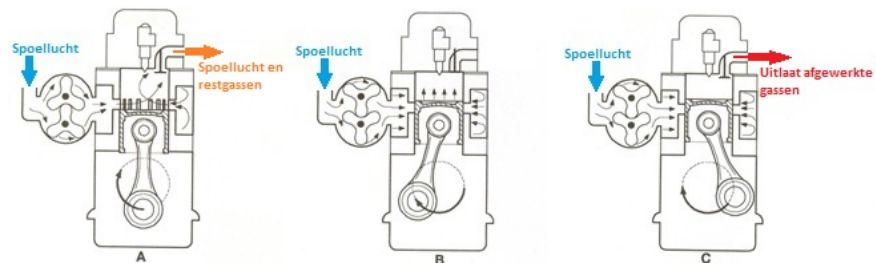


1.4 De tweeslag motor

Bij de tweeslag motor duurt het arbeidsproces tweeslagen, dus een neerwaartse en een opwaartse slag. Duidelijk zal zijn dat deze motor zelf geen lucht aan kan zuigen. Bij deze motor zal een voorziening aanwezig moeten zijn die de lucht onder een hogere druk in de cilinder perst. Dit kan gebeuren met behulp van luchtleveranciers in de vorm van een compressor, de zogenaamde roots blowers, of met behulp van een uitlaatgasturbine in combinatie met een direct gekoppelde compressor die in dit geval vaak blower genoemd wordt.

Bij de tweeslag motor zullen we als de zuiger in zijn onderste stand staat de cilinder met schone lucht moeten vullen

Op afbeelding 7 is het principe van de tweeslag motor weergegeven.



Afbeelding 7. Het tweeslag proces, de uitvoering volgens Detroit Diesel.

Situatie A:

In situatie A staat de zuiger in zijn onderste stand, de spoelpomp perst lucht via de inlaatpoorten in de cilinder. Merk op dat in deze situatie de uitlaatklep geopend is. De uitlaatgassen worden met lucht uit de cilinder verwijderd en de cilinder wordt gespoeld en gevuld met schone lucht. Dit proces gaat net zolang door tot de zuiger tijdens zijn opwaartse beweging de spoelpoorten van de desbetreffende cilinder afsluit. Dit is dan direct situatie B, begin effectieve compressie.

Situatie B:

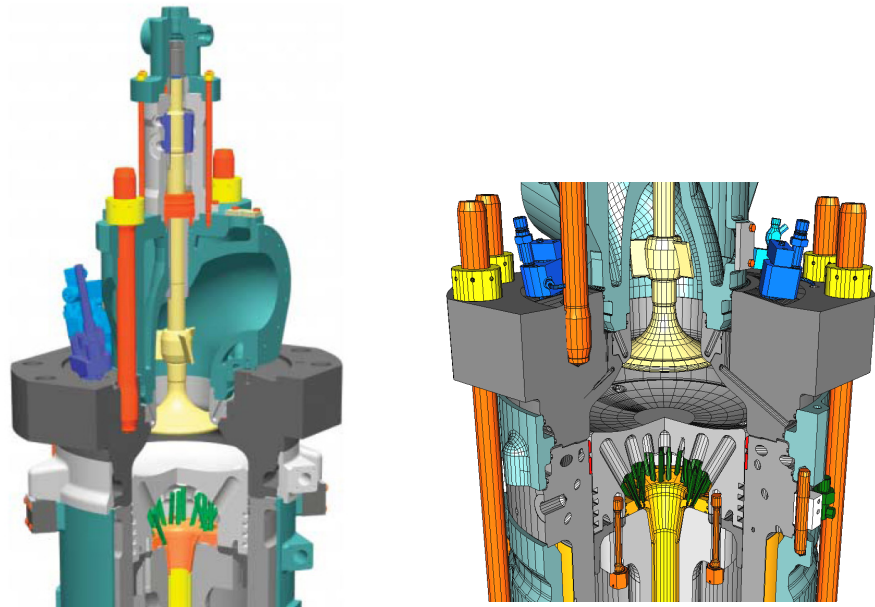
In situatie B begint de zuiger aan zijn effectieve compressieslag, de inlaatpoort is afgesloten door de zuiger en op de afbeelding is te zien dat tevens de uitlaatklep gesloten is. Let op in de tekst wordt nu van effectieve compressie gesproken. Zodra de zuiger vanuit zijn Onderste Dode Punt (ODP) vertrekt en aan de compressieslag begint staan de inlaat-spoelpoorten alsmede de uitlaatklep nog open, dus van compressie is op dat moment nog geen sprake, deze begint pas als de poorten en de klep gesloten zijn. Ook hier geldt hetzelfde als bij de vierslag motor, de lucht in de cilinder wordt gecompriemeerd en daardoor neemt tevens de temperatuur toe. Enkele graden voor Bovenste Dode Punt (BDP) wordt de brandstof ingespoten, die door de hoge temperatuur van de lucht tot zelfontsteking overgaat. Dit is weer het begin van de arbeidslag.

