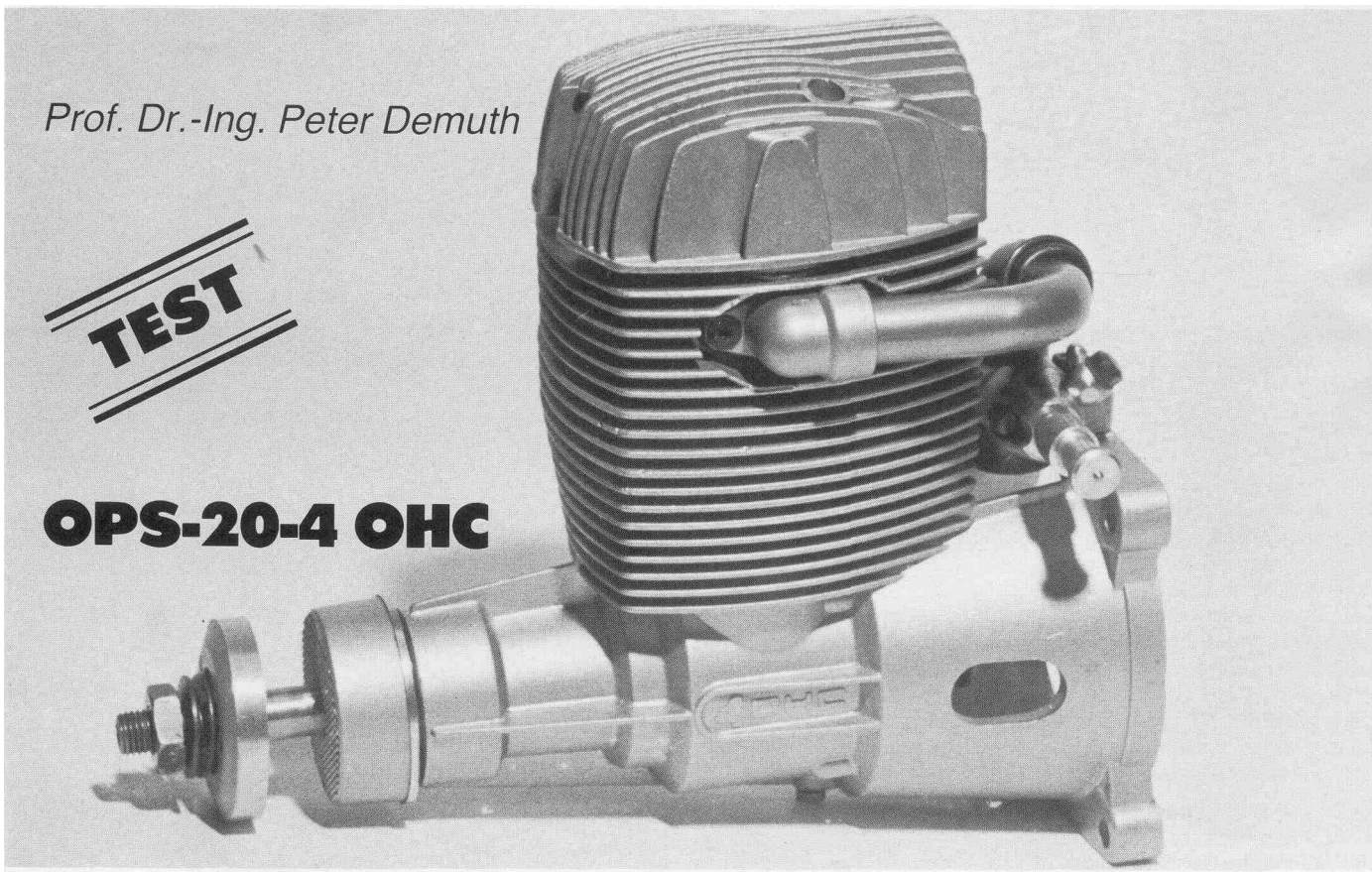


Seit einigen Jahren schon bereitet sich OPS auf die Herstellung eines Viertakt-Modellverbrennungsmotors vor. Konstruktionsziel war es, einen Rennmotor mit Ventilsteuerung des Gaswechsels zu bauen, der sich neben den bekannten Zweitakt-Rennmotoren dieses Herstellers sehen lassen kann. Streckenweise half bei der Konstruktion dieses Motors ein italienischer Motorradmotorkonstrukteur. Teilweise flössen aber auch Erfahrungen und Konstruktionsrichtlinien des Zweitakt-Modellmotorenherstellers in die Auslegung des Motors ein. Herausgekommen ist ein leistungsstarker Viertaktmotor mit oben liegender Nockenwelle, Kipphebelsteuerung der schräg hängenden Ventile, äußerlich durch großflächige Kühlrippen gewichtig wirkend. Der Hersteller hat den Motor auf der diesjährigen Spielwarenmesse in Nürnberg auch noch als in der Bohrung und Hub reduzierten 15-cm-Motor angekündigt, bei dem dann das äußere Bild noch ungewohnter sein wird.

Der OPS 20-cm^3-Viertaktmotor hat einen an das Kurbelgehäuse angegossenen Motorträger. Der Motor kann also nur stirnseitig an einen ausreichend dimensionierten Motorflansch montiert werden. Das Lochbild der Befestigungsschrauben (M5) ist 60 mm x 60 mm. Innerhalb dieses Motorträgerteiles läuft der Zahnriemen für den Nokkenantrieb, und aus diesem Raum saugt der Vergaser auch an. Leider ist keine Abflußöffnung im Gehäuse vorgesehen, so daß sich eventuell durch Kraftstoff aus dem Vergaser und Lecköl aus dem Kurbelgehäuse ein „zweiter Ölsumpf" bilden kann. Es ist anzuraten, hier doch einen Drainagenippel anzubauen.

