

Verbrandingsmotoren en thermisch rendement

Ten tijde van de eerste verbrandingsmotoren was ook de stoommachine nog volop in ontwikkeling. Zelfs de grote zeilende vrachtschepen zag men nog overal.

Bij de stoommachine wordt de arbeidsenergie verkregen door het verhitten van water in een ketel tot men stoom heeft met een zekere druk. De stoom expandeert in de machine en geeft de warmte (energie) af, waardoor de machine gaat draaien. Het zogenaamde werkende middel is stoom en het (thermisch) rendement is laag, tussen de 12% en 16%.

Dat thermisch rendement is de verhouding: arbeid verkregen in de machine tot de daarvoor opgeofferde energie.

Rendement wordt aangeduid met de Griekse letter η .

Bij onze motoren, beter gezegd verbrandingsmotoren, is het werkend middel **lucht**.

Deze lucht wordt gebruikt voor de verbranding van olie, benzine of gas, waardoor een temperatuurstijging optreedt. Dit zo verkregen hete verbrandingsgas laten we expanderen in de motor, waarbij de temperatuur daalt en het volume toeneemt (zuiger wordt naar beneden gedrukt). Vervolgens voeren we het geëxpandeerde gas (dat nog vrij veel warmte - energie - heeft) via de uitlaat af naar de buitenlucht.

Volgens een natuurkundige wet die ooit door mijnheer Carnot is vastgelegd verkrijgen we een hoog rendement als we *de warmte door het werkend middel laten opnemen bij hoge temperatuur en de ongebruikte warmte door het werkend middel laten afstaan bij lage temperatuur*.

Het warmte opnemen gebeurt bij de verbranding, waarbij een temperatuur van T_1 ontstaat en het warmte afstaan bij de uitlaat van de verbrandingsgassen, waarbij een temperatuur heerst van T_2 (ca 400° C). Volgens diezelfde mijnheer Carnot is theoretisch het hoogst haalbare thermische rendement

$$\eta_{th} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Men verkrijgt een hoge verbrandingstemperatuur door de lucht te comprimeren tot zij een temperatuur heeft van wel 600° Celcius. Bij verbranding loopt de temperatuur dan op tot ca 1500° C. We krijgen dan een maximaal thermisch rendement van:

$$1 - \frac{400}{1500} = 1 - \frac{4}{15} = \frac{11}{15} = 87\%$$

Vroeger toen de materialen nog niet zo sterk waren bereikte men temperaturen van hooguit 500 en 1200° Celcius. Bij gelijke uitlaatgastemperatuur haalde men een thermisch rendement

$$\text{van: } 1 - \frac{400}{1200} = 1 - \frac{4}{12} = \frac{8}{12} = 66,6\%$$

Dit zijn slechts theoretische waarden. De moderne dieselmotor haalt ca 48%.

Zelf kunnen we het rendement van onze motor niet verhogen, dat moet de motorfabrikant doen. We kunnen het rendement wel ongunstig beïnvloeden door bijvoorbeeld:

- te lage motor temperatuur
- vuile luchtfilters
- onvoldoende luchttoevoer naar motorruimte
- slechte verstuiwing
- te lage eindcompressiedruk (versleten zuigerveren)