

Eine Frage der Einstellung

Ventilspiel messen
und justieren

Holding down
valve head
Special valve spring
compressor

Valves

Valve springs

Anti-squeak belting

Im Service-Handbuch des Ford A taucht das Einstellen des Ventilspiel nur im Zusammenhang mit größeren Eingriffen am „Flathead-Four“ auf. Hier wurden vorher die Ventile entkockt und eingeschliffen.

Wenn es unter Technik-Enthusiasten ein Thema gibt, das ausreichend Zündstoff für einen Glaubenskrieg enthält, dann ist es die „optimale“ Ventilsteuerung. Zweitaktfans halten sie für gänzlich überflüssig, Vertreter der italienischen Schule lassen sich mindestens zwei Nockenwellen zu Kopf steigen. Bei der Wartung zeigen die Systeme ihre Vor- und Nachteile mal ganz anders: alles Einstellungssache!

Stellen Sie sich vor, es wäre Sonntag mittag. Die Sendung mit der Maus ist vorbei, und Sie haben sich vorgenommen, an Ihrem wunderschönen Jaguar mit Sechszylindermotor endlich mal die Ventile einzustellen. Dann sollten Sie sich beeilen, damit Ihre Frau beim Tatort nicht allein vor dem Fernseher sitzt – denn manchmal ist Ventile einstellen ein volles Tagesprogramm. Und wenn die Nockenwellen aus- und wieder eingebaut sind, wenn das Spiel der zwölf Ventile nach (mindestens) dreimaligem Messen tatsächlich stimmt und die Steuerzeiten auch, dann, spätestens, werden Sie sich fragen, wozu der ganze Aufwand denn nötig war.

Die Untoten von der 3=6-Fraktion würden in diesem Fall wohl das hohe Lied des Zweitakters singen – für deren Argumente ist ein echter Jaguarman aber selbst in solch schwachen Momenten wenig zugänglich. Erforschen wir also die Evolution der Ventilsteuerungen nach Antworten auf die Frage, warum ein MG-Fahrer zum Einstellen eine Viertelstunde braucht, ein Alfa-Eigner aber zehnmal so lange. Schaut man in die einschlägigen Lehrbücher, ist die Entwicklung im Motorenbau vor allem an der Anordnung und der Steuerung der Ventile

festzumachen. Die zwei wichtigsten Erkenntnisse zu diesem Thema waren spätestens seit den dreißiger Jahren bekannt. Erstens: Je kleiner die Oberfläche des Brennraums, desto effektiver arbeitet der Motor. Zweitens: Die Literleistung steigt, wenn Abgas und frisches Gemisch möglichst schnell und ungehindert aus- und einströmen können.

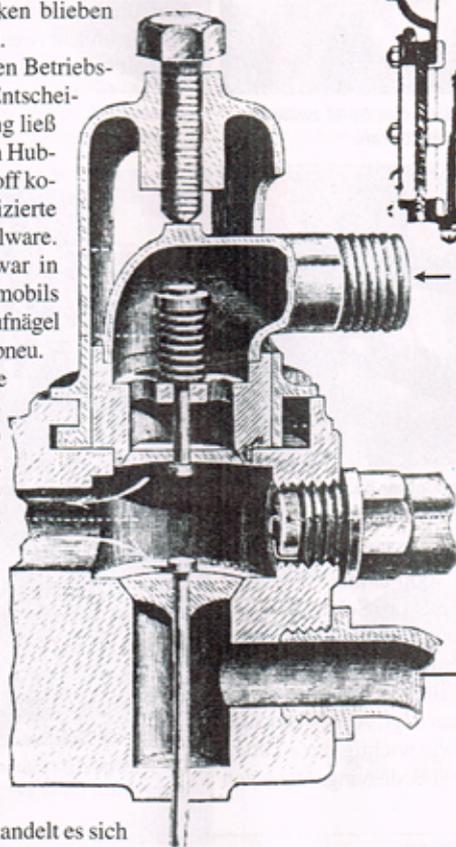
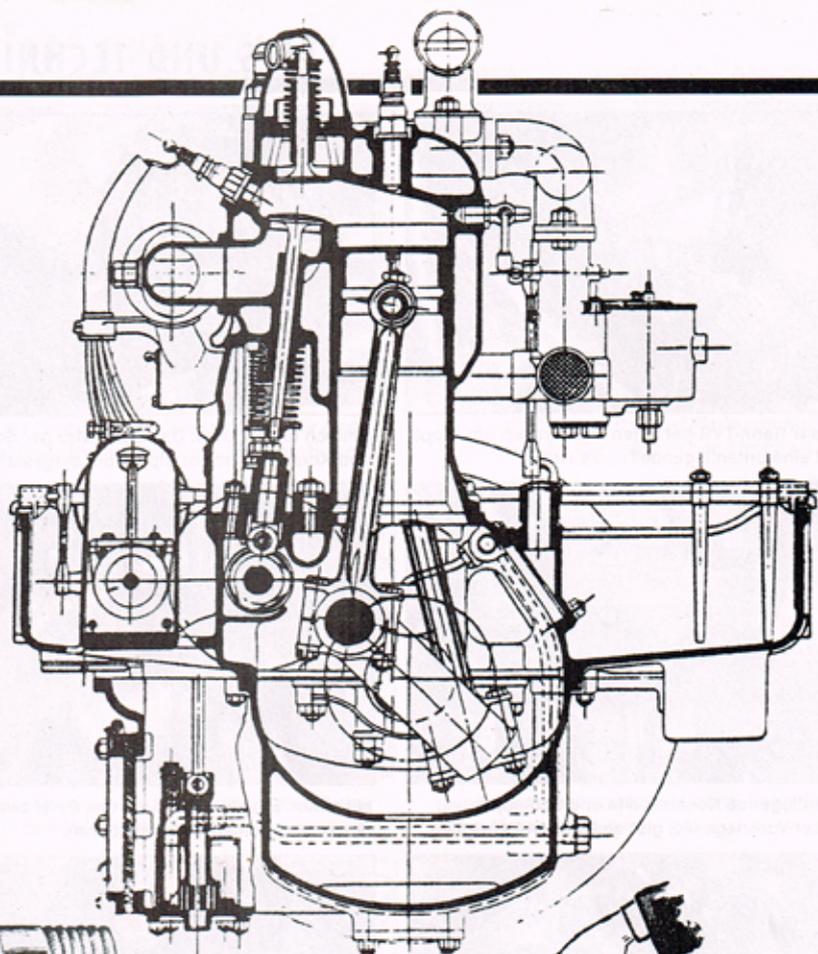
Trotzdem gab es auch später noch jede Menge Motoren, deren Brennräume von der beinahe idealen Halbkugelform meilenweit entfernt waren, weil ihre Ventile in Reih und Glied standen oder hingen. Um eine Halbkugel zu erreichen, müßten sie jedoch in V-Form zueinander hängen. Die Finanzen dürften wohl eine recht entscheidende Rolle dabei gespielt haben, weshalb sich die meisten Firmen standhaft weigerten, diese theoretischen Erkenntnisse in die Tat umzusetzen. Doch selbst noble und durchaus innovative Marken blieben bei „veralteten“ Lösungen.

