

öffnet und schließt jetzt die beiden Ventile genau im richtigen Moment. Nur die Erhebungskurven sind nicht ganz die gleichen.

Mit der Erhebungskurve hat es eine eigene Bewandnis. Die Zeiten, die das Ventil geöffnet ist, sind begrenzt, denn man will im Zylinder sowohl den Arbeits- wie den Kompressionshub möglichst weitgehend nutzen; das Auslaßventil darf also nicht zu früh geöffnet und das Einlaßventil nicht zu spät geschlossen werden. Auch sollen die Ventile nicht zu groß sein; denn je größer sie werden, um so schwerer sind sie dicht zu halten. Andererseits muß aber auch der Gaswechsel recht schnell erfolgen — denn das bringt Drehzahl, und die Drehzahl Leistung. Um also durch ein Ventil bestimmter Größe in kurzer Zeit möglichst viel Gas hindurchzubringen, muß es so schnell wie möglich seinen vollen Hub erreichen und ebenso geschwind auch wieder zugehen.

Geschwindigkeit ist keine Hexerei; aber sie zu erzeugen, setzt Beschleunigung voraus, und hohe Beschleunigung verlangt entsprechend große Kraft. Hohe Beschleunigung beim Öffnen bedeutet also starke Beanspruchung der Nockenbahn (übrigens noch ein weiterer Grund, kleine und daher leichte Ventile zu verwenden und ihren Hub auch nicht zu groß zu machen). Hohe Beschleunigung beim Schließen erfordert aber eine starke Feder, weil sonst der Stößel von dem Nocken abspringt und auch das Ventil sich selbständig macht; das kann ihm selbst und auch dem Kolben schlecht bekommen. Das Spannen dieser starken Feder belastet aber wiederum die Nockenbahn.

Die Kunst des Konstrukteurs besteht nun darin, durch geschickte Formung des Nockens und der Stößelrundung eine Ventil-Erhebungskurve auszufüllen, die — bei geringster Materialbeanspruchung — so lang wie möglich möglichst viel Ventilquerschnitt freigibt.

Einlaß- und Auslaß-Nocken haben beim VW die gleiche Form; das „Steuerdiagramm“ ist also, wie man sagt, symmetrisch. Das muß nicht so sein, vereinfacht aber die Herstellung der Nockenwelle, für die man so nur einen „Urnocken“ als Schleifschablone braucht.

Für die Montage sind an den Antriebsrädern Zeichen angebracht; steckt man sie mit den markierten Zähnen ineinander, stimmen die Steuerzeiten — falls man sich nicht um eine volle Kurbelwellendrehung täuscht! Dann funkt die Zündung in den Auspufftakt, und es ist kein Wunder, wenn der Motor nicht läuft.

Irren ist aber nun leider allzu menschlich, und es kann schon einmal passieren, daß im Eifer des Gefechts die Steuerräder falsch zusammenkommen. Dann hat der Motor ungewöhnlich schlechte Leistung, ohne daß äußerlich ein Grund dafür erkennbar wäre. Hier kann es ausnahmsweise einmal nötig werden, die Öffnungszeiten der Ventile nachzuprüfen, wobei jedoch auf dreierlei zu achten ist:

- \* Der Motor muß kalt sein (Außentemperatur  $+20^{\circ}\text{C}$ ).
- \* Zunächst muß an dem dafür ausersehenen Zylinder — es genügt ja einer — das Spiel am Ventil auf einen vollen Millimeter vergrößert werden (dies nur, um einen Irrtum durch den „Vornocken“ auszuschließen, der lediglich zum Überbrücken des Betriebspiels dient).
- \* Dann aber muß man sich darüber klar sein, daß ja der Kolben nicht etwa schon im oberen Totpunkt steht, wenn sich die Kerbe in der großen Riemen-scheibe mit der Gehäusefuge deckt! Bei Totpunktlage ist sie vielmehr bereits um  $5^{\circ}$  bzw.  $7,5^{\circ}$  weiter nach rechts gewandert, je nachdem, ob man die 25- oder die 30-PS-Maschine vor sich hat.

Und hier die Steuerzeiten (25 bzw. 30 PS):  
Einlaß öffnet  $2^{\circ} 30'$  vor oberem Totpunkt  
schließt  $37^{\circ} 30'$  nach unterem Totpunkt  
Auslaß öffnet  $37^{\circ} 30'$  vor unterem Totpunkt  
schließt  $2^{\circ} 30'$  nach oberem Totpunkt.  
Anschließend muß man dann das Spiel natürlich wieder auf  $1/10$  mm bringen!  
Nockenwelle, Stößel und Ventile sind aus Stahl; die Gleitflächen der Stößel und der Nocken sind gehärtet. Die Auslaß-Ventile nehmen insofern eine Sonderstellung ein, als sie aus besonders hitzefestem Material bestehen. Bei Vollgas erreichen sie nämlich rund  $800^{\circ}$ , und wenn man sie da durchs Auspuffloch betrachten könnte, sähe man Hut und Stielansatz mit leichtem Grausen rot leuchten wie bei einem Fliegenpilz. Trotzdem darf sich der Ventilstahl nicht zersetzen, auch nicht, wenn Bleiverbindungen im Kraftstoff sind. Diese vor allem

## Quelle VW ABC 3. Folge

erwiesen sich als ganz besonders angriffslustig, und es gelang erst, sie in Schach zu halten, als der Ventilrand mit einer Auflage aus Hartmetall gepanzert wurde.