Situatie C:

In situatie C is de arbeidslag aan de gang, de zuiger wordt door de toenemende druk omlaag gedrukt. De arbeidslag duurt tot de bovenkant van de zuiger de poorten opent, dit is dan uitlaat en spoelen, kortom situatie A begint weer.

Noot:

De vierslag motoren kunnen hoger belast worden dan tweeslag motoren omdat ze beter gekoeld en gespoeld worden.



Afbeelding 8. De verbrandingskamer van een grote langzaam lopende dieselmotor. Bron Wärtsilä.

1.4.1 De keuze tussen 2-slag of 4-slag

Wat nu bepalend is voor de keuze van een 2-slag of 4-slag motor hangt af van een aantal factoren.

Enkele van deze factoren zijn:

- De constructie van de motor
- Het toerental van de motor
- De verbranding (met name de mate van spoelen)
- Het vermogen
- Het brandstofverbruik, een 2-slag motor is zuiniger dan een 4-slag motor

De constructie:

De vierslag motor heeft altijd in- en uitlaat kleppen. De tweeslag motor is, enkel bij grote motoren, voorzien van een uitlaatklep.

Het onderhoud aan kleppen, zowel in- als uitlaatkleppen, is bij de 4-slag motor groter, dus arbeidsintensiever.

Het toerental:

Uitgaande van hetzelfde toerental en afmetingen van de zuigers, zal het spoelproces, dus het reinigen en vullen van de cilinders met schone lucht, bij de tweeslag motor te wensen over laten.

De cilinder wordt dus niet geheel schoongespoeld en dus niet volledig gevuld met verse lucht. Gevolg hiervan is tevens dat de verbrandingsruimte bij de tweeslag minder goed gekoeld wordt dan bij de vierslag motor. Als gevolg hiervan neemt het thermisch rendement en hierdoor het totaalrendement bij de tweeslag motor af ten opzichte van de vierslag motor.

De verbranding:

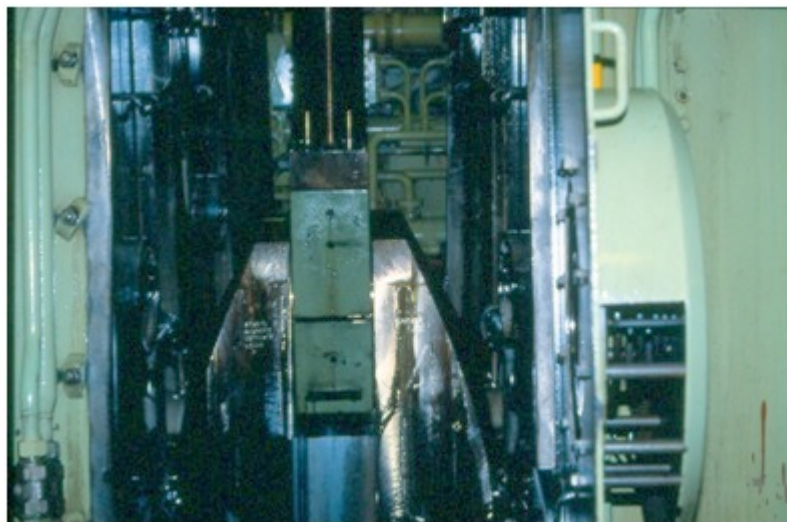
Onder het kopje toerental is het spoelproces en het vullen van lucht genoemd. Omdat dit bij hoge toerentallen bij de tweeslag motor slechter wordt, zal tevens de kwaliteit van de verbranding afnemen. Als er te weinig lucht aanwezig is zal het verbrandingsproces niet optimaal verlopen, met roetvorming en vervuiling tot gevolg.

Het vermogen:

Uitgaande van dezelfde afmetingen, zal bij een toegestaan toerental de tweeslag motor circa 1,6 – 1,8 maal zoveel vermogen leveren dan de vierslag motor.

Doordat de vierslag motor echter beter gekoeld en gespoeld wordt, zal de slijtage van de voering minder zijn dan die bij de tweeslag motor. Bij tweeslag motoren draaiend op zware olie is een voeringslijtage van 0,04 – 0,15 mm/1000 uur normaal, dit uiteraard afhankelijk van het feit hoe goed de brandstof behandeld, lees gereinigd, wordt en van de mate van luchtvoorziening. Bij medium speed vierslag motoren draaiend op zware olie is een voeringslijtage van 0,01 mm/1000 uur normaal. Kortom de voeringslijtage bij vierslag motoren is aanmerkelijk minder dan die bij tweeslag motoren.