Ein Blick auf die damaligen Betriebsbedingungen macht die Entscheidung verständlich: Leistung ließ sich problemlos aus großen Hubräumen gewinnen, Treibstoff kostete Pfennige und qualifizierte Werkstätten waren Mangelware. Ein abgerissenes Ventil war in den Pioniertagen des Automobils beinahe so alltäglich wie Hufnägel im just erfundenen Gummipneu.

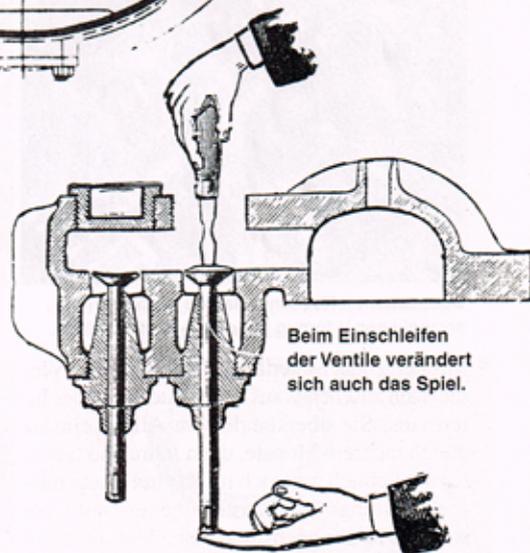
Also legten Pioniere wie De Dion-Bouton die Ventile ihrer Motoren (Bild rechts) so an, daß sie nach Studium der Betriebsanleitung quasi am Straßenrand zu wechseln waren.

Das leistungsbremsende Schnüffelventil mußte darüber hinaus nicht einmal eingestellt werden – wenn man einmal von der Wahl einer möglichst leicht ansprechenden Feder absieht. Nach den heute allgemein gebräuchlichen englischen Abkürzungen handelt es sich dabei um ein ioe-Triebwerk (inlet over exhaust). Diese Konstruktion behauptete sich auch noch mit gesteuerten Einlaßventilen, obwohl dadurch ein Kipphebel notwendig wurde. Zylinder und Kopf konnten so aus einem Stück gefertigt werden – eine Dichtung entfiel.

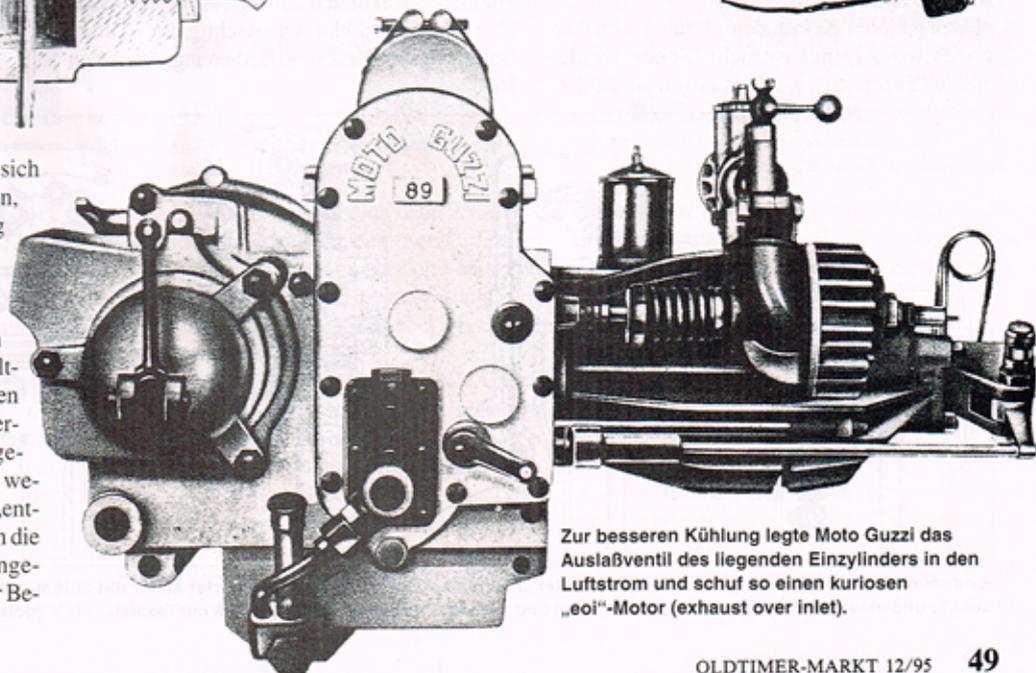
Das Einstellen des Ventilspiels taucht in den Chauffeurhandbüchern jener Tage seltenerweise nur in Verbindung mit größeren Eingriffen am Motor auf. Wenn etwa ein verschlissenes Ventil gegen ein neues ausgetauscht werden mußte, oder die Maschine wegen der hohen Verbrennungsrückstände „entkockt“ wurde. Bei dieser Gelegenheit wurden die Ventile zur besseren Abdichtung neu eingeschliffen, was dann auch eine Anpassung der Betätigungsstangen notwendig machte.



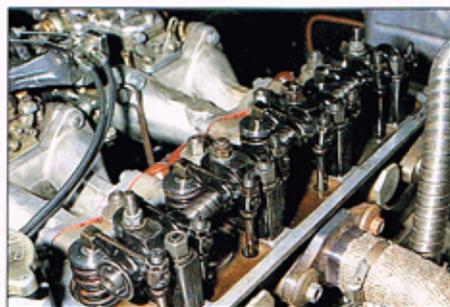
Die ioe-Steuerung (inlet over exhaust) ermöglicht ein schnelles Auswechseln der Ventile, die außerdem thermisch geringer belastet werden (oben und links). Die frühen Schnüffelventile (links) öffneten sich durch den Ansaug-Unterdruck im Zylinder quasi automatisch.