Das Kurbelgehäuse ist sehr dickwandig und robust ausgelegt und würde in seinen Abmessungen eher einem 30-cm^3-Motor anstehen. Sehr groß sind die Kühlrippen ausgefallen, so daß der Motor eher „unterkühlt" ist. Er wäre mit dieser großen Kühlfläche sicher der geeignetste Motor für Hubschraubermodelle mit beschränkter Kühlluftführung oder für ganz verkleideten Motoreinbau bei Scale-Modellen.

Die Kühlrippen sind hinten bis seitlich von dem Zahnriemen verlängert. Über die oben liegende Nockenwelle ist ein Kühlrippenteil als Abdeckung geschraubt. Sicher ist der Wärmeübergang vom Zylinderkopf zu diesem Kühlrippenteil durch die Dichtungen erschwert, so daß dieses Kühlrippenteil eher einen Staubschutz für den Nockenantrieb darstellt.

Als Vergaser ist, wie es sich für einen Rennmotor gehört, ein Schiebervergaser hinten zwischen dem Zahnriemen montiert. Angesaugt wird aus dem Motorträgerfreiraum. Leider sind die seitlichen Öffnungen so schmal geraten, daß zum Ansaugen kein noch so kleiner Finger bis zum Vergaser gelangen kann. Eine Choke-Klappe ist auch nicht vorhanden, so daß das Anwerfen des Motors trickreich werden kann. Über einen Gummikrümmer gelangt das Ansauggemisch durch ein Edelstahlrohr mit 10 mm Innendurchmesser seitlich zum Zylinderkopf. Hier wird das Ansauggemisch scharfkantig um 90° in einem Gußflansch umgelenkt und endet schräg auf dem Ventil-Gaskanal. Diese Gasführung ist ein Kompromiß an Baubreite und Rennmotorenauslegung. Ein weniger scharf am Zylinderkopf umgelenkter Gaskanal würde sicher noch einige Watt aus dem Motor locker machen, und so wie bei dem Mustermotor der Vergaser angeordnet ist, dürfte der ganze Ansaugteil wenig brauchbar für die Praxis sein.

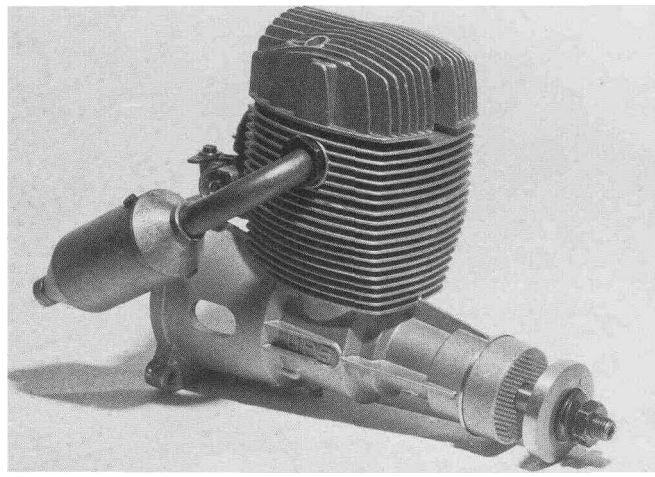
Die Kurbelwelle ist in zwei normalen Rillenkugellagern der Reihe 62 gelagert. Auch hier könnten Kugellager mit Novotex-Käfigen zum noch leichteren Lauf des Motors und zu „mehr" Rennmotor beitragen.

