

# Zwevende kleppen e

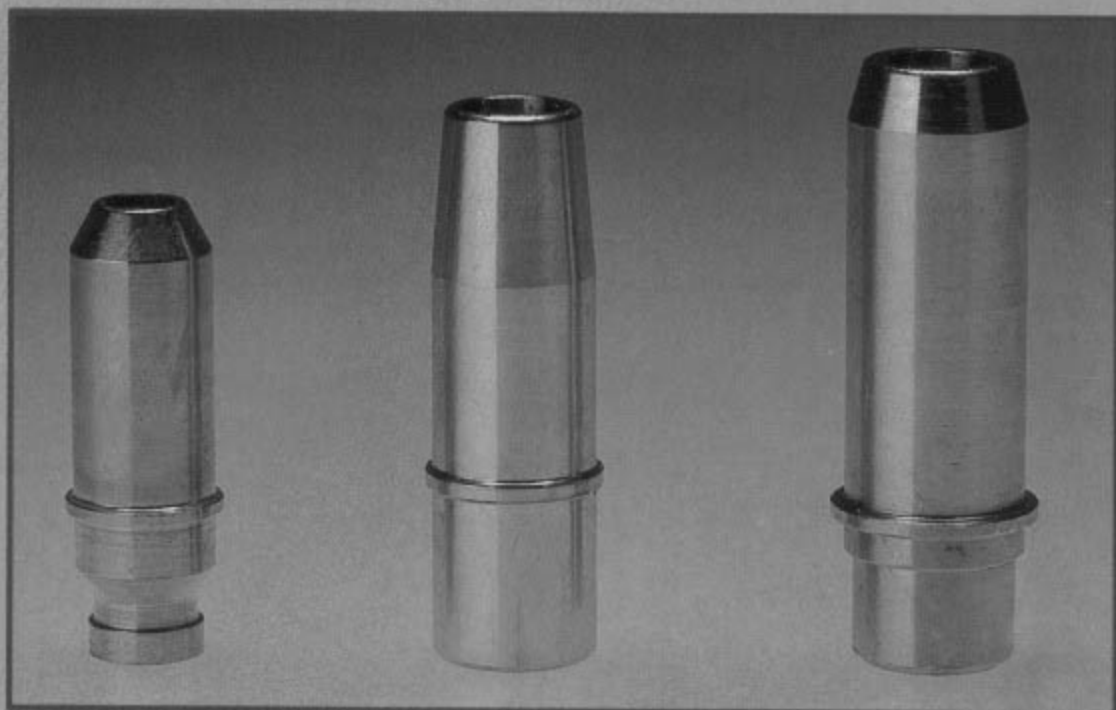
**In de cilinderkop van een viertaktmotor gebeurt nogal wat. De kleppen gaan open en dicht, waarbij de klepgeleiders de klep begeleiden in zijn bewegingen. De klepveren worden met elke slag weer ingedrukt. En de klepzitting vangt elke keer de klep op en zorgt samen met de klep voor een gasdichte afsluiting. Dit proces verdient nader onderzoek.**

In de verbrandingsmotor die wij heden ten dage kennen wordt voornamelijk het viertakt-principe toegepast. Bij dit verbrandingsproces draait de krukas tweemaal volledig rond om de verbrandingscyclus te voltooien. Het viertakt-principe wordt gekenmerkt door het gebruik van in- en uitlaatkleppen. Hoe gaat dit procédé in zijn werk? Tijdens de inlaatslag gaat de zuiger naar beneden met de inlaatklep open en het mengsel stroomt naar binnen. Daarna gaat de zuiger omhoog, waarbij de inlaatklep dicht zit en het mengsel wordt gecomprimeerd. De zuiger zit dan bovenin en de ontsteking vindt plaats. Door de verbrandingsdruk gaat de zuiger weer naar beneden, ook wel de arbeidslag genaamd. Vervolgens gaat de zuiger weer omhoog en is de uitlaatklep open. De uitlaatslag en de gassen stromen naar buiten. En de cyclus herhaalt zich weer, en weer, en weer... Kortom het viertakt-principe.

