van de trekker of het werktuig heeft geraakt.



figuur 2.83 Een geleidingsonderdeel is gebroken.

De koppelingssnellsluiting loopt stroef door:

- een vervuilde snellsluiting (ontbreken van onderhoud);
- een beschadigde snellsluiting (verkeerd gebruik, geweld);
- een beschadigd borggedeelte, een te lange tussenas.



figuur 2.84 De koppelingssnellsluiting loopt stroef.

Opdracht 2.5

Vragen

- Uit welke onderdelen bestaat een tussenas?
- Wat is de functie van een kruiskoppeling? Wat zou er gebeuren als er geen kruiskoppeling aanwezig zou zijn in de tussenas?
- Hoeveel naaldlagerbusjes zitten er in een kruiskoppeling?
- Wat gebeurt er als een profielbuis niet goed gesmeerd wordt?
- Waaruit blijkt dat de bescherming van de tussenas aan de normen voldoet?
- Waarom moeten de lagerringen van de bescherming gesmeerd worden?
- Wat is de functie van een slipkoppeling?
- Noem drie soorten slipkoppelingen.
- Welk onderdeel wordt beschermd door een veiligheidskoppeling te gebruiken?
A de motor van de trekker
B de machine achter de trekker
C de kruiskoppeling
D de tussenas
- Wanneer wordt een breekboutkoppeling gebruikt?
- Wat is de functie van een vrijloopkoppeling?
- Waarom wordt een groothoekkruiskoppeling gebruikt?
- Wat is het verschil tussen een kruiskoppeling en een groothoekkruiskoppeling?

- n Waarom mag een aftakas met groothoek maar kortstondig onder een hoek draaien?
- o Noem twee oorzaken van beschadigde gaffels.
- p Noem twee oorzaken van beschadigde naaldlagerbussen.

2.5 Afsluiting

Als trekkers, machines en werktuigen werken, hoef je alleen maar onderhoud te plegen. Dat houdt ook in dat je regelmatig meet en controleert of iets nog werkt. Om te meten en controleren gebruik je hulpmiddelen.

Een schuifmaat gebruik je als je in millimeters nauwkeurig wilt meten, bijvoorbeeld bij het vervangen van onderdelen.

Voor het controleren van de verlichting gebruik je een spanningzoeker. Er zijn spanningzoekers voor 0/24 Volt, voor 230/400 Volt, spanningsmeters en universeelmeters.

Met een bandenspanningsmeter meet en controleer je de druk van de lucht in de band (= de bandenspanning). Het opschrift van een band geeft informatie over de maat, het draagvermogen, de constructie en de snelheid. Uit tabellen en grafieken lees je de juiste bandenspanning af.

V-snaren worden toegepast om een bepaalde afstand te overbruggen. Ze drijven iets aan of brengen krachten over. V-snaren worden gebruikt onder droge en stofvrije omstandigheden. Het belangrijkste onderhoud aan V-snaren is spannen. Dit kun je op gevoel doen of met een spanrol.

Kettingen worden, net als V-snaren, gebruikt om een bepaalde afstand te overbruggen. Ze drijven iets aan of brengen krachten over. Ze worden gebruikt onder natte en vuile omstandigheden. Er zijn verschillende soorten kettingen: rollenkettingen, Ewartkettingen en transportkettingen. Kettingen worden gemonteerd in een gesloten kast en het liefst in een oliebad. Om de ketting te spannen zijn er verschillende kettingspanners.

Onderhoud aan kettingen bestaat uit opspannen, smeren of uitkoken en controleren op rek en slijtage.

Tussenassen brengen energie over van de trekker naar het werktuig. Een tussenas bestaat uit een kruiskoppeling, een profielbuis, een beschermbuis en een beschermkap.

Veiligheidskoppelingen dienen om het gevraagde of maximaal toelaatbare vermogen van een machine of een werktuig af te stemmen op de krachtbron (meestal de trekker). Er zijn verschillende soorten veiligheidskoppelingen: breekboutkoppelingen, elastische koppelingen, slijpkoppelingen, vrijlooppkoppelingen en groothoek-kruiskoppelingen.

Het onderhoud van de tussenas bestaat uit het regelmatig smeren van de profielbuizen, de koppelingen en de lagers van de beschermkappen en het controleren van de lagers en de profielbuizen op speling en scheuren.

De bescherming van de tussenas moet je regelmatig controleren en zo nodig repareren. Het kruisstuk van de kruiskoppelingen gaat regelmatig kapot. Ook de gaffels van de kruiskoppeling kunnen beschadigd zijn. Hier zijn verschillende oorzaken voor.

**Afsluitende
opdracht 2.6**

Heb je je leerdoelen bereikt?

Als je klaar bent met het bestuderen van een hoofdstuk controleer je of je werkelijk geleerd hebt wat je leren moest. Daarvoor kun je de leerdoelen die aan het begin van het hoofdstuk staan goed gebruiken.

Lees die nog eens door.

- a Welke leerdoelen heb je bereikt? En over welke leerdoelen twijfel je. Hoe komt dat?
- b Kies een leerdoel van dit hoofdstuk waarvan je denkt dat je die het minst goed hebt bereikt.
- c Bedenk nu voor jezelf een manier hoe je dit leerdoel extra kunt oefenen:
 - Je kunt de stukken tekst en opdrachten in dit hoofdstuk die met dit leerdoel te maken hebben nog eens bekijken.
 - Je kunt informatie zoeken die met dit leerdoel te maken heeft.
 - Je kunt het leerdoel toepassen in de praktijk.
 - Je kunt.....
- d Welke manier lijkt jou het beste? Vertel waarom.
- e Oefen nu het leerdoel. Zorg dat je het bereikt.

hoofdstuk 3

Monteren, demonteren en afstellen

Oriëntatie

Klaas begint aardigheid te krijgen in het in elkaar zetten en uit elkaar halen van trekkers en machines. Hij leert de trekkers en machines beter kennen en hij weet inmiddels wat er allemaal kapot kan gaan. Klaas heeft nog wel moeite met het aan elkaar maken van kapotte onderdelen. Soms kun je beter met een popnageltang werken, de andere keer is het beter om te lassen. En dan heb je ook nog verschillende methoden om te lassen!

oriënterende opdracht 3.1**'Gemene' vragen bedenken**

Een hoofdstuk bestuderen is een stuk makkelijker als je weet waar het ongeveer over gaat. Je maakt dan als het ware een plek in je hoofd vrij voor de nieuwe informatie. Een manier om dat te doen is het maken van toetsvragen over de stof. Voor dit hoofdstuk ga je gemene vragen bedenken voor een klasgenoot. 'Gemene' vragen zijn strikvragen of vragen over kleine details in de paragrafen.

- a Lees het hoofdstuk globaal door: lees koppen en margewoorden en bekijk de illustraties goed.
- b Noteer bij elke paragraaf twee 'gemene' vragen.

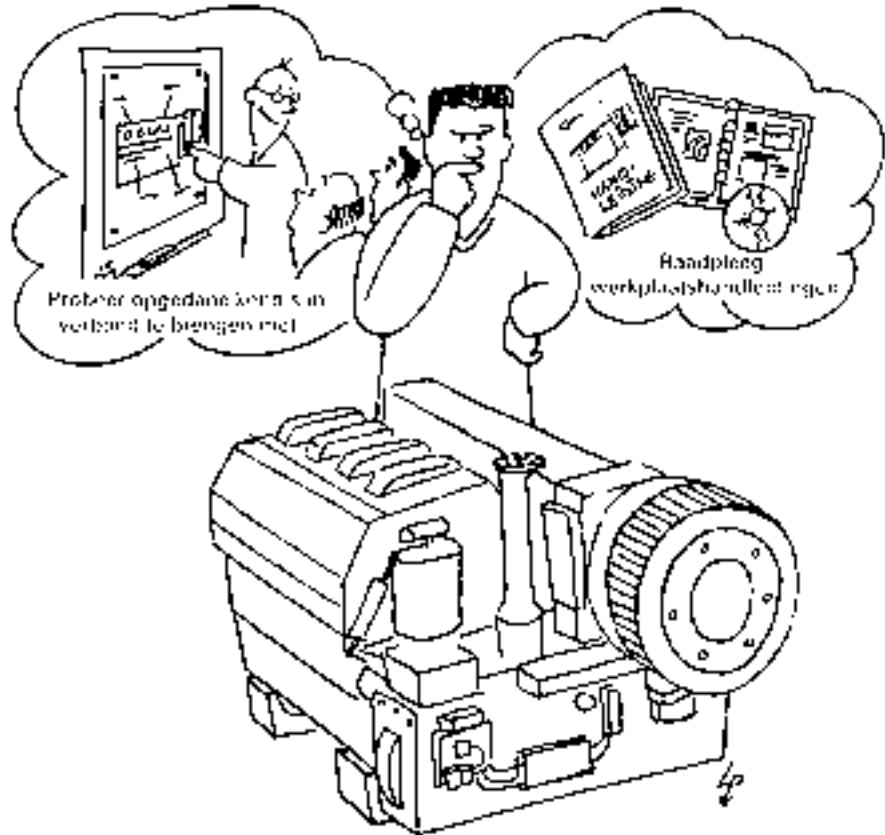
Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- de materialen en gereedschappen benoemen;
- verantwoord met gereedschap omgaan;
- eenvoudige laswerkzaamheden uitvoeren;
- eenvoudige verbindingen maken;
- natuurkundige achtergronden, die bij het onderhoud van toepassing zijn, uitleggen;
- aan een werktuig onderhoudswerkzaamheden verrichten.

In hoofdstuk 1 heb je geleerd welke motoren er zijn en hoe ze werken. In hoofdstuk 2 komt aan de orde hoe en waarmee je controleert en meet of iets nog goed werkt. Om storingen te verhelpen gebruik je diverse gereedschappen. Deze gereedschappen worden besproken in paragraaf 3.1. Welk gereedschap je gebruikt is afhankelijk

van het materiaal waaruit een trekker, machine of werktuig bestaat. Paragraaf 3.2 gaat in op materialen die voorkomen in trekkers, machines en werktuigen. Voor elk materiaal bestaan er verschillende methoden om ze te bewerken. Paragraaf 3.3 gaat over lassen, 3.4 over klinken en nagelen en 3.5 over snijden en tappen.



figuur 3.1 Het demonteren van een machine

3.1 Gereedschappen

Met een rolletje ijzerdraad, een nijptang en een hamer kun je allang niet alles meer repareren. Daar is tegenwoordig meer voor nodig...

Om machines te demonteren, te monteren of om onderdelen af te stellen, heb je gereedschap nodig. In deze paragraaf komen de gereedschappen die je vaak gebruikt aan bod.

gereedschap Het is belangrijk dat je het juiste *gereedschap* gebruikt, dat je niet gooit met gereedschap en dat je gereedschap niet gebruikt als hamer. Ook het onderhoud van gereedschap mag je niet vergeten. Hoe vaak zie je niet dat gereedschap vies en onder het vet weggelegd wordt!

Gereedschappen die je vaak gebruikt, zijn:

- de hydraulische krik;
- de dopsleutelset;
- de momentsleutel;
- de acculader;
- de accuzuurweger;
- de haakse slijpmachine;
- de cirkelzaagmachine;
- luchtgereedschap, waaronder de slagmoersleutel;
- de compressor.

Deze gereedschappen worden hieronder besproken. Ook wordt ingegaan op het gebruik ervan.

Hydraulische krik

hydraulische krik
verrijdbare krik
potkrik

Een *hydraulische krik* bestaat uit een hydraulische cilinder, een pompelement en een schaarconstructie. Als een krik ook wieltjes heeft, praat je over een *verrijdbare krik*.

Een *potkrik* heeft geen wieltjes, maar de werking ervan is gelijk aan die van een *verrijdbare krik*.

Met een hydraulische krik kun je bijvoorbeeld een werktuig opkrikken, zodat je een wiel kunt verwisselen.



figuur 3.2 Een verrijdbare hydraulische krik gebruik je bij het verwisselen van een wiel.

Wanneer je met een krik een werktuig opkrikt, is het belangrijk dat je ongeveer weet hoeveel gewicht je optilt. De krik kan namelijk maar een bepaald gewicht dragen. Dat maximale gewicht staat op de krik vermeld. Het gewicht van een werktuig staat meestal op het typeplaatje vermeld.

De krik moet op een vlakke en een verharde ondergrond staan. Hij mag het te tillen werktuig niet beschadigen en hij mag ook niet kantelen. De ondersteuningsplaats is dus erg belangrijk.

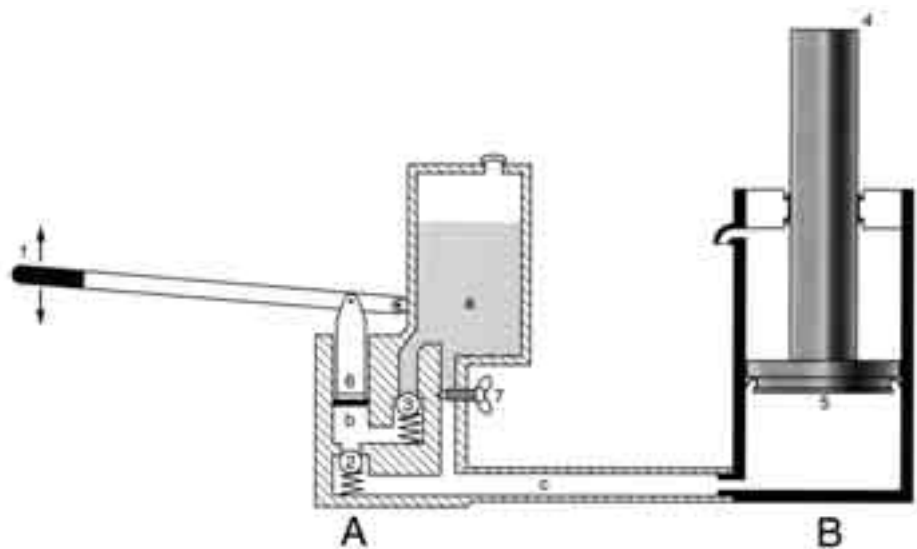
Als er in het land een werktuig staat met een lekke band en je plaatst de krik onder de as, dan zakt de krik weg. Je moet dan een brede balk onder de krik leggen, zodat er een groot draagvlak ontstaat en de krik niet weg kan zakken.

Enkele tips voor het veilig werken met een krik volgen hieronder.

- Nadat je het werktuig, de trekker of het constructiedeel hebt opgetild, ondersteun je dat met een in hoogte verstelbare assteun of met balkjes.
- Voordat je gaat werken aan de trekker, het werktuig of het constructiedeel controleer je of het geheel stevig staat. Er mag geen beweging meer in zitten, het voertuig moet op de rem staan en de andere wielen moeten goed geblokkeerd zijn.
- Leg tijdens het opkrikken hooguit een plankje tussen de krik en het op te tillen werktuig. Leg er nooit een of meerdere balkjes tussen.
- Gebruik nooit hardhout als ondersteuning. Hardhout kan glad zijn. Bij het gebruik van gewoon hout zakt het werktuig in het hout en blijft daardoor steviger staan. Leg het hout nooit in de lengterichting van een chassisbalk, maar dwars.

De werking van een krik wordt uitgelegd aan de hand van figuur 3.3. De afgebeelde krik is een potkrik.

Als de hefboom (1) naar boven wordt bewogen, gaat de pompcilinder (6) ook omhoog. Er gaat dan een kogelklep (3) open en er kan olie vanuit de tank (a) in de pompkamer (b) stromen. Wordt de hefboom naar beneden gedruwd, dan gaat kogelklep (3) dicht en kogelklep (2) open. Er wordt nu olie door de persleiding (c) gedrukt. Deze olie komt onder de zuiger (5) van de cilinder (4). Dit proces herhaalt zich steeds, totdat de cilinder op de juiste hoogte staat. Om de cilinder te laten zakken moet je de terugvoerplug (7) opendraaien, waardoor de olie terugstroomt in de tank.



figuur 3.3 De werking van een hydraulische krik

Dopsleutelset

dopsleutelset Een *dopsleutelset* ontbreekt in geen enkele werkplaats. Een dopsleutelset, zoals afgebeeld staat in figuur 3.4, heeft naast de doppen en de ratel vier hulpstukken: één schuifhecht, twee verlengstukken en één cardanscharnier of kniegewricht. Met een dopsleutel draai je bouten en moeren los. De doppen kunnen links- en rechtsom draaien. Met een pal die boven op de ratel zit, kun je dit instellen. De doppen hebben een inwendige zeskant of twaalfkant. De sleutel of dop is daarvoor in meerdere standen op een bout of moer te zetten. Op die manier kun je een bout of moer gemakkelijker los- of vastdraaien.



figuur 3.4 Een dopsleutelset ontbreekt in geen enkele werkplaats.

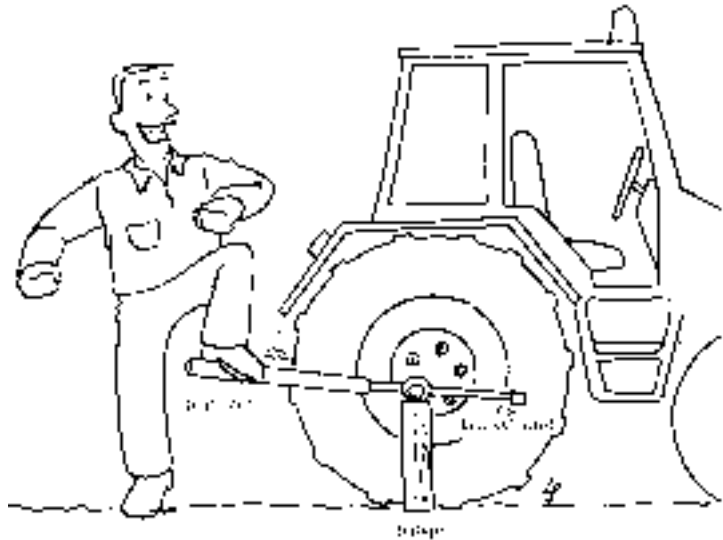
Kruissleutel

kruissleutel Een *kruissleutel* is bedoeld om wielmoeren mee los of vast te draaien. Je gebruikt hem vaak in het veld als er geen compressor is. Aan elk einde van de kruissleutel zit een dop van een bepaalde maat gelast. Die maten zijn zo gekozen dat je bijna elke wielmoer kunt loskrijgen. Er zijn kruissleutels waar drie maten op zitten en waarbij je voor de vierde maat een willekeurige dop, uit een doppenset, kunt gebruiken. Voor (bestel)autobanden en auto-aanhangers gebruik je meestal een 'kleine' maat kruissleutel en voor trekkers en wagens een 'grote' maat. Met een kruissleutel kun je een grote kracht uitoefenen. Bij ondeskundig gebruik worden daarom weleens bouten kapot gedraaid.



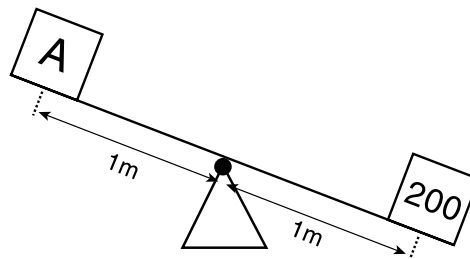
figuur 3.5 Met een kruissleutel kun je veel kracht uitoefenen.

Bij het losdraaien van wielmoeren speelt de hefboomwerking een rol. De wielmoeren zijn met een momentsleutel aangedraaid op een spanning van 600 Nm. De armen van de kruissleutel zijn 0,50 m lang. Om de wielmoeren los te draaien heb je een kracht nodig van $600 \text{ Nm} : 0,50 \text{ m} = 1200 \text{ N}$. Als de sleutel drie keer zo lang is, dan zou de benodigde kracht maar 400 N zijn, namelijk $600 \text{ Nm} : 1,50 \text{ m}$. De vereiste kracht van 1200 N is vrij groot en je zult de wielmoeren niet los krijgen. In de praktijk wordt er dan een pijp ijzer over de arm van de kruissleutel heen geschoven om meer lengte te krijgen. Je gaat dan op het eind van de pijp staan om het eigen gewicht goed te benutten en de kracht zo klein mogelijk te laten zijn. Je moet dan wel de sleutel aan één kant ondersteunen met een houten balkje en opletten dat je niet van de pijp afglijdt.



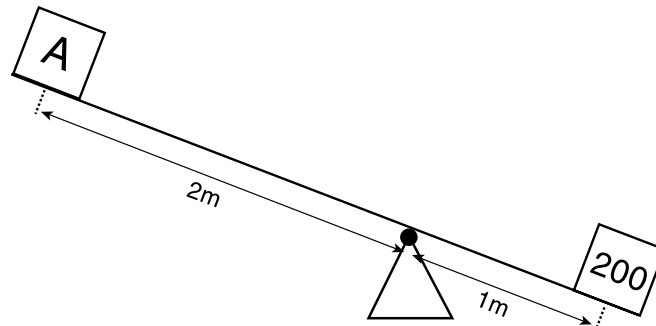
figuur 3.6 Het losdraaien van wielmoeren met een verlengde kruissleutel

hefboomwerking Aan de hand van figuren wordt de *hefboomwerking* uitgelegd. In figuur 3.7 is geen evenwicht. Om evenwicht te krijgen, moet je op plaats A een neerwaartse kracht uitoefenen van 200 N of er een gewicht op plaatsen van 200 N.



figuur 3.7 Er is geen evenwicht als de kracht aan beide kanten verschillend is.

Als de afstand van de driehoek tot A twee keer zo groot wordt, dan zal de benodigde kracht met de helft verminderen. Er is dan nog maar 100 N nodig om evenwicht te krijgen.



figuur 3.8 Er is evenwicht als de kracht bij A 100 N is.

Het bovenstaande is het principe van de hefboomwerking, waarbij de uitgeoefende kracht \times de lengte van de arm links en rechts gelijk moet zijn. In figuur 3.8 is dat als volgt.

- Aan de rechterkant: $200 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 200 \text{ Nm}$
- Aan de linkerkant: $100 \text{ N} \times 2 \text{ m} = 200 \text{ Nm}$

Momentsleutel

momentsleutel

Met een *momentsleutel* kun je cilinderkopbouten en wielmoeren op een bepaalde spanning (aanhaalspanning) vastzetten. Het gaat dan om bouten en moeren die niet onder- of overbelast mogen worden. De aanhaalspanning vind je in het instructieboekje of bij de technische gegevens. Op een momentsleutel kun je een dop plaatsen uit de doppenset.