Der Kurbelzapfen ist abgesetzt und greift in einen Mitnehmerabtrieb für das hinten im Motorträger liegende Zahnriemenritzel ein. Gelagert ist diese Antriebswelle in zwei Nadellagern, leider mit reichlich Lagerluft von gut $^5/_{100}$ mm, so daß sich das Zahnriemenritzel einige Winkelminuten schräg stellen kann. Die gleiche Nadellagerung ist in der Nockenwelle im Zylinderkopf, weshalb sich das Antriebsrad der Nockenwelle auch etwas schräg stellen kann. Das Ergebnis ist, daß der Zahnriemen immer nach hinten herauslaufen will und so am Führungsbord des Antriebsritzels scheuernd anläuft. Dies geht natürlich mit merklichen Reibungsverlusten einher und mindert die Motorleistung unnötig. Eine

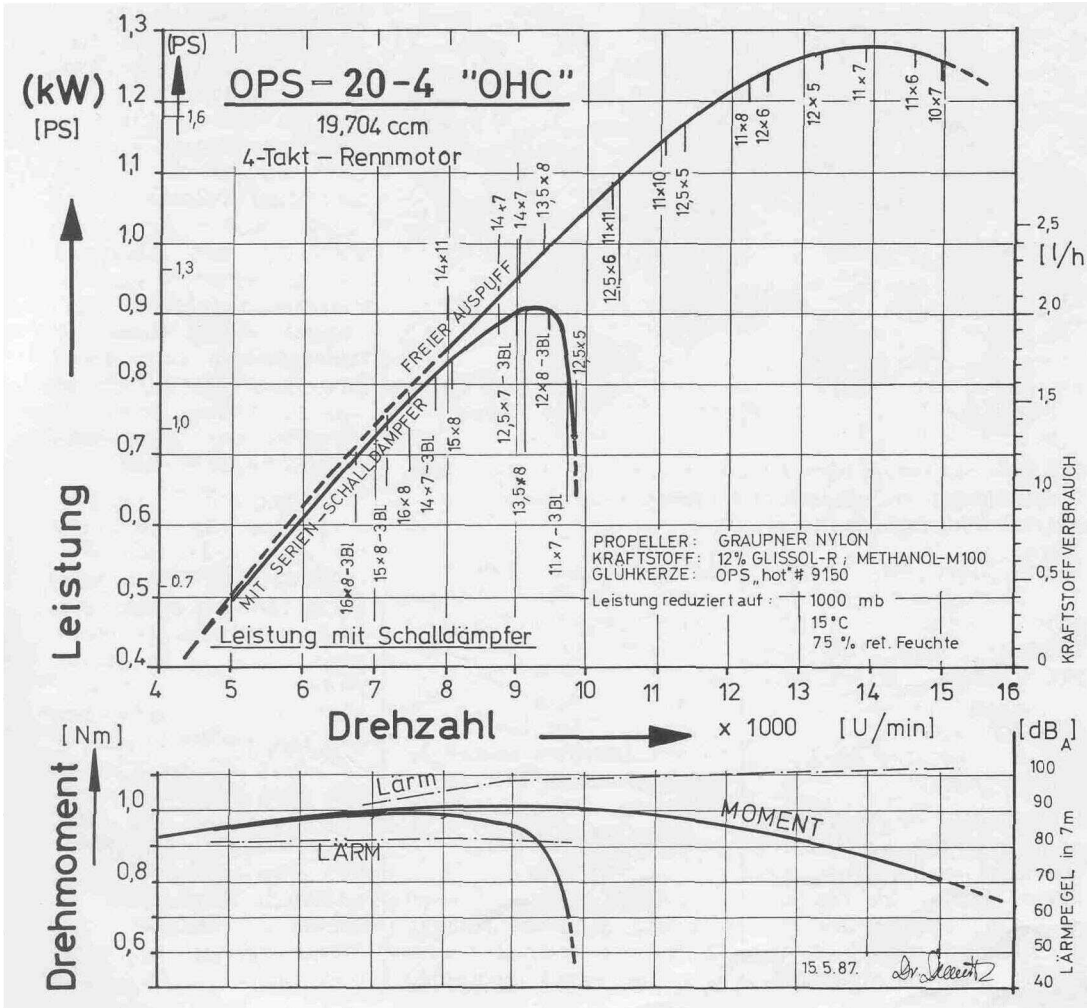
Lagerung in Rilienkugellagern wäre auch hier besser und reibungsärmer.

