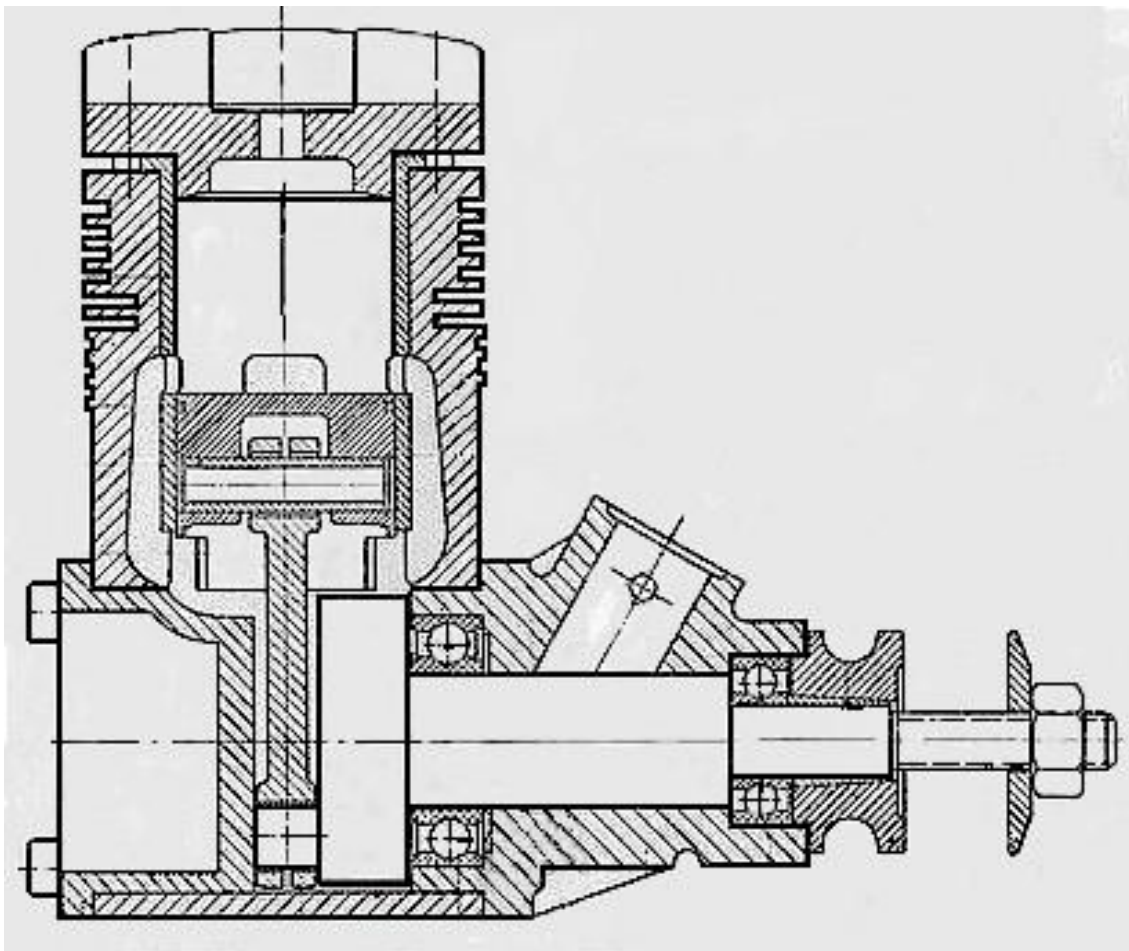


Leitfaden für Betrieb, Service und Reparatur von Zweitaktmotoren



Ing. H. Deutsch
2014

VORWORT

Seit Beginn der modernen Modellfliegerei erfreuen sich Zweitaktmotore großer Beliebtheit. Der Grund dafür ist nicht schwierig zu erklären, ist der Aufbau und der Betrieb der Motore sehr einfach. Dennoch gibt es zur Erreichung eines sicheren Betriebes und zur Erhaltung der Betriebssicherheit und Lebensdauer viele Dinge, die von den Modellpiloten zu beachten sind.

Beobachtet man auf den Modellflugplätzen den Umgang mit den Motoren, fällt oft auf, dass wesentliche Punkte für den ordnungsgemäßen Lauf der Motore nicht beachtet werden. Betriebsanleitungen werden oft nicht (genau) gelesen, oft kommt Unwissen und Unkenntnis der technischen Zusammenhänge dazu, wohl aber auch mangelndes Interesse, die Dinge wirklich in den Griff zu bekommen. Wen wundert's also, dass viele Modellbauer anstelle der doch kniffliger zu bedienenden Zweitakter mit dem Treibstoff Methanol, auf Benzin- oder gar E-Antrieb umsteigen.

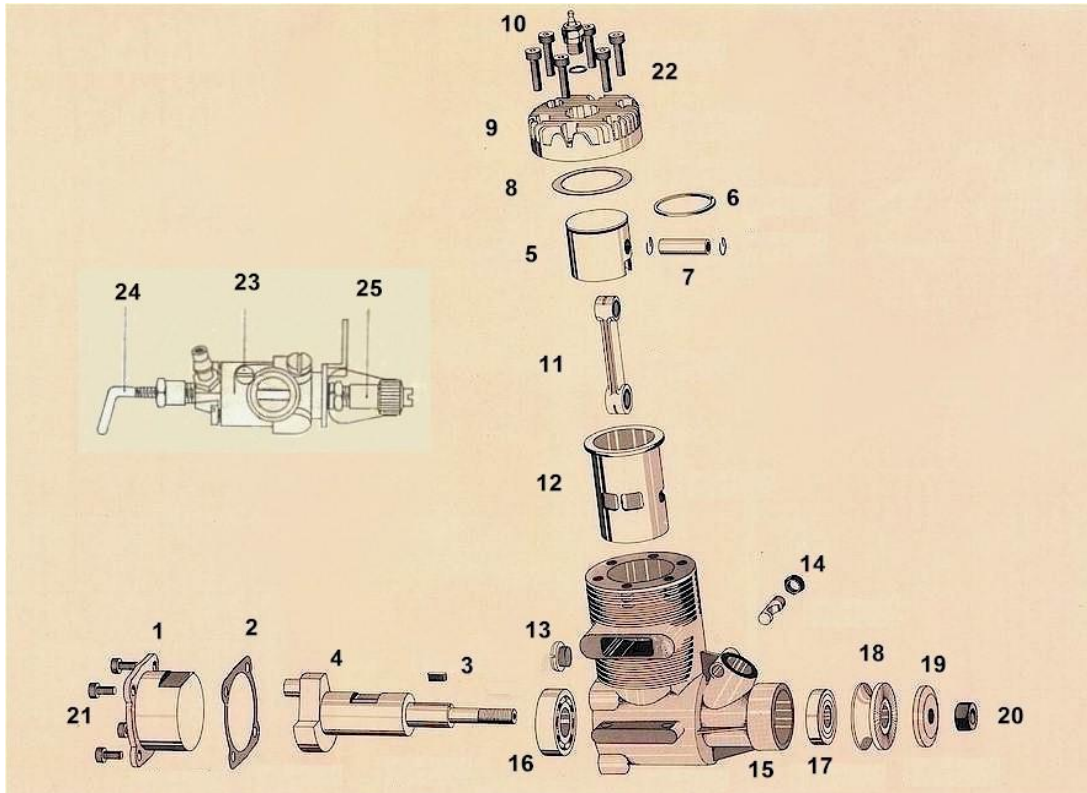
Diese Anleitung wurde in der vorliegenden Form und Darstellung derart abgefasst, dass der Modellbauer auch das notwendige Verständnis von der Funktion der wichtigen Motorbauteile vermittelt erhält, ohne dass er dabei von den Grundlagen der Motortechnik überfordert wird. Sie soll auch als Ergänzung zu den Betriebsanleitungen der Hersteller dienen und besonders meinen Modellfliegerfreunden vom FMBC Austria hilfreich sein.