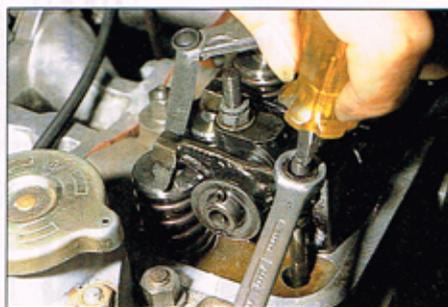
Beim Einschleifen der Ventile verändert sich auch das Spiel.



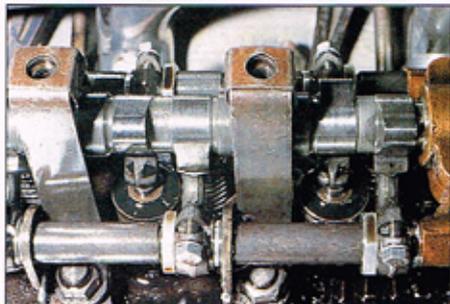
Zur besseren Kühlung legte Moto Guzzi das Auslaßventil des liegenden Einzylinders in den Luftstrom und schuf so einen kuriosen „eoi“-Motor (exhaust over inlet).



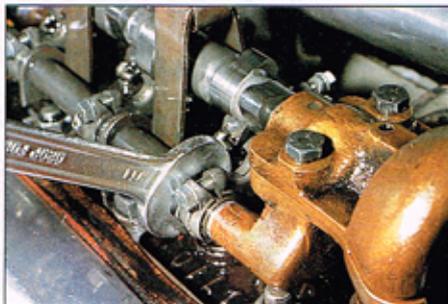
Dieser Renn-TVH hat einen klassischen ohv-Kopf und eine untenliegende Nockenwelle.



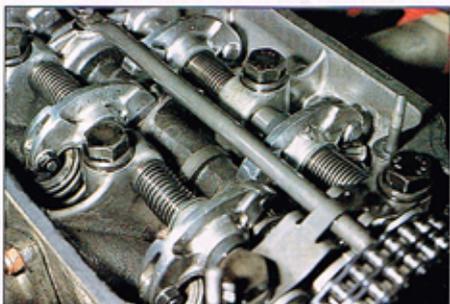
Einfach und schnell: Das Spiel wird per Schraube und Kontermutter am Kipphebel eingestellt.



Oberliegende Nockenwelle und Schleppebel: Dieser Vorkriegs-MG gibt sich äußerst sportlich.



Mit einem Exzenter läßt sich das Spiel zwischen Nocke und Schleppebel justieren.



Oberliegende Nockenwelle und Kipphebel ermöglichen V-förmig hängende Ventile (BMW).

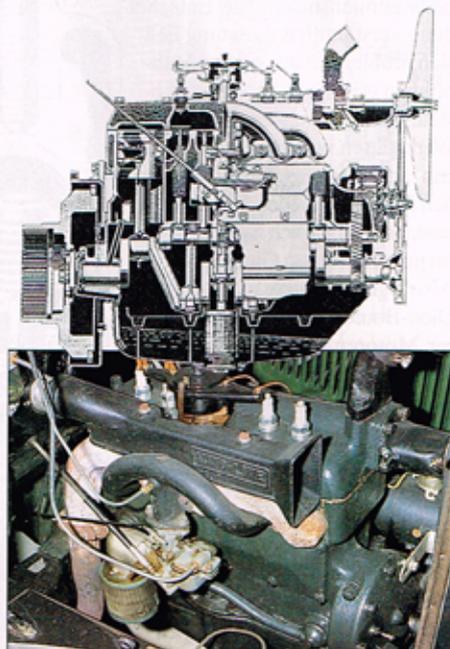


Auch hier übernimmt ein kleiner Exzenter am Kipphelende die Einstellung.

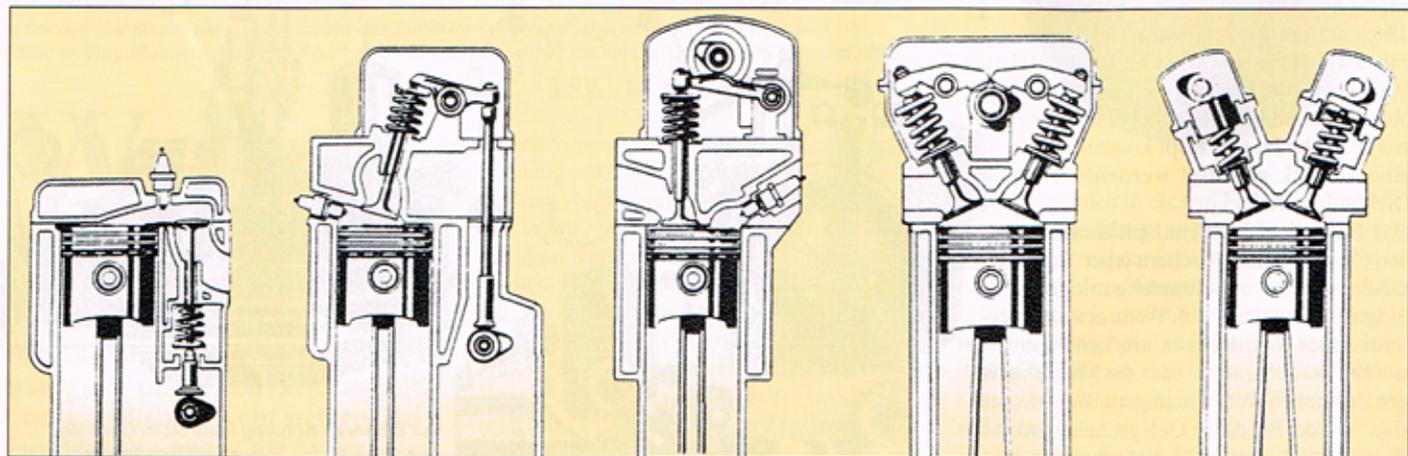
Mit steigender Materialqualität rückten die Ventile dann zusehends aus dem Mittelpunkt des Interesses. Sie überstanden im Alltagsinsatz gleich mehrere Monate, dann Jahre und tauchten schließlich nur noch im Kapitel „Regelmäßige Wartungs- und Einstellarbeiten“ auf – obwohl sie zu den höchstbelasteten Motorkomponenten gehören. Kein anderes Bauteil wird thermisch derartig beansprucht: Schon wenige Minuten nach dem Kaltstart liegen am Einlaß-

ventil 450 Grad an. Das Auslaßventil wird bis zu 800 Grad heiß. Bei 4000 U/min öffnet und schließt jedes Ventil 33mal pro Sekunde. Seine Hitze kann es dabei nur an die Ventilführungen abgeben oder an die Ventilsitze, auf denen der besonders heiße Ventilteller immer nur für Hundertstelsekunden aufliegt. Angesichts solcher Werte wird klar, wie wichtig das richtige Spiel zwischen Ventil und Bedienungselementen ist.