In dit verhaal gaan we nader in op de kleppen. Deze hebben de functie de verbrandingskamer af te sluiten en de gassen in en uit deze kamer te laten. De kleppen sluiten door klepveren. En kleppen blijven op hun plaats doordat ze in een klepgeleider heen en weer schuiven. De klep rust op een klepzetel. Al deze onderdelen zijn uiteindelijk van vitaal belang om de verbranding optimaal te laten geschieden.

## De klep

Kleppen zijn er in allerlei soorten en maten. Als we praten over de maat van een klep dan bedoelen we de dia-



**Klepgeleiders groot en klein. Gemaakt van gietijzer of tegenwoordig van fosfor- en aluminium-brons.**

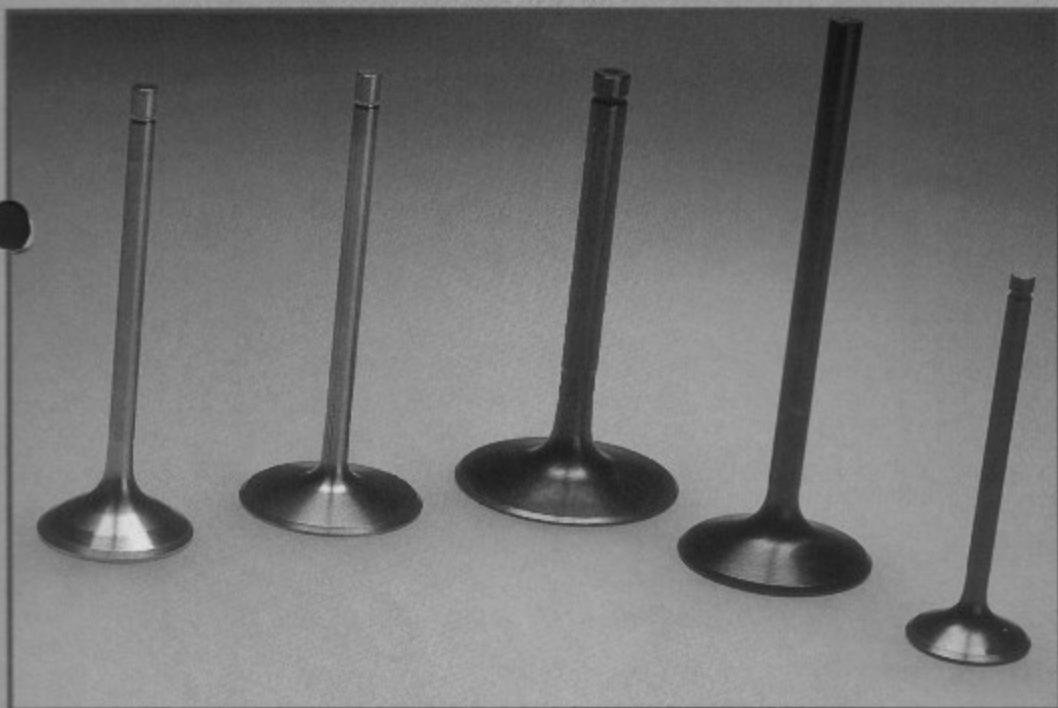
meter van de klepschotel. Deze schotel is het onderste deel van de klep, die rust op de klepzetel. Op de klepschotel staat de klepsteel. Deze steel zit in de klepgeleider. Aan de bovenzijde van de steel zit een groef waarin twee klepspietjes, halve maanvormige stukjes staal, de klepveerschotel op zijn plek houden. Maar daarover straks meer. Klepmaten zijn dus bepalend voor de prestatie van een bepaalde cilinderkop. Een doorlaat van 34 mm is immers groter dan die van 32 mm en dus is er meer doorstroming mogelijk. Er zijn inlaatkleppen van 19 mm, bijvoorbeeld in een CBR 250 RR, maar ook 47 mm exemplaren in een Moto Guzzi Le Mans 1000. Het materiaal waar de kleppen van gemaakt zijn, is door de jaren heen ook verbeterd. Waren ze vroeger van staal met een hard chromen laag erop en was de steel aan de schotel vastgelast, tegenwoordig zijn ze gemaakt van speciale legeringen, zoals het FX-materiaal van de R6-kleppen. In de huidige straatfiets worden soms ook uit één stuk gedraaide rvs kleppen gebruikt. In de racewereld is het een luxe om titanium kleppen te hebben, zoals bijvoorbeeld in de Britten V1000. Het voordeel van deze exotische materialen is het gewicht. Een titanium