Durch richtige Behandlung, Handhabung, Wartung und Reparatur können die Motore wieder in Ordnung gebracht werden, denn oft fehlen den Modellbauern nur kleine Tipps, um mit ihrem Motor zu einem positiven Ergebnis zu kommen.

Da in vielen Modellflugzeugen methanolbetriebene Zweitakter der Marken OS, Webra, ex Hirtenberger Patronenfabrik, Super Tigre aber auch fernöstliche Abkömmlinge wie Magnum, SY, Thunder Tiger, PH usw. eingebaut sind, gelten grundsätzlich für alle gleichartigen Produkte die Tipps und Anweisungen in diesem Leitfaden.

Wichtig erscheint, dass jeder Modellbauer nach Studium dieses Leitfadens erkennt, dass sein Zweitakt-Verbrennungsmotor ein Präzisionsgerät ist, dem man mit gehöriger Vorsicht und überlegt gegenüber treten muss. Nur dann kann sichergestellt werden, dass die Betriebssicherheit im hohen Maß gegeben ist und dass die Lebensdauer, die Leistung und der Spaß am Hobby erhalten bleiben.

Ing. Hannes Deutsch



Die Bauteile von Zweitaktmotoren

1. Kurbelgehäusedeckel
2. Kurbelgehäusedeckeldichtung
3. Mitnehmerfeder
4. Kurbelwelle
5. Kolben
6. Kolbenring
7. Kolbenbolzen mit Sicherungsringen
8. Zylinderdichtring
9. Zylinderkopf
10. Glühkerze
11. Pleuel
12. Zylinderbüchse
13. Verschlusschraube
14. Vergasersicherungsbolzen
15. Kurbelgehäuse
16. Hauptkugellager
17. Vorderes Kugellager
18. Propellernabe
19. Propellerscheibe
20. Propellermutter
21. Schrauben für Kurbelgehäusedeckel
22. Zylinderkopfschrauben
23. Vergaser
24. Düsennadel
25. Leerlaufeinstellschraube

Inhaltsverzeichnis

GRUNDLEGENDES

(1) DIE GLÜHKERZE.....	5
(2) METHANOL.....	6
(3) NITROMETHAN.....	6
(4) SCHMIERÖL.....	6

ZERLEGEN, REINIGEN, PRÜFEN, REPARIEREN UND ZUSAMMENBAUEN EINES ZWEITAKTMOTORS

(5) KONTROLLE DER SCHMIERUNG.....	8
(6) DER ZYLINDERKOPF.....	8
(7) DEMONTAGE DES ZYLINDERKOPFES.....	8
(8) KURBELGEHÄUSEDECKEL, PROPELLERMITNEHMER, MITNEHMERFEDER, PROPSCHEIBE UND HALTEMUTTER.....	9
(9) MARKIEREN DER PLEUELSTANGE.....	9
(10) MARKIEREN DES KOLBENS.....	9
(11) AUSBAU DES KOLBENBOLZENS.....	10
(12) AUS- UND EINBAU DER KOLBENBOLZENSICHERUNGSRINGE.....	11
(13) VERBOGENE PLEUELSTANGEN.....	11
(14) ÜBERPRÜFUNG DES KOLBENS UND DES KOLBENBOLZENS.....	12
(15) FOLGESCHÄDEN DURCH SCHADHAFT KUGELLAGER.....	14
(16) AUSBAU DER KURBELWELLE.....	14
(17) ÜBERPRÜFUNG DES VORDEREN KUGELLAGERS.....	14
(18) BEHANDLUNG DER KOLBENRINGE.....	15
(19) FUNKTION DES KOLBENRINGES.....	15
(20) KOLBENRINGE UND SCHMIERUNG.....	16
(21) ERHITZEN DES KURBELGEHÄUSES.....	17
(22) AUSBAU DES VORDEREN KUGELLAGERS.....	17
(23) ANFERTIGUNG EINES SPEZIALWERKZEUGES.....	18
(24) ENTFERNUNG DES HAUPTKUGELLAGERS.....	18
(25) REINIGUNGS AUSTRÜSTUNG.....	18
(26) ÜBER KUGELLAGER.....	19
(27) REINIGUNG DER KUGELLAGER.....	20
(28) TEST VON KUGELLAGERN.....	20
(29) KAUFEN PASSENDER ERSATZTEILE.....	21
(30) SCHRITTWEISER ZUSAMMENBAU EINES MOTORS.....	21
(31) MONTAGE DES VORDEREN KUGELLAGERS.....	22
(32) PROPELLERMITNEHMER, WOODRUFF KEIL USW.....	22
(33) PLEUEL, KOLBEN UND LAUFBUCHSE.....	23
(34) ZYLINDERKOPF, ZYLINDERKOPFDICHTUNG MONTIEREN.....	23
(35) ENDÜBERPRÜFUNG.....	24

HANDHABUNG DER ZWEITAKTMODELLMOTORE

(36) ERMITTLUNG DES RICHTIGEN AQNSAUGQUERSCHNITTES.....	25
(37) VERGASER UND LEERLAUFDÜSEN.....	25
(38) DÜSENNADELN.....	26
(39) EINSTELLSCHRAUBE FÜR LEERLAUF.....	26
(40) LEERLAUFEINSTELLUNG.....	26
(41) KRAFTSTOFFPUMPEN.....	28
(42) RESONANZROHRE.....	29
(43) EINLAUFEN DES MOTORS.....	31
(44) BEHANDLUNG DER MOTORE AM FLUGTAG.....	32
(45) FEHLERSUCHE.....	35
(46) EINFLÜSSE AUF DIE VERGASEREINSTELLUNG.....	36

GRUNDLEGENDES

Dieser Leitfaden ist ausschließlich auf die Zweitakter mit Methanoltreibstoff und Glühkerzen ausgerichtet. Für gewöhnlich sind mit Zweitakt-Benzingemisch betriebenen Zweitakter einfacher zu handhaben, weswegen in dieser Beschreibung nicht näher darauf eingegangen wird. Viele der folgenden Punkte sind auch für diese Motore sinngemäß zutreffend.

(1) DIE GLÜHKERZE

Die Glühkerzenelemente enthalten Glühwendeln aus unterschiedlich zusammengesetztem Platin, Iridium und Rhodium. In Verbindung mit chemischen Reaktionen entzündet die durch den Startstrom erhitzte Glühwendel die Methanoldämpfe im Brennraum.

Die Glühwendel soll in der Mitte der Bohrung und die oberste Windung soll auf gleicher Höhe mit dem Bund der Glühkerze liegen. Bei Abweichungen ändert sich der Wärmewert der Glühkerze.

Bei Verwendung von Rizinusöl gibt das Kerzenbild Auskunft über die Höhe der Ölbeimischung oder die Einstellung der Hauptdüse. Ist der obere Kerzenrand mit Ölkohle belegt, ist das ein Zeichen dass der Ölanteil im Treibstoff zu hoch ist oder die Hauptdüse zu fett eingestellt ist.