Ist das Spiel schon bei kaltem Motor zu klein, bleibt kein Platz mehr für die thermisch bedingte Ausdehnung der betroffenen Bauteile. Der Ventilteller setzt nicht mehr hundertprozentig auf dem Ventil Sitz auf und kann so auch die beim Verbrennungsvorgang aufgenommene Hitze nicht mehr richtig abführen. Der geringe Kompressionsverlust ist während der Fahrt nicht spürbar, aber das Ventil hält den Hitzestau nicht lange durch: Es „verbrennt“. Dabei werden nach und nach kleine Stücke aus dem Tellerrand herausgelöst. Spätestens jetzt macht sich der Kompressionsverlust im Standgas durch unruhigen Motorlauf deutlich bemerkbar. Aufgrund der höheren Temperaturen sind es fast immer die Auslaßventile, die auf diese Weise enden, während die Einlaßseite durch das einströmende Frischgas gekühlt wird. Die höhere Temperatur am Auslaß ist auch der Grund für die unterschiedlichen Einstellwerte: Das Auslaßventil braucht üblicherweise etwas mehr „Bewegungsfreiheit“ als sein kühles Gegenüber.



Die Einstellschrauben finden sich beim sv-Motor des Ford A unter der seitlichen Abdeckplatte.



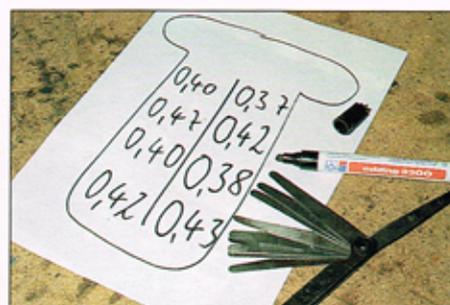
Evolution der Ventilsteuerungen: Seitengesteuerter „Flathead-Motor“ (sv), kopfgesteuerter Motor mit untenliegender Nockenwelle (ohv), V-förmig hängende Ventile und eine obenliegende Nockenwelle (ohc) und zwei obenliegende Nockenwellen mit Tassenstößeln (dohc). Außerdem gibt es etliche Variationen.



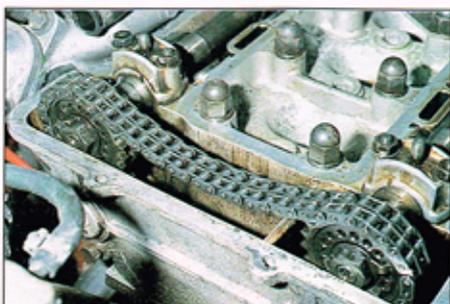
Stellvertretend für Jaguar, Maserati, Ferrari & Co stellen wir einen Alfa ein. Zuerst: Deckel runter.



Dann wird mit Alfa-Spezialwerkzeug oder einer normalen Blattlehre das Ventilspiel gemessen...



...und notiert. Anhand dieser Werte werden später die richtigen Einstellscheiben errechnet.



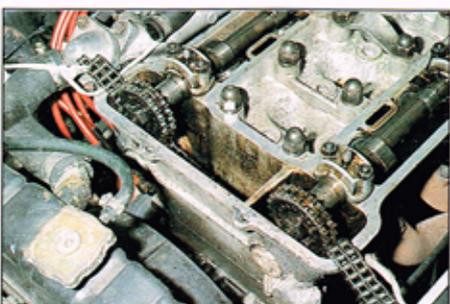
Ersten Zylinder auf Zünd-OT stellen, Kettenspanner lösen und nach dem Kettenschloß suchen.



Steuerkette mit einem Band sichern, damit sie nicht in den Motor fallen kann. Ein Lappen...



...verhindert, daß das Kettenschloß beim Öffnen in den Motor fallen kann.



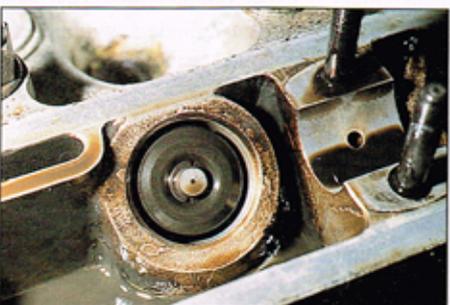
Die Kettenenden werden nach außen gebunden, damit sie nicht im Weg hängen.



Die vorderen und hinteren Lagerdeckel werden zuerst gelöst, bevor man das mittlere abhebt.



Dann lassen sich die beiden Nockenwellen herausheben (Einbaulage aller Teile beachten).



Direkt unter den Tassen stößeln liegen die Ventile mit ihren Federn – eine präzise Sache.



Die kleinen Distanzhütchen (vorn) sind für die Ventileinstellung verantwortlich.

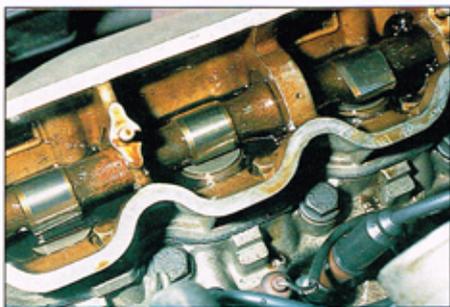


Die alten Hütchen werden vermessen, um anschließend die Stärke der neuen zu errechnen.

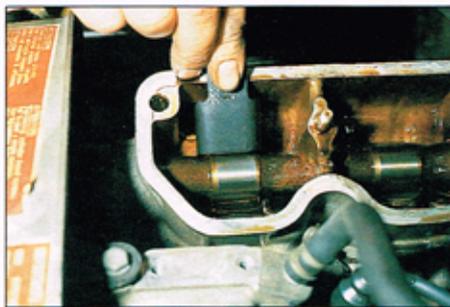
Aber warum verändert sich das Ventilspiel, nachdem es einmal richtig justiert wurde? Zum einen findet unter hohen Temperaturen zwischen Ventilsitz und -teller eine Art Verschmelzung statt, bei der das Ventil in seiner Öffnungsbewegung winzige Stücke aus dem Sitzring herausreißt. Um diesen Vorgang der „adhäsiven Korrosion“ geht es übrigens, wenn von der „ventilschützenden“ Wirkung des bleihaltigen Kraftstoffs die Rede ist. Das Blei soll sich angeblich zwischen Ventil und Sitz legen und den Vorgang verhindern. Gesicherte Erkenntnisse liegen dazu allerdings nicht vor. Fest steht, daß sich das Ventil in den Sitz einarbeitet und dabei das Spiel verringert. Ebenfalls geringer wird

das Spiel, wenn sich etwa eine neue Zylinderkopfichtung im Lauf der Zeit „setzt“. Dieses Phänomen ist allerdings nur bei ohv-Motoren von Interesse, weil der verringerte Abstand zwischen Nockenwelle und Kipphebel am Stößel ausgeglichen werden muß. Größer wird das Spiel hingegen durch Abrieb an Ventilen, Nockenwellen, Stößeln, Kipphebeln und mechanischen Übertragungsteilen. Zu großes Ventilspiel ist weit weniger dramatisch als das Gegenteil, weil es sich durch das typische Tickergeräusch bemerkbar macht und deshalb zu erkennen ist, bevor ein nennenswerter Schaden entsteht. Als Faustregel gilt: Hörbares Ventilspiel ist allemal besser als gar keins!