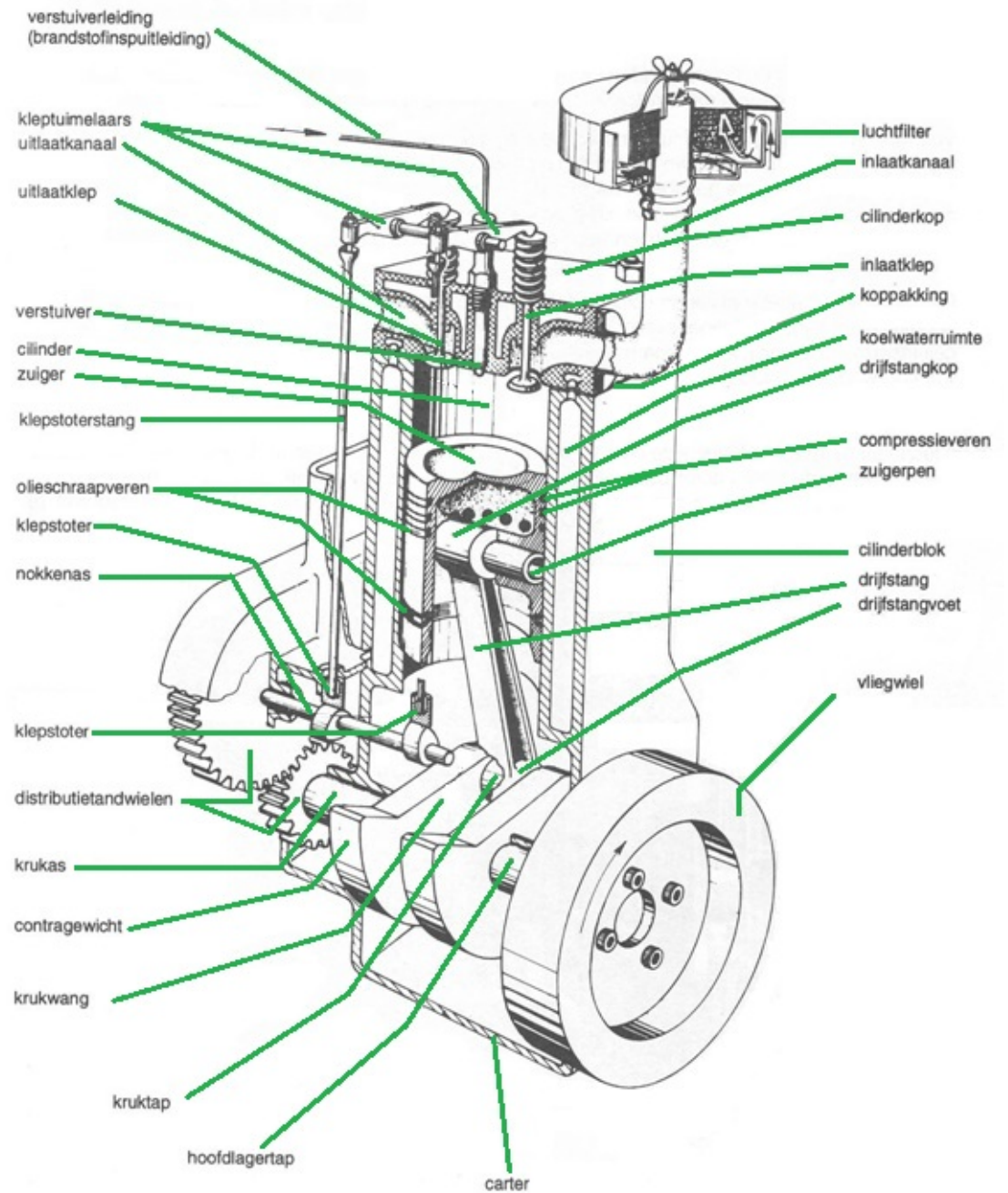
Op afbeelding 9 is een foto te zien van een deel van de krukas van een grote langzaamlopende motor, het betreft hier een Sulzer kruishoofdmotor. De kruk met de drijfstang is duidelijk zichtbaar, tevens is rechts op de foto de geopende carterdeur met het explosiedeksel te zien.



Afbeelding 9. Geopende carterdeur van een Sulzer motor.