Im Fall einer matten, oder wie gefroren aussehenden Oberfläche der Glühwendel, ist dies ein Zeichen, dass die Lebensdauergrenze erreicht ist.

Wird synthetisches Öl im Sprit verwendet, kann man keine sichere Aussage über die Einstellungsbedingungen des Motors treffen.

Überwiegend dürfen Zweitaktmotore mit Glühkerzen mit kurzer Baulänge betrieben werden. Für Motore mit Nasenkolben werden kurze Glühkerzen mit einem Steg verwendet.

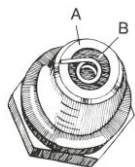


Bild 1



Bild 2

Bild 1: Ölkohlerückstände am Bund (A) geben Auskunft über den Ölinhalt oder die Vergasereinstellung. Der Luftspalt um das Glühelement (B) unterstützt die Kühlung und hat Einfluss auf den Wärmewert der Glühkerze.

Bild 2: Es dürfen nur die vom Hersteller empfohlenen Glühkerzen oder bauartgleiche verwendet werden.

(2) METHANOL

Das Zündverhalten von Glühkerzenmotoren ist ideal für die Verbrennung von Methanol, welches langsam und ohne Vorzündung verbrennt. Modellmotore reagieren sehr sensibel auf mit Wasser versetztes Methanol.

Das Wasser gelangt ohne zutun aus der Umgebungsluft durch die Wände der Kunststoffkanister in den Treibstoff. Daher sollte die Langzeitlagerung von Methanol in trockenen Räumen, nach Möglichkeit in vollen Gefäßen und ausschließlich in Blechkanistern erfolgen.

(3) NITROMETHAN

Nitromethan ist eine komplexe Flüssigkeit die bei der Verbrennung während der Explosion im Zylinder Sauerstoff erzeugt. Dadurch entsteht ein "Turboeffekt" und ein Plus an Mehrleistung. Ein steigender Nitromethananteil im Sprit verschiebt den Zündzeitpunkt in Richtung Frühzündung!

Nitromethan ist ähnlich zu behandeln wie Methanol und sollte überdies in einem lichtundurchlässigen Behälter gelagert werden.

Der Mischungsanteil bei Zweitaktmotoren beträgt üblicher Weise zwischen 0 bis 15 Prozent. Bei Renn- oder Impellermotoren liegt der Anteil meist zwischen 20 und 30 Prozent.

(4) SCHMIERÖL

Die Verwendung von Schmieröl im Treibstoff beeinflusst den Lauf eines Motors wesentlich. Verwendet man einen Treibstoff mit hohem Ölanteil, zB. 20 Prozent und mehr, erhöht sich dadurch die Kompression, wodurch böartige Frühzündungen zustande kommen können. Dadurch wird der Lauf hart und manchmal werden Glühkerzen dadurch beschädigt oder bleibt der Motor abrupt stehen.

Besonders ein hoher Anteil an Rizinusöl bringt eine Reihe von Problemen mit sich. Ölkohle baut sich am Kolbenboden auf und insbesondere bei länger dauernder Lagerung der Motore verkleben die Kolbenringe und durch die Verhärtung der Ölreste in den Kugellagern entstehen schwere Lagerschäden.

Des Weiteren ergeben sich bei der Verwendung von Rizinusöl Schwierigkeiten bei der Vergasereinstellung bei kalter und feuchter Witterung. Viele Modellbauer sehen dann ihr Heil in einem Treibstoff mit einem höheren Nitromethananteil, welcher bessere Start- und Leerlaufeigenschaften verspricht, jedoch andere Unannehmlichkeiten hervorruft.

Wenn Motore mit hohem Öl und/oder mit Nitromethan im Kraftstoff betrieben werden und nach dem Flugbetrieb nicht ausreichend gespült und nachgeölt werden, entstehen durch die bei der Verbrennung von Nitromethan starke Säuren die schwere Rostschäden verursachen! - Wie auch immer, Pflanzenöle, wie z.B. Rinzinusöl, helfen diese Säuren zu neutralisieren.

ZERLEGEN, REINIGEN, PRÜFEN, REPARIEREN UND ZUSAMMENBAUEN EINES ZWEITAKTMOTORS

Abgesehen von sekundär wichtigen Dingen, wie Tanklage, Kraftstoffleitungen, Auspuffsystem, Vergaseranlenkung usw., bedarf ein Zweitaktmotor gesteigerter Aufmerksamkeit beim Betrieb, damit er seine Leistung erbringen kann und betriebssicher läuft. Nach jedem Flugtag ist daher eine äußerliche Säuberung und innen einige Tropfen Antirostöl für sein Innenleben erforderlich.

Insbesondere bei auffälligem unbefriedigendem Laufverhalten und Motorgeräuschen, aber auch nach vielen Betriebsstunden des Motors, ist eine Kontrolle des technischen Zustandes meist nur mit der Zerlegung der einzelnen Baugruppen des Motors möglich. Meist ist bei modernen Zweitaktern beim Tausch von Kugellagern eine totale Demontage des Motors notwendig.

Nachfolgend wird daher beschrieben was beim Zerlegen des Motors zu beachten ist und wie die Kontrolle und Beurteilung der Beschaffenheit der Einzelteile erfolgt. Schließlich wird genau beschrieben, wie der Motor instandgesetzt und dann wieder zusammengebaut wird.

(5) ÜBERPRÜFUNG DER FUNKTION DER SCHMIERUNG

Wenn Motore eine angemessene Laufleistung aufweisen, kann man überprüfen, ob die Schmierung im Motor ausreichend funktioniert. Bei Zweitaktmotoren genügt es, wenn man den Kurbelgehäusedeckel abbaut und einen Blick ins Innere des Kurbelgehäuses wirft. Man sieht dann die Kurbelwelle mit dem Pleuel und das Hauptlager. Wenn alle Bauteile mit klarem öligem Belag überzogen sind, reichte die bisherige Ölmenge im Treibstoff aus. Haben sich Rückstände gebildet und in Ecken angelegt, dann ist es ein Zeichen für die mehr als ausreichende Verwendung von Öl im Treibstoff. Bei zu geringem Ölanteil sehen alle Flächen eher trocken aus.

Rückstände und Rost im Hauptlager verursachen längerfristig Schäden am Kolben! (siehe dazu Punkt 15)

Ohne den Motor zu zerlegen kann durch Sichtung des Kolbenbodens durch den Auspuffschlitz und das Glühkerzengewinde festgestellt werden, ob beim bisherigen Betrieb ausreichend Öl verwendet wurde. Im Fall von viel bis ausreichend besteht nach längerer Laufdauer nur ein leichter Anflug von Ölkohle am Kolbenboden, bei übermäßigem Ölanteil ist Ölkohle (bei Rizinusgebrauch) deutlich glänzend zu erkennen. Eine genauere Beurteilung ist nur nach Demontage des Zylinderkopfes möglich.

(6) DER ZYLINDERKOPF

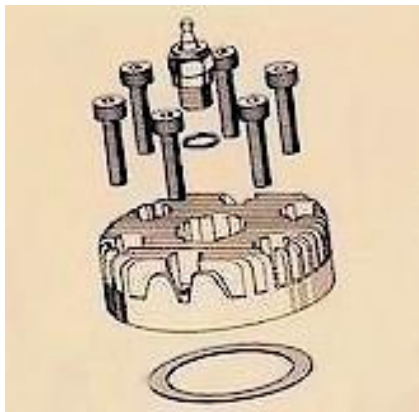
Frühe Zweitaktmotore hatten nur einen Überstromkanal durch den das im Kurbelgehäuse vorverdichtete Frischgas in den Brennraum gelangte (Querstromspülung). Zur Verbesserung der Durchmischung des einströmenden Gases in den Brennraum wurde von den Technikern damals am Kolbenboden eine "Nase" vorgesehen, die den Gasstrom nach oben zur Glühkerze richtete und verwirbelte. Für diese Nase musste im Zylinderkopf ein Freiraum geschaffen werden, welcher der Nase des Kolbens freien Raum bietet. Diese Zylinderköpfe kann man daher auch nur in einer bestimmten Position einbauen.