Als bouten overbelast worden bij het aandraaien, kunnen ze rekken, vervolgens insnoeren en dan breken. Bij een 6 mm dik boutje (M6) gaat dit makkelijker dan bij een M18-bout.

knikmoment- sleutel aanhaalmoment

De momentsleutel die veel gebruikt wordt, is de *knikmomentsleutel*. Bij deze sleutel kun je het *aanhaalmoment* instellen door aan het handvat te draaien. Wanneer je de ingestelde kracht (= het moment) bereikt hebt, hoor je een duidelijke klik. Op de knikmomentsleutel staat voor welke aanhaalspanning hij te gebruiken is, bijvoorbeeld voor 40 – 200 Nm. Een momentsleutel moet ontspannen weggelegd worden.



figuur 3.9 Een veelgebruikte momentsleutel is de knikmomentsleutel.

aanhaalmoment

Op de kop van elke bout staat een kwaliteitsaanduiding. Hoe hoger het getal, hoe sterker de bout is en des te vaster je zo'n bout mag aandraaien. In figuur 3.10 kun je aflezen wat het *aanhaalmoment* in Newtonmeter (Nm) is voor bouten met een kwaliteitsaanduiding 8.8 en 10.9.

Kwaliteit van de bouten:	8.8	10.9
Treksterkte in N/mm ² :	800	1000

Diameter van de bout	Aanhaalmoment in Nm	
M6	10	14
M8	25	34
M10	44	69
M12	84	118
M14	132	186
M16	206	295

figuur 3.10 Het aanhaalmoment voor bouten met een kwaliteitsaanduiding 8.8 en 10.9

Acculader

*gelijkrichter
acculader*

Als een zelfrijdende machine of een trekker lange tijd stilstaat zal de capaciteit van een accu verminderen en uiteindelijk raakt de accu leeg. Hij zal dan opgeladen moeten worden. Dit doe je met een *gelijkrichter* of *acculader*.



figuur 3.11 Met een acculader laad je een accu weer op.

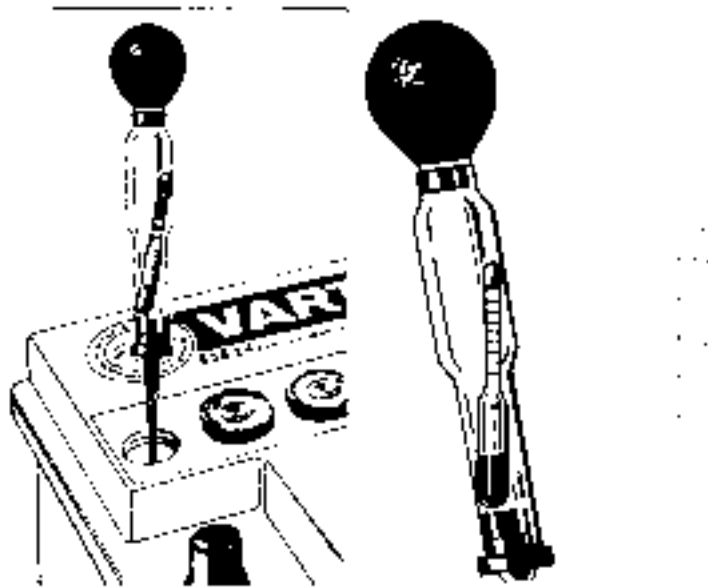
Een acculader wordt op het lichtnet (230 Volt) aangesloten en zet de wisselspanning om in een gelijkspanning van 12 of 24 Volt voor de accu. De accu moet goed met de acculader zijn verbonden, namelijk de pluskabel op de dikke pluspool en de min-kabel op de dunne minpool van de accu. Ook moet je niet vergeten de dopjes van de cellen los te draaien en het vloeistofniveau te controleren. Op de ampèremeter, die op de acculader aanwezig is, lees je de laadstroom af. Wanneer de wijzer van de meter teruggelopen is naar een lage waarde, weet je dat de accu voldoende is opge-

laden. Bij het beëindigen van het laden, verbreek je eerst de spanning van het lichtnet, zet je de schakelaar van de acculader 'uit' en neem je de klemmen van de accu af. Hiermee voorkom je vonkvorming en het uit elkaar klappen van de accu! Tijdens het laden ontstaat er namelijk knalgas.

snellader Een *snellader* is een acculader die in een korte tijd de accu in conditie brengt, oplaadt dus. Voor de levensduur van de accu is dat niet zo goed.

Accuzuurweger

accuzuurweger Een *accuzuurweger* is een zogenaamde areometer in een pipet. Een accuzuurweger meet de dichtheid van het zuur en daarmee de ladingstoestand van de accu. Je leest de waarden af op ooghoogte terwijl je de accuzuurweger verticaal houdt. Daarbij moet je opletten dat je geen accuzuur in de ogen, op de huid of op de kleren krijgt. In figuur 3.12 zie je hoe je met een accuzuurweger werkt. Door de onderkant van de accuzuurweger in het accuzuur te steken en in de rubberen bol aan de bovenkant te knijpen, komt er accuzuur in de accuzuurweger. De vlotter in de accuzuurweger gaat drijven en je kunt de ladingstoestand aflezen. In plaats van getallen kun je ook gekleurde vlakken tegenkomen op de aerometer. Hoe hoger het getal, des te beter is de ladingstoestand van de accu.



figuur 3.12 Een accuzuurweger meet de ladingstoestand van de accu.

Haakse slijpmachine

haakse slijpmachine Met een *haakse slijpmachine* kun je bijvoorbeeld ijzer doorslijpen en afbramen, stenen doorslijpen of sleuven maken in beton. Een haakse slijpmachine is gevaarlijk gereedschap, omdat je haar met de handen vast moet houden. Bovendien werkt de haakse slijpmachine met een hoog toerental. En als je vergeet de veiligheidsbril op te zetten, heb je snel een spetter in het oog. Wegvliegende, warme spetters kunnen ook brand veroorzaken.

Voor het doorslijpen gebruik je een dunne schijf en voor het afbramen een dikke schijf. Voor ijzer gebruik je een andere schijf dan voor steen en beton. Het kleinere type haakse slijpmachine gebruik je om onderdelen te slijpen. De haakse slijpmachine uit figuur 3.13 heeft een 1.020 Watt motor. De schijven die daarbij horen hebben een diameter van maximaal 125 mm. Ook zit er een veiligheidsschakelaar op die je tijdens het werk moet vasthouden.



figuur 3.13 De haakse slijpmachine

Cirkelzaagmachine

*cirkelzaag-
machine*

Met een *cirkelzaagmachine* kun je eveneens materialen doorzagen. Een veel gebruikte cirkelzaagmachine staat afgebeeld in figuur 3.14. Met een zaagmachine kun je veiliger werken dan met een haakse slijpmachine. Er komen nauwelijks vonken van af, omdat het zaagblad langzaam draait en het gekoeld wordt. Ook heeft de zaagmachine een klem waar je het te zagen gedeelte in vastzet. Het toerental van de machine kan variëren van 20 tot 40 omwentelingen per minuut. De motor heeft een vermogen van 1.500 Watt. Op een loonbedrijf wordt een cirkelzaagmachine vooral gebruikt om ijzer door te slijpen.



figuur 3.14 Met een cirkelzaagmachine kun je veiliger werken dan met een haakse slijpmachine.

luchtgereedschap**Luchtgereedschap**

Luchtgereedschap is een verzamelnaam voor gereedschap dat werkt op lucht. Voorbeelden van luchtgereedschap zijn de slagmoersleutel, de vloeistofspuit, het blaaspistool, de verfspuit en de luchtslang met drukmeter.

Voor het oppompen van banden heb je luchtgereedschap met een meetklokje nodig. Op dit klokje kun je de juiste spanning aflezen.

Uiteraard zijn er nog veel meer luchtgereedschappen. Hier wordt alleen de slagmoersleutel besproken. Verderop in dit hoofdstuk komen nog meer luchtgereedschappen aan bod, zoals draad- en snijgereedschap, lastoestellen en de popnageltang.



figuur 3.15 *Luchtgereedschap*

slagmoersleutel**Pneumatische slagmoersleutel**

De *slagmoersleutel* is een door lucht aangedreven gereedschap, waarbij je meestal de maximale slagkracht in kunt stellen. De slagmoersleutel krijgt dan de functie van momentsleutel.

De slagmoersleutel wordt gebruikt om wielmoeren los of vast te draaien. Ook als je veel moet sleutelen, gebruik je een slagmoersleutel. Voor het verwisselen van de messen van een frees kun je een slagmoersleutel gebruiken, als je tenminste tussen de messen kunt komen. Een slagmoersleutel vraagt veel lucht. Tijdens het werk mag de luchtdruk niet te veel zakken.

De doppen van een slagmoersleutel hebben altijd een inwendige zeskant, ze zijn dikwandig en ze zijn meestal zwart. De doppen van een dopsleutelset passen ook op een slagmoersleutel. Je hebt dus geen extra doppen nodig.



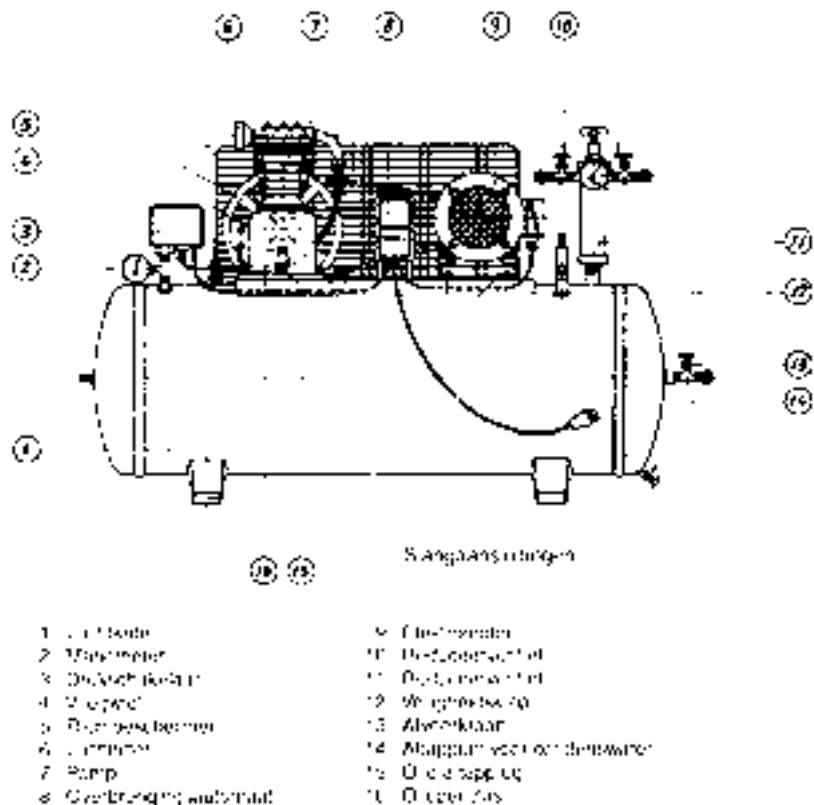
figuur 3.16 *De doppen van een slagmoersleutel zijn altijd zeskantig.*

compressor Voor het werken met luchtgereedschap heb je een *compressor* nodig.

De compressor

Een compressor bestaat uit vier componenten:

- het aandrijfgedeelte;
- het pompgedeelte;
- het regelgedeelte;
- de opslag van de lucht.



figuur 3.17 De onderdelen van een compressor

Het aandrijfgedeelte bestaat meestal uit een elektromotor (9). Die motor heeft een thermische beveiliging tegen overbelasting. Door middel van V-snaren drijft de elektromotor de pomp (7) aan. Er komen één- en tweecilinder pompen voor. De werking van de pomp is hetzelfde als die van een motor, met het verschil dat er bij iedere omwenteling van de krukas lucht aangezogen en lucht weggeperst wordt. Wanneer de luchtketel de ingestelde druk heeft bereikt, schakelt een drukschakelaar de elektromotor uit. Is de druk tot een bepaalde waarde gezakt, dan schakelt de elektromotor weer in. De grootte van de luchtketel (1) wordt bepaald door de werkzaamheden die uitgevoerd worden.

Een slagmoersleutel gebruikt veel lucht. Dan moet er dus een grote hoeveelheid lucht op voorraad zijn en een pomp die de voorraad weer snel op peil kan brengen. Voor een verfspuit en een vloeistofspuit is er niet zo veel lucht nodig.

Het luchtgereedschap wordt via een slang aangesloten aan de afvoerkraan (13).

In de werkplaats en in loodsen wordt vaak gewerkt met een leidingensysteem.

Het leidingensysteem heeft aftappunten waarop een slang aangesloten kan worden. Op deze slang past weer allerlei luchtgereedschap.

Op een compressor zit altijd een reduceerventiel en een veiligheidsventiel. Met het reduceerventiel wordt de werkdruk ingesteld. Bij het systeem met vaste leidingen wordt het reduceerventiel meestal tussen de leiding en het luchtgereedschap geplaatst. Het veiligheidsventiel beschermt de installatie tegen een te hoge druk. Er mag geen vocht en olie in de leidingen en de slangen komen, zeker niet als een verfspuit wordt aangesloten. Om te voorkomen dat er vocht of olie in de leidingen en slangen komt, wordt bij de afvoerkraan een *olie- en waterafscheider* geplaatst.

Luchtgereedschap met draaiende onderdelen, zoals een slagmoersleutel, moet gesmeerd worden. Daarom moet de slagmoersleutel bij het aansluitpunt aangesloten worden op een *olienevelaar* en een reduceerventiel. In de praktijk wordt dit nogal eens vergeten.

In de luchtketel wordt lucht samengeperst. Hierdoor ontstaat condensvorming. Het meeste *condenswater* blijft in de luchtketel achter. Dit water moet van tijd tot tijd afgetapt worden via het aftappunt. Het water dat uit het aftappunt (14) komt, mag niet zonder meer weggegooid worden, maar moet via een speciaal koolstoffilter gezuiverd worden.

Als er een gaatje in de luchtketel zit, ontsnapt er lucht. Als je merkt dat er luchtverlies is, sluit dan na het gebruik van het luchtgereedschap de hoofdkraan. Hierdoor slaat de compressor niet onnodig aan. *Luchtverlies* is niet alleen hinderlijk, maar kost ook veel geld. In figuur 3.18 zie je wat het kost als er een gaatje van 1, 2, 4 of 6 mm is.

Gatdiameter werkelijke grootte	Mm	Luchtverlies bij 6 bar m ³ /min.	Verlies	
			KW	Guldens *
◦	1	0,074	0,3	f 600,-
○	2	0,375	3	f 2.400,-
○	4	1,263	7,5	f 15.000,-
○	6	2,2	12,5	f 25.000,-

* De kwh-prijs is f 0,25 en de bedrijfstijd is 8000 uur per jaar

figuur 3.18 *Luchtverlies kost veel geld.*

<i>onderhoud van een compressor</i>	<p>Het <i>onderhoud</i> van een compressor bestaat uit de volgende punten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • olie controleren, aftappen en vervangen; • condenswater aftappen; • V-snaarspanning controleren; • luchtaanzuigfilterelement vervangen; • kleppen controleren; • vuil van de cilinders en de cilinderkoppen verwijderen.
<i>oliepeil controleren</i>	<p>De pomp bevat olie in het carter. Je moet regelmatig het <i>oliepeil controleren</i> bij het oliepeilglas (16). Het kijkglasje moet voor 3/4 deel gevuld zijn met olie. De olie dient minimaal elke drie à zes maanden, afhankelijk van de belasting, afgetapt en vervangen te worden. Gebruik de olie die voorgeschreven is.</p>
<i>condenswater aftappen</i>	<p>Enkele malen per week moet je het <i>condenswater aftappen</i> uit de luchtketel. Condenswater veroorzaakt roestvorming aan de binnenkant van de luchtketel. Bovendien kunnen draaiende onderdelen vastlopen of kapot gaan door het condenswater.</p>
<i>V-snaarspanning controleren</i>	<p>Als de V-snaarspanning gering is, kan de V-snaar slijpen en overmatig slijten. Bovendien zakt het toerental. Dit geeft weer een lagere capaciteit. Je moet dus regelmatig de <i>V-snaarspanning controleren</i>.</p>
<i>luchtaanzuigfilterelement vervangen</i>	<p>Eenmaal per jaar moet je het <i>luchtaanzuigfilterelement vervangen</i>. Staat de compressor in een stoffige ruimte, dan moet het filterelement ieder half jaar vervangen worden.</p>
<i>kleppen controleren</i>	<p>Minstens één keer per jaar moet je de <i>kleppen controleren</i> op koolaanslag.</p>
<i>vuil verwijderen</i>	<p>Als er stof en vuil op de cilinders, de cilinderkoppen of de persleidingen zit, ontstaan er problemen met de warmteafgifte en de ventilerende koelwerking van het vliegwiel. Daarom moet je voorkomen dat stof en vuil zich daar af kan zetten. Zorg dan ook dat de compressor in een schone omgeving staat. Als dat niet zo is, moet je het <i>vuil verwijderen</i>.</p> <p>Eén van de onderhoudspunten van luchtdrukgereedschap is het smeren. Dit gebeurt door de olievernelaar. Bij een rijdende compressor zit de olievernelaar aan het einde van de tank. Bij een leidingensysteem zit hij vlak voor het aftappunt.</p> <p>Een compressor maakt veel lawaai. Als er in de ruimte waar de compressor staat ook gewerkt wordt, is het dragen van oorbescherming verplicht. Er zijn speciale geluidsarme compressors en geluidsarme cabines.</p> <p>Bij het schoonblazen van apparatuur komt veel stof vrij. Dit stof kan de luchtwegen aantasten. Het dragen van een beschermkapje is dan nodig. Blaas nooit lucht bij iemand in zijn gezicht. Dit kan ernstig oogletsel veroorzaken.</p>

opdracht 3.2**Vragen**

- a Met welke spanning mag een M10-bout, kwaliteit 8.8, maximaal aangedraaid worden?
- b Hoe kan worden gecontroleerd of een accu goed opgeladen is?
- c Door een pijp ijzer over de kruissleutel te schuiven kunnen wielmoeren makkelijker losgedraaid worden. Voor de veiligheid moet de sleutel ondersteund worden. Leg uit hoe dit moet.
- d Frits wil met een accuzuurweger de ladingstoestand van een accu bepalen. Leg uit hoe hij daarbij te werk moet gaan.
- e Een stuk ijzer moet op lengte gemaakt worden met de haakse slijpmachine. Het stuk ijzer is in de bankschroef geplaatst. Noem twee veiligheidspunten op waar op gelet moet worden tijdens het op lengte maken.
- f Waarom moet bij luchtgereedschap, zoals een verfspuit, een olie- en waterafscheider geplaatst worden?
- g De compressor
 - Waarom moet het condenswater uit een compressor afgetapt worden?
 - Waarom hoort er een olie- en waterafscheider bij de afvoerkraan van een compressor?
 - Welke plaats in het bedrijf is het beste om de compressor neer te zetten? Waarom juist daar?

3.2 Materialen

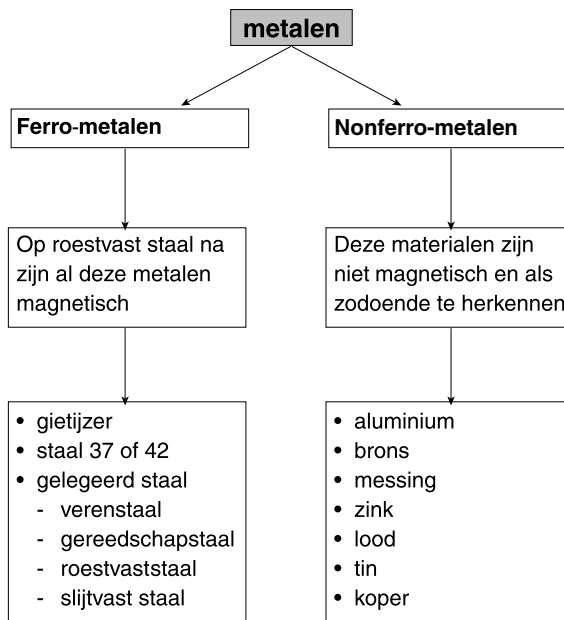
Kun jij zien of dat metaal gewoon staal is of gietijzer?

Wanneer je iets repareert, moet je weten uit welke materialen het te repareren onderdeel bestaat. Dan kun je bepalen met welk gereedschap je die materialen kunt bewerken of repareren. Je moet dus het materiaal kunnen herkennen.

Ijzer, hout en kunststof zijn gemakkelijk van elkaar te onderscheiden. Voor het lassen van ijzer moet je weten of je te maken hebt met gewoon ijzer, gegalvaniseerd ijzer of roestvrijstaal. Ook is het belangrijk om verschillende soorten kunststof van elkaar te kunnen onderscheiden. Pakkingsmaterialen worden ook vaak tot de kunststoffen gerekend. In deze paragraaf worden materialen behandeld die je tegenkomt in trekkers, machines en werktuigen.

Metalen

metaal *Metaal* is de verzamelnaam voor allerlei verschillende stoffen, zoals staal, gietijzer, koper en tin. Metalen kunnen onderverdeeld worden in *ferro-metalen* en *nonferro-metalen*. In figuur 3.19 staat deze onderverdeling in een schema weergegeven.



figuur 3.19 De meest voorkomende metalen in trekkers, machines en werktuigen

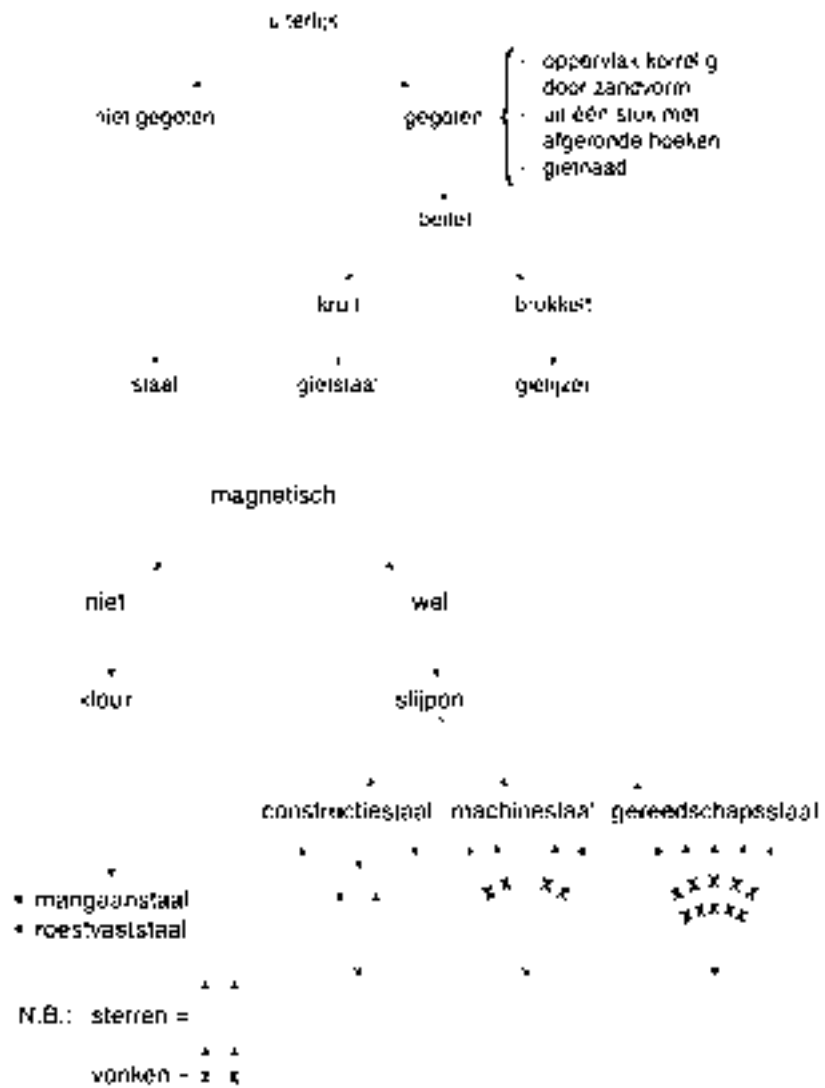
ferro-metalen De *ferro-metalen* of ijzerachtige metalen zijn magnetisch. Ze hebben een hoge soortelijke massa. Ze zijn gevoelig voor roestvorming. Ferro-metalen zijn doorgaans goed te bewerken en met lassen zijn delen eenvoudig aan elkaar te maken. Bij gietijzer en gelegeerd staal is dit iets moeilijker. In figuur 3.20 zie je hoe je ferro-metalen van elkaar kunt onderscheiden. Roestvaststaal is niet magnetisch en is erg moeilijk te bewerken.