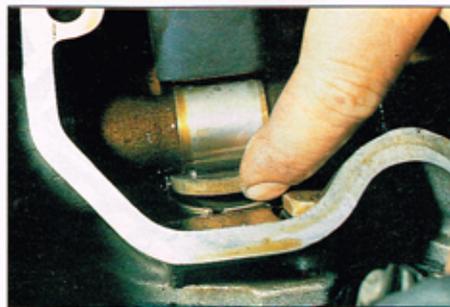
Je nachdem, mit welcher Ventilsteuerung der Motor ausgestattet ist, verläuft der eigentliche Einstellvorgang unterschiedlich. „Seitengesteuerte“ Motoren (englisch sv = side valve) wie etwa im Ford A haben seitlich am Motorblock eine Abdeckplatte, hinter der sich die stehenden Ventile mit ihren Spiralfedern verbergen. Nach dem Messen mit einer Fühlerlehre läßt sich der Stößel unter dem Ventil mit zwei Maulschlüsseln auf die richtige Länge einstellen. „Kopfgesteuerte“ Triebwerke (ohv = over head valve) haben ebenso wie die sv-Motoren eine untenliegende Nockenwelle, die sich von außen unsichtbar im Motorblock verbirgt. Die Ventile hängen allerdings parallel oder leicht versetzt im



Auch beim Fiat 124 Spider betätigen zwei Nockenwellen über Tassenstößel die Ventile.



Mit einem Spezialwerkzeug wird der Tassenstößel heruntergedrückt...



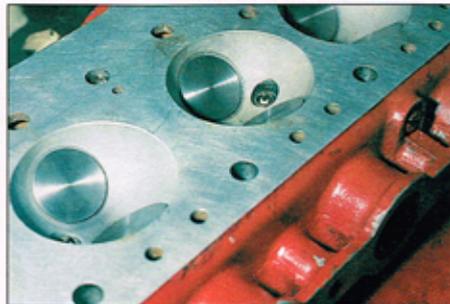
...um an die Einstellscheibe zu gelangen, die auf dem Stößel liegt. Die Nockenwellen bleiben drin!



Die Fiat-Einstellscheiben sind größer und schwerer als die von Alfa – nur im Rennsport spürbar.