Doch schon bald verwendete man zur Leistungssteigerung und zur besseren Verwirbelung des Frischgases drei und mehr Überstromkanäle und im Zylinderkopf einen Brennraum mit Quetschkanten (Umkehrspülung).

Unter dem Zylinderkopf liegt auf der Laufbüchse eine dünne Dichtungsscheibe, die zum Ausgleich von kleinen Passungsungenauigkeiten dient. Die Dichtfläche des Zylinderkopfes und die Dichtungsscheibe dürfen nicht beschädigt werden. Die Dichtscheibe sollte nach jeder Demontage des Zylinderkopfes erneuert werden.

Zur Verhinderung von "klopfender Verbrennung", hervorgerufen durch hohen Ölanteil und hohe Kompression, können ein bis zwei zusätzliche Dichtscheiben eingebaut werden.

(7) DEMONTAGE DES ZYLINDERKOPFES



Bei modernen Motoren muss zB. wegen der Erneuerung der Kugellager, die Kurbelwelle ausgebaut und nach hinten herausgeschoben werden. Zu diesem Zweck muss zuvor der Zylinderkopf demontiert werden, um danach den Kolben samt Pleuel ausfädeln zu können.

Nach der Markierung der Einbaulage des Zylinderkopfes wird die Glühkerze ausgedreht. Danach lockert man in diagonaler Weise alle Zylinderkopfschrauben und entfernt sie.

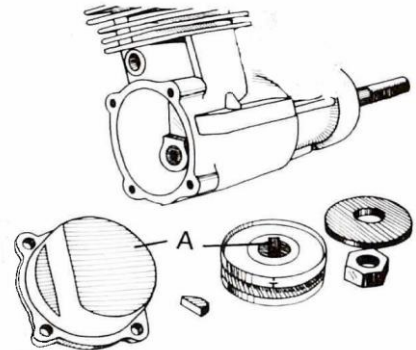
Bild 3

Anschließend kann der Zylinderkopf abgehoben werden, wobei manchmal der wohldosierte Einsatz von Werkzeug notwendig sein kann. Auch durch eine Drehbewegung des Zylinderkopfes kann dessen Lockerung erfolgen, jedoch muss beachtet werden, dass der Zylinderkopf dabei nicht verkantet.

(8) KURBELGEHÄUSEDECKEL, PROPELLERMITNEHMER, MITNEHMERFEDER, PROPSCHEIBE UND HALTEMUTTER

Bei der Demontage überprüft man die Abnutzungsspuren am Gehäusedeckel innen und am Propellermitnehmer (A). Lose Propellermuttern ermöglichen seitliches Spiel an der Nabe, welches zur Beschädigung der Keilnut führt.

Bild 4: Kontrolle der Abnutzungsspuren an Gehäusedeckel und Mitnehmernabe (A).



(9) MARKIEREN DER PLEUELSTANGE

Manche Pleuelstangen haben auf einer Seite eine abgefräste Kante die man als Zeichen für die Einbaulage heranziehen kann. Der Pleuel ist immer so eingebaut, dass die Abfräsung immer in Richtung des Kurbelgehäusedeckels (B) schaut.

Sind keine klaren Einbaulagemarkierungen vorhanden, wird die Pleuelstange bevor sie ausgebaut wird mit einem spitzen Gegenstand markiert.

Bild 5: Vor dem Ausbau der Pleuelstange Markierung anbringen.

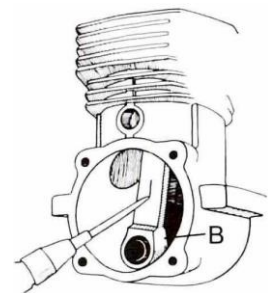


Bild 5

(10) MARKIEREN DES KOLBENS

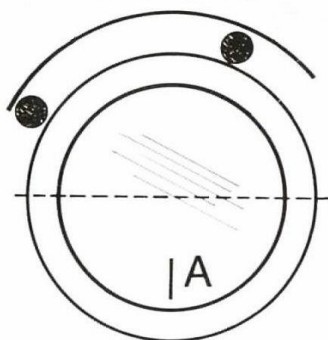


Bild 6

Es ist ebenfalls wichtig, den Kolben vor dem Ausbau am Kolbenboden (A) zu markieren, damit er später wieder genau in dieser Lage eingebaut wird. Auch hier wird die Marke an der Seite die dem Gehäusedeckel näher liegt angebracht.

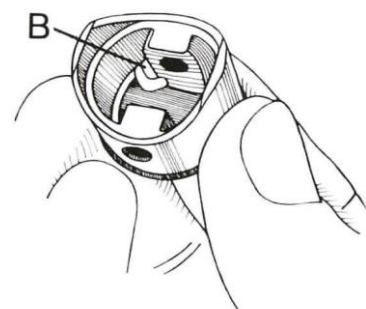
Ein aufmerksamer Blick in einen Kolben lässt u. U. auf der Innenseite neben einer Kolbenbolzenhalterung einen kleinen Block (B) erkennen (siehe Bild 7). Der Block sorgt für eine ausreichende Wandstärke bei Zweitaktkolben, wo sich an dieser Stelle die Bohrung für den Sicherungsstift gegen die Verdrehung des Kolbenringes befindet.

Bild 6: Am Kolbenboden an der dem Gehäusedeckel näheren Seite eine kleine Markierung (A) anbringen

Achtung: Beim Zweitaktmotor müssen Kolbenringe immer in der vorgesehenen Einbaulage bleiben, da sie andernfalls in einem der Fenster der Laufbüchse auffedern, dann verkanten und brechen können.

Bild 7:

Der kleine Gussblock Erhöht die Wandstärke an der Stelle des Kolbenbolzenauges um ein mögliches Leck in der Kolbenringnut zu verhindern



(11) AUSBAU DES KOLBENBOLZENS

Bei manchen Motoren können bei der Demontage Pleuel nicht vom Kurbelzapfen abgezogen werden, da das obere Pleuelauge im Kolben nicht weit genug seitlich verschoben werden kann, damit das untere Pleuelauge vom Kurbelzapfen frei kommt.

Wenn ein Motor an der Hinterseite des Zylinders eine Bohrung hat, dann dient diese dem Ausbau des Kolbenbolzens. Dieser muss durch diese Gehäusebohrung herausgezogen werden, bevor Kolben und Pleuelstange nach oben aus dem Zylinder entfernt werden können und danach die Kurbelwelle ausgebaut werden kann.

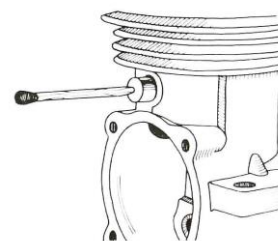


Bild 8

Um den Kolbenbolzen entfernen zu können verwendet man, wie im Bild 8 ersichtlich, ein zugespitztes Zündholz oder ähnliches, welches durch die Bohrung im Kurbelgehäuse in die Kunststoffabdeckung der Bohrung im Kolbenbolzen gedrückt wird. Danach zieht man den Bolzen langsam heraus. Manchmal löst sich die Kunststoffabdeckung und man muss dann ein normales Streichholz direkt in die Bohrung des Bolzens stecken und ihn herausziehen.