In deze paragraaf worden de volgende ferro-metalen besproken:

- gietijzer;
- staal;
- gelegeerd staal.

Constructiestaal, machinestaal en gereedschapsstaal behoren uiteraard ook tot de ferro-metalen. Deze staalsoorten worden gebruikt voor het maken van constructies, assen en tandwielen en ook voor het maken van gereedschap.

nonferro-metalen De *nonferro-metalen* of niet-ijzerachtige metalen zijn niet magnetisch. Met speciale lasmethoden of door te solderen zijn deze metalen aan elkaar te verbinden. Deze metalen zijn te herkennen aan hun kleur.



figuur 3.20 Ferro-metalen herken je aan het uiterlijk en door te slijpen.

In deze paragraaf worden de volgende nonferro-metalen besproken:

- aluminium;
- brons;
- messing;
- zink;
- lood;
- tin;
- koper.

Gietijzer

gietijzer *Gietijzer* bevat naast ijzer 3 – 4% koolstof en 6% silicium. Het vloeibare ijzer wordt in een mal gegoten. Na afkoeling wordt de mal weggehaald. Gietijzer herken je aan de uitwendige vorm, omdat de gietnaden zichtbaar zijn en het oppervlak vaak wat ruwer is. Gietijzer is erg hard en daardoor erg bros. Als het breekt, kijk je tegen een korrelig oppervlak aan. Het motorblok is gemaakt van gietijzer.

Staal

staal *Staal* heeft een koolstofgehalte van 0,1 – 2%. In constructiewerk van gebouwen of in de frames van werktuigen kom je staal 37 tegen, het meest voorkomende staal. De benaming is afgeleid van de treksterkte van dit metaal, die 370 N/mm² bedraagt. Voor assen en tandwielen wordt een staalsoort gebruikt met een grotere treksterkte, bijvoorbeeld staal 60.

Gelegeerd staal

gelegeerd staal Als tijdens de productie van staal 37 andere elementen dan staal worden toegevoegd, spreek je over *gelegeerd staal*. Andere elementen zijn bijvoorbeeld silicium, mangaan, chroom, nikkel of molybdeen. De treksterkte wordt daardoor vergroot. Roestvast- of roestvrijstaal is een voorbeeld van gelegeerd staal. Het bevat 18% chroom en 8% nikkel. Ook andere samenstellingen komen voor. Voor ploegscharen en risters wordt gebruik gemaakt van mangaanstaal. Aan dit staal is 13% mangaan toegevoegd.

Aluminium

aluminium *Aluminium* is een zeer licht metaal. Het geleidt warmte goed, maar heeft weinig treksterkte. Duraluminium wordt in de vliegtuigindustrie gebruikt en is een legering van aluminium met koper. De treksterkte is even groot als die van constructiestaal. Aluminium kan goed gegoten worden. Zuigers, cilinderkoppen en carterhelften kunnen van aluminium gemaakt zijn.

Brons

brons *Brons* is een legering van koper en tin. Hoe hoger het tingehalte, des te groter de hardheid van brons is. Brons wordt toegepast voor glijlagers in versnellingsbakken, startmotoren en dynamo's.

Messing

messing *Messing* is een legering van koper en zink. Messing is sterker en harder dan koper. De warmtegeleiding is ongeveer gelijk, maar het vermogen om elektriciteit te geleiden is minder. Onderdelen van het koelsysteem van motoren worden gedeeltelijk van messing gemaakt.

Zink

zink *Zink* is een zuiver nonferro-metaal, dat bestand is tegen roestvorming. Het bovenste laagje gaat wel snel een verbinding met zuurstof aan, maar de oxydekorreltjes zijn zo klein en liggen zo dicht tegen elkaar aan, dat de onderliggende zinklaag volledig van de zuurstof afgesloten is. Zink wordt toegepast op vochtige plaatsen, zoals dakgoten en regenpijpen. Ook wordt het veel gebruikt om staal tegen roesten te beschermen, zoals bij gegalvaniseerde drijfmesttanken.

Lood

lood Lood is zacht, waardoor het gemakkelijk met de hand te vervormen is. Lood is zwaar. Het heeft een hoge soortelijke massa. Het wordt veel toegepast op daken om de aansluiting tussen de schoorsteen en de dakpannen waterdicht te maken. Omdat lood bestand is tegen corrosie van zwavelzuur, wordt het in accu's gebruikt. Brandstoftanks zijn van binnen beschermd met een laagje lood tegen aantasting door zwavel. Let op, van lood is bekend dat je er een vergiftiging van kunt oplopen.

Tin

tin Tin is een zilverwit, zacht metaal dat goed bestand is tegen corrosie. De hechting op andere metalen is zeer goed. Om deze reden wordt tin veel gebruikt om dun staalplaat, bijvoorbeeld blik, te beschermen tegen roesten. Tin met 40 – 60% lood wordt voor zachtsolderen gebruikt.

Koper

koper Koper is ook een zuiver nonferro-metaal. Zuiver koper is zacht, gemakkelijk te buigen en heeft een grote weerstand tegen corrosie en zwakke zuren. Het wordt daarom toegepast voor benzine-, dieselolie- en waterleidingen. Koper is een zeer goede geleider voor warmte (soldeerbouten) en elektriciteit (de kern van elektriciteitsdraden).

Van de metalen zijn vooral de ferro-metalen gevoelig voor roestvorming. Er zijn verschillende manieren om roestvorming tegen te gaan: verchromen, verzinken en vertinnen.

verchromen Verchromen heeft, naast het tegengaan van roestvorming, als doel een harde slijtvaste laag te verkrijgen voor bijvoorbeeld assen. Door verchromen kun je ook een sierlaag op metaal krijgen.

verzinken Het aanbrengen van een dun laagje zink kan op verschillende manieren gebeuren. Wordt het onderdeel ondergedompeld in een bak met vloeibaar zink, dan spreek je van thermisch verzinken. Ligboxen en voerhekken worden op deze manier verzinkt. Wordt het zinklaagje op het staal aangebracht door middel van een elektrische stroom, dan noem je het elektrolytisch verzinken of galvaniseren. Deze methode geeft de minst goede bescherming en wordt toegepast bij bouten en moeren. Vloeibaar zink kan ook met perslucht op metaal gespoten worden. Dit heet schooperen en wordt toegepast op grote spanten.

vertinnen Vertinnen is het opbrengen van een dun laagje tin op ijzer. Dit gebeurt onder andere bij conservenblikken.

Ook sommige nonferro-metalen gaan verbindingen aan met lucht. Ze gaan dan als het ware roesten. Denk maar aan de giftige groene aanslag van koper en het wit uitslaan van aluminium. Door deze metalen van een goede verflaag te voorzien, voorkom je dat er een aanslag op komt.

Kunststoffen

plastics kunststof Zoals metaal de verzamelnaam is voor staal, koper, tin enzovoort, is "plastics" de verzamelnaam voor veel soorten kunststof. Kunststoffen hebben scheikundige namen zoals polyester, polyetheen en polyamide.

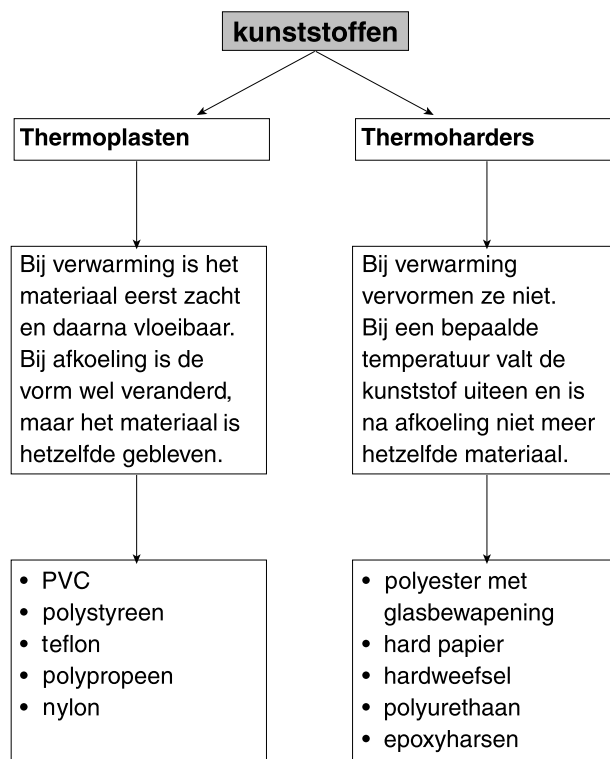
Enkele opvallende voordelen van kunststoffen staan hieronder genoemd.

- Ze zijn gemakkelijk te verwerken, bijvoorbeeld gieten, lassen en lijmen.
- Ze hebben een lage soortelijke massa (0,9 – 2,2 kg/dm³).
- Ze zijn bestand tegen weersinvloeden en chemicaliën.
- Ze isoleren warmte en elektriciteit goed.
- Ze zijn goedkoop in aanschaf.

Naast voordelen zijn er ook nadelen.

- De meeste kunststoffen zijn brandgevaarlijk.
- Ze zijn gevoelig voor temperatuur (grote uitzetting of krimp).
- Ze hebben een geringe sterkte.

De kunststoffen worden verdeeld in twee groepen: thermoplasten en thermoharders. In figuur 3.21 staat deze onderverdeling in een schema weergegeven.



figuur 3.21 De meest voorkomende kunststoffen in trekkers, machines en werktuigen

thermoplasten Thermoplasten worden bij verwarming eerst zacht en daarna vloeibaar. Als ze afkoelen, is de vorm wel veranderd, maar het materiaal is hetzelfde gebleven. Als thermoplasten gering verwarmd worden en later afkoelen, krijgt het materiaal weer de oude vorm. Thermoplasten zijn daarom te lassen.

thermoharders Thermoharders vervormen niet bij verwarming. Ze vallen bij een bepaalde temperatuur uiteen en als ze afgekoeld zijn, is het materiaal veranderd.

In deze paragraaf worden de volgende thermoplasten besproken:

- PVC;
- polystyreen;
- teflon;
- polyetheen;
- nylon.

De volgende thermoharders worden besproken:

- polyester met glasbewapening;
- hardpapier;
- hardweefsel;
- polyurethaan;
- epoxyharsen.

PVC

PVC PVC is de afkorting van polyvinylchloride. PVC is één van de meest toegepaste kunststoffen. Er wordt onderscheid gemaakt in hard PVC, zoals regenpijpen, en zacht PVC, zoals isolatie van elektrisch snoer of regenkleding.

Polystyreen

polystyreen Polystyreen is net als PVC een veel toegepaste kunststof. Modelbouwdozen, koffiebekertjes en patatbakjes zijn gemaakt van polystyreen. Polystyreen wordt veel toegepast in schuimen, die voor warmte-isolatie van daken en muren worden gebruikt.

Teflon

teflon Teflon is goed bestand tegen chemische stoffen, oplosmiddelen en hogere temperaturen. Bij machineonderdelen die licht belast worden en die niet gesmeerd hoeven te worden, worden soms teflon lagers gebruikt.

Polyetheen

polyetheen Plastic folies voor gras- en maïskuilen zijn gemaakt van *polyetheen*.

Nylon

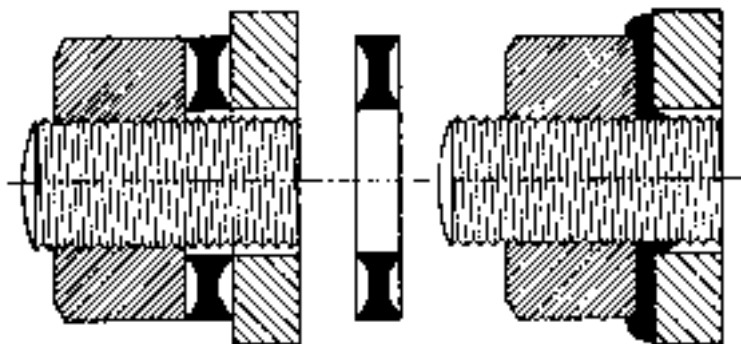
nylon Nylon slijt langzaam en wordt daarom vaak gebruikt voor lagers, vooral voor lagers die niet of nauwelijks worden gesmeerd. De kunststoflagers zijn goed bestand tegen corrosie, maar kunnen minder goed tegen hogere temperaturen. Nylon wordt ook gebruikt voor borgringen.

Polyester met glasbewapening (glasvezels)

polyester Polyester met glasbewapening wordt veel gebruikt voor tanks van spuitmachines, bakken van kunstmeststrooiers en silo's voor veevoer of kunstmest. Een gat in dit materiaal is te herstellen.

Hardpapier

hardpapier In trekkers en machines komen montageplaten en printplaten voor in de regelapparatuur. Die platen zijn gemaakt van *hardpapier*.



figuur 3.22 De afdichtende en borgende werking van de nylonring

Hardweefsel

hardweefsel Kunststof tandwielen in motoren (distributietandwielen) zijn gemaakt van *hardweefsel*. Het zijn slijtvaste en harde tandwielen die goed bestand zijn tegen de wat hogere temperaturen in de motor. Deze tandwielen maken minder geluid dan ferrotandwielen.

Polyurethaan

polyurethaan *Polyurethaan* kom je tegen als hard schuim, ook wel PUR-schuim genoemd. Dit wordt gebruikt voor isolatiemateriaal. In bewaarplaatsen voor landbouwproducten wordt veel gebruik gemaakt van dit materiaal.

Epoxyharsen

epoxyhars Een *epoxyhars* bestaat vaak uit twee componenten, waarvan de één een zogenaamde harder is. In lijmen en gewapende kunststoffen kom je deze epoxyharsen tegen. Printplaten uit de elektronica van trekkers en machines bestaan uit epoxyhars. Epoxyhars isoleert electriciteit goed.

Pakkings- en afdichtingsmaterialen

pakking *Pakking* is een materiaal om lekkage tussen twee delen van een installatie, een machine of een buizenstelsel te voorkomen. Voor vaste verbindingen en aansluitingen kun je koper (cilinderkop) of rubber (PVC-pijpen) gebruiken. Voor beweeglijke aansluitingen zijn er onder andere viltringen, pakkingsbussen en rubbermanchetten. Bekende pakkingssoorten zijn:

- rubber;
- kurk;
- papier;
- fiber;
- vloeibare pakking;
- tape;
- loctite.

Deze soorten komen hieronder aan de orde.

Rubber
rubber Voor het afdichten van oliefilters, brandstoffilters en dergelijke, gebruik je afdichtingsringen van synthetisch *rubber*. Natuurrubber wordt aangetast door olie en is hierdoor dus niet bruikbaar.

Kurk
kurk Bij een carter- en kleppendecksel wordt meestal gebruik gemaakt van een kurkpakking. *Kurk* heeft geen grote samenhang. Daarom kom je het tegen in de vorm van platen.

Papier
geolied papier Op plaatsen waar géén hoge drukken of hoge temperaturen heersen en de delen vlak op elkaar aansluiten, kan *geolied papier* toegepast worden. Dit is het geval bij brandstof-opvoerpompen, carburateurs, tandwielbakken en achterbruggen. Na éénmalig gebruik moet al het pakkingsmateriaal vervangen worden, omdat de veerkracht er uit is.

Fiber
fiber *Fiber* is plaatmateriaal op basis van samengeperste papiervezels. Hieruit kunnen allerlei vormen gemaakt worden, zoals ringen voor olie- en brandstofleidingen.

Vloeibare pakking
vloeibare pakking Bij delen die zeer nauwkeurig op elkaar sluiten, kan soms worden volstaan met een *vloeibare pakking*. Een vloeibare pakking wordt toegepast op plaatsen waar een vaste pakking onvoldoende afdicht. Nadat de te monteren onderdelen met een dun laagje vloeibare pakking ingesmeerd zijn, worden ze samen met de eigenlijke pakking gemonteerd. De vloeibare pakking, die snel droogt, dringt in de oneffenheden en zal voor een zeer goede afdichting zorgen.

Tape
tape *Tape* is geen echte pakking. *Tape* dient voor het goed afdichten van aansluitingen van leidingen. Aansluitingen op een ventielenblok mogen niet lekken. Door om de schroefdraad *tape* te wikkelen, krijg je een goede lekdichte afsluiting. Let erop dat je de *tape* met de schroefdraadrichting mee wikkelt.

Loctite
loctite *Loctite* is net als *tape* geen echt pakkingsmateriaal. *Loctite* is een dikke vloeistof, die je gebruikt om bouten te borgen, zodat deze niet meer loslopen of lostrillen. Ook is er een speciale *Loctite* voor hydrauliekaansluitingen. Wanneer je die vloeistof op de schroefdraad smeert, zorgt deze voor een goede afdichting. Tevens zorgt hij ervoor dat de aansluiting goed vast komt te zitten.

opdracht 3.3

Vragen

- a Noem drie methoden om metaal tegen roesten te beschermen.
- b Wanneer wordt verchroomd staal gebruikt in plaats van verzinkt staal?
- c Waarom wordt staal gelegeerd met andere materialen?

- d Geef twee voorbeelden van gelegeerd staal.
- e Wat is het belangrijkste verschil tussen thermoplasten en thermoharders?
- f Welke groep kunststoffen kan niet gelast worden?

3.3 Lassen

Meisjes kunnen vaak netter lassen dan jongens. Zij bewegen minder met hun handen en kunnen daardoor keurig lassen.

lassen *Lassen* is één van de methoden om onderdelen aan elkaar te verbinden. Lassen is het samenvoegen van twee metalen delen door middel van warmte, druk of beide. Iedere smid laste vroeger al door de ijzeren delen in het vuur heet te stoken en ze daarna op een aambeeld aan elkaar vast te slaan. Over lassen is veel geschreven. In deze paragraaf gaat het vooral over de lasapparatuur.

Lassen is niet geheel zonder gevaar. Het felle licht en de warmte kunnen de huid verbranden als je met opgestroopte mouwen of een niet goed dichtgeknoopte overall aan het lassen bent. Leren handschoenen, een leren lasschort, een smeedtang en andere hulpmiddelen kunnen de hitte van je lichaam houden. Een speciale laskap of lashelm beschermt je ogen tegen het felle licht.

In figuur 3.23 staat de uitrusting van een lasser afgebeeld. Bij het lassen heb je een speciale afzuiging nodig. Lasdampen en het stof dat er in zit, zijn immers schadelijk voor de gezondheid.

- 1 standaard met elektroden
- 2 smeedtang
- 3 werkstukkleem, op tafel vastgezet
- 4 staalborstel
- 5 te lassen werkstuk
- 6 elektrodenhouder
- 7 laskap
- 8 transformator

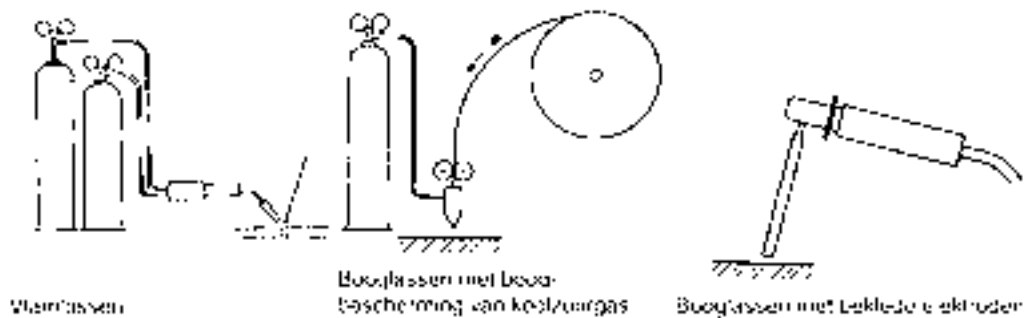


figuur 3.23 De uitrusting van een lasser

Er zijn verschillende manieren om te lassen. De belangrijkste lasmethoden zijn:

- vlamlassen of autogeen lassen;
- booglassen met elektroden;
- booglassen met een boogbescherming van koolzuurgas.

Deze methoden staan in figuur 3.24 weergegeven en worden hieronder besproken.



figuur 3.24 De drie meest voorkomende lasmethoden in de landbouw

In de werkplaats is het veelal stoffig en vuil. Vooral elektrische apparatuur met een ventilator om te koelen, trekt veel stof aan. Voor alle lasapparatuur geldt daarom dat de apparatuur van tijd tot tijd schoongemaakt moet worden. In de praktijk gebeurt dit te weinig of nooit.

Vlamlassen

autogeen lassen

Vlamlassen wordt ook wel *autogeen lassen* genoemd. Zuurstof en acetyleen stromen door een lasbrander en worden aan het mondstuk ontstoken. Bij een juiste verhouding van zuurstof en acetyleen ontbrandt het mengsel. De kunst van het autogeen lassen is het verkrijgen van de ideale vlam, waarmee het te lassen materiaal snel vloeibaar wordt gemaakt. Meestal wordt lasdraad gebruikt om de te lassen onderdelen aan elkaar te lassen.

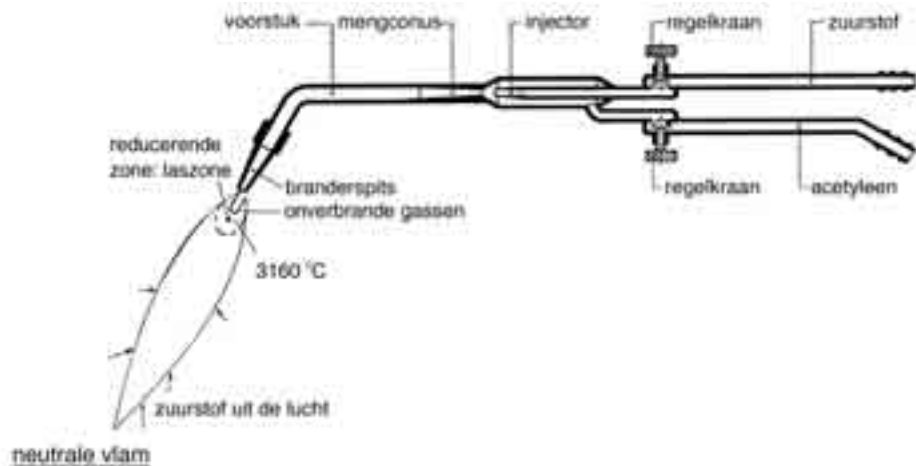
Op landbouw- en loonbedrijven wordt autogeen lassen gebruikt om onderdelen recht te maken, te buigen of los te maken. Ook kun je, door extra zuurstof toe te voegen, materiaal snijden, bijvoorbeeld als je een verbogen stuk ijzer moet verwijderen.