Größe	Abmessung	Abmessung	Abmessung
Größe 1	Abmessung 2,150 mm	Abmessung 2,150 mm	Abmessung 2,150 mm
Größe 2	Abmessung 2,160 mm	Abmessung 2,160 mm	Abmessung 2,160 mm
Größe 3	Abmessung 2,170 mm	Abmessung 2,170 mm	Abmessung 2,170 mm
Größe 4	Abmessung 2,180 mm	Abmessung 2,180 mm	Abmessung 2,180 mm
Größe 5	Abmessung 2,190 mm	Abmessung 2,190 mm	Abmessung 2,190 mm
Größe 6	Abmessung 2,200 mm	Abmessung 2,200 mm	Abmessung 2,200 mm
Größe 7	Abmessung 2,210 mm	Abmessung 2,210 mm	Abmessung 2,210 mm
Größe 8	Abmessung 2,220 mm	Abmessung 2,220 mm	Abmessung 2,220 mm
Größe 9	Abmessung 2,230 mm	Abmessung 2,230 mm	Abmessung 2,230 mm
Größe 10	Abmessung 2,240 mm	Abmessung 2,240 mm	Abmessung 2,240 mm
Größe 11	Abmessung 2,250 mm	Abmessung 2,250 mm	Abmessung 2,250 mm
Größe 12	Abmessung 2,260 mm	Abmessung 2,260 mm	Abmessung 2,260 mm
Größe 13	Abmessung 2,270 mm	Abmessung 2,270 mm	Abmessung 2,270 mm
Größe 14	Abmessung 2,280 mm	Abmessung 2,280 mm	Abmessung 2,280 mm
Größe 15	Abmessung 2,290 mm	Abmessung 2,290 mm	Abmessung 2,290 mm
Größe 16	Abmessung 2,300 mm	Abmessung 2,300 mm	Abmessung 2,300 mm
Größe 17	Abmessung 2,310 mm	Abmessung 2,310 mm	Abmessung 2,310 mm
Größe 18	Abmessung 2,320 mm	Abmessung 2,320 mm	Abmessung 2,320 mm
Größe 19	Abmessung 2,330 mm	Abmessung 2,330 mm	Abmessung 2,330 mm
Größe 20	Abmessung 2,340 mm	Abmessung 2,340 mm	Abmessung 2,340 mm
Größe 21	Abmessung 2,350 mm	Abmessung 2,350 mm	Abmessung 2,350 mm
Größe 22	Abmessung 2,360 mm	Abmessung 2,360 mm	Abmessung 2,360 mm
Größe 23	Abmessung 2,370 mm	Abmessung 2,370 mm	Abmessung 2,370 mm
Größe 24	Abmessung 2,380 mm	Abmessung 2,380 mm	Abmessung 2,380 mm
Größe 25	Abmessung 2,390 mm	Abmessung 2,390 mm	Abmessung 2,390 mm
Größe 26	Abmessung 2,400 mm	Abmessung 2,400 mm	Abmessung 2,400 mm
Größe 27	Abmessung 2,410 mm	Abmessung 2,410 mm	Abmessung 2,410 mm
Größe 28	Abmessung 2,420 mm	Abmessung 2,420 mm	Abmessung 2,420 mm
Größe 29	Abmessung 2,430 mm	Abmessung 2,430 mm	Abmessung 2,430 mm
Größe 30	Abmessung 2,440 mm	Abmessung 2,440 mm	Abmessung 2,440 mm
Größe 31	Abmessung 2,450 mm	Abmessung 2,450 mm	Abmessung 2,450 mm
Größe 32	Abmessung 2,460 mm	Abmessung 2,460 mm	Abmessung 2,460 mm
Größe 33	Abmessung 2,470 mm	Abmessung 2,470 mm	Abmessung 2,470 mm
Größe 34	Abmessung 2,480 mm	Abmessung 2,480 mm	Abmessung 2,480 mm
Größe 35	Abmessung 2,490 mm	Abmessung 2,490 mm	Abmessung 2,490 mm
Größe 36	Abmessung 2,500 mm	Abmessung 2,500 mm	Abmessung 2,500 mm
Größe 37	Abmessung 2,510 mm	Abmessung 2,510 mm	Abmessung 2,510 mm
Größe 38	Abmessung 2,520 mm	Abmessung 2,520 mm	Abmessung 2,520 mm
Größe 39	Abmessung 2,530 mm	Abmessung 2,530 mm	Abmessung 2,530 mm
Größe 40	Abmessung 2,540 mm	Abmessung 2,540 mm	Abmessung 2,540 mm
Größe 41	Abmessung 2,550 mm	Abmessung 2,550 mm	Abmessung 2,550 mm
Größe 42	Abmessung 2,560 mm	Abmessung 2,560 mm	Abmessung 2,560 mm
Größe 43	Abmessung 2,570 mm	Abmessung 2,570 mm	Abmessung 2,570 mm
Größe 44	Abmessung 2,580 mm	Abmessung 2,580 mm	Abmessung 2,580 mm
Größe 45	Abmessung 2,590 mm	Abmessung 2,590 mm	Abmessung 2,590 mm
Größe 46	Abmessung 2,600 mm	Abmessung 2,600 mm	Abmessung 2,600 mm
Größe 47	Abmessung 2,610 mm	Abmessung 2,610 mm	Abmessung 2,610 mm
Größe 48	Abmessung 2,620 mm	Abmessung 2,620 mm	Abmessung 2,620 mm
Größe 49	Abmessung 2,630 mm	Abmessung 2,630 mm	Abmessung 2,630 mm
Größe 50	Abmessung 2,640 mm	Abmessung 2,640 mm	Abmessung 2,640 mm
Größe 51	Abmessung 2,650 mm	Abmessung 2,650 mm	Abmessung 2,650 mm
Größe 52	Abmessung 2,660 mm	Abmessung 2,660 mm	Abmessung 2,660 mm
Größe 53	Abmessung 2,670 mm	Abmessung 2,670 mm	Abmessung 2,670 mm
Größe 54	Abmessung 2,680 mm	Abmessung 2,680 mm	Abmessung 2,680 mm
Größe 55	Abmessung 2,690 mm	Abmessung 2,690 mm	Abmessung 2,690 mm
Größe 56	Abmessung 2,700 mm	Abmessung 2,700 mm	Abmessung 2,700 mm
Größe 57	Abmessung 2,710 mm	Abmessung 2,710 mm	Abmessung 2,710 mm
Größe 58	Abmessung 2,720 mm	Abmessung 2,720 mm	Abmessung 2,720 mm
Größe 59	Abmessung 2,730 mm	Abmessung 2,730 mm	Abmessung 2,730 mm
Größe 60	Abmessung 2,740 mm	Abmessung 2,740 mm	Abmessung 2,740 mm
Größe 61	Abmessung 2,750 mm	Abmessung 2,750 mm	Abmessung 2,750 mm
Größe 62	Abmessung 2,760 mm	Abmessung 2,760 mm	Abmessung 2,760 mm
Größe 63	Abmessung 2,770 mm	Abmessung 2,770 mm	Abmessung 2,770 mm
Größe 64	Abmessung 2,780 mm	Abmessung 2,780 mm	Abmessung 2,780 mm
Größe 65	Abmessung 2,790 mm	Abmessung 2,790 mm	Abmessung 2,790 mm
Größe 66	Abmessung 2,800 mm	Abmessung 2,800 mm	Abmessung 2,800 mm
Größe 67	Abmessung 2,810 mm	Abmessung 2,810 mm	Abmessung 2,810 mm
Größe 68	Abmessung 2,820 mm	Abmessung 2,820 mm	Abmessung 2,820 mm
Größe 69	Abmessung 2,830 mm	Abmessung 2,830 mm	Abmessung 2,830 mm
Größe 70	Abmessung 2,840 mm	Abmessung 2,840 mm	Abmessung 2,840 mm
Größe 71	Abmessung 2,850 mm	Abmessung 2,850 mm	Abmessung 2,850 mm
Größe 72	Abmessung 2,860 mm	Abmessung 2,860 mm	Abmessung 2,860 mm
Größe 73	Abmessung 2,870 mm	Abmessung 2,870 mm	Abmessung 2,870 mm
Größe 74	Abmessung 2,880 mm	Abmessung 2,880 mm	Abmessung 2,880 mm
Größe 75	Abmessung 2,890 mm	Abmessung 2,890 mm	Abmessung 2,890 mm
Größe 76	Abmessung 2,900 mm	Abmessung 2,900 mm	Abmessung 2,900 mm
Größe 77	Abmessung 2,910 mm	Abmessung 2,910 mm	Abmessung 2,910 mm
Größe 78	Abmessung 2,920 mm	Abmessung 2,920 mm	Abmessung 2,920 mm
Größe 79	Abmessung 2,930 mm	Abmessung 2,930 mm	Abmessung 2,930 mm
Größe 80	Abmessung 2,940 mm	Abmessung 2,940 mm	Abmessung 2,940 mm
Größe 81	Abmessung 2,950 mm	Abmessung 2,950 mm	Abmessung 2,950 mm
Größe 82	Abmessung 2,960 mm	Abmessung 2,960 mm	Abmessung 2,960 mm
Größe 83	Abmessung 2,970 mm	Abmessung 2,970 mm	Abmessung 2,970 mm
Größe 84	Abmessung 2,980 mm	Abmessung 2,980 mm	Abmessung 2,980 mm
Größe 85	Abmessung 2,990 mm	Abmessung 2,990 mm	Abmessung 2,990 mm
Größe 86	Abmessung 3,000 mm	Abmessung 3,000 mm	Abmessung 3,000 mm
Größe 87	Abmessung 3,010 mm	Abmessung 3,010 mm	Abmessung 3,010 mm
Größe 88	Abmessung 3,020 mm	Abmessung 3,020 mm	Abmessung 3,020 mm
Größe 89	Abmessung 3,030 mm	Abmessung 3,030 mm	Abmessung 3,030 mm
Größe 90	Abmessung 3,040 mm	Abmessung 3,040 mm	Abmessung 3,040 mm
Größe 91	Abmessung 3,050 mm	Abmessung 3,050 mm	Abmessung 3,050 mm
Größe 92	Abmessung 3,060 mm	Abmessung 3,060 mm	Abmessung 3,060 mm
Größe 93	Abmessung 3,070 mm	Abmessung 3,070 mm	Abmessung 3,070 mm
Größe 94	Abmessung 3,080 mm	Abmessung 3,080 mm	Abmessung 3,080 mm
Größe 95	Abmessung 3,090 mm	Abmessung 3,090 mm	Abmessung 3,090 mm
Größe 96	Abmessung 3,100 mm	Abmessung 3,100 mm	Abmessung 3,100 mm
Größe 97	Abmessung 3,110 mm	Abmessung 3,110 mm	Abmessung 3,110 mm
Größe 98	Abmessung 3,120 mm	Abmessung 3,120 mm	Abmessung 3,120 mm
Größe 99	Abmessung 3,130 mm	Abmessung 3,130 mm	Abmessung 3,130 mm
Größe 100	Abmessung 3,140 mm	Abmessung 3,140 mm	Abmessung 3,140 mm