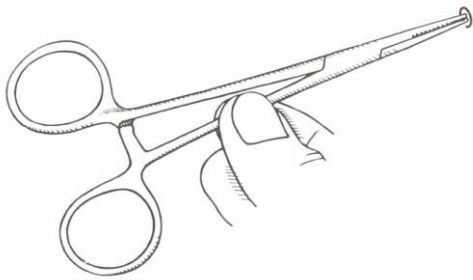
Steckt ein Kolbenbolzen, weil er mit Ölablagerungen beschichtet ist oder weil der Bolzen im Kolbenbolzenauge des Kolbens festsitzt, dann kann die Einwirkung von Rostlösemitteln auf Dauer eines Tages oder auch länger, eine große Hilfe sein.

Mit einem aus weichem Metall bestehenden, eng in die Kolbenbolzenbohrung passenden Stift, kann mit drehenden Bewegungen der Bolzen gelöst und versucht werden, ihn herauszuziehen. Der als Abzieher ausgebildete Stift kann notfalls mit Sekundenkleber eingeklebt werden (Methode Bernd Schian).

Liegt eine noch schwerere Blockade vor, muss der Pleuel in etwa der Mitte derart abgetrennt werden, dass danach der Kolben samt dem Pleuelrest im Zylinder nach oben herausgedrückt werden kann. Danach kommt auch die Kurbelwelle frei und kann ausgebaut werden. Diese Methode bedingt allerdings die Beschaffung eines neuen Pleuels.

(12) AUS- UND EINBAU DER KOLBENBOLZEN-SICHERUNGSRINGE

Bei manchen Motoren werden zur Sicherung der Kolbenbolzen "G"-Ringe verwendet. Die "G"-Ringe stellen beim Ausbau viele Modellbauer vor Probleme, da das Festhalten mit scherenartigen Werkzeugen schwierig ist und die Dinger sehr leicht abspringen. Manche Modellbauer geben den ganzen Motor in einen großen Plastiksack, um davon springende Sicherungsringe nicht zu verlieren.



Die beste Möglichkeit stellen Arterienklemmzangen aus dem medizinischen Fachgeschäft dar. Sie können den "G"-Ring damit einklemmen und festhalten, sodass er leicht entfernt und danach, nach Lösen der Zange, abgelegt werden kann. Im Falle von Verformungen der Sicherungsringe müssen diese erneuert werden.

Bild 9: Eine Arterienklemmzange hat eine Rasterung mit deren Hilfe Gegenstände festgehalten werden können.

Beim Einsetzen der Kolbenbolzensicherungsringe ist zu beachten, dass der "G"-Schenkel des Sicherungsringes senkrecht steht. Wird der Ring mit dem Schenkel waagrecht eingesetzt, können die Wechselkräfte des Kolbens das Rotieren des Sicherungsringes in seiner Nut verursachen, wodurch eine Abnützung am Punkt (A) entstehen kann. Bei vertikaler Montage entsteht durch die Kolbenbewegung kein Schaden.

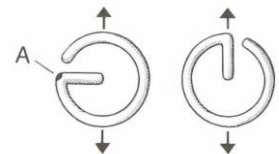


Bild 10

Bild 10: Der "G"-Schenkel in vertikaler Richtung sitzend verhindert Abnützung am Punkt (A)

(13) VERBOGENE PLEUELSTANGEN

Durch Treibstoff im Brennraum können bei Zweitaktern manchmal hydraulische Schocks vorkommen. Bei Zweitaktern kommt es nicht so schnell zu einem hydraulischen Schock, da das Kurbelgehäuse eine Menge Kraftstoff aufnehmen kann, bevor er in den Brennraum gelangt und dort Probleme bereiten kann.

Um dennoch durch hydraulische Schocks verbogene Pleuelstangen zu vermeiden, dürfen Motore, insbesondere bei hängend eingebaute, nicht zu lange geschokt werden und müssen vor dem Anschluss der Glühkerze mit der Hand über den oberen Totpunkt durchgedreht werden. Verbogene Pleuelstangen verursachen Motorvibrationen.

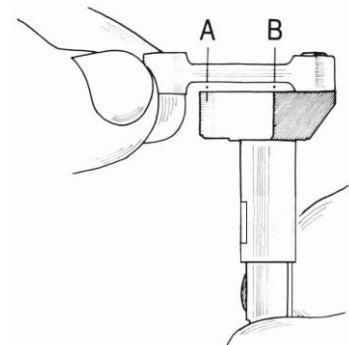


Bild 11

Eine einfache optische Kontrolle des Abstandes zwischen (A) und (B) zeigt Verbiegungen an (siehe Bild 11). Leichte Verbiegungen können nur mit Messinstrumenten festgestellt werden.

Das Geradebiegen einer verbogenen Pleuelstange ist nicht zu empfehlen. Ein verbogener Pleuel ist unbedingt zu ersetzen.

Liegt ein hydraulischer Schock ("Wasserschlag") vor kann man das Modell um 180 Grad umdrehen und den Motor durchdrehen, damit der überschüssigen Kraftstoff ins Kurbelgehäuse ablaufen kann.

Die beste Lösung ist es, die Glühkerze auszuschrauben und den Motor mit geschlossener Hauptdüse mehrmals schwungvoll durchzudrehen, damit die Treibstoffreste aus dem Brennraum ausgestoßen werden.

(14) ÜBERPRÜFUNG DES KOLBENS UND DES KOLBENBOLZENS

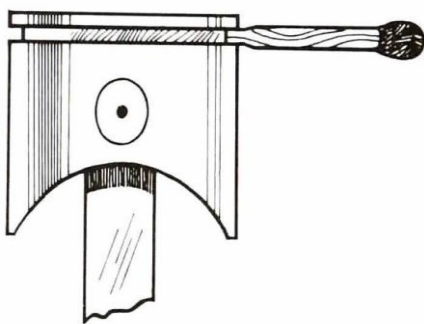


Bild 12

Bevor mit der Reinigung des Kolbens begonnen werden kann, muss der Pleuelbolzen wie später im Punkt 18 beschrieben, abgenommen werden. Bei der Überprüfung des Pleuels ist der Blick auf den Pleuelbolzen und dessen Beweglichkeit zu konzentrieren. Der Pleuelbolzen muss sich in ausgebautem Zustand frei in der Pleuelnut bewegen lassen. Schiebt man ihn über den Pleuelbolzen weiter, muss er sich in der Pleuelnut auch weiterdrehen lassen. Vor Einbau des Pleuels muss jedoch der Pleuelbolzen wieder seine vorbestimmte fixe Lage einnehmen!

Wenn ein Pleuelbolzen festsetzt müssen meist zähe Verschmutzungen entfernt werden. Zur Reinigung der Pleuelnut verwendet man ein zugespitztes Streichholz oder ähnliches (siehe Bild 12). Mit Treibstoff oder Rostlösemittel etc. und einer Zahnbürste kann man die Verschmutzung entfernen.

Die Reinigung des Pleuels kann mit einem kleinen Stück Kunststoff Topfreiniger ausgeführt werden.