Interessant ist die Lagerung des unteren Pleuellagers. Hier wird ein Nadellager verwendet. Die kleinen Nadeln laufen direkt auf dem gehärteten und geschliffenen Zapfen der Kurbelwelle. Ein Wälzlagerring ist in den allseitig zerspanend bearbeiteten Alupleuel eingepreßt. Die Montage und Demontage des Motors ist an dieser Stelle ein Geduldsspiel. Der Kolben kann nur aus dem Kurbelgehäuse ausgebaut werden, wenn man dieses Nadellager im Pleuel zerlegt oder bei der Wiedermontage jede Nadel einzeln in das Lager einschiebt! Unverständlich ist, daß der Kolbenbolzen direkt im Pleuel ohne Bronzebuchse oder einem zweiten Nadellager läuft. Mit Rücksicht auf eine wünschenswerte geringe Ölmenge im Kraftstoff zur Ventil- und Zylinderschmierung (dafür reichen ca. 1 bis 2 % Ölanteil!) sollte auch das obere Pleuellager ein vollnadeliges Nadellager sein! Der Zylinder aus Messing ist innen hartverchromt und geschliffen. Der Kolben ist aus übereutektischem Kolbensilumin gegossen und hat einen Kolbenring. Leider ist die Aussparung für den Kolbenbolzen so hoch hinaufgezogen, daß kein Bauraum mehr für ein späteres Nachrüsten des Motors mit einem Ölabstreifring vorhanden ist. Der Kolben ist ähnlich dem Kolben des 30-cm^3-OPS-Zweitaktmotors, der auch 32 mm Bohrung hat. Der Kolbenbolzen aus gehärtetem Stahl ist auf einer Seite verschlossen, wie sonst bei Zweitaktmotoren mit rückwärtigem Auslaß üblich. Offensichtlich wurde dieses Bauteil aus der Zweitaktmotorenfertigung übernommen. Der Ventiltrieb erfolgt über eine oben im Zylinderkopf liegende Nokkenwelle mit zwei Nocken. Über Kipphebel werden die schräg hängenden Ventile geöffnet und durch kurze Federn wieder geschlossen. Im Prinzip ist diese Ventilsteuerung von den BMW-Automobilmotoren her bekannt und für Rennmotoren bestens geeignet. Allerdings hat OPS die Kipphebel über den Nocken flach gestaltet und symmetrische Nocken dagegen laufen lassen. So ergibt sich eine asymmetrische Ventilerhebungskurve, da der Berührpunkt zwischen Nocken und Kipphebel mal näher oder weiter von der Kipphebelachse entfernt liegt. So werden die Vorteile der geringen bewegten Masse dieser Steuerung wieder etwas verspielt. OPS sollte die Nockenform in dieser Hinsicht bei der Weiterentwicklung des Motors nochmals neu entwerfen und ändern. Zu ändern wäre dann auch noch gleich, daß der Angriffspunkt des Kipphebels zum Ventilschaft, bei Mittellage des Ventilhubes, keinen rechten Winkel zum Ventilschaft und zur Kipphebelachse bildet. So scheuert bei jedem Ventilhub der Kipphebelangriffspunkt über den Ventilschaft und gräbt sich dort eine Rille. Bei meinem Mustermotor war dieser Angriffspunkt ein kleines, kugelähnliches, scharfgratiges Endstück der Einstellschraube für das Ventilspiel, das dazu noch außermittig auf den Ventilschaft traf. So scheuerte sich eine Ringkerbe in den Ventilschaft ein, und das Ventil drehte sich, was zum guten „Einschleifen" der Ventilsitze im Zylinderkopf beiträgt. (Eigentlich eine gute Sache, dieses Drehen der Ventile, da sich dadurch keine Ölkohle einschlagen kann). Nicht gefallen hat mir die Lagerluft der Nockenwelle auf den eng beieinander liegenden Nadellagerstellen. Dadurch änderte sich das Ventilspiel am Auslaßventil um mehr als $^2/_{10}$ mm! Hier könnte auch durch eine verbesserte und spielfreiere Lagerung der Nockenwelle ein engeres Ventilspiel und damit mehr effektiver Ventilhub erzielt werden, was sicher der Leistung des Motors bei hohen Drehzahlen zugute kommen würde.