1.5 De benamingen van de onderdelen

Voor de volledigheid geven we op onderstaande afbeelding de benamingen van de verschillende onderdelen weer. Op afbeelding 10 is een 4 slag dieselmotor weergegeven met zuigvulling.



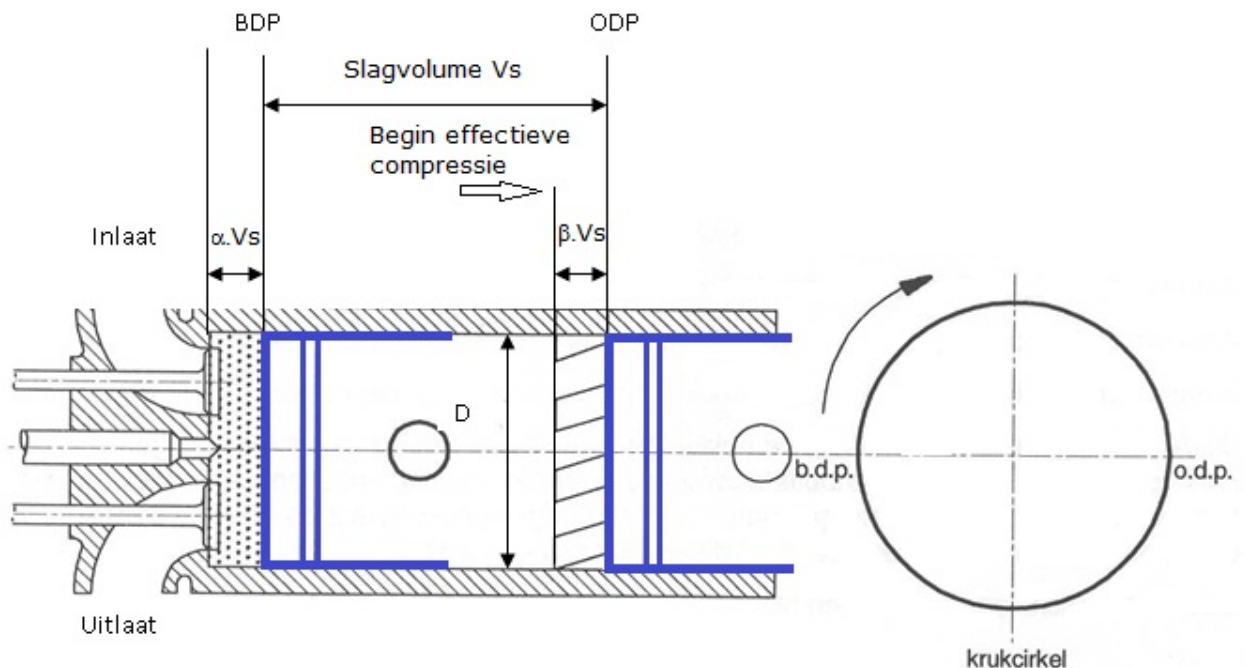
Afbeelding 10. Benamingen van de dieselmotor.

1.6 De compressieverhouding

Iedereen heeft wel eens van de compressieverhouding gehoord. In het algemeen weten we dat de compressieverhouding bij de benzinemotor lager is dan bij de dieselmotor, maar waarom is dit nu?

Als de zuiger aan zijn compressieslag begint heeft de lucht een bepaalde temperatuur, naarmate het volume boven de zuiger kleiner wordt komen de luchtmoleculen dichter tegen elkaar aan te zitten, de botsingen tussen de moleculen onderling wordt heviger en als gevolg daarvan neemt de temperatuur toe. Hoe hoger de compressieverhouding, hoe hoger de eindtemperatuur wordt. Benzine is licht ontvlambaar, als we nu een hoge eindcompressietemperatuur hebben kan de benzine spontaan ontbranden, hetgeen ongewenst is, bij de benzinemotor gebruiken we een bougie om de verbranding in te leiden. Bij de dieselmotor passen we hoge compressieverhoudingen toe, hierdoor komt de brandstof tot zelfontbranding. Hoge compressieverhoudingen hebben een hoger rendement tot gevolg. Om deze reden ligt de compressieverhouding van de dieselmotoren op circa 18 en hoger. Een ander voordeel van hoge compressiedrukken is dat er nu ook een grotere expansie plaats vindt, en dit staat weer gelijk aan meer arbeid dus meer vermogen.

De verhouding van het volume lucht boven de zuiger bij begin compressie en het volume lucht boven de zuiger bij einde compressie wordt de compressieverhouding of het compressievoud genoemd, afgekort vinden we dan vaak CV of ε (= Epsilon).



Afbeelding 11. Schematische voorstelling van een vierslag motor.