Autogeen lasapparaat

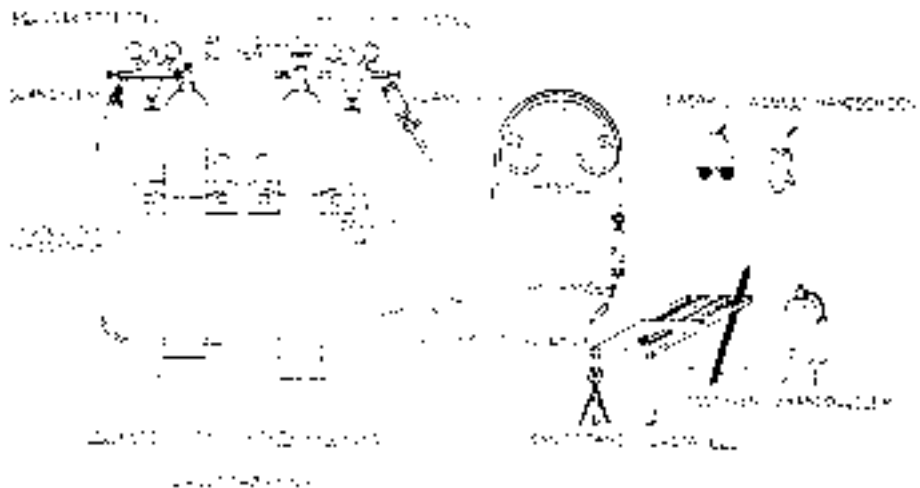
autogeen lasapparaat

Een *autogeen lasapparaat* bestaat meestal uit een laskar met twee gasflessen. Deze gasflessen zijn gescheiden door middel van een ijzeren plaat. In de blauwe fles zit zuurstof. In de bruinrode fles zit acetylenegas. In plaats van acetyleen wordt ook wel eens butaan gebruikt. Het gas zit onder hoge druk in deze flessen.

Autogeen lassen kun je alleen leren door het te doen.



figuur 3.25 De ideale vlam bij autogeen lassen



figuur 3.26 De autogeen lasinstallatie

Onderhoud

onderhoud Onderhoud aan autogeen lasapparatuur bestaat uit:

- de reduceertoestellen op lekkage controleren;
- de slangen controleren of ze niet poreus en beschadigd zijn;
- de mondstukken van de lasbranders schoonhouden.

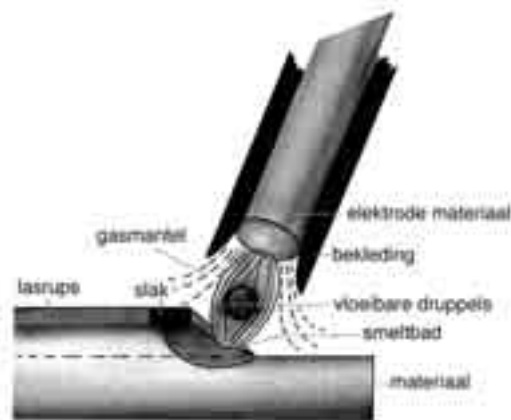
Belangrijk is ook dat je na het lassen de slangen keurig oprolt om de handvatten van de laskar of om de speciaal aangebrachte ophangbeugels.

Booglassen met elektroden

booglassen Bij het *booglassen* wordt met elektrische energie een boog ontstoken. Eigenlijk maak je kortsluiting waarbij energie vrijkomt. Het materiaal waarop de boog is gericht, smelt zeer snel. Om deze 'kortsluiting' te maken, gebruik je een elektrode. Een elektrode is niets anders dan een staafje ijzer met daaromheen een bekleding. De bekleding heeft de volgende taken.

- De bekleding beschermt het lasmateriaal tegen de inwerking van de lucht.
- De bekleding bepaalt de laseigenschappen.
- De bekleding kan het rendement van de elektrode verhogen.

Gedurende het lassen vormt de bekleding gassen, waardoor er geen lucht bij het vloeibare metaal kan komen. Ook ontstaan er slakvormende stoffen die het vloeibare metaal bedekken. Deze slakvormende stoffen moeten later weer van het metaal afgebikt worden.



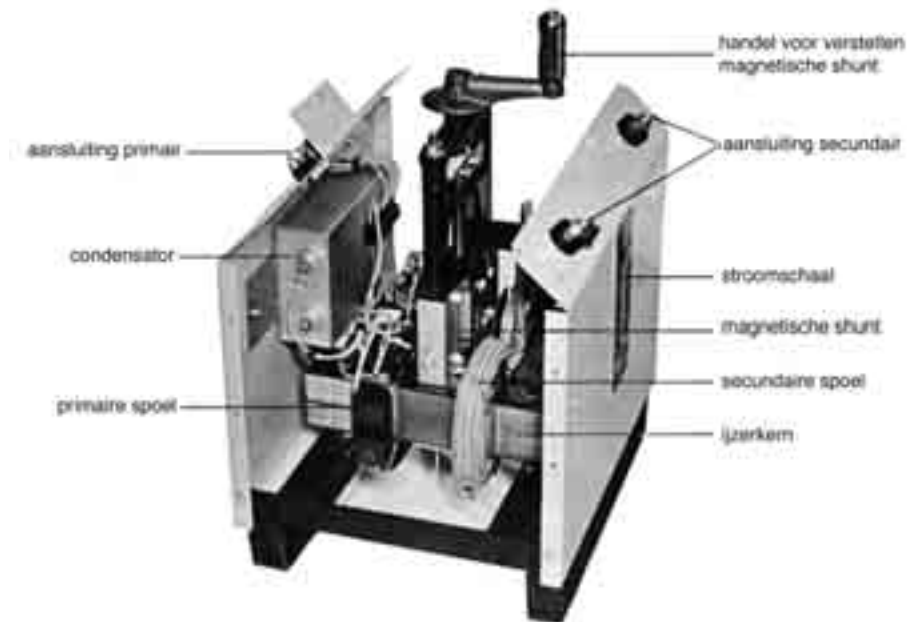
figuur 3.27 *Het overgaan van een lasdruppel naar het te lassen deel*

Het lasapparaat voor het lassen met beklede elektroden

Het lasapparaat voor het lassen met beklede elektroden bestaat uit de volgende onderdelen:

- een vaste kern van ijzeren platen;
- een spoel met veel wikkelingen van dunne draad, de primaire spoel;
- een spoel met weinig wikkelingen van dikke draad, de secundaire spoel;
- een beweegbare kern, die zich tussen de spoelen en de vaste kern kan bewegen;
- een hendel of iets anders om de beweegbare kern in te kunnen stellen;
- voedingskabel voor 230 of 400 Volt;
- een condensator;
- een schakelaar om het lasapparaat aan en uit te zetten;
- laskabel met elektrodehouder;
- werkstukkabel.

In figuur 3.28 staan deze onderdelen genoemd.



figuur 3.28 De onderdelen van een lasapparaat met beklede elektroden

Om een vlamboog te laten branden is spanning nodig. Tijdens het lassen vloeit er een stroom. Het lastoestel is zo gebouwd dat hij bij een ingestelde stroom een bepaalde boogspanning afgeeft.

Bij het ontsteken van een boog maak je eerst kortsluiting. De elektrode maakt contact met het werkstuk. De spanning loopt dan terug naar ongeveer 0 Volt. Er gaat nu een hoge kortsluitstroom vloeien. De contactplaats wordt warm en bij het terugtrekken van de elektrode ontstaat een boog. De lucht tussen elektrode en werkstuk wordt geleidend voor elektriciteit. De spanning wordt dan hoog genoeg om de boog te ontsteken. Daarna daalt de spanning weer tot de zogenaamde boogspanning en de stroomsterkte neemt de ingestelde waarde aan.

De warmte die ontstaat bij het lassen is afhankelijk van de hoogte van de boogspanning en de stroomsterkte.

warmte Ondervindt een stroom weerstand, dan ontstaat *warmte*. Een losse klemverbinding of een slechte aansluiting tussen de kabel en elektrodenhouder kan al veel warmte veroorzaken. Extra warmte ontstaat bij de kabelovergangen.

Net als bij CO₂-lassen is het instellen van de juiste stroomsterkte moeilijk en vraagt het de nodige ervaring. De in te stellen stroomsterkte is onder andere afhankelijk van de dikte van het te lassen materiaal en de vorm van de lasnaad die je moet maken.

Wanneer je last aan een trekker of een zelfrijdende machine moet je altijd de accukabels losmaken of de aansluitingen bij de dynamo losmaken. Ook is het verstandig om de werkstukcabell zo dicht mogelijk bij het te lassen gedeelte vast te klemmen. Daarmee voorkom je dat er een lasstroom door een kogel- of rollager gaat en de kogels of rollen beschadigen.

Onderhoud

Problemen met lassen kunnen ontstaan wanneer het apparaat niet goed onderhouden wordt. Vooral slechte verbindingen of een slechte massaverbinding van de werkstuk kabel geven problemen. Maak daarom de plaats waar de werkstuk klem moet komen vrij van verf en roest.

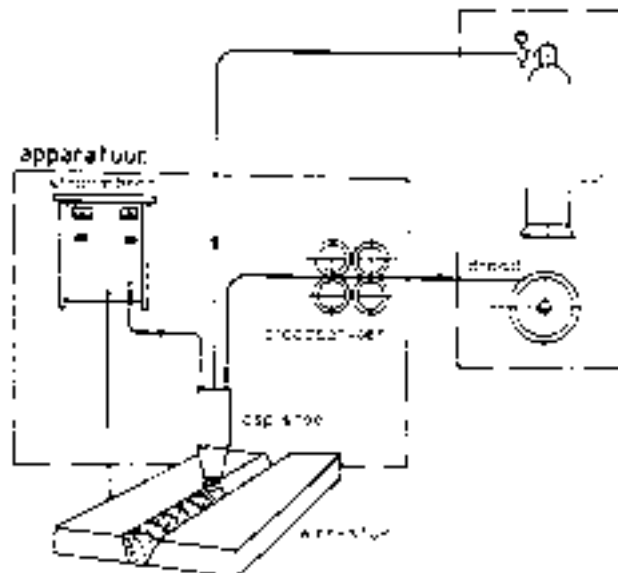
- onderhoud* *Onderhoud* aan het lasapparaat met beklede elektroden bestaat uit:
- minstens één keer per jaar stofvrij maken, zodat de koeling van het apparaat goed blijft;
 - de draadspindel licht invetten;
 - beschadigingen van de kabels controleren;
 - slechte verbindingen herstellen, vooral tussen de lastang en de kabel en tussen de werkstuk kabel en de werkstuk klem.

Net als bij het autogeen lassen geldt dat je na het gebruik van de apparatuur de kabels om de handvatten van de laskar moet wikkelen. Zijn deze niet aanwezig, dan rol je de kabels op en leg je ze op de laskar.

Booglassen met een boogbescherming van koolzuurgas

CO₂-lassen
MIG/MAG
lassen

Bij booglassen met een boogbescherming van koolzuurgas heb je geen elektrode, maar een eindloze draad op een haspel. Om ervoor te zorgen dat er geen lucht bij het vloeibare metaal komt, wordt er tijdens het lassen een bepaald beschermgas om de lasboog gebracht. Dit gas heet koolzuurgas. Deze lasmethode wordt daarom ook wel *CO₂-lassen* genoemd. Een andere naam voor deze lasmethode is *MIG/MAG lassen*. Deze lasmethode wordt veel toegepast. Het enige bezwaar is dat je in het veld moeilijk een reparatie kunt uitvoeren met een CO₂-lasapparaat. Het lasapparaat is niet gemakkelijk te hanteren en door de wind wordt de boog niet goed beschermd tijdens het lassen. Het grote voordeel van CO₂-lassen is dat je niet iedere keer een elektrode hoeft te verwisselen en slak hoeft te bikken.



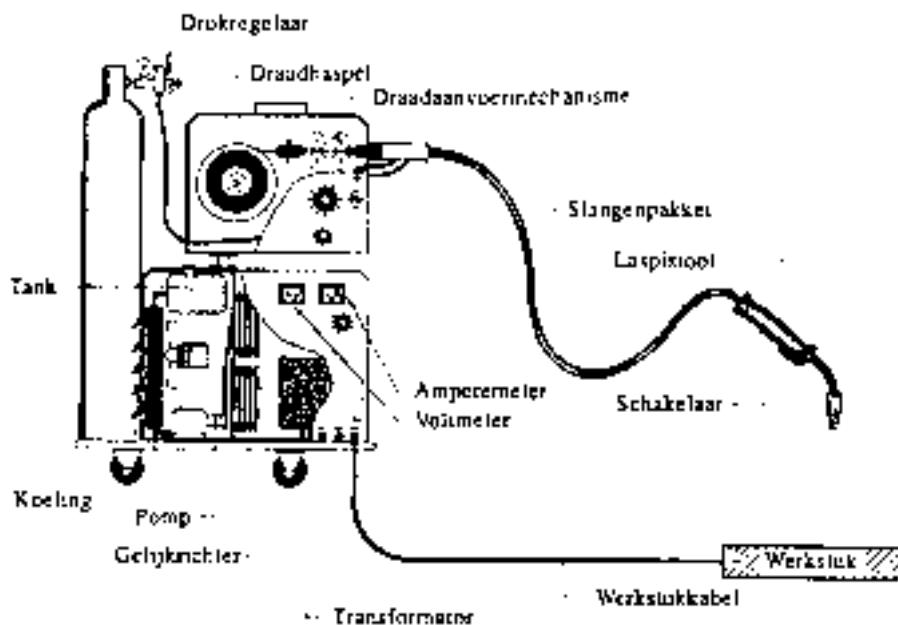
figuur 3.29 Het lassen met een CO₂-lasapparaat

Het CO₂-lasapparaat

CO₂-lasapparaat De CO₂-lasapparaat bestaat uit:

- een gasfles met drukregelaar;
- een stroombron met voedingskabel, las- en werkstukkabel;
- een draadaanvoermechanisme en het slangenpakket;
- een laspistool;
- een massakabel.

In figuur 3.30 staat een CO₂-lasapparaat afgebeeld.

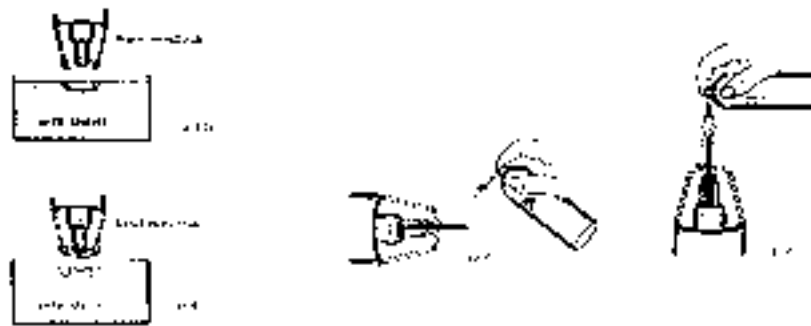


figuur 3.30 De onderdelen van een CO₂-lasapparaat

Onderhoud

onderhoud *Onderhoud* van het CO₂-lasapparaat bestaat uit:

- minstens één keer per jaar stofvrij maken, zodat de koeling van het apparaat goed blijft;
- de draadgeleidespiraal regelmatig schoonmaken;
- de voedingskabel en het slangenpakket controleren op beschadigingen;
- het reduceertoestel controleren op lekkage;
- geregeld het mondstuk schoonmaken, desnoods met een speciale spray;
- het contactbuisje schoonmaken.

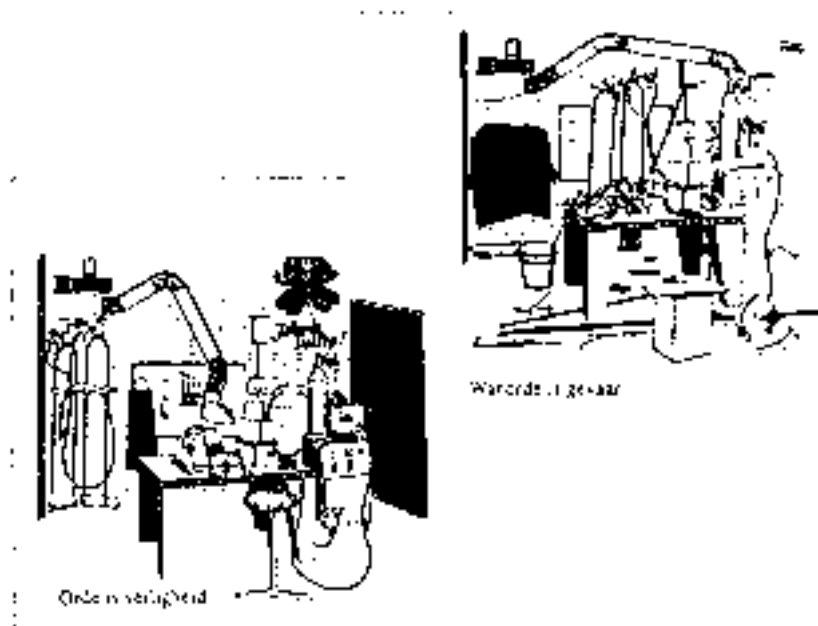


figuur 3.31 Het juiste gebruik van anti-spatmiddel en anti-spatvet

Lassen in de praktijk

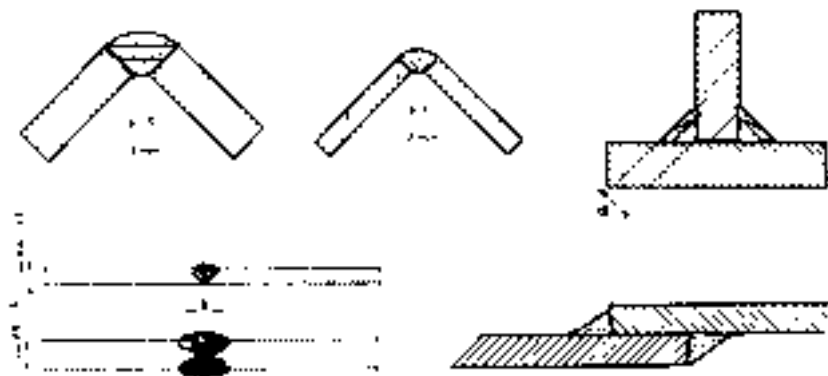
In het voorgaande is al het één en ander gezegd over de uitrusting en de veiligheid van de lasser. In de praktijk zul je tijdens het lassen ook rekening moeten houden met het volgende.

- lasrook** Tijdens het lassen komt er *lasrook* vrij. Deze lasrook bevat schadelijke gassen en stoffen die afgevoerd moeten worden. Het beste is om de lasrook zo dicht mogelijk bij de lasplaats af te zuigen, vooral bij het lassen in gesloten ruimten.
- gegalvaniseerd ijzer** Bij het lassen van *gegalvaniseerd ijzer* komen giftige stoffen vrij. Zorg ervoor dat deze gassen afgezogen worden. Door vooraf de te lassen delen met een slijptol te bewerken, ontstaan er minder gassen. Maar ook bij het slijpen is het belangrijk dat de damp afgezogen wordt.
- vaten en tanks** Bij het lassen van *vaten en tanks*, bijvoorbeeld brandstoftanks, moet je uitgebreide maatregelen nemen, omdat er explosiegevaar is. Om veilig te kunnen werken, moet je het volgende doen.
- Vul het vat met water.
 - Als het vat vol is, laat je het water nog tien minuten doorlopen.
 - Tap een minimale hoeveelheid water af.
 - Ga dan aan het vat of de tank lassen.
 - Las steeds met korte tussenpozen.
- brand** Tijdens het lassen springen er gloeiende deeltjes weg die gemakkelijk *brand* kunnen veroorzaken. Om brand tegen te gaan, kun je brandvrij doek gebruiken. Let op kinderen, collega's of dieren die in de *omgeving* zijn. Door de ultra-violetten straling kunnen zij gemakkelijk lasogen krijgen. Je kunt een scherm plaatsen om ervoor te zorgen dat zij geen last hebben van de laswerkzaamheden. Zorg voor *orde* en netheid.
- lasnaadvorm** Om een goede lasverbinding te maken, maak je van tevoren de te lassen plaats schoon van roest en verf. Afhankelijk van de dikte van het materiaal kies je voor een bepaalde *lasnaadvorm* en houd je eventueel een bepaalde vooropening aan.



figuur 3.32 Zorg voor orde en veiligheid.

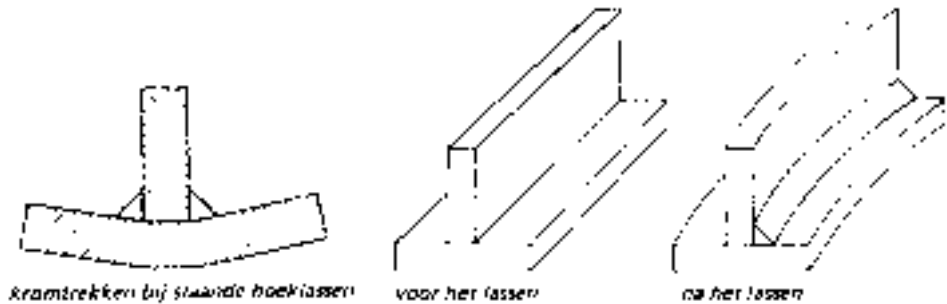
In figuur 3.33 staan enkele lasnaadvormen afgebeeld. Er is geen verband tussen lasnaadvorm en lasmethode, maar voor heel dun materiaal gebruik je een autogeen lasapparaat.



figuur 3.33 Verschillende lasnaadvormen

Je moet het lastoestel goed afstellen. Bij een te hoog ingestelde stroomsterkte krijg je gemakkelijk een gat in het te lassen gedeelte. Bij een te lage stroomsterkte is de inbranding onvoldoende. De keuze van de elektrode is belangrijk. Wanneer je bij een machine van boven naar beneden moet lassen, zul je een ander type elektrode gebruiken dan wanneer je 'onder de hand' kunt lassen.

warmte Eén van de moeilijkste dingen bij het lassen is het omgaan met de *warmte*. Metaal zet uit door de warmte. Tijdens het afkoelen krimpt het metaal weer. Bij het lassen krijg je dus te maken met uitzetten en krimpen. Een las zal krimpen in de lengte, de breedte en de dikte. Het metaal wordt niet gelijkmatig verwarmd over het te lassen onderdeel. Soms kun je de te lassen delen vastklemmen, waardoor krimp niet of slechts gedeeltelijk plaats kan vinden. Wel ontstaat spanning. Deze spanning kan later breuk of schade veroorzaken. Als het materiaal vervormt, ontstaat geen spanning. *Krimpvervorming* en *krimpspanning* zijn niet te voorkomen, maar wel te beperken.



figuur 3.34 Voorbeelden van vervorming, veroorzaakt door de warmte tijdens het lassen

Als er veel laslagen zijn, is er veel krimpvervorming. Daarom moet je proberen het aantal laslagen zo veel mogelijk te beperken. In de praktijk wil je de las afkoelen met water. Dit moet je niet doen. Door snel achter elkaar te lassen, niet af te koelen en op de juiste plaats te beginnen, is de krimpvervorming zo klein mogelijk. Dunne platen geven veel krimpvervorming en dikke platen geven veel krimpspanning. Is er in het te lassen materiaal een verloop in dikte, zoals bij warm gewalst U- en hoekprofiel, dan kun je het beste aan het dunste stuk beginnen. In verband met de krimpvervorming kan het nodig zijn juist andersom te lassen, maar dan moet je rekening houden met de inbranding.