Die Ventilfedern sind sehr kurz geraten und haben fast keinen Schließdruck. Ich hatte den Eindruck, daß bei meinem Mustermotor diese Federn nicht aus speziell vergütetem und kugelgestrahltem Ventilfederdraht gefertigt waren und sich daher im Laufe der Testläufe „setzten", also in der Schließkraft nachließen. Da die Ventilführungen auch sehr kurz ausgefallen sind, wird sich auch hier bei der Weiterentwicklung des Motors einiges verbessern lassen. Warum so breite Ventilsitze verwendet wurden, ist etwas unverständlich,



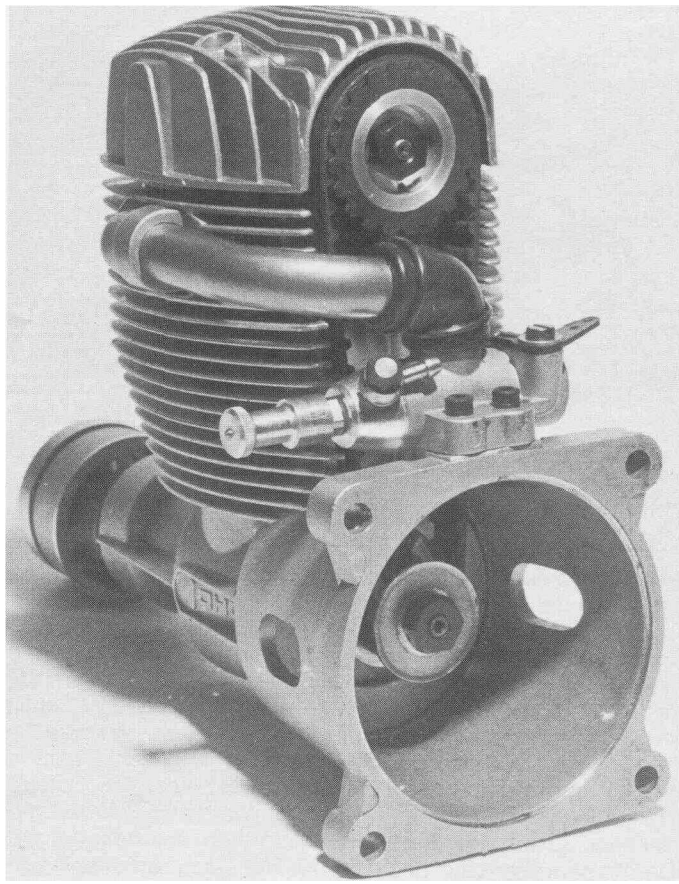
OPS-20-4 OHC Ansicht von der Auspuffseite



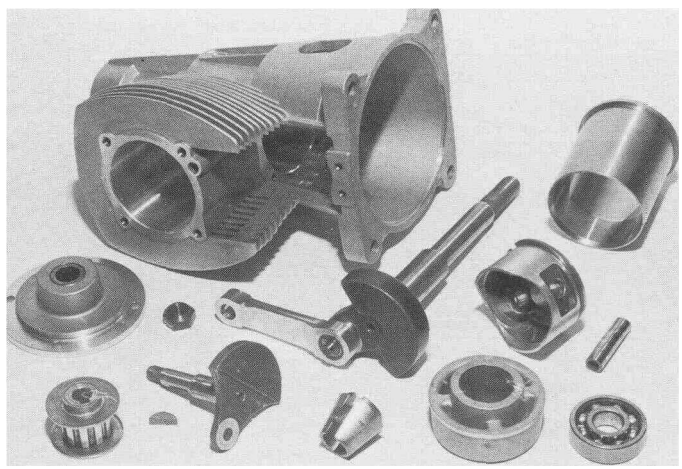
da sich dadurch der freie Querschnitt beim ganz geöffneten Ventil unnötig verkleinert. Sicher, aus Gründen des geringen Verschleißes am Ventilsitz sind breite Sitze gut und auch für eine rasche und gute Wärmeabfuhr aus dem Ventilteller verantwortlich. Für einen Betrieb des Motors mit Rizinusölen ergeben diese breiten Ventilsitze kühle Ventile und kaum Ölkohleaufbau am Ventilteller.