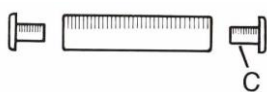


Bild 13

Der Pleuelbolzen darf nicht ohne die Kunststoffstopfen (C) eingebaut werden. Diese Stopfen verursachen im Betrieb kaum Schwierigkeiten, jedoch wenn sie verformt sind und lose sitzen, müssen sie erneuert werden (siehe Bild 13).

Am Markt finden sich nicht nur Zweitaktmotore mit Kolbenringen, sondern überwiegend jene, deren Dichtungstechnik zwischen Kolben und Laufbuchse auf andere Art erreicht wird. Diese Motore werden landläufig als ABC-Motore bezeichnet:

A steht für Aluminium(-kolben),
B für Bronze oder Messing (-laufbuchse) und
C für deren Chrombeschichtung.

Manche Hersteller haben zur preiswerteren Herstellung andere Materialien verwendet, die letztlich aber nach dem gleichen Funktionsprinzip arbeiten.

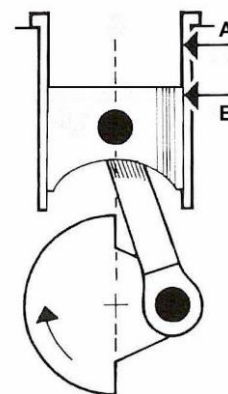


Bild 14: Zwischen (A) und (B) ist der Durchmesser der Laufbuchse geläppt und daher enger.

Die Kolben bei ABC-Motoren sind zur Erreichung der Dichtigkeit mit der Laufbuchse geläppt. Läppen ist eine spezielle Metallbearbeitungsmethode, die extrem genaue Passungen ermöglicht. Zur Verringerung der Reibung zwischen der entscheidenden Kolbenoberkante und Laufbuchse kann der Bereich der genauesten Passung auf den Kolbenweg kurz vor und nach dem Obersten Totpunkt (OT), siehe auch Bild 14, beschränkt werden, sodass die restliche Passung mit einige Tausendstel mehr Spiel hergestellt werden kann, um die Reibung zu verringern.

Darüber hinaus wird durch eine besondere Materialauswahl des Zylindergehäuses erreicht, dass bei Erhitzung der Laufgarnitur, sich diese erweitern kann, sodass bei Höchstleistung die Reibung zwischen Kolben und Laufbuchse nicht weiter ansteigt. Daher wurden und werden Rennmotore in dieser Bauform ausgeführt.

Die Kolben sind als Präzisionsgegenstände anzusehen und mit besonderer Vorsicht und Sauberkeit zu behandeln. Aus diesem Grund kommt es beim Durchdrehen der ABC-Motore zu schwerem Widerstand oder sogar zum Steckenbleiben und zwar insbesondere dann, wenn keine Glühkerze eingeschraubt ist. Dreht man solche Zweitakter dann durch, dann kann es nicht nur zur Beschädigung der Kolbenpassung kommen, sondern es kann auch das Pleuellager beschädigt werden. Daher muss immer eine Glühkerze eingeschraubt bleiben.

ABC-Motore am besten nur wenn unbedingt notwendig im kalten und geschmierten Zustand durchdrehen.

(15) FOLGESCHÄDEN DURCH SCHADHAFTE KUGELLAGER

Schadhafte Hauptkugellager mit zu groß gewordenem Lagerspiel verursachen eine von der Mittellinie(A) abweichende Laufachse des Kolbens.

In diesem Fall nimmt die Pleuelstange einen etwas geänderten Winkel ein, wodurch die Normalkraft des Kolbens (B) und die Reibung zunehmen und durch den erhöhten Abrieb ein fehlerhaftes Kolbenbild (D), erkennbar durch die helle Fläche, entsteht. Die erhöhte Seitenkraft entlastet den Kolbenring und er verliert dadurch an Dichtkraft (bei C). Auspuffgase dringen an der undichten Stelle durch den Dichtspalt und erzeugen einen Schmutzbelag unterhalb des Kolbenringes (E).

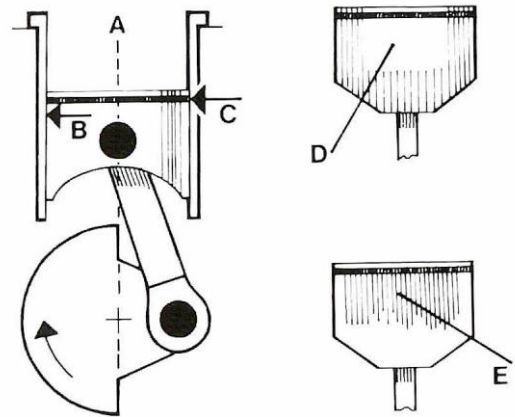


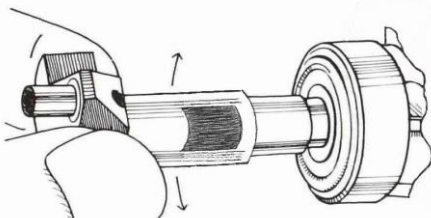
Bild 15

Liegt zu großes Lagerspiel und obige Abnützungen vor, kann der Motor bei Höchstbelastung, zB in einem senkrechten Steigflug, an Leistung verlieren.

(16) AUSBAU DER KURBELWELLE

Man hält den Motor vorne, legt einen Holzklötz an der vorstehenden Kurbelwelle an und schlägt mit einem dosierten, kurzen aber harten Schlag auf den Holzklötz. Die Welle löst sich dann aus den Lagersitzen und lässt sich ausschieben.

(17) ÜBERPRÜFUNG DES VORDEREN KUGELLAGERS



Bevor das vordere Kugellager aus dem Kurbelgehäuse entfernt wird schiebt man die Kurbelwelle in das Lager und bewegt sie seitlich, um das Lagerspiel zu fühlen.

Um Gefühl und Erfahrung zu bekommen sollte man diesen Test bei gebrauchten und bei neuen Kugellagern durchführen.

Bild 16: Durch seitliche Bewegung das Lagerspiel austesten.

(18) BEHANDLUNG DER KOLBENRINGE

Kolbenringe bei Modellmotoren sind eine sehr heikle Angelegenheit. Festsitzende Kolbenringe müssen vor ihrer Entfernung durch oft mehrtägiges Einlegen des Kolbens in Rostlösungsmitteln vorsichtig gängig gemacht werden. Der Ausbau erfordert hohe Aufmerksamkeit um Überdehnung oder Bruch zu verhindern.

Mit einer vorsichtigen Auswärtsbewegung mit den Fingernägeln (A) kann man den Ring vom Kolben lösen.

Wenn man einen Kolbenring ausbaut darf man keinesfalls beginnen, ihn bei einem Ende aus der Nut herauszuziehen und danach rundherum nach oben zu ziehen. Durch diese Methode verdreht sich der Kolbenring, wodurch später unbefriedigende Abdichtung beim Kompressionshub entsteht.

Vor der Montage eines gebrauchten Kolbenringes muss man sein Tragbild prüfen. Man achtet auf die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit auf der Ringober- und Ringunterseite und setzt den Ring mit der matten erscheinenden Kolbenringfläche unten, wieder in die Nut ein.

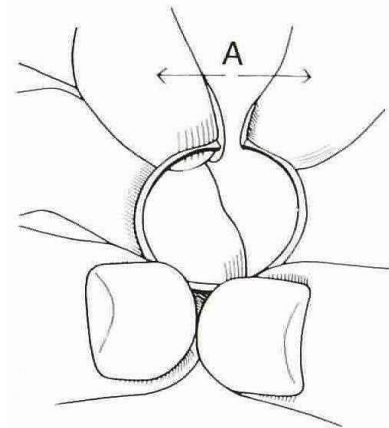


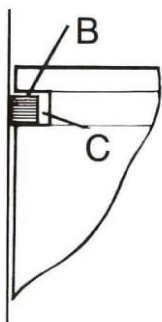
Bild 17

Bild 17: Man benützt die Fingernägel und entfernt den Kolbenring mit einer leichten Auswärtsbewegung aus der Nut.