Kortom, je kunt veel weten over de lastoestellen, de vervorming en de krimpspanning, maar het gaat om de praktijk. Door veel te oefenen, kun je het lassen onder de knie krijgen.

opdracht 3.4

Vragen

- Noem drie manieren van lassen.
- Waarom kan er met een CO₂-lasapparaat niet buiten gelast worden?
- Noem drie mogelijkheden op wat met een autogeen lasapparaat gedaan kan worden.
- De kabelansluitingen bij het lasapparaat geven te veel warmte af. Noem één oorzaak.

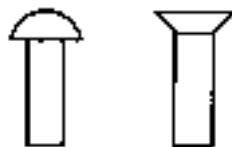
- e Waaruit bestaat het onderhoud van een CO₂-lasapparaat?
- f Uit welke onderdelen bestaat een CO₂-lasapparaat?
- g Waarmee moet rekening gehouden worden bij het lassen van gegalvaniseerd of geleverd ijzer?
- h Er moet een nieuw mes gelast worden aan een slootbak van een hydraulische kraan. Welke stappen moeten genomen worden?
- i Waarom mag de lasstroom nooit door een lager van een machine heenlopen?
- j Frits is een stuk ijzer aan het lassen. Hij probeert de vervorming van het materiaal tijdens het lassen tegen te gaan door het ijzer vast te klemmen. Welk effect heeft dit op de krimpspanning?
- k Wat is het verschil tussen krimpspanning en krimpvervorming?

3.4 Klinken en nagelen

Klinken en nagelen zijn methoden om twee of meer constructiedelen blijvend aan elkaar vast te maken. In de overlappende delen worden dan klink- of popnagels aangebracht.

Klinken

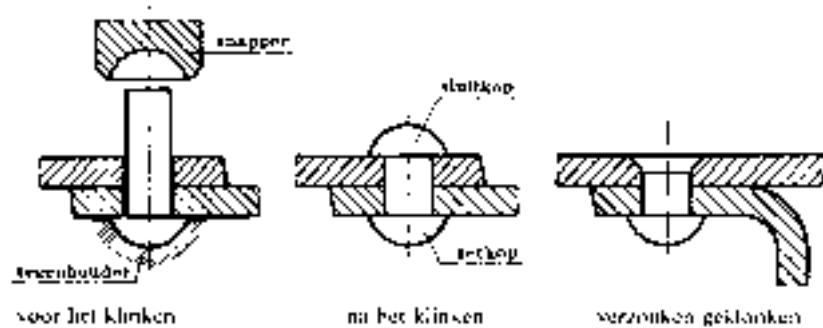
- klinken* *Klinken* werd vroeger veel toegepast, maar deze methode is voor een groot deel verdronen door de verschillende lasmethoden. Klinken is een methode om twee of meer constructiedelen blijvend aan elkaar vast te maken. De delen moeten elkaar overlappen en in het dubbele gedeelte worden dan de klinknagels aangebracht. Een *klinknagel* bestaat uit een kop en een steel. De kop noem je de zetkop. De zetkoppen van klinknagels kunnen verschillende vormen hebben, afhankelijk van de toepassing. Zo wordt er voor het klinken van mesjes op een maai balk altijd gewerkt met klinknagels met een verzonken kop. In figuur 3.35 zie je twee voorbeelden van klinknagels.



figuur 3.35 Klinknagels

Als de klinknagel door een geboord gat is gestoken, kan de zetkop ondersteund worden door een tegenhouder, bijvoorbeeld een aambeeld. Het uitstekende deel van de steel aan de andere kant wordt geklonken. Met een zogenaamde snapper (gereedschap waar je met de hamer op slaat) vorm je de sluitkop. In plaats van een snapper kun je ook met een bolkophamer de klinknagel bewerken. De sluitkop

krijgt dan echter een minder fraaie vorm. Omdat klinknagels sterk vervormen, moeten ze gemaakt zijn van uiterst taai materiaal.



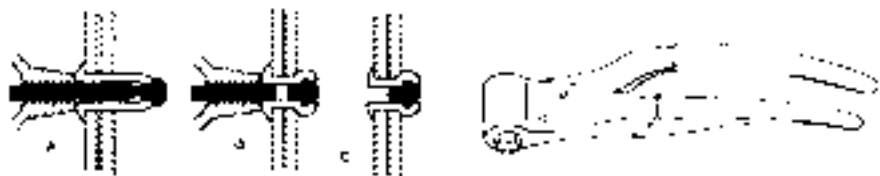
figuur 3.36 Het klinken van klinknagels

Voor het klinken van remvoeringen en meenemers op transportbanden wordt gebruik gemaakt van koperen, messing of aluminium klinknagels, die vaak hol uitgevoerd zijn. Deze klinknagels laten zich gemakkelijk klinken en geven de minste kans op beschadiging van de te klinken delen. Er is een speciale snapper nodig die het uitstekende gedeelte van de klinknagel als het ware omkrult. Het klinken van remvoeringen komt niet zo veel meer voor. Tegenwoordig worden veel remvoeringen gelijmd op de remschoen.

Nagelen

popnagel De *popnagel* is een bijzonder soort klinknagel die veel gebruikt wordt. Het voordeel van popnagels is dat je de verbinding aan één kant kunt maken, zonder dat je aan de achterkant iets moet vasthouden of tegenhouden. Vooral voor reparaties aan beschermplaten of bij het werken met grote platen is dit een voordeel. Nagelen noem je ook wel blindklinken.

De popnagel bestaat uit een holle klinknagel, meestal van aluminium, en een daarin passende stalen pen. Door het aantrekken van de pen wordt een kop aan de nagel gevormd. De pen heeft een dunner gedeelte onder de kop, dat breekt zodra de kop gevormd is. Voor het aantrekken van de pen heb je een speciale tang nodig. In figuur 3.37 zie je wat er gebeurt als je met een popnageltang een popnagel aantrekt.



figuur 3.37 Met een popnageltang trek je een popnagel aan.

De juiste werkwijze bij het popnagelen is als volgt.

- 1 De gaten boren. Belangrijk is dat je de juiste boordiameter gebruikt. Dit kun je op de verpakking terugvinden of je kunt de popnagel opmeten met de schuifmaat.
- 2 De bramen van de geboorde gaten verwijderen.
- 3 De popnagel in de tang plaatsen.
- 4 De popnageltang met daarin de popnagel door de geboorde gaten drukken.
- 5 De popnagel aantrekken totdat de trekpen breekt.

opdracht 3.5

Vragen

- a Wat is het belangrijkste verschil tussen klinken en nagelen?
- b Wat is het voornaamste verschil tussen een popnagel en een 'gewone' klinknagel?
- c Wanneer kan beter een popnagel worden gebruikt?

3.5 Snijden en tappen

Is het jou ook wel eens gebeurd? Je bent een beschermkap aan het plaatsen en je draait een boutje eraf. Wat moet je dan doen? Snijden? Tappen? Nieuw schroefdraad maken? Voordat je gaat tappen, snijden of repareren, moet je eerst weten welk gereedschap en welke maat of soort tap je nodig hebt. Je moet ook weten met welk soort schroefdraad je te maken hebt.

Schroefdraad

Er zijn verschillende soorten schroefdraad:

- Engels schroefdraad of Britisch Standard Whitworth;
- unified schroefdraad (UNI);
- metrisch schroefdraad (M).

Deze soorten worden hieronder besproken.

Engels schroefdraad of Britisch Standard Whitworth

Engels schroefdraad, ook wel Britisch Standard Whitworth (B.S.W.) of Whitworth-schroefdraad genoemd, is bestemd voor algemeen werk. Dit type schroefdraad is vrij grof. In Engelse of Amerikaanse machines is vaak een fijne draad gebruikt, het B.S.F. of fijne Whitworth. Gasdraad of B.S.P., ook een type Whitworth, wordt toegepast op gaspijpen en kranen. De maten van Engels schroefdraad worden weergegeven in inches.

Unified schroefdraad (UNI)

Unified schroefdraad is er in twee typen, één voor het grove werk en één voor het fijne werk. De maten zijn in inches.

Metrisch schroefdraad (M)

Metrisch schroefdraad komt het meeste voor. Ook bij dit type bestaat er fijn en normaal schroefdraad. De maten zijn weergegeven in millimeters.

**schroefdraad-
meter**

Met een *schroefdraadmeter* kun je de maat van schroefdraad opmeten. In figuur 3.38 staat een schroefdraadmeter voor metrisch schroefdraad afgebeeld. Een schroefdraadmeter lijkt op een voelmaat. Op de verschillende plaatjes staat een getal. Als een plaatje precies in de schroefdraad past, dan heb je de juiste maat gevonden en weet je welk gereedschap je moet gebruiken.



figuur 3.38 Met een schroefdraadmeter meet je de maat van de schroefdraad op.

spoed

Met een schroefdraadmeter meet je de *spoed*, dat wil zeggen de lengte van één wikkeling.

Als de lengte van een schroefdraad 20 mm is en het aantal wikkelingen 8, dan is de spoed: 20 gedeeld door 8 = 2,50 mm. Met een schroefdraadmeter meet je dan dus 2,50. In figuur 3.39 staan de gegevens van metrisch schroefdraad weergegeven.

Metrische schroefdraad				
Normaal schroefdraad			Fijne schroefdraad	
Diameter	Spoed in mm	Voorboor- maat in mm	Diameter	Spoed in mm
6	1	5,0	6	0,7
8	1,25	6,8	8	1
10	1,50	8,5	10	1
12	1,75	10,2	12	1,5
14	2	12,0	14	1,5
16	2	14,0	16	1,5
18	2,5	15,5	18	1,5
20	2,5	17,5	20	1,5
22	2,5	19,5	22	1,5

figuur 3.39 Gegevens van metrisch schroefdraad

Soms moet je schroefdraad zelf maken. Dat kan zijn:

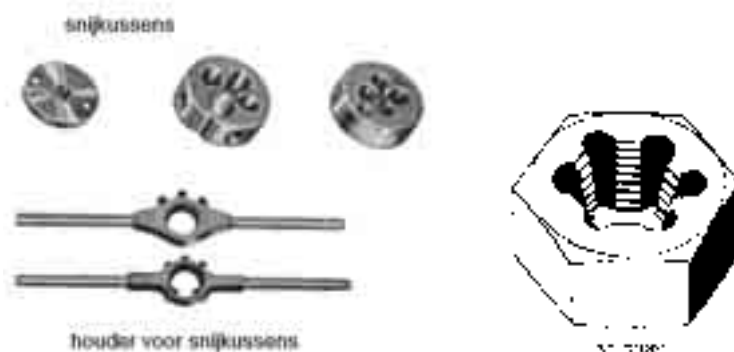
- snijden – op een stuk rond ijzer van bijvoorbeeld 10 mm dik, waar schroefdraad M10 gesneden moet worden;
- tappen – in een geboord gat van 8,5 mm doorsnede, waar schroefdraad M10 in getapt moet worden;
- een afgebroken bout verwijderen en schroefdraad repareren.

Snijden

snijkussen Om uitwendig schroefdraad te snijden op een bout of een as, gebruik je een *snijkussen* of snijblok. Op een snijkussen staat aangegeven welk soort schroefdraad en welke maat er mee gesneden kan worden. Het snijkussen wordt in een houder opgesloten en met stelschroeven vastgezet. Voor het snijden geldt het volgende.

- Zet het snijkussen recht ten opzichte van de bout of as.
- Draai de tap een halve slag en een kwartslag terug.
- Gebruik boor- of raapolie.
- Blaas de schroefdraad en de omgeving schoon.

Voor het bewerken van beschadigde schroefdraad gebruik je vaak een zeskantige *snijmoer*, die je met een ringsleutel op de beschadigde bout of as draait.



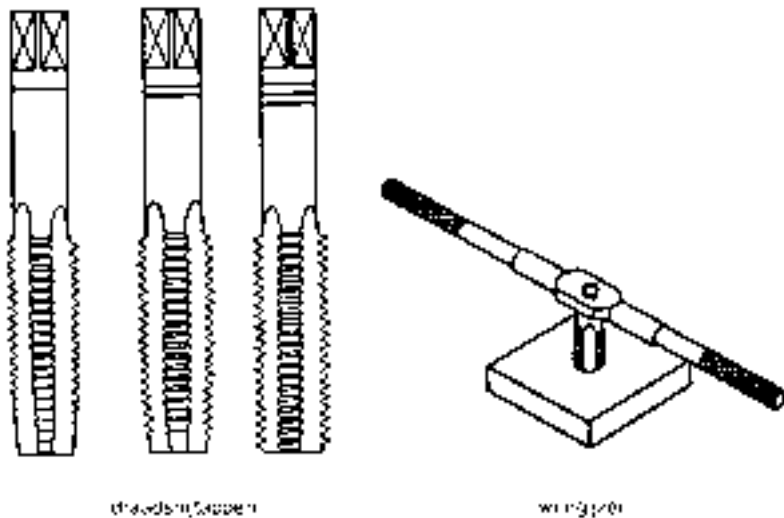
figuur 3.40 Snijkussens, de houder en een snijmoer

Tappen

draadsnijtappen Wanneer je in een gat of moer schroefdraad snijdt, heb je daarvoor *draadsnijtappen* nodig. Meestal bestaat een stel tappen uit drie stuks. De eerste tap, met één ring, is over een groot gedeelte afgeschuind om de tap geleidelijk te laten snijden. De tweede tap, met twee ringen, is iets minder ver afgeschuind en snijdt de draad tot een grotere diepte uit. De derde tap heeft drie ringen en snijdt de draad volledig. Het is ook mogelijk dat de derde tap geen ringen heeft. De tappen hebben groeven die voor de snijdende werking zorgen en de spanen afvoeren. Voor het indraaien van een draadsnijtap gebruik je een wringijzer.

Tappen gaat als volgt.

- Zoek in een tabel de juiste diameter van het te boren gat op.
- Plaats de eerste tap loodrecht op het geboorde gat, controleer de hoek met een kleine winkelhaak.
- Draai de tap steeds een halve slag verder en een kwartslag terug. Hierdoor snij je de spaan af. De gemaakte schroefdraad blijft schoon en beschadigt niet.
- Gebruik steeds boor- of raapolie om te koelen en te smeren.
- Doe dit ook met de tweede en de derde tap.
- Als je met de derde tap klaar bent, blaas je de gemaakte schroefdraad en de omgeving schoon met perslucht. Pas op voor de ogen!



figuur 3.41 Voor het indraaien van draadsnijtappen gebruik je een wringijzer.

Het verwijderen van een afgedraaide bout

Als de kop van een bout is afgedraaid, blijft er vaak nog een gedeelte in het machinedeel zitten. Dat gedeelte moet er dan uitgehaald worden. Dit kan op drie manieren.

- Een oude moer of een stripje ijzer op het afgebroken deel lassen.
- Een linkse tap in een van tevoren geboord gat draaien.
- Een tapeindset gebruiken in een van tevoren geboord gat.
- De bout uitboren.

Deze manieren komen hieronder aan de orde.

Een oude moer of een stripje ijzer lassen

Door een oude moer of een stripje ijzer met een gat op de afgedraaide boutrest te *lassen*, heb je houvast om de boutstomp los te draaien. Gebruik voor het lassen een basische elektrode of een CO₂-lasapparaat.



figuur 3.42 Een stripje ijzer biedt houvast om de boutstomp los te draaien.

Een linkse tap in een van te voren geboord gat draaien***linkse tap***

Zit de boutrest te diep, dan moet je een gat boren om houvast te krijgen. Om dat gat zo goed mogelijk in het midden van de boutrest te boren, gebruik je een zo klein mogelijk boortje. Gebruik eventueel een hulpstukje uit de tapeinddemontageset.



figuur 3.43 Voorboren doe je met een zo klein mogelijk boortje.

Met een conische tap met linkse draad kun je een niet-vastzittende boutrest verwijderen. Dit gaat het beste als het gat in de bout niet te groot gemaakt is, zodat er nog voldoende materiaal over is om stevigheid te bieden. Let op dat de linkse tap niet breekt. Als de boutrest wel vast zit, zal de conische tap hem alleen maar vaster draaien, omdat de tap de kop van de bout naar buiten drukt.



figuur 3.44 Met een conische of linkse tap kun je een niet-vastzittende boutrest verwijderen.

Een tapeindset gebruiken***tapeindset***

Voor het verwijderen van een boutrest kun je ook een *tapeindset* gebruiken. Je plaatst een stift met splines in een op maat geboord gat in de boutrest. Over de stift past een moer, zodat je het geheel met een normale sleutel los kunt draaien. Het gat moet geboord worden met de bij de tapeindset behorende boren. Als het gat te groot is, zullen de splines te weinig grip hebben. Is het gat te klein, dan zal de boutrest uitzetten als de stift erin geslagen wordt, zodat alles nog vaster gaat zitten en

de stift afbreekt bij het losdraaien. Een tapeindset gebruik je alleen als de boutrest niet muurvast zit.



figuur 3.45 Ook met een tapeindset kun je een boutrest verwijderen.



figuur 3.46 Voor het tappen gebruik je een set conische tappen of een tapeindset.

In afbeelding 3.46 zie je links een set conische tappen met linkse draad in verschillende maten voor allerlei boutdiameters. De tapeindset rechts is aanzienlijk duurder en ook alleen maar bruikbaar voor gevallen waarbij de boutrest niet muurvast zit.

De bout uitboren

bout uitboren Wanneer je de boutrest er alleen maar uit kunt krijgen door hem op te boren, moet je opnieuw schroefdraad tappen. Je moet dan een grotere maat bout gebruiken. Dat kan alleen als er voldoende plaats is.



figuur 3.47 Tappen van nieuw schroefdraad

heli-coil Om dolgedraaid schroefdraad te repareren gebruik je vaak een *heli-coil*. De heli-coil is een spiraalvormig opgewonden draad met een ruitvormige doorsnede. Met een heli-coil kun je ook een boutrest verwijderen door hem uit te boren. Je kunt de boutdiameter hetzelfde houden. Met een speciale tap breng je de draad in het oude boutgat, waarna je de heli-coil er met een speciaal montagehulpstuk in draait.



figuur 3.48 Het gebruik van de heli-coil



figuur 3.49 De heli-coil is geplaatst.

De heli-coil moet op de juiste diepte in het gat gedraaid worden. De vorm van de draad en de verende werking verdelen de krachten van de bout zodanig, dat de sterkte minstens gelijk, maar vaak hoger is dan voorheen.

Voor het repareren van defect schroefdraad in een bougiegat zijn speciale reparatiesets te verkrijgen. Hierbij wordt gewerkt met een speciale tap om opnieuw schroefdraad te tappen. Daarna wordt er een speciale draadbus ingedraaid.

opdracht 3.6**Vragen**

- a Er moeten gaten worden geboord in een plaat ijzer. In deze gaten moet schroefdraad komen voor M16-bouten met normale schroefdraad.
 - Wat is de spoed van deze M16-bouten?
 - Wat is de diameter van het te boren gat?
- b Waarom wordt bij het draadtappen het wringijzer steeds een kwartslag teruggedraaid?
- c Er is een bout afgebroken. De boutrest zit diep, maar zit waarschijnlijk niet erg vast. Op welke manier is de boutrest er uit te krijgen?
- d Er is een bout afgebroken. De boutrest zit diep en bovendien erg vast. Op welke manier moet de boutrest verwijderd worden?
- e Vertel in eigen woorden hoe een tapeindset werkt.

3.6 Afsluiting

Om storingen te verhelpen bij trekkers, machines en werktuigen gebruik je diverse gereedschappen. Een hydraulische krik gebruik je bijvoorbeeld om een werktuig op te krikken, zodat je een wiel kunt verwisselen. Met een dopsleutel draai je bouten en moeren los. Een kruissleutel is bedoeld om wielmoeren mee los of vast te draaien. Met een momentsleutel kun je cilinderkopbouten en wielmoeren op een bepaalde spanning vastzetten.

Een accu kun je opladen met een acculader. De ladingstoestand van een accu meet je met een accuzuurweger.

Met een haakse slijpmachine kun je bijvoorbeeld ijzer doorslijpen en afbramen, stenen doorslijpen of sleuven maken in beton. Materialen doorzagen kun je ook met een cirkelzaagmachine.

Luchtgereedschap is een verzamelnaam voor gereedschap dat werkt op lucht. Voorbeelden van luchtgereedschap zijn: de slagmoersleutel, de vloeistofspuit, het blaaspistool, de verfspuit en de luchtslang met drukmeter.

De slagmoersleutel wordt gebruikt om wielmoeren los of vast te draaien. Bij de meeste slagmoersleutels kun je de maximale slagkracht instellen. Voor het werken met luchtgereedschap heb je een compressor nodig.

Trekkers, machines en werktuigen bestaan uit veel verschillende materialen. Als je een trekker, machine of werktuig repareert, moet je weten uit welk materiaal het te repareren onderdeel bestaat. Dan kun je het juiste gereedschap kiezen.

Metaal is de verzamelnaam voor verschillende stoffen. Metalen kunnen onderverdeeld worden in ferro-metalen en nonferro-metalen. Ferro-metalen die voorkomen in trekkers, machines en werktuigen zijn gietijzer, staal en gelegeerd staal. Ferro-metalen zijn magnetisch, ze hebben een hoge soortelijke massa en ze zijn gevoelig voor roestvorming. Ferro-metalen zijn doorgaans goed te bewerken en met lassen zijn delen aan elkaar te maken. Nonferro-metalen die voorkomen in trekkers, machines en werktuigen zijn: aluminium, brons, messing, zink, lood, tin en koper. Nonferro-metalen zijn niet magnetisch en met speciale lasmethoden of door te solderen zijn deze metalen aan elkaar te verbinden.