Der Propellermitnehmer wird über einen geschlitzten Konus mit in den Schlitz eingelegter Scheibenpaßfeder mit der Kurbelwelle gekuppelt. Zwei Tellerfedern zwischen Propellermutter und Alupropellerscheibe sollen für Anpreßkraftausgleich sorgen. Hier gibt aber eher die Aluscheibe nach, als daß diese Tellerfedern „nachfedern". Der Motor wird mit einem leichten Schalldämpfer geliefert, der für Reinigungszwecke leicht demontiert werden kann. Leider ist damit auch ein ungewolltes Zerlegen des Schalldämpfers im Motorlauf gegeben, was mir auf dem Prüfstand einige Male passierte. Nach einer Gesamtlaufzeit von 4 Stunden brach das Edelstahlrohr des Auspuffkrümmers, und der Motor mußte ohne Schalldämpfer weiter betrieben werden.

Zunächst ärgerte ich mich mit Startversuchen an dem Motor herum. Der Hersteller gibt an, daß man den Motor nur mit Drucktank betreiben sollte. Die Glühkerze ist aus dem Zylinderkopf auszubauen und der Motor mit dem E-Anlasser so lange durchzudrehen, bis aus dem Kerzenloch ein Kraftstoffnebel austritt. Ich habe es versucht, bei meinem Mustermotor wollte der Motor trotz Drucktankanschluß am Auspuff und zugehaltenen Auspuffkanal nicht ansaugen und Kraftstoff auswerfen. Später, mit eingeschraubter Glühkerze und mit zugehaltener Auspufföffnung, gab es genügend Druck im Tank, und der Vergaser wurde mit Kraftstoff versorgt. Es ist unverständlich, wie man so etwas in einer Betriebsanleitung schreiben kann, das nur bei „Fallbenzin", also einer Tanklage über dem Vergaser, funktionieren wird. Da die Gewindegänge im Aludruckguß des Zylinderkopfes wohl auch nicht vor jedem Start das Herausschrauben der Glühkerze lange überstehen werden, rate ich eher zu der oben beschriebenen Methode und zusätzlich „hoher" Tanklage. Bei einem Heißstart wird man sich sicher die Finger am heißen Schalldämpfer verbrennen, aber hier kann ein Gummifinger helfen.



Rückansicht des integrierten Motorträgers und Zahnriemenantrieb der obenliegenden Nockenwelle. Der Vergaser saugt aus dem Raum des Motorträgers an



Die Bohrung rechts oben neben dem Zylinder ist die Entlüftungsleitung zum Zylinderkopf. Kurbelgehäuse und Kurbeltrieb mit dem Nadellager im Pleuel

Problemloser ist der Einbau des Motors mit seitlicher Zylinderlage. Hierbei springt der Motor leichter an, da nun Kraftstoff bis zum Einlaßventil als kleines Rinnsal läuft. Ist der Motor einmal angesprungen, so kann am Schiebervergaser problemlos Vollgas und, etwas gefühlvoller, auch Leerlaufgemisch eingestellt werden. Im Zwischengasbereich überfettete mein Mustermotor dann bei abnehmender Drehzahl, so daß der Motor teilweise kurz vor Erreichen der Leerlaufdrehzahl Zündaussetzer und Motorabsteller zeigte.

Verzweifelt suchte ich nach der Motorgehäuseentlüftung. Der Motor entlüftet über einen gebohrten Kanal vom Kurbelgehäuse aus zum Nockenwellenraum im Zylinderkopf. Offensichtlich ist die Ventilabdeckhaube so schlecht abgedichtet, daß die Blow-By-Gase hier entweichen können. Bei Rizinusöl im Kraftstoffsammeln sich alle Harze und Ölkohlen im Zylinderkopf, und auch auf den Kühlrippen wird man bald braune Harzrückstände bewundern können.