klep is simpelweg lichter dan een stalen variant. En als je een massa in beweging moet brengen, kost dat energie. Hoe meer massa, hoe meer energie. Dat geldt dus ook voor de klep.

## De klepveer

De klep wordt dichtgehouden door een klepveer of liever gezegd klepveren. Bijna zonder enige uitzondering wordt tegenwoordig een binnen- en buitenklepveer gebruikt. Dit om diverse redenen. Je kan een progressieve karakteristiek creëren. Dat wil zeggen dat er meer toeren met de motor kunnen worden gemaakt en dat de kleppen later gaan 'zweven'. Het zweven van kleppen is een vervelende eigenschap, die zich voordoet als de klepveren de klep te traag sluiten en het profiel van de nokkenas niet meer kunnen volgen. Ze gaan dan klapperen en incens is ook de prestatie van de motor een stuk minder. Overigens kan het 'zweven' zich ook voordoen als er een veer is gebroken of na montage van een snelle nokkenas met een ander sportiever nokprofiel. De klepveer wordt gemonteerd onder een bepaalde veervoorspanning. Dat zorgt voor een bepaalde druk van de klep op de klepzetel. Door onder de klepveer vulringen oftewel shims te plaatsen is de voorspanning te beïnvloeden. De veren blijven op hun plek door aan de bovenzijde een klepveerschotel te plaatsen. Dit is een

# De vliegende schotels



De linker twee kleppen zijn van titanium. De middelste heeft een diameter van 52 mm (!) voor een Guzzi. Daarnaast staat een 'blank', een universele klep, die pas te maken is voor diverse motoren.

schijfje dat op de veren rust en door middel van twee klepspietjes de klepsteel vasthoudt. Hij is meestal van staal gemaakt, soms van aluminium of titanium.

## De klepgeleider

De klepgeleider zit geperst in de cilinderkop. Hij steekt door het materiaal van de kop heen in het in- of uitlaatkanaal. De geleider, meestal gemaakt van gietijzer of brons, zorgt ervoor dat de klep een vaste richting op staat. Het is van cruciaal belang dat de klep maar in één richting kan bewegen en dat is van en naar de klepzetel. Dus een geleider mag niet te ruim zijn, opdat de klep kan gaan 'zwerven' over de zetel en de afdichting navenant minder is. Op de klepgeleider zit bijna altijd een klepseal. Dit is een oliekeerring die voorkomt dat de olie die in de cilinderkop zit om het kleppenmechanisme te smeren via de geleider in de verbranding terecht komt.