Kunststoffen zijn te verdelen in thermoplasten en thermoharders. Thermoplasten die voorkomen in trekkers, machines en werktuigen zijn: PVC, polystyreen, teflon, polyetheen en nylon. Thermoplasten worden bij verwarming eerst zacht en daarna vloeibaar. Als ze afkoelen is de vorm veranderd, maar het materiaal is hetzelfde gebleven. Als thermoplasten gering verwarmd worden en later afkoelen, krijgt het materiaal weer de oude vorm. Thermoharders die voorkomen in trekkers, machines en werktuigen zijn: polyester met glasbewapening, hardpapier, hardweefsel, polyurethaan en epoxyharsen. Thermoharders vervormen niet bij verwarming. Ze vallen bij een bepaalde temperatuur uiteen en als ze afgekoeld zijn, is het materiaal veranderd.

Pakkings- en afdichtingsmaterialen gebruik je om lekkage tussen twee delen van een installatie, een machine of een buizenstelsel te voorkomen. Bekende pakkingssoorten zijn rubber, kurk, papier, fiber, vloeibare pakking, tape en loctite.

Lassen is één van de methoden om onderdelen aan elkaar te verbinden. Lassen is het samenvoegen van twee metalen delen door warmte, druk of beide. Er zijn verschillende manieren om te lassen. De belangrijkste lasmethoden zijn: autogeen lassen of vlamlassen, booglassen met elektroden en booglassen met een boogbescherming van koolzuurgas.

Klinken en nagelen zijn methoden om twee of meer constructiedelen blijvend aan elkaar vast te maken. In de overlappende delen worden dan klink- of popnagels aangebracht.

Er zijn verschillende manieren om een afgebroken boutje te verwijderen of te repareren: snijden, tappen en een afgebroken bout verwijderen en schroefdraad repareren. Voordat je dat doet moet je weten met welk schroefdraad je te maken hebt, welk gereedschap je daarvoor gebruikt en welke maat of soort tap je nodig hebt.

**afsluitende
opdracht 3.7****'Gemene' vragen beantwoorden**

Bij opdracht 3.1 heb je 'gemene' vragen bedacht. Die kun je nu gebruiken om te controleren of je de leerstof hebt onthouden.

- a Geef de vragen aan een klasgenoot en beantwoord zelf de vragen van die klasgenoot.
- b Kijk de toetsen samen na en geef elkaar een cijfer.

hoofdstuk 4

Onderhouden, reinigen en conserveren

Oriëntatie

Als de maïs van het veld is, wordt het op de meeste loonbedrijven wat rustiger. Op het bedrijf waar Klaas werkt wordt dan begonnen met het reinigen en klaar maken van de machines voor het volgende seizoen. De silagewagens zijn het eerst aan de beurt. Vandaag mag Klaas machines schoon spuiten. Het is niet zijn favoriete werk. Je zit steeds onder het vuil en je wordt er nogal nat en koud van, omdat het schoonspuiten buiten moet gebeuren. De overdekte spuitplaats is pas volgend jaar klaar. Dat moet ook wel, want de huidige spuitplaats heeft geen olie- en slibvanger en voldoet daarom niet meer aan de milieueisen!

oriënterende opdracht 4.1**Hoofdzaken en bijzaken zoeken**

Een hoofdstuk bevat een heleboel belangrijke zaken, de hoofdzaken. Soms staan er ook wel details in die van minder belang zijn. Dit zijn de bijzaken.

Je begrijpt dat je vooral de hoofdzaken goed moet onthouden. In deze opdracht vraag je je af wat de hoofdzaken in dit hoofdstuk zijn, zodat je vooral daaraan veel aandacht kunt besteden als je het hoofdstuk gaat bestuderen.

- a Lees het hoofdstuk globaal door. Lees koppen en margewoorden en bekijk de illustraties goed. Onderstreep de hoofdzaken.
- b Maak een tabel met twee kolommen. Noteer boven de eerste kolom 'Hoofdzak' en boven de tweede kolom 'Bijzak'.
- c Noteer in kolom 1 in vijf zinnen vijf hoofdzaken.
- d Noteer in kolom 2 in vijf zinnen vijf bijzaken.

Leerdoelen

Nadat je dit hoofdstuk bestudeerd hebt, kun je:

- onderhoud uitvoeren aan trekkers en werktuigen;
- de juiste hulpmiddelen voor reinigen en conserveren benoemen;
- machines en werktuigen reinigen;
- een werktuig conserveren;
- op een verantwoorde manier omgaan met arbeidsomstandigheden en milieu;
- een schriftelijk verslag maken van de verrichte werkzaamheden.

In hoofdstuk 1 heb je geleerd hoe trekkers, machines en werktuigen werken. Vervolgens heb je in hoofdstuk 2 geleerd wat je moet meten en controleren om te kijken of alles nog goed werkt. Als je dat weet, en je weet welk gereedschap je voor welk materiaal gebruikt, kun je trekkers, machines en werktuigen uit elkaar halen, repareren en weer in elkaar zetten. Dat komt in hoofdstuk 3 aan de orde. Aan alle trekkers, machines en werktuigen moet je onderhoud plegen. Een trekker wordt meestal het hele jaar door gebruikt. Er zijn machines en werktuigen die maar een deel van het jaar gebruikt worden. In de periode dat ze niet gebruikt worden, worden ze gereinigd en 'geconserveerd'. Hoe je onderhoud uitvoert en hoe vaak, hoe je reinigt en waarmee en hoe je conserveert, komt in hoofdstuk 4 aan de orde. In paragraaf 4.1 komt het onderhoud aan de orde. Paragraaf 4.2 gaat in op reinigen en paragraaf 4.3 op conserveren.



figuur 4.1 *Hoe moet ik die trekker reinigen?*

4.1 Onderhouden

Klaas heeft al een paar keer aangegeven dat de versnellingshendel van de trekker niet goed werkt. Maar niemand doet iets. Totdat tijdens het frezen de versnelling er uit vliegt, de trekker stilstaat en niet meer voor- of achteruit kan. Het duurt ongeveer vijf uur voordat het mechanisatiebedrijf ter plekke de trekker gerepareerd heeft.

Om te zorgen dat trekkers, machines en werktuigen niet uitvallen tijdens het werk, moet je ze goed onderhouden. In het instructieboekje staat een onderhoudstabel of een onderhoudsschema. Hierin staat waaruit het onderhoud bestaat en wanneer je dat onderhoud uitvoert, na hoeveel draaiuren. Het onderhoud kun je verdelen in:

- dagelijks onderhoud;
- klein onderhoud;
- groot onderhoud.

Dagelijks onderhoud

Bij het dagelijks onderhoud van trekkers en kleine zelfrijdende machines controleer je de niveau's van de verschillende reservoirs. Meestal gaat het om de motorolie, de

hydrauliekolie, de koelvloeistof, de remolie en eventueel de ruitensproeiervloeistof. Soms moet je de radiator, de oliekoeler en de condensor van de airco reinigen. Dit doe je vooral wanneer je gewerkt hebt onder stoffige omstandigheden.

Klein onderhoud

Het klein onderhoud van trekkers en kleine zelfrijdende machines bestaat uit het verversen of bijvullen van reservoirs. Uiteraard controleer je eerst de reservoirs. De motorolie wordt vaak bij iedere kleine onderhoudsbeurt vervangen, de hydrauliekolie en de transmissie-olie worden alleen maar gecontroleerd. Ook de filters worden gecontroleerd of vervangen. Bij de kleine onderhoudsbeurt moet je altijd de vetnippels controleren en doorsmeren. V-snaren controleren en zo nodig vervangen wordt ook gerekend tot het klein onderhoud, net als het controleren op schade.

Groot onderhoud

Het groot onderhoud van een trekker omvat alles: olie verversen, filters vervangen en/of reinigen, afstellingen controleren en zonodig bijstellen. Bijstellen betekent kleppen afstellen, remmen en koppeling bijstellen, remblokkjes of remvoeringen vervangen. Ook het vervangen van de koppelingsplaten hoort tot het groot onderhoud. Het groot onderhoud van trekkers wordt meestal uitgevoerd door een landbouwmechanisatiebedrijf.

Onderhouds- en inspectietabel

	Bedrijfsuren							
	100	200	300	400	500	600	700	800
Afbeelding 4.2: Onderhouds- en inspectietabel voor de 250 T3 (6-cilinder)	●	●	●	●	●	●	●	●
1. Motor								
1.1 Motorolie verversen of bijvullen (zie 4.2.1.1)	●	●	●	●	●	●	●	●
1.2 Motoroliefilter vervangen (zie 4.2.1.1)			●	●	●	●	●	●
1.3 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.4 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.5 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.6 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.7 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.8 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.9 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.10 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.11 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.12 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.13 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.14 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.15 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.16 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.17 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.18 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.19 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								
1.20 Smeermiddel verversen (zie 4.2.1.1)								

figuur 4.2 Onderhoudsschema

Bij het groot onderhoud van werktuigen en machines vervang je lagers, kettingen, V-snaren, tanden, messen en andere mogelijke slijtdelen. De bedoeling hiervan is om in het seizoen zo min mogelijk de kans te lopen dat iets kapot gaat. Groot onderhoud is daarom heel belangrijk.

Wanneer een machine kapot gaat, betekent het vaak dat een ketting of een V-snaar gebroken is. Een kapotte machine komt altijd onverwachts en reparatie is dus niet in te plannen. Vaak repareer je dan de machine provisorisch. Bij de volgende kleine of grote onderhoudsbeurt wordt zij dan weer in orde gemaakt.

Uit het bovenstaande blijkt dat het onderhoud vooral bestaat uit het regelmatig smeren en het vervangen van slijtdelen of tanden. Door op het juiste tijdstip te smeren met de juiste middelen verleng je de levensduur van werktuigen en machines en heb je minder kosten.

Omdat smeren zo'n belangrijke plaats inneemt bij het onderhoud, wordt hieronder nader ingegaan op smeren. Bij het onderhoud moet je de machine op de juiste plaatsen ondersteunen. Als een assteun niet goed staat, valt de machine om met alle gevolgen van dien. Daarom wordt in deze paragraaf ook aandacht besteed aan de gewichtsverdeling.

Smeren

In het instructieboek staat waarmee een machine gesmeerd moet worden. Er staat ook in of er speciale eisen gesteld worden aan het smeermiddel. Voordat je gaat smeren, maak je eerst de vetnippel goed schoon en pas daarna pomp je het nieuwe vet er in. Maak je de vetnippel niet schoon, dan kan het vuil dat op de vetnippel zit naar binnen gedrukt worden met de vetspuit. Na het smeren moet je het overtollige vet verwijderen, omdat vet vuil aantrekt. Controleer tijdens het smeren of de vetnippel niet verstopt zit, los zit of beschadigd is. Als een werktuig gereinigd is met de hogedrukreiniger moet je alle vetnippels doorsmeren. Door het reinigen is er water in het lager of het smeerpunt gekomen en dat moet er weer uit. Soms staat er in het instructieboek met hoeveel vet je moet smeren. Als dat er niet in staat, doe je het op gevoel: komt het nieuwe vet naar buiten, stop dan met smeren.

Smeren kun je op vele manieren doen, namelijk plaatsgewijs of centraal.

Plaatsgewijs:

- met een kwast of een lepel vet aanbrengen op stilstaande delen;
- met potten op oudere lagersystemen, waarbij de dop steeds verder aangedraaid wordt;
- met een vetspuit (handbediend of op luchtdruk).

Centraal, via automatische systemen:

- met een handpomp;
- met een oliedruppelsysteem;
- met een volautomatisch systeem.

- handpomp* De *handpomp* is een pomp die bediend wordt door een hendel met de hand te bewegen. Hierdoor gaat vet uit het vetreservoir, via slangetjes, naar de te smeren onderdelen.
- oliedruppel-systeem* Bij het *oliedruppelsysteem* druppelt constant olie op draaiende delen. Ook kan het druppelsysteem even werken terwijl er een ander onderdeel bediend wordt.
- volautomatisch systeem* Het *volautomatische systeem* wordt ook wel centraal smeersysteem genoemd. Bij dit systeem wordt het vet door dunne leidingen naar de vetnippels gepompt als de machine ingeschakeld is. Een instelbare tijd klok kan ervoor zorgen dat er iedere 30 minuten gesmeerd wordt. Vanuit de pomp en het vetreservoir wordt het vet naar verdelers gepompt. Op een verdeler zijn een aantal leidingen van vetnippels aangesloten. Alle smeerpunten worden van de juiste hoeveelheid vet voorzien. Je moet bij dit systeem wel controleren of de vetnippels niet verstopt zijn.



figuur 4.3 Bij het volautomatische smeersysteem wordt het vet door dunne leidingen naar de vetnippels gepompt.

De voordelen van volautomatische smeersystemen worden hieronder genoemd.

- Ook moeilijk bereikbare punten worden gesmeerd.
- Er is minder smeermiddel nodig, dus het milieu wordt gespaard.
- De machine slijt minder doordat er bij een draaiende machine gesmeerd wordt en doordat er meerdere keren met kleine beetjes gesmeerd kan worden.
- Smeren kost geen tijd.

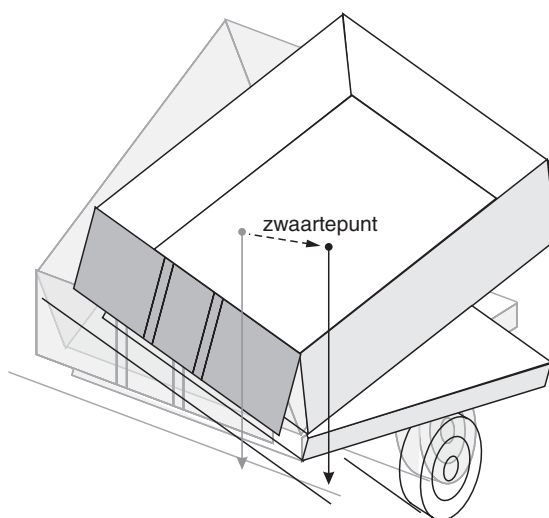
Gewichtsverdeling

gewichtsverdeling Wanneer je een machine of een wagen repareert, moet je letten op de *gewichtsverdeling*. Als de assteun niet goed staat of de machine wankel staat, dan kan zij omvallen.



figuur 4.4 Vetverdeler met leidingen die naar vetnippels lopen

zwaartepunt Als de bak van een kipwagen omhoog gaat, zal het *zwaartepunt* van de lading in de bak zich van het midden naar achteren verplaatsen. Het zwaartepunt verplaatst zich ook naar boven. De lading zal uit de bak schuiven, waardoor het zwaartepunt niet verder omhoog gaat. Om omslaan van de kipwagen te voorkomen, is het belangrijk dat de lading er ook daadwerkelijk uit gaat. Blijft de lading hangen, dan kan het gebeuren dat de kipwagen achterover slaat en de achterkant van de trekker mee omhoog neemt. Nog gevaarlijker is het zijwaarts omslaan van de kipwagen, doordat hij niet vlak staat. In figuur 4.5 zie je de verschuiving van het zwaartepunt.



figuur 4.5 Kipwagen die op een hellend vlak zijn bak omhoog doet

Als de spoorbreedte van de kipwagen te klein is ten opzichte van de breedte van de kيبak komt het zwaartepunt bij de wielen, of nog verder erbuiten, waardoor de kipwagen om kan vallen. Met name bij silagewagens met een volle vracht maïs of gras is de kans op vallen groot. Het zwaartepunt ligt ergens midden in de vracht maïs. Staat de kipwagen scheef, dan ligt hij zo op zijn zij.

Opdracht 4.2**Vragen**

- a Waaruit bestaat het klein onderhoud van een trekker? Noem vijf punten.
- b Voor het doorsmeren van de vetnippels moeten ze eerst schoongemaakt worden. Waarom is dat zo belangrijk?
- c Frits geeft de trekker een grote beurt. De remvoeringen zijn niet erg versleten. Waarom is het verstandig om de remvoeringen wel te vervangen?
- d Waarom moeten vetnippels na het doorsmeren schoongeveegd worden?
- e Hoeveel vet moet er in een vetnippel gepompt worden?
- f Noem minimaal vijf punten die je uitvoert bij een kleine onderhoudsbeurt van een trekker of machine.

4.2 Reinigen

Je kunt je vast nog wel herinneren dat in 1998 Brabant en Limburg geteisterd werden door de varkenspest. Eén van de getroffen maatregelen is dat trekkers en werktuigen bij transport van varkens en/of mest direct grondig gereinigd moeten worden.

Reinigen is noodzakelijk:

- als je met een trekker, machine of werktuig naar een ander bedrijf moet;
- als je trekkers, machines of werktuigen tijdelijk niet nodig hebt en ze geconserveerd moeten worden.

Reinigen kan op twee manieren. Je kunt droog reinigen, bijvoorbeeld met een compressor, of je kunt nat reinigen, bijvoorbeeld met een hogedrukreiniger. Een maai-dorser kun je het beste droog reinigen, omdat het vuil dat erop zit ook droog is. Een aardappelrooier, een spitmachine of een grasmaaier kun je het beste met water schoonspuiten. Om zo doelmatig mogelijk te reinigen, is het belangrijk dat je de juiste werkvolgorde aanhoudt. Plaatsen waar elektronica, lagers, kunststof of rubber aanwezig is, vragen speciale aandacht.

Zodra het werk in het najaar of in de vroege winter achter de rug is, kun je beginnen met schoonmaken. Een vuile trekker of machine die al een poosje stilstaat en waarvan alles is opgedroogd, is veel lastiger schoon te maken dan een trekker waaraan

al het vuil nog vochtig en vers is. Bovendien veroorzaakt bevroren vuil of grond schade rondom afdichtingen en keerringen. Allemaal redenen om voor de winter schoon te maken.

Is de trekker of machine eenmaal schoon, dan kun je ook makkelijk kleine storingen verhelpen of reparaties uitvoeren.

Natuurlijk hoef je niet alleen na het seizoen de machine schoon te maken. Tussentijds maak je bijvoorbeeld schoon als de machine, bijvoorbeeld de zodebemester of de trekker, erg vuil is geworden. Of omdat je gaat werken met een ander gewas of omdat de klant wil dat je met een schone machine komt. Een machine wordt ook schoongemaakt en ontsmet om het verslepen van ziekten tegen te gaan. Dit is bijvoorbeeld aan de orde als er varkenspest uitgebrosen is.

Je kunt zowel droog als nat reinigen. Hieronder worden beide methoden besproken.



figuur 4.6 Het ontsmetten van de wielen van een transporttank voor drijfmest

Droog reinigen

De werkvolgorde bij droog reinigen is als volgt.

- Begin met het verwijderen van beschermkappen en andere afdekplaten. Je kunt er dan gemakkelijker bij en je kunt tevens controleren of er onderdelen kapot zijn.
- Verwijder eerst zo veel mogelijk vuil met de hand en blaas dan met perslucht, met niet te veel druk, het meeste vuil eraf. Het vuil, met name uit cabines, kun je ook verwijderen met een stofzuiger.
- Veeg daarna het vuil op en ruim het op. Je loopt dan niet constant door de rommel en je raakt niet zo gauw gereedschap kwijt.
- Je kunt daarna het resterende gedeelte schoonblazen.
- Op plaatsen met vet en olie gebruik je poetslappen of papier, eventueel met een ontvetter.

Als alles goed schoongemaakt is en eventuele reparaties uitgevoerd zijn, kun je de machine inspuiten met een dun laagje olie, eventueel verdund met dieselolie.

Nat reinigen

De werkvolgorde bij nat reinigen is als volgt.

- Net als bij droog reinigen demonteer je eerst de onderdelen. Je kunt er dan met reinigen goed bij.
- Wanneer je een machine reinigt met een waterreiniger moet je eerst kijken wat voor vuil er op zit. Als er op een machine veel grond zit, dan kun je dit het beste met lage druk en veel water verwijderen. De grond moet dan niet hard opgedroogd zijn. Steek eventueel restanten grond uit de machine met een stuk ijzer. Al het andere vuil verwijder je met de hogedrukreiniger, met weinig water en hoge druk, eventueel met een reinigingsmiddel (bijvoorbeeld shampoo).
- Zit er veel olie en vettigheid op, zoals bij een motor, dan kun je het beste heet water gebruiken en een ontvetter als reinigingsmiddel.
- Smeer de lagers door, voordat je begint te spuiten. Dat lijkt tegenstrijdig, maar is bedoeld om te zorgen dat er geen water bij de lagers komt.
- Werk altijd van boven naar beneden en zet eerst de machine in de week. Het vuil is daarna makkelijk te verwijderen.
- Dun plaatwerk, zoals de motorkap van een trekker, kun je het beste schoonmaken met een autowasborstel of een andere zachte wasborstel op een lange lans of steel. Zelfs de hoogste druk maakt lakwerk niet sneller schoon dan een wasborstel.
- Als de machine gereinigd is, laat je de machine goed opdrogen. Daarna spuit je de machine in met een dun laagje schone olie, eventueel verdund met dieselolie.
- Als je een trekker gereinigd hebt, kun je na afloop de gehele trekker nog een keer inspuiten met een spoelwas. Er blijft dan een water- en vuilafstotende laag achter, die ook een roestwerende werking heeft.
- Na een natte reiniging, zeker wanneer er gewerkt is met een hogedrukreiniger, moeten alle vetnippels doorgesmeerd worden. Het water dat zich dan in het lager bevindt, wordt er weer uitgedrukt.

Een trekker, kraan of wiellader wordt meestal niet voor lange tijd weggezet. Om de lak te behouden, kun je bij het reinigen het beste een goed ontvettende shampoo gebruiken die niet agressief is op gelakte oppervlakken. Daarnaast kun je dan een (spoel)was gebruiken die de lak zijn glans weer teruggeeft en tevens een water- en vuilafstotende laag vormt. Door die laag kun je de volgende keer gemakkelijk reinigen.

Reinigen op plaatsen met elektronica

Op veel trekkers en machines zit elektronica. Veel van deze elektronica zit in een goed afgesloten, waterdicht kastje. Een deksel of een deurtje met een rubberen rand zorgt ervoor dat er geen water in het kastje komt. Wanneer je met de hogedrukreiniger, met veel druk, op het kastje spuit, kan de rubberen rand beschadigen, waardoor er alsnog water bij de elektronica komt. Dit water kan kortsluiting en corrosie veroorzaken, met alle gevolgen van dien.

En wat denk je dat er gebeurt als je de cabine van een trekker of wiellader uitspuit met een waterreiniger?



figuur 4.7 Een cabine van een wiellader, met veel elektronica, kun je beter niet uitspuiten met water.

Belangrijk is de bekabeling naar bijvoorbeeld de elektrisch bediende stuurschuiven. De draadjes zijn niet altijd even goed weggewerkt en kunnen gemakkelijk losraken of beschadigen als daar met hoge druk op gespoten wordt. De draadjes zijn wel bestand tegen water, maar niet tegen te hoge druk!

Reinigen op plaatsen met lagers, kunststof, rubber

In iedere machine komen open of gesloten lagers voor. Zorg ervoor dat je niet met hoge druk op de lagers zelf spuit. De afdichtingen van onderhoudsvrije lagers worden namelijk gemakkelijk kapot gespoten. Onwillekeurig komt er toch wat water in de lagers. Als de machine gereinigd is, moet je de lagers doorsmeren. Het water dat in de lagers zit wordt er dan uitgedrukt.