Den Motor betreibe man daher tunlichst mit einem rückstandsfreien synthetischen Schmieröl im Kraftstoff, das aber unbedingt HD-Eigenschaften haben muß, da sonst Korrosion und Ölkohlebildung im Motortriebwerk und Ventiltrieb Einzug halten. Am Markt sind nur zwei Ölsorten, die patentrechtlich abgesichert diese Eigenschaften aus Additiven erbringen. Falls Sie den Motor mit synthetischen Ölen betreiben wollen, achten Sie unbedingt auf diese HD-Eigenschaft des Öles.

Der Hersteller gibt an, daß man nach ca. 1 Laufstunde das Ventilspiel kontrollieren sollte und eventuell korrigieren muß. Danach würde sich das Ventilspiel kaum noch verändern. Bei meinem Mustermotor war durch die scharfgratige Einstellschraube ständig das Ventilspiel vergrößert. Durch ein mutiges Abschleifen und balliges Verrunden mit einem Ölstein wurden die Einstellschrauben „entschärft", und danach blieb auch, wie versprochen, das Ventilspiel konstant erhalten. Nur das Einstellen des Spieles bei der Lagerluft in den Nockenwellenlagern war mehr schon eine Gefühlssache, als etwas, das man exakt mit der mitgelieferten Einstellehre hätte festlegen können.

Im Motorzubehör lag auch eine spezielle Anschlußklemme für die Glühkerze. Diese ist für OPS-Glühkerzen gut zu verwenden. Bei mir im Test hat sich aber ein Kerzenstecker, wie er für Modellrennwagen verwendet wird, besser bewährt. An Glühkerzen schreibt der Hersteller OPS-Heiß (Nr. 9150) vor. Es gab aber auch mit anderen Glühkerzen vom Typ „Heiß" keine Probleme oder schlechtere Motorleistung. Bei richtig justiertem Vergaser ist der Leerlauf des Motors, je nach Propeliergröße, bis unter 2000 Upm ohne Nachglühen

Propellerdrehzahlen

Graupner Nylon		
3-Blatt		
16 × 8	6780 Upm	mit Schalldämpfer
15 × 8	7100 Upm	mit Schalldämpfer
14 × 7	7800 Upm	mit Schalldämpfer
12,5 × 7	9000 Upm	mit Schalldämpfer
12 × 8	9500 Upm	mit Schalldämpfer
11 × 7	9700 Upm	mit Schalldämpfer
2-Blatt		
16 × 8	7500 Upm	mit Schalldämpfer
15 × 8	8000 Upm	mit Schalldämpfer
14 × 11	8080 Upm	mit Schalldämpfer
14 × 7	8800 Upm	mit Schalldämpfer
11 × 11	9500 Upm	mit Schalldämpfer
12 × 5	13240 Upm	ohne Schalldämpfer
11 × 11	10300 Upm	ohne Schalldämpfer
11 × 10	11050 Upm	ohne Schalldämpfer
11 × 8	12170 Upm	ohne Schalldämpfer
11 × 7	13880 Upm	ohne Schalldämpfer
11 × 6	14580 Upm	ohne Schalldämpfer
10 x 7	15000 Upm	ohne Schalldämpfer

Testbedingungen	
Kraftstoff	12 % Glissol-R; Methanol M 100
Glühkerze	OPS-heiß
Luftdruck	1007 hPa
Luftfeuchte	79 % rel.
Temperatur	16 °C