## De klepzetel

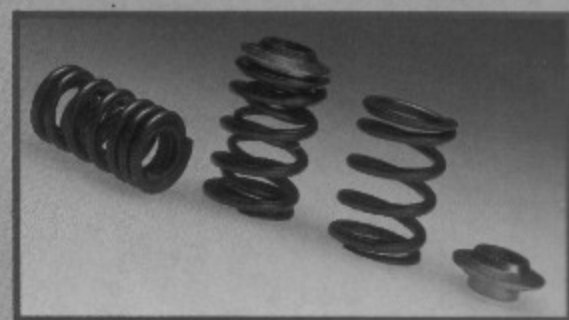
De klep rust op de klepzetel. Dit is een ring die in de kop geperst zit. Hij zit aan het eind van een inlaatkanaal en

is samen met de klep de gasdichte afdichting van de verbrandingskamer. De zetel is gemaakt van speciaal materiaal. Vroeger, toen we nog van die goeie loodhoudende benzine hadden, waren ze van gietijzer of staal. Tegenwoordig zijn ze van een legering die de loodvrije brandstoffen kunnen weerstaan. Ze worden immers niet meer beschermd door een laagje lood!

De wijze waarop de gasdichte afdichting tot stand komt, is een verhaal apart. In de regel is de hoek van de klepzetel 45 graden. Daarnaast zijn er twee andere hoeken mogelijk, te weten 30 graden en 60 graden. Als de klepzetel een hoek van 45 graden heeft, heeft ook de klepschotel een hoek van 45 graden. De breedte van het raakvlak is ook van belang. Die is in de regel tussen de 0,8 en de 1,5 mm. Dit hangt af van diverse zaken als klepveervoorspanning, diameter van de klep en type nokkenas. Als het raakvlak te breed wordt, gaat de zeteldruk omhoog. Het geraakte oppervlak wordt groter en de kracht die de klepveer uitoefent, wordt verdeeld over dat vergrote oppervlak. Hierdoor kan de gasdichtheid afnemen, zodat er prestatieverlies gaat optreden. Revisie van de cilinderkop is dan noodzakelijk.

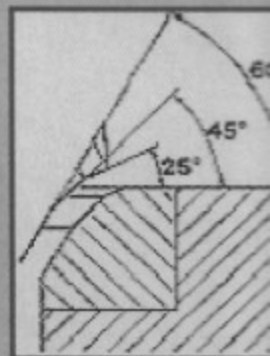
## Onderhoud

Kleppen dienen regelmatig te worden gesteld. Maar met de huidige materialen is het niet meer zo dat de klep-



Duidelijk zichtbaar zijn de binnen- en buitenveer met tegengestelde spoel. Het schotelletje ernaast is van titanium. Titanium weegt weinig en hoe minder massa, hoe meer vreugd.

De drie hoeken die op een klepzetel worden gefreesd zijn hier goed zichtbaar.



speling iedere 6.000 kilometer gecheckt moet worden.

Er zijn al motoren waarbij dat om de 36.000 kilometer kan. Als er echter revisie van toepassing is op het kleppengedeelte, dan zijn er tal van zaken die allemaal tegelijk worden bekeken. Een goede koprevisie houdt in dat de klepgeleiders worden vervangen en van nieuwe klepseals worden voorzien. De kleppen worden gecontroleerd op lengte en of ze krom of verbrand zijn. Daarna worden de 45 graden-raakvlakken van de klep opnieuw geslepen. De zetels worden ook opnieuw gefreesd. Dit moet gebeuren omdat de geleiders zijn vervangen. Die staan niet meer in dezelfde lijn met de zitting. Op een goede klepfreesbank, als een MIRA of SERDI, kan dit perfect gedaan worden. Daarna kan als extra de kop worden gevlaakt. De kleppen worden gemonteerd en de klepveren worden, nadat ze op een RIMAC-klepveertester zijn hekeken, met de juiste voorspanning gemonteerd. Met een vacuümtester kun je dan bekijken of ze inderdaad goed afsluiten. Dit soort klusjes zijn niet goedkoop, maar staan garant voor een sterk verbeterde prestatie van je motorfiets. Een goede revisie betaalt zich dan ook gerust terug in minder brandstofverbruik, maar vooral met weer veel meer rijplezier.

Tekst: Joost Jochems

Fotografie: Ted Schouten