Oliekeerringen, zoals bijvoorbeeld om de tussenas van de trekker, spuit je ook gemakkelijk kapot.

Dus: op plaatsen waar zich lagers, kunststof, rubber, stickers of zeer dunne metalen delen (bijvoorbeeld een radiator) bevinden, moet je oppassen met een hogedrukreiniger en een heetwaterreiniger of stoomcleaner.

De heetwaterreinigers, met een spuitlans en een vuilfrees, kunnen gemakkelijk schade veroorzaken aan de laklaag van trekkers en machines.

De spuitplaats

Machines en trekkers worden schoongespoten op een spuitplaats. Meestal is een spuitplaats ergens buiten. Soms is er een overdekte spuitplaats. Zonder van het weer afhankelijk te zijn, kun je dan altijd machines reinigen.

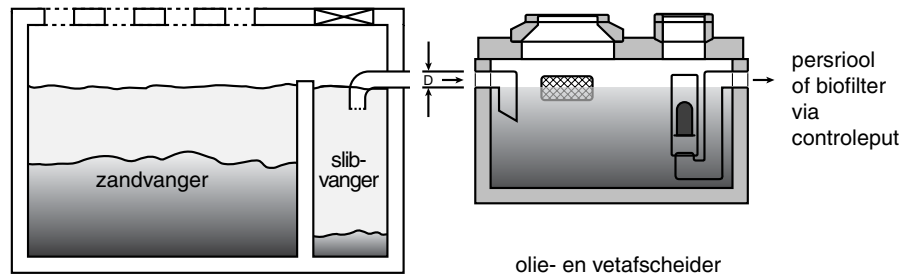


figuur 4.8 De spuitplaats voor het reinigen van trekkers en machines

Een spuitplaats bestaat uit een aantal onderdelen:

- een zandvanger;
- een slibvangput;
- een olie- en vetafscheider;
- controleputten.

Deze onderdelen zijn weergegeven in figuur 4.9.



figuur 4.9 De onderdelen van een spuitplaats

zandvanger De te reinigen machine of trekker wordt boven de *zandvanger* geplaatst. De *zandvanger* is een grote voorraadput met daar bovenop een rooster, dat er gemakkelijk afgehaald kan worden. Al het vuil, zoals grond, zand en gewasresten, blijft in deze put achter. In de put zit een afvoerpijp voor het water. Het afgevoerde water, dat nog fijne grond- en slibdeeltjes en olie en vet bevat, stroomt naar de *slibvangput*.

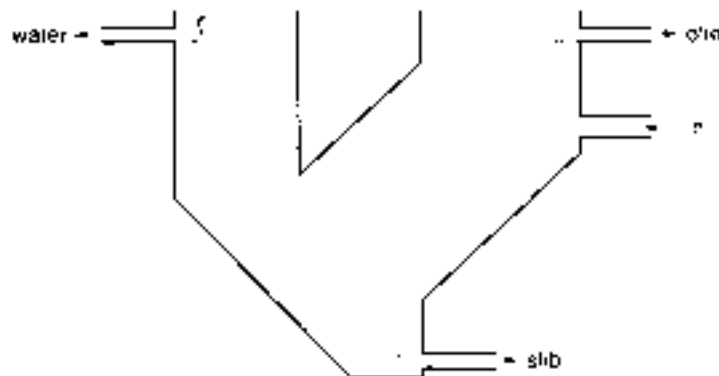
slibvangput In deze put bezinken de slibdeeltjes, omdat het water daar een tijdje stil blijft staan.

olie- en vet-afscheider Daarna gaat het water verder naar een *olie- en vetafscheider*. De olie en het vet blijven daar achter, terwijl het overige water doorstroomt naar een *controleput*.

controleput

Wanneer het water geloosd wordt op het oppervlaktewater mag er nagenoeg geen olie meer in het water zitten. Een vlottersysteem, zoals afgebeeld in figuur 4.9, is dan niet voldoende. Er moet een zogenaamde platenseparator of coalescentiefilter geplaatst worden. Een dwarsdoorsnede van een put met een platenseparator zie je in figuur 4.10.

Als het water wordt geloosd op het persriool moet het gecontroleerd kunnen worden. Die controle vindt plaats in controleputjes die op de grens liggen van erfscheiding en openbaar terrein.



figuur 4.10 Platenseparator voor het verwijderen van olie uit het spoelwater

Op de spuitplaats komen grote hoeveelheden grond terecht. Deze grond blijft achter in een *zandvanger* en zal weinig olie of vet bevatten. Door de grond te laten

bemonsteren, kun je nagaan of de grond schoon is. Is de grond te veel verontreinigd, dan moet de grond afgevoerd worden naar een verwerkingsbedrijf.

Het spoelwater gaat van de zandvangner naar de slibvangput en de olie- en vetafscheider. Zowel oliehoudend slib als het olie-watremengsel wordt aangemerkt als chemisch afval. Dit chemisch afval moet door een erkende inzamelaar afgevoerd worden. Als de olielaag in de afscheider 10 à 15 cm dik is, dient de afscheider geleegd te worden en het filter schoongemaakt te worden.

In enkele gebieden mag het afvalwater, ook nadat het uit de controleput komt, nog steeds niet geloosd worden op het oppervlaktewater of in het persriool. Om het water nog zuiverder te maken wordt gebruik gemaakt van één van de volgende drie systemen:

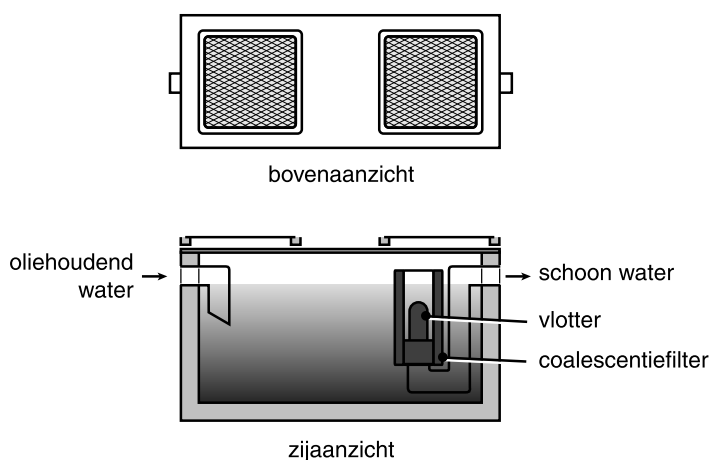
- een olie- en vetafscheider met coalescentiefilter of platenseparator;
- een rietfilter;
- een biologische zuiveringsinstallatie.

Deze systemen worden hieronder besproken.

Olie- en vetafscheider met coalescentiefilter of platenseparator

*olie- en
vetafscheider*

In figuur 4.10 staat een *olie- en vetafscheider* met een platenseparator afgebeeld. In figuur 4.11 staat een *olie- en vetafscheider* getekend met een coalescentiefilter. Het coalescentiefilter zit om de vlotter en absorbeert de olie.



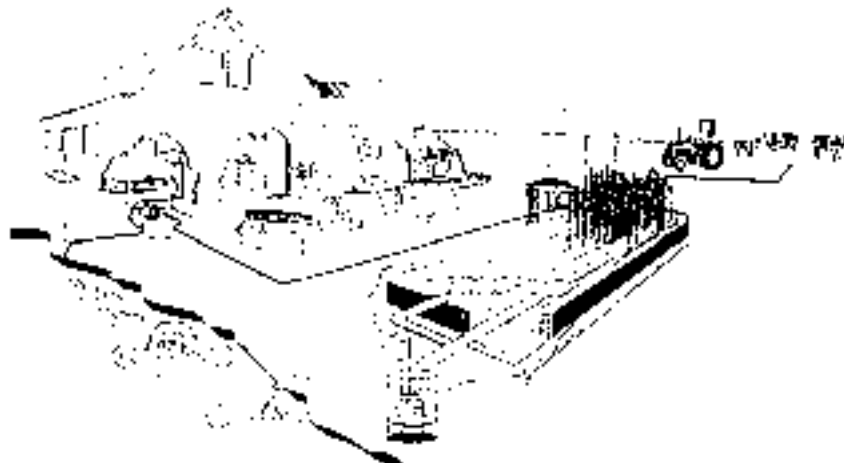
figuur 4.11 *Olie- en vetafscheider met coalescentiefilter*

Rietfilter

helofytenfilter

Een rietfilter, ook wel *helofytenfilter* genoemd, is een biologische afvalwaterzuivering. Het rietfilter kan alleen goed werken als het afvalwater eerst door een olie- en vetafscheider gaat. Het huishoudelijk afvalwater moet eerst via een septictank lopen, voordat het naar het rietfilter gaat. De olie die daarna nog in het water zit, veroorzaakt geen problemen in het rietfilter en wordt volledig afgebroken door het microleven. Het afvalwater dat zo ontstaat, mag op een sloot geloosd worden. Dit

afvalwater zou je ook kunnen hergebruiken, bijvoorbeeld voor het reinigen van machines.



figuur 4.12 Doorsnede van een rietfilter

Een rietfilter bestaat uit een zandbed dat beplant is met helofyten. Helofyten zijn planten zoals riet, die in ondiep water groeien. Het systeem bestaat uit een foliebassin van één meter diep, dat gevuld wordt met een zorgvuldig samengesteld mengsel van zand, kalk en ijzer. Het filterbed wordt via een bevoeiingssysteem van boven bevoeid. Het afvalwater zakt door het zand en wordt gezuiverd door de bacteriën, die zich in het zand ontwikkelen. Door die bacteriën bevriest het rietfilter niet in de winter. Onderin het filterbed is een drainagesysteem aangebracht dat het gezuiverde water afvoert naar een sloot of een hergebruikstelsel.

De biologische zuiveringsinstallatie BioClear

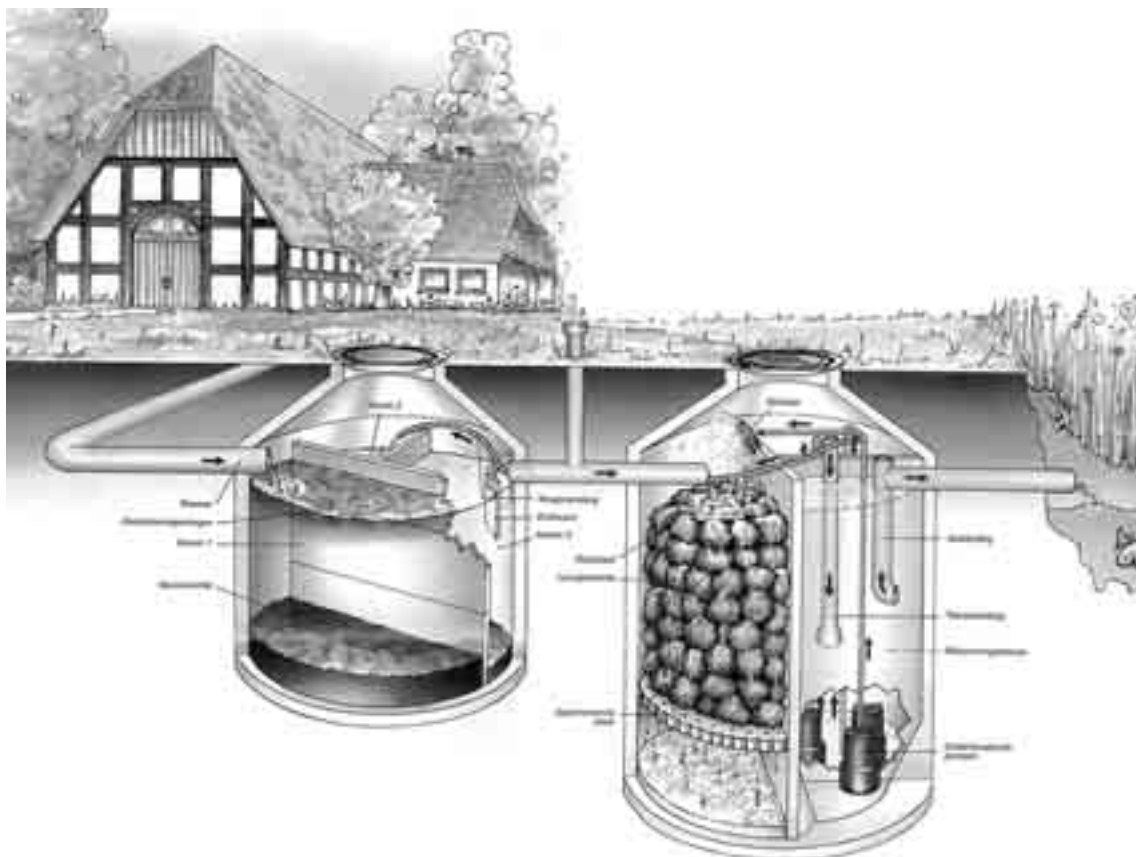
biologische zuiveringsinstallatie

Een *biologische zuiveringsinstallatie* kan ook alleen maar goed werken als het afvalwater eerst door een olie- en vetafscheider gaat en het huishoudelijk afvalwater door een septictank. De werking van een biologische zuiveringsinstallatie staat in figuur 4.13 weergegeven.

Het bezinkgedeelte bestaat uit drie kamers waarin de diverse ingedikte stoffen achterblijven. Vanuit de derde kamer stroomt het water naar de uiteindelijke biologische zuiveringsinstallatie. Het afvalwater loopt door lavagesteente heen en wordt door micro-organismen gezuiverd. Het water wordt daarna enkele malen opgepompt en opnieuw over het lavagesteente heen gespreid. Uiteindelijk kan het water geloosd worden, via het nazuiveringsbekken, in de sloot.

Waterreinigers

Voor het nat reinigen van trekkers, machines en werktuigen worden waterreinigers gebruikt. Er wordt onderscheid gemaakt in waterreinigers met lage druk en met hoge druk. De hogedrukreinigers worden weer onderverdeeld in heet- en koudwaterreinigers.



figuur 4.13 De werking van een biologische zuiveringsinstallatie

Lagedrukreiniger

Met een grote waterstraal en veel water kun je grote hoeveelheden grond en ander materiaal verwijderen. De grond moet uiteraard wel voldoende vochtig zijn. Een lagedrukreiniger bevat een pomp die water uit een sloot of een bron haalt. Lagedrukreinigers worden vooral gebruikt voor het reinigen van spitmachines of wallen-frezen waar veel aanhangende grond aan zit.

Hogedrukreiniger

Als het vuil of de opgedroogde grond vastzit op de machine, kun je het beste een hogedrukreiniger gebruiken. Met betrekkelijk weinig water en veel druk, variërend van 100 tot 200 bar, kun je dan het vastzittende vuil verwijderen. De pomp van een hogedrukreiniger wordt aangesloten op de waterleiding, die uiteraard voldoende capaciteit moet hebben. De pomp verplaatst het water. Door het instellen van een overdrukklep wordt de werkdruk ingesteld.

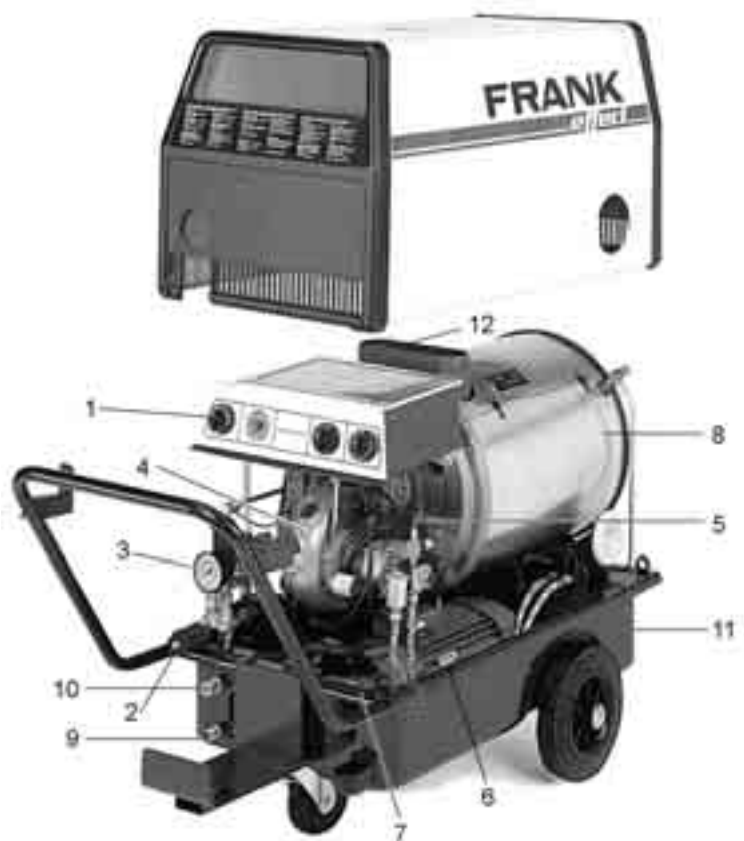
Heet of koud

Soms zit het vuil zo vast op een machine of trekker, dat het vuil gemakkelijker te verwijderen is met heet water en eventueel een ontvettingsmiddel. Het gaat dan

bijna altijd om vuil dat zich vastgehecht heeft op plaatsen waar olie en vet zit. Het aangevoerde leidingwater wordt opgewarmd tot een temperatuur van maximaal 80 °C. De waterreiniger is daarvoor uitgerust met een verwarmingsketel.

De meest gebruikte waterreiniger is de hogedrukreiniger, ook wel stoomcleaner genoemd.

In figuur 4.14 zie je een opengemaakte heetwater-hogedrukreiniger.



- | | | | |
|---|-----------------------------|----|--------------------------|
| 1 | bedieningsknoppen | 7 | plunjerpomp |
| 2 | instelknop voor de werkdruk | 8 | verwarmingsketel |
| 3 | werkdrukmeter | 9 | aansluiting waterleiding |
| 4 | brandermotor | 10 | aansluiting spuitpistool |
| 5 | verstuiver voor de brander | 11 | dieselolietank |
| 6 | elektromotor | 12 | uitlaat |

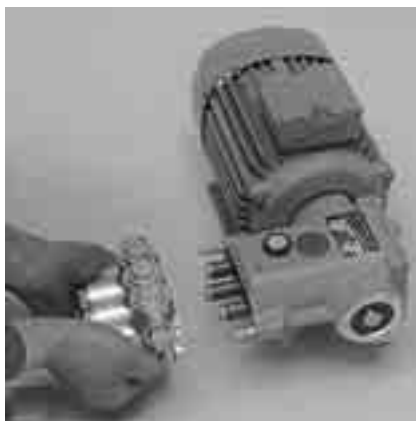
figuur 4.14 De heetwater-hogedrukreiniger

Heetwater-hogedrukreiniger

Hoe werkt een heetwater-hogedrukreiniger?

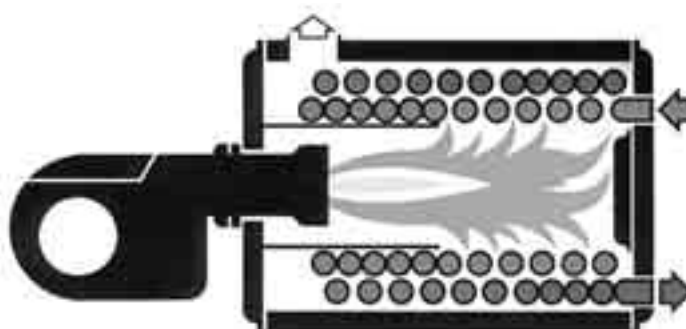
De pomp van een heetwater-hogedrukreiniger is rechtstreeks gekoppeld aan een elektromotor. De elektromotor zorgt voor de aandrijving. Een veel gebruikte pomp

is een driecilinder plunjerpomp. Deze pomp staat ook afgebeeld in figuur 4.15. Hij is voorzien van keramische plunjers en roestvrijstalen kleppen. Dit voorkomt roestvorming. Het aangezogen water gaat eerst door de verwarmingsspiraal van de branderketel. Met de thermostaatknop, één van de bedieningsknoppen, is de watertemperatuur in te stellen. Uiteraard kan een heetwaterreiniger ook zo ingesteld worden dat er alleen maar koud water uit komt.



figuur 4.15 De pomp en de elektromotor als compacte eenheid samengebouwd

In figuur 4.16 kun je zien hoe heet water verkregen wordt. De brandermotor zorgt voor de verwarming van de verwarmingsspiraal. Met een verstuiver wordt de brandstof, dieselolie, in de brandermotor gespoten. Bij de verbranding komen uitlaatgassen vrij, die via de uitlaat de hogedrukreiniger verlaten.



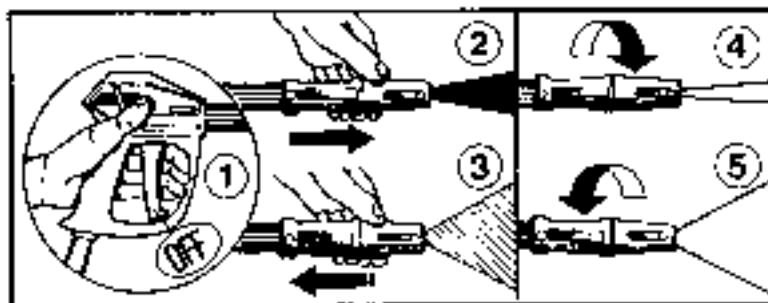
figuur 4.16 Een opengewerkte verbrandingsketel

Met de draaiknop van de drukregelaar wordt de werkdruk ingesteld. De werkdruk kan bij een professionele hogedrukreiniger maximaal 200 bar zijn. De slang naar het spuitpistool moet dan wel bestand zijn tegen deze hoge druk en tegen de hoge watertemperatuur.

De reinigingskracht is niet alleen afhankelijk van de werkdruk, maar ook van de wateropbrengst. Daarom is ook de wateropbrengst regelbaar. Het spuitpistool

bestaat meestal uit twee delen, het pistool en de spuitlans. Op het eind van de spuitlans zit een verwisselbare nozzle, zeg maar een spuitdop. Met de ene nozzle krijg je een vlakke straal en met een andere nozzle een ronde straal. Er bestaan ook regelbare nozzles. Bij die nozzles kun je de straal regelen van vlak naar rond, en van breed naar smal. Ook zijn er zogenaamde vuilfrezen, waarbij de waterstraal een draaiende werking heeft.

Reinigingsmiddelen kunnen in de meeste reinigers gebruikt worden. Een regelbare nozzlehouder brengt het reinigingsmiddel onder lage druk in de slang naar het spuitpistool. Aan het begin van de hogedrukslang zit dan een speciale nippel. In figuur 4.17 staat een spuitpistool met spuitlans, waarmee je de druk en de straal kunt regelen.



figuur 4.17 Met een spuitpistool en een spuitlans kun je de druk en de straal regelen.