Technische Daten

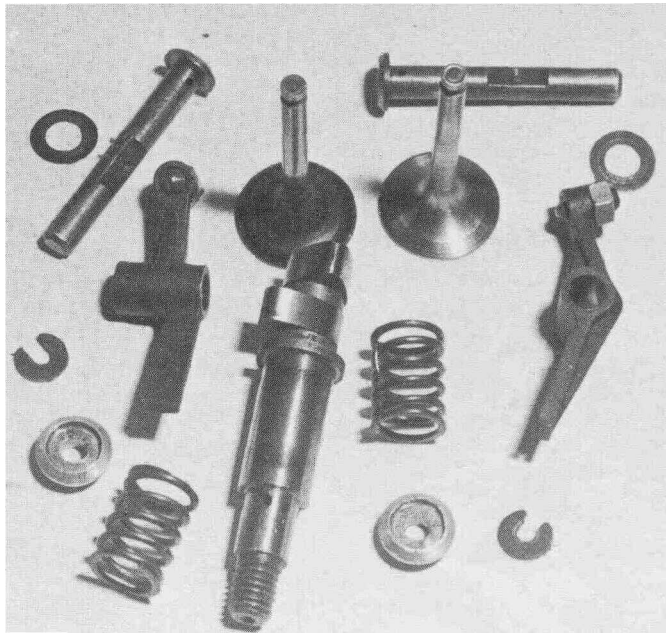
Bohrung	32,00 mm
Hub	24,50 mm
Hubraum	19,704 cm³
Gewicht komplett mit Motorträger und Schalldämpfer	1109 g
Leistung ohne Schalldämpfer	1,28 kW bei 14 000 Upm
Drehmoment	1,07 Nm bei 9000 Upm
Ventilüberschneidung	44° ∢
Ansaugsteuerzeit (Ventilspiel 0,0 mm)	264° ∢
Auspuffsteuerzeit (Ventilspiel 0,0 mm)	268° ∢
Verdichtung	1:8,85
Ventildurchmesser	je 14,00 mm Ø

der Glühkerze justierbar. Als Kraftstoff ist eine Mischung aus Methanol M 100 und 12% synthetischem HD-Schmieröl zu empfehlen. Durch das M 100, das ca. 5 % Isopentan enthält, ist auch der Motorstart unter 15°C gewährleistet. Methanol hat unter 15° C kaum noch einen Dampfdruck, verdunstet also schwer und bildet kein zündfähiges Gemisch. Eine Aufmischung von Propylenoxid als Starthilfe und Leerlaufverbesserer ist bei Methanol M 100 unnötig und sogar schädlich, da sich eine klopfende Verbrennung einstellt. Wer seinen Kraftstoff für diesen Motor selbst mischen möchte und nicht an M 100 von den Methanoltankstellen herankommt, dem sei Diäthyläther als Starthilfe mit 3 bis 5 % (vol.) empfohlen.

Auf dem Prüfstand lief der Motor zunächst mit großen 16"-Propellern. Ärgerlich war, daß sich der Schalldämpfer ständig lockerte oder zerlegte. Der Motor wollte einfach mit keinem kleineren Propeller über 10000 Upm drehen. Dann brach der Auspuffkrümmer und mit „freiem" Auspuff zeigte der Motor seine Qualität als Rennmotor. Der Motor drehte mit Zweiblattpropellern bis über 15000 Upm und brachte bei dieser Drehzahl eine beachtliche Leistung von knapp 1,3 kW. Wer an seinem Motor die vorher geschilderten Stellen verbessern will, bekommt den Motor sicher noch bis auf 1,5 kW Leistung und zu noch höheren Drehzahlen. Die Leistung des Motors reicht auf alle Fälle, um auch größere Modelle einwandfrei zu motorisieren, der OPS ist ein „Ersatztriebwerk" für die derzeitigen 15-cm³-Zweitaktmotoren.

Ist nun der OPS der erwartete Rennmotor? Von der Konstruktion her sicher und bei sachgemäßer Justage von Ventilspiel und einigen kleinen Nachbesserungen (z. B. Abrunden der Einstellschrauben am Ventil) auch in der Praxis. Ganz im Gegensatz zu richtigen Großrennmotoren der Formel-1 ist der OPS robust und langlebig, zuverlässig wie ein Arbeitspferd. Sorgfalt muß man aufwenden bei der Tankmontage und bei der Abstimmung der Auspuffanlage. Für Drehzahlen über 9000 Upm sollte man den Auspuff verlängern oder einen anderen Expansionsdämpfer verwenden. Gespannt darf man sein, wann der erste OPS-20-4 OHC in einem Hubschrauber seinen Dienst tut. Bei der Beurteilung des Gewichtes des Motors beachte man, daß der Motor komplett mit Motorträger gewogen ist.

Wer gerne an Motoren herumfrisiert und bastelt, der hat im OPS-Viertakter ein dankbares Objekt, das auch „Leistungserfolg" verspricht.



Die Ventile und die Kipphebel. Die Kipphebelachsen sind aus Bronze. Auf dem helleren Einlaßventil sieht man deutlich die kreisförmigen Schabspuren der Ventilspieleinstellschraube. Die kleine, scharfgratige Aufschlagfläche der Ventilspieleinstellschrauben ist ebenfalls deutlich zu erkennen