Aus Erfahrung weis man, dass gut eingelaufene Kolbenringe eine Lebensdauer von etwa drei Jahren haben. Wenn der Ring das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat erkennt man auf der oberen Seite Ölkohleablagerungen, die ihn an der richtigen Ausübung seiner Funktion hindern.

(19) FUNKTION DES KOLBENRINGES

Kolbenringe dichten nicht durch ihre Federkraft, sondern sie nutzen den Druck im Brennraum, durch den sie an die Zylinderwand angepresst werden. Das ist der besondere Vorteil bei L-Kolbenringen (Dykes-Ringen) bei denen durch die spezielle Bauform ein zusätzlicher Labyrintheffekt entsteht.



Das Zusammenspiel funktioniert beim normalen Kolbenring nur dann richtig, wenn der Luftspalt oberhalb des Ringes (B) und dahinter (C) von Schmutz- oder Ölkohleablagerungen freigehalten wird.

Bild 18: Der Luftspalt oberhalb (B) und hinter (C) dem Kolbenring muss von Verunreinigungen frei gehalten werden.

Teerartige Ablagerungen können Ursache von ganz plötzlich auftretendem Leistungsverlust sein. Viele Modellbauer meinen in solchen Fällen fälschlich, es läge am Tanksystem oder am Vergaser. Die Ablagerungen erfolgen am Kolbenring und in der Ringnut und sind zu fein, um sie mit freiem Auge sehen zu können. Diese Rückstände lassen sich nicht wegwaschen; ein Kolbenringtausch steht ins Haus.

(20) KOLBENRINGE UND SCHMIERUNG

Für hochwertige Gebrauchsmotore ziehen die Motorenentwickler die Verwendung von Kolbenringen vor. Nachdem das Treibstoff-Ölgemisch über die Überström- und Aufrichtkanäle in den Brennraum gelangt, strömen beim Ausstoßhub auch kleine Mengen von Öl am Kolbenring vorbei. Diese kleine Menge Öl genügt zur Schmierung des Kolbens. Da sich auch im Kurbelgehäuse Frischgas befindet ist die Schmierung der Kugellager und der Kurbelwelle immer ausreichend gegeben.

Arbeitet der Kolbenring nicht richtig und die Laufgarnitur erhält nicht ausreichend Öl, führt das unweigerlich zu erhöhter Abnutzung und schließlich zu starker Beschädigung des Motors, dem "Kolbenreiber".

Gerade hier fällt dem Ringspalt (C) des Kolbenringes eine wesentliche Rolle zu. (siehe Bild 19)

Um den Spalt zu prüfen gibt man den Ring im zweiten Drittel des Hubweges in den Zylinder (A), richtet ihn durch leichtes Anschieben mit dem Kolbenboden gerade und verwendet passende Ventillehren (B), um den Spalt auszumessen.

Zur Beurteilung der Spaltbreite sollen hier zwei Vergleichswerte helfen. Der Spalt beträgt beispielsweise bei einem 6,5 ccm OS-Motor ungefähr 0,1mm, bei einem 20 ccm OS-Motor etwa 0,25 mm.

Im Falle eines durch Ringabnutzung vergrößerten Spaltes, ist der Kolbenring zu tauschen.

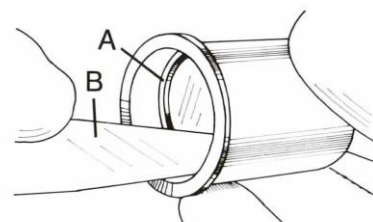


Bild 19

Bild 19: (A) Ist der Kolbenring in der Laufbüchse verwendet man eine Ventillehre (B) um den Ringspalt (C) auszumessen.

(21) ERHITZEN DES KURBELGEHÄUSES

Das Kurbelgehäuse kann man als den wesentlichen Bauteil eines Motors ansehen. Alle im Motor befindlichen Teile benötigen die Genauigkeit des Gehäuses. Überhitzung oder ungleichmäßige Erwärmung mit Gasbrennern etc. können rasch zum Schaden eines bisher guten Motors führen.

Bild 20: Das Kurbelgehäuse muss zur Gänze im heißen Wasser liegen.



Der sicherste Weg ist die Erwärmung des gänzlich in die Flüssigkeit getauchten Gehäuses in einem Topf mit kochendem Wasser. Nach 2-3 Minuten in dem köchelnden Wasser kann das Kurbelgehäuse entnommen werden und in einem dicken und der Temperatur standhaltenden Lappen gehalten werden.

Damit beim Zusammenbau der Unterschied der Durchmesser zwischen Gehäuse und Lagern möglichst groß gehalten wird, ist darauf zu achten, dass diese Lager möglichst kalt mit der Kurbelwelle ins Gehäuse eingeschoben werden.

(22) AUSBAU DES VORDEREN KUGELLAGERS

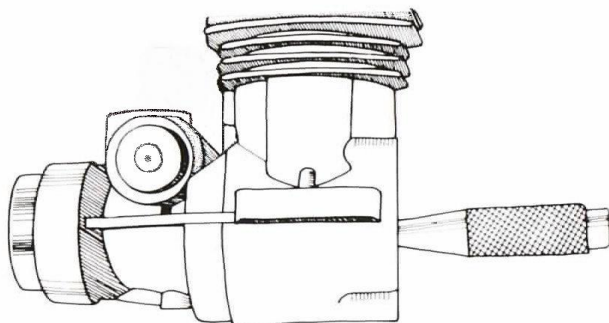


Bild 21: Zum Ausbau des Lagers einen langen Dorn oder einen Holzstab verwenden

Während das Kurbelgehäuse heiß ist, verwendet man für den Ausbau des vorderen Lagers einen vorne abgeflachten langen Dorn oder einen passenden Holzstab.

Der Durchmesser dieses Werkzeugs muss zumindest so groß sein wie der Durchmesser des inneren Kugellagerringes.

Mit einem leichten Schlag auf den Dorn wird das Kugellager aus dem Gehäuse entfernt.

(23) ANFERTIGUNG EINES SPEZIALWERKZEUGES

Der Herstellung eines Spezialwerkzeuges hilft beim Ausbau von allen Kugellagern.

Zu diesem Zweck erhitzt man einen 4mm Stahldraht an einem Ende mit einem Gasbrenner solange, bis der Stahl hellrot leuchtet. Dann winkelt man den Stahl um 90 Grad ab und lässt ihn an der Luft auskühlen. Anschließend wird der gebogene Teil entsprechend der Zeichnung abgefeilt.

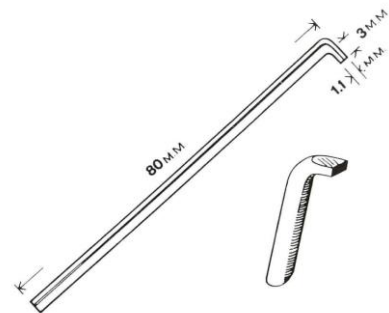


Bild 22

(24) ENTFERNUNG DES HAUPTKUGELLAGERS

Während das Kurbelgehäuse noch warm ist, führt man den Zahn des Spezialwerkzeuges durch das Gehäusevorderteil ein und setzt es im Spalt zwischen Lager und Gehäuse an. Mit einem leichten Schlag mit einem Hammer beginnt man das Lager zu lösen. Diesen Vorgang wiederholt man danach im Kreis herum an verschiedenen Stellen solange bis das Lager frei ist.