Wer sich nicht ein großes Sortiment an Scheiben anschaffen will, muß bestellen – und warten.

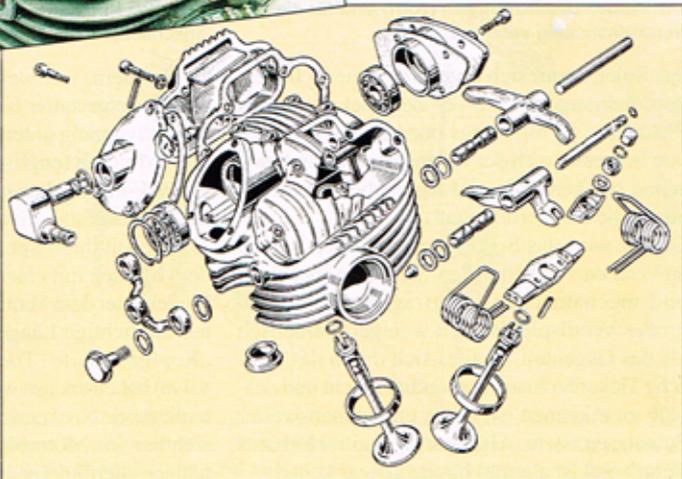
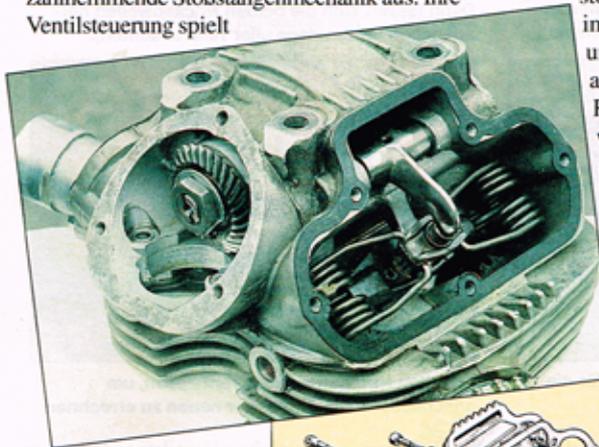


Halbkugelförmige Brennräume galten lange als ideal. Hier der Zylinderkopf eines MGA Twin Cam.

Zylinderkopf. Die Verbindung von unten nach oben kommt durch lange Stößel zustande. In den meisten Fällen befindet sich an der Stößelseite des Kipphebels eine Madenschraube samt Kontermutter, mit der das Spiel eingestellt wird. Gemessen wird mit der Fühlerlehre allerdings auf der anderen Seite, zwischen Kipphebel und Ventil.
Motoren mit oberliegender Nockenwelle (ohc = over head camshaft) kommen ohne die drehzahlhemmende Stoßstangenmechanik aus. Ihre Ventilsteuerung spielt

sich über Kipphebel (V-förmig hängende Ventile), Schlepphebel oder Tassenstößel direkt im Zylinderkopf ab. Das Spiel wird entweder über Distanzplättchen oder, je nach Hersteller, an den Übertragungshebeln eingestellt. Als sportlichste Ventilsteuerung gelten seit 1906 die zwei oberliegenden Nockenwellen (dohc = double over head camshaft). Sie ermöglichen V-förmig hängende Ventile und ein Minimum an Übertragungsteilen. Lediglich ein Tassenstößel und ein Einstellplättchen liegen im Optimalfall zwischen Nockenwelle und Ventil. Erkauft wird diese sehr exakte Steuerung mit einem Riesenaufwand beim Einstellen, den wir am Beispiel eines Alfa-Motors auf diesen Seiten dokumentiert haben. Der eingangs erwähnte Jaguar arbeitet nach dem gleichen System. Daß es mit dem Einstellen bei Zwillingnockenwellen auch einfacher geht, beweisen wir übrigens am Beispiel Fiat 124 Spider, bei