Bij de spuitmond zit een verschuifbaar gedeelte (2 en 3). Door dit te verschuiven kun je een hoge of lage druk instellen. Dit kan alleen maar als het pistool (1) gesloten is. Door de spuitmond te verdraaien (4 en 5) regel je de straal eenvoudig van een puntstraal naar een breedwerkende straal.

Een hogedrukreiniger kan op drie verschillende manieren te regelen zijn.

- Een afsluitbaar pistool met bypass-regeling. De pomp loopt drukloos door bij een gesloten pistool.
- Een afsluitbaar pistool met start/stop automaat en instelbare schakeltijd. De pomp valt stil na de ingestelde schakeltijd en nadat het pistool gesloten is. De pomp schakelt weer in als het pistool geopend wordt. Het duurt dan even voordat de pomp de ingestelde druk weer bereikt heeft.
- Een afsluitbaar pistool met op het pistool een knop voor elektronische afstandsbediening. De reiniger kan daarmee aan of uit gezet worden, de brander kan in- of uitgeschakeld worden en de reinigingsmiddelentoevoer kun je aan of uit zetten.

Onderhoud

Het onderhoud van een hogedrukreiniger bestaat uit de volgende punten:

- controleren van het oliepeil van de plunjerpomp;
- éénmaal per jaar de olie verversen;

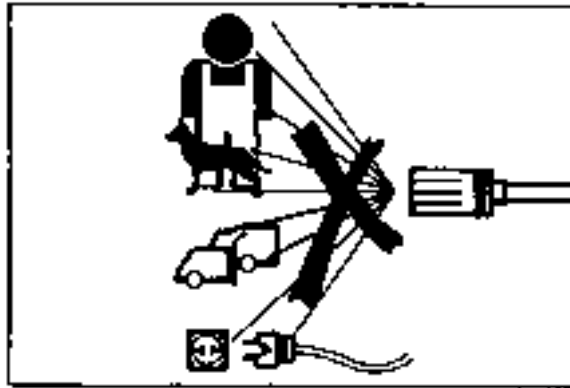
- controleren en eventueel schoonmaken van de waterfilters in toevoer- en hogedrukleiding;
- controleren van de hogedrukslang en de voedingskabel voor de electriciteit op beschadigingen;
- controleren op lekkages.

Zet de waterreiniger voor de winter vorstvrij weg of vul de reiniger met anti-vries.

Veiligheid tijdens het werken

Het werken met de hogedrukreiniger is niet geheel zonder gevaar. Er wordt met hoge druk en soms met heet water gewerkt. Richt daarom nooit een spuitlans op een andere persoon. Het afspreken van de laarzen kun je beter niet met een hogedrukreiniger doen. Als je met heet water aan het reinigen bent, moet je oppassen dat je jezelf niet brandt en dat je niet in de buurt van de uitlaat komt.

Ook moet je beseffen dat je met de hoge werkdruk van de spuitlans of vuilfrees gemakkelijk het een en ander kunt beschadigen. Denk maar aan oliekeerringen, afdichtingen van lagers, elektronica of de radiator.



figuur 4.18 *Spuit niet op mens, dier en elektrische apparatuur.*

Opdracht 4.3

Vragen

- a Reinigen
- Noem twee gevallen waarin het noodzakelijk is om een machine te reinigen.
 - Wat is de juiste werkvolgorde bij het nat reinigen van een trekker of een zelfrijdende machine?
 - Hieronder staan de verschillende stappen van het droog reinigen van een machine. De stappen staan in een verkeerde volgorde. Noteer de juiste volgorde.
Het grove vuil afblazen - machine inspuiten met een dun laagje olie - vuil met de hand verwijderen - het fijnere vuil afblazen - beschermkappen verwijderen - vuil opvegen en opruimen.
 - Waarom moet een cabine niet uitgespoten worden met een waterreiniger?

- Wat kan er met een radiator gebeuren als je daar met een hogedrukreiniger op spuit?
 - Hoe kan de lak van een trekker of een machine zijn glans weer terugkrijgen?
- b De spuitplaats
- Wat is het grote voordeel van een overdekte spuitplaats?
 - Uit de zandvangstroomt water met vuil naar de slibvangst. Daar blijft het water een tijdje staan. Wat voor doel heeft dat?
 - Wat gebeurt er in een slibvangput?
 - Wat is de functie van een coalescentiefilter?
 - Wat gebeurt er met de olie uit de slibvangst en de olie- en vetafscheider?
 - Hoe komt het dat een rietfilter in de winter niet of nauwelijks bevroest?
 - Bij het biologisch zuiveringssysteem wordt het water herhaaldelijk over het lavagesteen heen gesproeid. Waarom?
- c Waterreinigers
- Noem minstens drie onderdelen die op een heetwaterreiniger voorkomen en niet op een koudwaterreiniger.
 - Schrijf puntsgewijs en in de juiste volgorde op, wat de werkzaamheden zijn bij het reinigen van een machine.
 - Noem een nadeel op van een hogedrukwaterreiniger met een afsluitbaar pistool met start/stop automaat en instelbare schakeltijd.
 - Waarom moeten de lagers eerst doorgesmeerd worden voordat met het reinigen begonnen wordt?

4.3 Conserveren

Als je vroeger geploegd had, dan smeerde je daarna de ploegscharen in met afgewerkte olie om zo de ploeg te 'conserveren'. Als je dan de volgende keer weer ging ploegen, dan was de afgewerkte olie er zo weer af. Volgens de milieunormen mag je niet meer zo werken.

Conserveren is behouden, instandhouden of verduurzamen. Voor een trekker of een machine betekent dat in takt houden, zodat hij later weer gebruikt kan worden. Om geconserveerd te kunnen worden, moet een trekker of machine eerst gereinigd worden. Dit komt ten goede aan het behoud van het materiaal en je kunt makkelijker onderhoud en reparaties uitvoeren.

Conserveren kun je op verschillende manieren doen:

- een machine in een schuur of een loods zetten;
- een machine afdekken met een zeil;
- (blanke) machine(onderdelen) inspuiten met een mengsel van dieselolie en schone motor- of hydrauliekolie;
- lagers, blanke delen en assen doorsmeren en invetten;
- beschadigde delen, waar roestvorming is opgetreden, eventueel repareren en daarna ontroesten en op de juiste manier in de verf zetten.

Op de meeste bedrijven worden machines geconserveerd door ze in te spuiten met de vloeistofspuit of te verven. In deze paragraaf wordt het inspuiten met olie en het verven besproken.

Inspuiten met olie

Je kunt machines pas inspuiten met olie als de machine goed schoongemaakt is en er geen water meer op zit. Olie drijft op water en zal daarom niet hechten op vochtige metalen oppervlakken. Machines, zoals een hakselaar, een maaidorser en een takkenversnipperaar, moeten eigenlijk ook aan de binnenkant ingespoten worden met olie. Dit gaat het beste als de machine draait, maar dat is gevaarlijk en dat kun je dan ook beter niet doen. Wel kun je op verschillende plaatsen wat beschermplaten losmaken en door deze gaten heen naar binnen spuiten. Vaak zijn de beschermplaten er al af om de machine goed te kunnen reinigen.

Verven

Verven is ook een manier van conserveren. Als het materiaal goed in de verf zit, is dat bovendien een visitekaartje voor het loonbedrijf. In de winterperioden worden er op bedrijven nogal eens machines of trekkers grondig onder handen genomen. Een enkel bedrijf pakt de verfspuit en verft op deze manier de hele machine. Maar wat voor verfsoorten zijn er en waar moet je op letten als je een machine gaat verven?

verf Verf is een vloeibare substantie die in een dunne laag op een voorwerp wordt aangebracht. Verf is opgebouwd uit diverse stoffen, zoals pigment, vulstof en oplosmiddel. Er bestaan veel verschillende soorten verf en lak, met een oplosmiddelgehalte variërend van circa 95% tot 0,5%. Het opbrengen van verf gebeurt meestal met een kwast of een rol. Ook kun je spuiten of dompelen (nuttig verbruik van 80-90%). Bij het spuiten met de verfspuit treden nogal wat verliezen op.

Enkele bekende verf- en laksoorten worden hieronder genoemd.

- synthetische lak** *Synthetische lak* kan gemakkelijk worden aangebracht en geeft een harde lak. Deze lak is voldoende elastisch en zal daardoor niet snel van het geverfde deel afbladderen. Een nadeel van deze lak is dat het lang duurt voordat hij droog is. Een eventuele fout kan pas na een paar dagen gerepareerd worden.
- acrylaatlak** *Acrylaatlak* is een lak die vlug droogt, gemakkelijk aan te brengen is, kleurvast is en een mooie glans geeft. Een nadeel is dat oude acrylaatlak opgepoetst moet worden om weer glans te krijgen.
- polyurethaanlak** *Polyurethaanlak* is een zogenaamde tweecomponentenlak: verf + verharder + verdunning. Het is een sterke lak, die goed bestand is tegen krassen en vuil. Deze lak is gemakkelijk te reinigen. Een nadeel is dat het een gevaarlijke lak is om mee te werken. Je moet oogcontact vermijden, de dampen niet inademen en regelmatig je handen wassen.
- metaallak** *Metaallak* kan opgebracht worden volgens het tweelagenlaksysteem. Dit houdt in dat je eerst een metaallak opbrengt en daarna een blanke lak. De voordelen zijn dat de lak goed dekkend is, op kleur blijft, er direct glans is en er een harde film gevormd wordt.

met water verdunbare verfproducten Met water verdunbare verfproducten bevatten nog steeds een oplosmiddel. Dit oplosmiddel is echter te mengen met water. Voor de gebruiker is dat prettig, omdat de verf geen sterk geurende, brandbare, gevaarlijke en milieubelastende stoffen meer bevat. Bovendien is het gereedschap met water te reinigen. Een ander groot voordeel is dat de verf snel droog is.

indeling Verf kun je op verschillende manieren indelen, bijvoorbeeld naar de te gebruiken verdunner. Dan weet je waarmee de verf of de lak verdund moet worden: met water, terpentine of een speciaal verdunningsmiddel. Weer een andere indeling voor verf is het onderscheid in gebruik: hout, beton of metalen of binnen of buiten. Voor het verven van machines worden in de landbouw veel kunstharlakken gebruikt. Deze zijn loodvrij en geven, mits aangebracht op een roestvrije, schone en droge ondergrond, een mooi resultaat.

Het beste resultaat met verven krijg je als je eerst goede voorbereidingen treft. Voor het verven of spuiten van een trekker of machine moet je het volgende doen.

- Maak het te verven gedeelte vrij van roest en losgebladderde verf. Dit gaat het beste door te schuren.
- Werk oneffenheden weg met plamuur, zodat een vlak gedeelte ontstaat. Na het plamuren moet je weer schuren.
- Breng grondverf aan. Voor metaal is dat een ijzermenie of een primer.
- Zorg steeds dat de ondergrond droog, vet- en stofvrij is. Dit kun je bereiken door de ondergrond te ontvetten.
- Nadat de ijzermenie of primer is aangebracht, moet je alles weer licht opschuren.
- Breng de afwerklaag aan. Veelal zal dat in meerdere lagen gebeuren. Zeker met verfspuiten bereik je het beste resultaat als je in meerdere dunne laagjes spuit.

Bij het spuiten van een machine of een trekker kan er verf komen op delen waar je dat niet wilt hebben. Daarom moet je goed afplakken. De ramen van de cabine hoeven immers niet in de kleur van de motorkap gespoten te worden.

milieu Als bedrijf moet je zorg dragen voor het *milieu*. Dit betekent dat er geen milieubelastende stoffen in de grond of in de lucht mogen komen. Als een machine is ingeëlied of ingesmeerd met vet, mogen die olie of dat vet niet op de grond terecht komen. Als de ploeg met zijn goed ingevette scharen uit de winterberging komt, moet hij eerst ontdaan worden van de olie en het vet aan de buitenkant. Pas dan mag je de machine gaan gebruiken.

Olie- en vethoudende doeken die gebruikt zijn om een trekker of een machine te conserveren horen niet tot het bedrijfsafval, maar moeten apart bewaard en afgevoerd worden door een erkend ophaalbedrijf.

Hetzelfde geldt voor gebruikte verblikken, restanten uit verblikken, verdunningsmiddelen, reinigingsmiddelen en ontvetters. Wil je weten wat je wel en wat je niet in de bedrijfsafvalcontainer mag gooien, raadpleeg dan altijd het ophaalbedrijf of de gemeente.

Om veilig en verantwoord te werken met reinigingsmiddelen, verf en verdunningsmiddelen is het belangrijk dat je het etiket leest en de gebruiksaanwijzing goed opvolgt. Kijk ook of er een gevarenteken op het etiket staat.



figuur 4.19 Lees goed wat er op het etiket van een verdunningsmiddel staat.

Als machines gespoten worden met een verfspuit, is het raadzaam om dit in een speciaal daarvoor bestemde ruimte te doen. In deze ruimte kun je zorgen voor een goede ventilatie en voor de juiste temperatuur. Draag bij het spuiten het juiste masker.

Veel machines worden met een vloeistofspuit ingespoten met een dun laagje olie, al dan niet verdund met dieselolie. Dit moet gebeuren op de spuitplaats of in de werkplaats met een vloeistofdichte vloer, die aangesloten is op een olie- en vetafscheider. Het inspuiten van een machine in de werkplaats is niet aan te raden, omdat dit stankoverlast geeft en je gemakkelijk de nevel inademt.

opdracht 4.4**Vragen**

- a Noem een belangrijke reden om een machine te conserveren.
- b Wat is de werkvolgorde bij het verven van een kipwagen? Schrijf dit puntsgewijs op.
- c Welke veiligheidsmaatregelen moeten genomen worden als de kipwagen uit de bovenstaande vraag gespoten wordt?
- d Welke verfsoort wordt het meest gebruikt voor machines en waarom?
- e Wat is het voordeel van met water verdunbare verfproducten?

4.4 Afsluiting

Aan trekkers, machines en werktuigen moet je onderhoud plegen. Onderhoud is onder te verdelen in dagelijks onderhoud, klein onderhoud en groot onderhoud. Onderhoud bestaat vooral uit het regelmatig smeren en het vervangen van slijtdelen en tanden. Smeren kun je plaatsgewijs of centraal doen.

Wanneer je een machine repareert, moet je letten op de gewichtsverdeling. Als de assteun niet goed staat of de machine wankel staat, dan kan zij omvallen.

Trekkers worden het hele jaar door gebruikt. Machines en werktuigen worden meestal maar een deel van het jaar gebruikt. In de periode dat ze niet gebruikt worden, worden veel machines en werktuigen gereinigd en daarna geconserveerd. Reinigen kun je op twee manieren uitvoeren: droog en nat. Droog reinigen doe je met bijvoorbeeld een compressor, nat reinigen met bijvoorbeeld een heet- of koudwaterhogedrukreiniger. Voor het nat reinigen kun je ook gebruik maken van een lagedrukreiniger. Speciale aandacht vragen plaatsen met elektronica, lagers, kunststof en rubber.

Reinigen gebeurt op een spuitplaats. De spuitplaats bestaat uit verschillende onderdelen, die ervoor zorgen dat er geen vuil, olie en vet in het afvalwater achterblijft. Om het water nog zuiverder te maken, kan gebruik worden gemaakt van verschillende systemen, bijvoorbeeld een rietfilter of een biologische zuiveringsinstallatie.

Als machines en werktuigen gereinigd zijn, kunnen ze geconserveerd worden. Dit betekent dat ze in takt gehouden worden om ze later weer te kunnen gebruiken. Machines en werktuigen conserveer je door ze in te spuiten met olie of door ze te verven. Voor het verven van machines worden in de landbouw veel kunstharlakken gebruikt. Deze zijn loodvrij en geven, mits aangebracht op een roestvrije, schone en droge ondergrond, een mooi resultaat.

**afsluitende
opdracht 4.5****Hoofdzaken en bijzaken onderscheiden**

Bij opdracht 4.1 heb je hoofd- en bijzaken genoteerd.

- a Zet de hoofdzaken en bijzaken door elkaar. Noteer de tien zinnen onder elkaar.
- b Geef de tien zinnen aan een klasgenoot. En pak zelf de tien zinnen van die klasgenoot.
- c Zet nu achter elke zin of het gaat om een hoofd- of bijzaak.
- d Kijk elkaars werk na en geef elkaar een beoordeling.

Ben je het eens met de beoordeling die je van je klasgenoot hebt gekregen?
Waarom wel of waarom niet?

Trefwoordenregister

A

Aanhaalmoment 101, 102
Acculader 102
Accuzuur 34
Accuzuurweger 103
Acetyleen 119
Acrylaatlak 161
Aluminium 112
Arbeids- of werkslag 5
Assteun 145
Autogeen lasapparaat 119
Autogeen lassen 119

B

Banddrukregelaar 47
Bandenspanning 47
Bandenspanningstabellen 56
Bedrading 45
Belasting 54
Bescherming 71, 74, 84
Beschermkappen 74
Bevriezing voorkomen 21
Beweegbare kern 121
Biologische zuiveringsinstallatie 154
Bodemketting 67
Boogglazen 121
Borgveer 69
Bout uitboren 135
Brand 125
Brandstoffilters 11
Brandstofinspuitpomp 10
Breekboutkoppelingen 76, 77
Brons 112

C

Carburateur 26
Carter 24
CE-markering 74
Centraal smeersysteem 145
Chokeklep 30

Cirkelzaagmachine 104
CO₂-lasapparaat 124
CO₂-lassen 123
Compressieslag 4, 25
Compressor 106
Condens 10
Condenswater 107
Condenswater aftappen 108
Controleput 152
Controleren V-snaar 23
Cycloonvoorfilter 8

D

Dopsleutelset 99
Draadsnijtappen 132
Draagvermogenindex 52

E

Elastische koppelingen 76, 77
Epoxyhars 116
Ewartketting 66
Expansievat 19

F

Ferro-metalen 110
Fiber 117
Filterelement 7

G

Gaffels 72
Gasklep 30
Gegalvaniseerd ijzer 125
Gelegeerd staal 112
Gelijkrichter 102
Geolied papier 117
Gereedschap 96
Gesloten koelsysteem 19
Gewichtsverdeling 145
Gietijzer 112
Groothoekkruijkoppeling 76, 79

H

Haakse slijpmachine 103
 Handpomp 145
 Hardpapier 115
 Hardweefsel 116
 Hefboomwerking 100
 Heli-coil 136
 Helofytenfilter 153
 Hoofdsproeier 30
 Hydrauliekolie 34
 Hydraulische krik 97

I

Implementbanden 56
 Inlaatpoort 25
 Inlaatslag 4, 25
 Instructieboek 32

K

Kettingen 59
 Kettingspanner 66
 Kleppen controleren 108
 Klinken 128
 Klinknagel 128
 Knikmomentsleutel 101
 Koeling 18
 Koelribben 22, 32
 Koelvloeistof 21
 Koper 113
 Krimpspanning 127
 Krimpvervorming 127
 Kruiskoppeling 71, 79
 Kruissleutel 99
 Kruisstuk 72
 Kunststof 113
 Kurk 117

L

Lamp of apparaat 45
 Lasnaadvorm 125
 Lasrook 125
 Lassen 118, 133
 Lijnpompen 13
 Liniaal 41
 Linkse tap 133, 134

Loadindex 52
 Loctite 117
 Lood 113
 Luchtaanzuigfilterelement vervangen 108
 Luchtfilter 6, 31
 Luchtgereedschap 105
 Luchtkoeling 22
 Luchtverlies 107

M

Maataanduiding 50
 Machinerichtlijn 74
 Massa 42, 45
 Membraancarburateur 27
 Mengsmering 31
 Messing 112
 Met water verdunbare verfproducten 162
 Metaal 110
 Metaallak 161
 MIG/MAG 123
 Milieu 162
 Momentsleutel 101
 Multimeter 45, 46

N

Naaldlagerbusjes 84
 Nestwielen 67
 Nokkenschakelkoppeling 79
 Nonferro-metalen 110
 Nonius 41
 Nylon 115

O

Olie 14
 Olie- en vetafscheider 152, 153
 Olie- en waterafscheider 107
 Oliedruk 15
 Oliedruppelsysteem 145
 Olienevelaar 107
 Oliepeil controleren 108
 Oliepomp 15
 Omgeving 125
 Onderhoud 120, 123, 124

- Onderhoud van een compressor 108
Ontluchten 11
Opvoerpomp 10
Orde 125
- P**
Pakking 116
Plastics 113
Platenslipkoppeling 77
Polyester 115
Polyetheen 115
Polystyreen 115
Polyurethaan 116
Polyurethaanlak 161
Poorten 24
Popnagel 129
Potkrik 97
Powerband 62
Primaire spoel 121
Profielbuizen 71, 73
PVC 115
- R**
Radiateur 18
Radiateur schoonhouden 19
Remvloeistof 34
Rode dieselolie 9
Rollenketting 65
Roterende inspuitspompen 13
Rubber 117
- S**
Schakelaar 45
Schakelketting 67
schoonblazen koelribben 23
Schooperen 113
Schroefdraadmeter 131
Schuifmaat 41
Secundaire spoel 121
Slagmoersleutel 105
Slibvangput 152
Slipkoppelingen 76
Sluitschakels 69
Smeervetten 34
Smeren 82
- Snelheidssymbool 53
Snellader 103
Snijden 119
Snijkussen 132
Snijmoer 132
Spanning van de V-snaar controleren 21
Spanningsbron 45
Spanningsmeter 46
Spanningzoeker 43, 44
Spanrol 64
Spoed 131
Spoelpoorten 25
Staal 112
Stationaire sproeier 31
Steek 67
Sterslipkoppeling 78
Storingen 45
Stroomkring 42
Synthetische lak 161
- T**
Tape 117
Tapeindset 133, 134
Teflon 115
Thermoharders 114
Thermoplasten 114
Thermostaat 19
Tin 113
Transportketting 67
Turbocompressor 9
Tussenas 71
Tweelagenlaksysteem 161
Tweeslagmotor 24
- U**
Uitlaatpoort 25
Uitlaatslag 5, 25
Universeelmeter 46
- V**
Variator 62
Vaten en tanks 125
Veiligheidsfilterelement 7
Veiligheidskoppelingen 71

- Ventilator 19
Venturi 26
Verchromen 113
Verf 161
Verrijdbare krik 97
Versnellingsbak- of achterbrugolie 34
Verstuiver 10
Vertinnen 113
Vervangen klemmen of afdichtingen 23
Verzinken 113
Vierslagmotor 4
Visje 69
Vlakstroomcarburateur 27
Vlamlassen 119
Vloeibare pakking 117
Vloeistofkoeling 18
Vloeistofniveau controleren 19
Vlotterkamer 27
Volautomatisch systeem 145
- V-riemen 60
Vrijloopkoppelingen 76, 79
V-snaarspanning controleren 108
V-snaren 59, 60
Vuil verwijderen 108
- W**
Warmte 122, 127
Waterpomp 18
Waterslangen controleren 19
Werk- of arbeidsslag 25
Witte dieselolie 9
- Z**
Zandvanger 152
Zekering 42, 45
Zink 112
Zuurstof 119
Zwaartepunt 146