Das Antriebszahnrad ist auf der Nockenwelle festgenietet; es war im Laufe der Jahre mehrfachen Änderungen unterworfen. Erst bestand es aus Leichtmetall, dann kam ein Hartgewebe-Zahnkranz drauf — als Zugeständnis an die Ohren anspruchsvoller Fahrer. Das Hartgewebe war aber sehr empfindlich für korrektes Spiel, und zu affige Hitze war ihm auch nicht sympathisch. Infolgedessen kehrte man schließlich wieder zum Leichtmetall zurück, das jetzt bei sämtlichen Motoren zur Verwendung kommt.

Für die, die wissen wollen, was für ein Rad sich in den Eingeweiden ihres Motors dreht, hier der genaue Zeitplan dieser Änderungen: Seit 21. 3. 51 (Motor-Nr. 287661) zunächst teilweise, später laufend, jedoch zunächst nur bei EXPORT: Nockenwellenrad mit Hartgewebe-Zahnkranz; Kennzeichnung der betreffenden Motoren durch weißes „A“ auf Kühlgebläse oder eingeschlagenes „A“ unter der Motor-Nr. Seit 1. 12. 55 (Motor-Nr. 1231475) erhalten 60.000 Wagen der EXPORT-Ausführung statt Hartgewebe- wieder Leichtmetall-Räder; Kennzeichen: doppeltes weißes VW-Zeichen am Kühlgebläse.

Seit 21. 8. 56 (Motor-Nr. 1518878): nunmehr für alle Typen Nockenwellenrad aus Leichtmetall.

Nocken und Stößellaufbahn werden durch Schleuderöl geschmiert, also durch Öl, das von den Lagerzapfen wegfließt; die Stößelführung ist dagegen an den Druck-Ölkreislauf angeschlossen. Das Öl kriecht durch ein Loch in den hohlen Stößel hinein und steigt darin hoch bis zur Kipphebelpanne, an der es austritt und den Hebel mitversorgt. Von da fliegt es ab und läuft dann durch natürliches Gefälle durch die Stößelschutzrohre wieder ins Kurbelgehäuse zurück. Im Innern der Stößel sitzt ein dünnes Buchenstäbchen, das das Emporfördern des Öles unterstützt. \*)

Alles, was man als treusorgender Fahrer oder Halter zum Wohlergehen von Nocken und Ventilen unternehmen kann, ist deshalb, daß man regelmäßig das Ventilspiel

prüft. Unbedingt zu vermeiden ist zu kleines Spiel, denn die Ventile müssen vor allen Dingen richtig schließen können. Nur so ist aus dem teuer verstellten Zylinderhubraum ein Optimum an Leistung zu gewinnen; nur so aber auch sind die Ventile in der Lage, die aufgenommene Wärme wieder loszuwerden, die sich im wesentlichen durch den Sitz davonmacht.

Wie jeder Körper aus Metall dehnen sich die Ventile beim Erwärmen aus — besonders stark natürlich auf der Auslaßseite. Ihr Schaft wird länger, und man sollte meinen, daß so das Spiel allmählich immer kleiner wird. Doch nicht nur die Ventile, auch die Zylinderköpfe werden warm und gehen auf wie Hefeteig im Ofen. Wohl oder übel müssen die Kipphebel da mit und werden dadurch vor den Ventilen hergetragen. Noch andere Teile der Maschine dehnen sich, und der Erfolg ist schließlich der, daß in der Tat beim heißen Motor das Spiel nicht kleiner, sondern größer wird. Dadurch wird die Maschine in warmem Zustand freilich lauter; doch hat man so auf alle Fälle die Gewißheit, daß — wenn bei kaltem Motor Spiel vorhanden war — bei Vollgas den Ventilen nichts geschehen kann. Nur muß man sich hüten, den Motor sinnlos hochzujagen, weil sonst — siehe oben — die Nocken die Ventile in die Gegend feuern und diese — in die Gegenwart zurückgekehrt — den Sitz zerschlagen, sich strecken und am Ende undicht werden. Bläst aber erst einmal an einer Stelle Brenngas durch den Sitz, dann ist der Zeitpunkt abzusehen, wo er verbrennt und das Ventil erledigt ist.

\*) Der „neue“ Motor, mit dem seit August 1960 nun auch die Pkw das Band verlassen, weicht in mancherlei Hinsicht von seinen Vorgängern im Amte ab. Das zeigt sich gerade auch bei den Ventilen und ihrem Antriebsmechanismus. So liegen dort nunmehr alle acht Stößel in der gleichen Ebene, die Stoßstangen haben sich selbständig gemacht und ihre Neigung ist flacher geworden (auch die Holzstäbchen fehlen jetzt). Dafür sind jetzt auch die Ventile schräg gestellt, und ihre Schäfte wurden verstärkt und ihr Durchmesser vergrößert. Im großen ganzen aber hat man die altbewährte Konzeption des Motors beibehalten.