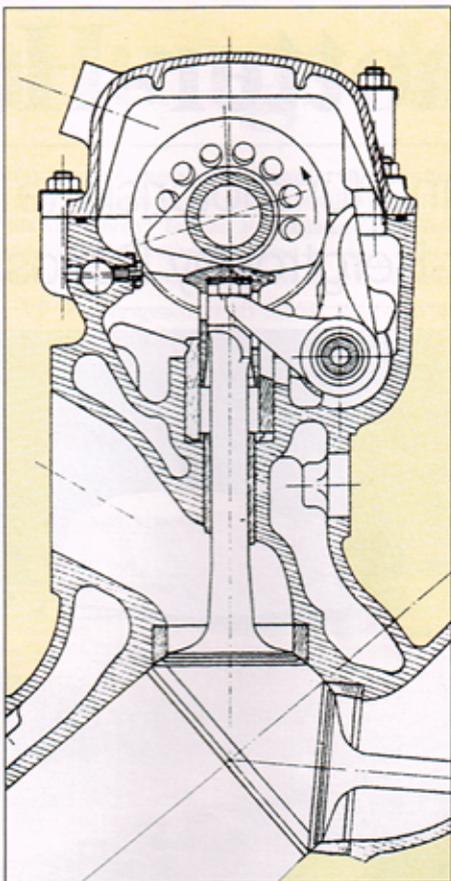
dem die Nockenwellen zum Ventileinstellen nicht ausgebaut werden müssen – ein spezieller Tassenstößel macht's möglich. Bis auf wenige Ausnahmen, auf die wir nicht im Detail eingehen können, wird das Ventilspiel bei kaltem Motor eingestellt. Dazu müssen die Übertragungsteile an der stumpfen Seite (dem Grundkreis) des jeweiligen Nockens anliegen – das Ventil muß also völlig geschlossen sein. Bei Motoren mit oberliegenden Nockenwellen ist dies prima zu sehen, während man die Stellung von untenliegenden Nockenwellen anhand einiger Indizien ermitteln muß: Der obere Totpunkt des ersten Zylinders ist üblicherweise auf der Keilriemenscheibe der Kurbelwelle markiert. Da sich die Kurbelwelle jedoch doppelt so schnell dreht wie die Nockenwelle, gibt es für diese OT-Markierung zwei Möglichkeiten: Entweder sind die Ventile des ersten Zylinders leicht geöffnet (Überschneidung) oder völlig geschlossen. Bei einem typischen Vierzylinder-Reihenmotor (Zündfolge 1-3-4-2) befinden sich jeweils zwei Zylinder gleichzeitig im oberen Totpunkt (1/4 und 2/3). Einstellen läßt sich aber nur derjenige, der sich in Zündposition (Ventile geschlossen) befindet. Der Übersichtlichkeit halber sollten Sie mit dem ersten Zylinder anfangen. Dazu drehen Sie die Kurbelwelle mit einem großen Schraubenschlüssel solange in der üblichen Drehrichtung, bis die OT-Markierung erscheint und die Ventile des ersten Zylinders geschlossen sind. Dann können Sie das Spiel mit der Fühlerlehre messen. Wo das dünne Metallblatt dabei eingeschoben werden muß, bestimmt der Hersteller. Verwenden Sie zum Einstellen zwei verschiedene Blätter: Eines mit dem korrekten Wert und eines, das 0,05 mm dicker ist. Beträgt der korrekte Wert zum Beispiel 0,20 mm, darf sich ein 0,25-mm-Blatt nicht mehr einführen lassen. Den Einstellvorgang haben wir hier für einige Systeme im Bild dargestellt.



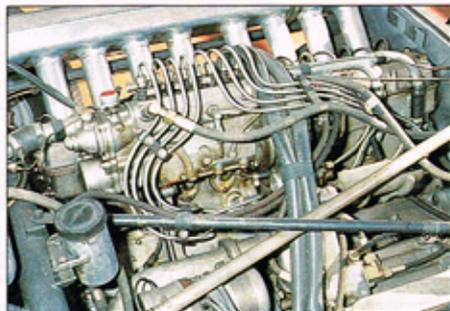
Legendärer Außenseiter: Ducati baut zwangstgesteuerte Ventile in Serie. Bei der Desmodromik wird das Ventil über Steuernocken geöffnet und geschlossen. Die Feder dient nur als Starterleichterung.

Die Ventile der übrigen Zylinder werden nach der Zündfolge eingestellt. Bei der Suche nach dem oberen Totpunkt der nicht markierten Zylinder hilft entweder ein Blick unter die Verteilerkappe oder eine simple Eselsbrücke: Die Summe der „zusammengehörigen“ Zylinder beträgt beim Vierzylinder immer fünf. Also: $1+4 = 5$ oder $2+3 = 5$. Befindet sich nun der zweite Zylinder in der Überschneidung (beide Ventile leicht geöffnet), kann man den dritten Zylinder einstellen und umgekehrt. Leider ist dieses System nicht auf alle Sechszylinder- oder gar Achtzylinder-Reihenmotoren übertragbar, weil es verschiedene Kurbelwellenkröpfungen gibt. Auch V-Motoren sind wegen des ungleichmäßigen Hubzapfenversatzes so nicht in den Griff zu bekommen. Bei diesen Maschinen zeigt der Verteilerfinger an, welcher Zylinder sich im „Zünd-OT“ befindet und eingestellt werden kann (folgen Sie einfach dem Zündkabel). Wie auf den Bildern und Zeichnungen zu sehen ist, müssen die Besitzer von dohc-Triebwerken für ihre Sportambitionen schwer arbeiten – oder arbeiten lassen. Entschädigt werden sie dafür gleich dreifach: Erstens gibt es kaum eine exaktere Ventilsteuerung, zweitens läßt sich bei diesen Motoren im Handumdrehen eine schärfere Nockenwelle ein- und ausbauen und drittens ist es ein herrliches Gefühl, wenn man am Sonntagabend auf dem Sofa sitzt und ein kleines Meisterwerk vollbracht hat.

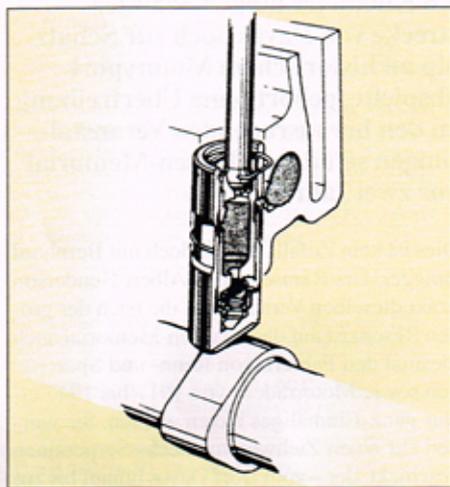
Peter Steinfurth



Die desmodromische Ventilsteuerung fand sich keineswegs nur in Motorrädern (Mercedes W196).

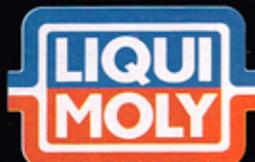


Dohc-Desmodromik und Direkteinspritzung: der Aufwand lohnte sich nur in der Formel 1 (W196).



Moderne Zeiten: Duch Hydrostößel entfällt bei heutigen Motoren das Einstellen völlig.

GEWINNEN SIE MIT



FÜR DEN PERFEKTEN ÖLWECHSEL.

Wenn Sie diese Fragen richtig beantworten, nehmen Sie am Großen Gewinnspiel teil:

1. Liqui Moly MotorClean wird dem Motorenöl
 - vor dem Ölwechsel
 - während des Ölwechsels
 - nach dem Ölwechsel zugegeben.
2. Liqui Moly MotorProtect hat eine Langzeitwirkung für _____ km.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Die richtigen Antworten bitte auf eine Postkarte schreiben und an Liqui Moly GmbH, Postfach 28 29, 89018 Ulm, senden. Viel Glück.



**1. Preis:
1 Jaguar E,
Baujahr '64**

im Wert von ca. 100.000 DM und weitere 100 Preise aus unserem Produktprogramm. Teilnahme-schluß ist der 31. 1. 96.