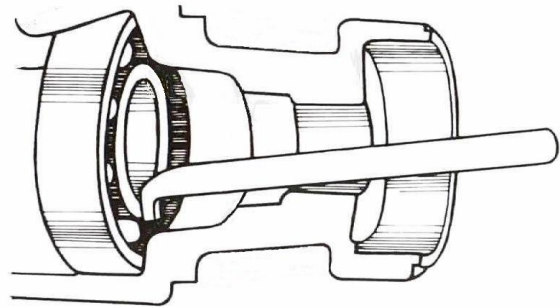


Bild 23: Den Zahn des Spezialwerkzeuges zwischen dem Kugellager und dem Kurbelgehäuse ansetzen.

(25) REINIGUNGS AUSTRÜSTUNG



Es ist nur wenig Ausrüstung für das Service von Zweitaktmotoren erforderlich. Baumwollstäbchen (B) für enge Ecken, ein harter Kunststofftopfreiniger (C), erhältlich in allen Supermärkten, Inbusschlüssel, Waschbenzin, Mehrzwecköl (zB. WD 40) und eine Zahnbürste. Zur Reinigung von Ölkohleablagerungen verwendet man eine stumpfe Klinge mit der man die Verschmutzungen abschabt. Kolben und Zylinderköpfe reinigt man mit dem in Waschbenzin getauchten Topfreiniger.

Flecken oder Lackreste können durch vorübergehendes Einlegen in Methylalkohol oder Nitroverdünnung gelöst werden.

Für die Reinigung der Motorteile keinesfalls Fahrzeugbenzin, Petroleum oder Azeton verwenden: Benzin ist gesundheits- und feuergefährlich, Petroleum wirkt als Schneidöl und Azeton greift alle Kunststoffteile am Vergaser an.

Bei Verwendung von Nitromethan sollten die Motore nach dem Betrieb mit Methanol durchgespült und danach mit Mehrzwecköl geschmiert werden. Das hilft, die bei der Verbrennung von Nitromethan entstandenen nitrierten Säuren zu verringern.

Achtung: Einige Waffenöle sind dahingehend ausgelegt, angesammelte Bronzepartikel aufzulösen und daher ist deren Einsatz wohl zu überlegen.

Wenn der Zweitaktmotor lange Zeit gelagert werden soll, sollte er zuvor mit "After-run-Öl" gut eingeölt werden. Anschließend wird er in einen kleinen Kunststoff sack gegeben, aus dem die Luft weitestgehend ausgepresst und der Sack dann dicht verschlossen wird.

(26) ÜBER KUGELLAGER

Bisweilen hört man widersprüchliche Meinungen über sich locker anfühlende Kugellager aus Japan, verglichen mit Lagern aus europäischer Erzeugung. Diese lockeren Lager sind kein Zeichen negativer Qualität von zB. OS-Kugellagern, die sehr robust und langlebig sind.

Wenn ein Modellbauer keine Original-Ersatzkugellager verwendet, muss er darauf achten, dass die Eigenschaften der Lager, wie Drehzahl- und Belastungsangaben, zum Motor passen.

Die Wahl von Hockpräzisionskugellagern erfordert eine dementsprechende Genauigkeit der Lagersitze im Kurbelgehäuse. Lager gleicher Abmessungen, welche nicht den Anforderungen entsprechen, sind für viele Modellmotore nicht geeignet und können durch so einfache Dinge wie einen unwichtigen Propeller, zerstört werden.

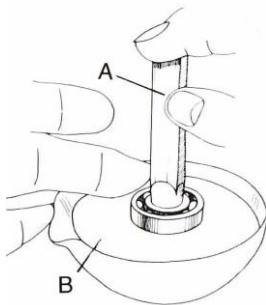
Weiters schadet ein übermäßiger Anteil an Rizinusöl im Treibstoff, indem sich bei längerer Nichtbenützung des Motors Ölreste am Kugelkäfig und an den Kugeln anlegen und dort verharzen. Das kann sogar beim Start des Motors zum Bruch eines Käfigs führen. Einmal derart gelockerte Kugeln verlieren ihre Führungskraft und ihr Lagerspiel, wodurch erheblicher Schaden am Motor droht.

(27) REINIGUNG DER KUGELLAGER

Man schrägt ein Stück Balsa so ab, sodass es in die Lagerbohrung eingedrückt werden kann. Anschließend taucht man es in Waschbenzin und dreht es mehrfach durch. Wenn man ein helles Gefäß für die Reinigung verwendet, sieht man dann kleine Schmutzpartikel aus dem Lager ausfallen. Diesen Reinigungsvorgang so lange durchführen, bis keine Verschmutzungen mehr aus dem Lager kommen.

Bei mit Rizinusöl geschmierten Motoren setzen sich Ölablagerungen hinter den Staubschutzabdeckungen der Kugellager an. Eine Möglichkeit diese Lager zu retten ist die Entfernung des Staubschutzes und deren intensive Reinigung von den Schmutzpartikeln. In solchen Fällen wäre es besser das Öl kann durch das Lager nach außen dringen, als es setzt sich hinter der Abdeckung an und verursacht einen Lagerschaden.

(28) TEST VON KUGELLAGERN



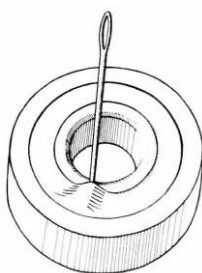
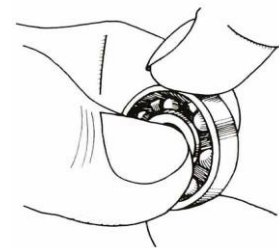
Nach der Reinigung des Kugellagers ergreift man mit einer Hand den inneren Ring, mit der anderen Hand den äußeren Ring und bewegt beide Ringe gegeneinander, um damit ein durch Abnutzung entstandenes Lagerspiel fühlen zu können.

Um die Abnutzung sicher feststellen zu können ist es vorher erforderlich, einige neue und gebrauchte Lager zu "testen", um den Unterschied im Lagerspiel zu bemerken.

Sobald das Lagerspiel groß ist, muss das Lager erneuert werden.

Bild 24: Die Lager in einem Gefäß mit Waschbenzin drehen

Bild 25: Um Lagerspiel zu bemerken hält man den Innenring des Lagers und presst mehrfach abwechselnd den Außenring gegen den Innenring und umgekehrt



Der nächste Schritt ist es, einen Tropfen Mehrzwecköl auf das Lager zu geben und es zu drehen und die Leichtgängigkeit und den ruhigen Lauf zu prüfen. Fühlt sich das Lagerrollen rau an, sollte das Kugellager ersetzt werden.

Bild 25a: Mit einer Nähnadel als Hebel kann die Staubabdeckung entfernt werden.

(29) DAS KAUFEN PASSENDER ERSATZTEILE

Inzwischen gibt es hunderte verschiedene Typen von Zweitaktmotoren und daher massenhaft unterschiedliche Ersatzteile dazu.

Zur genauen Unterscheidung der einzelnen Teile sind immer Bezeichnung und die Computer- oder Teilnummer von großer Bedeutung. Diese Angaben befinden sich immer in den Unterlagen zur Betriebsanleitung. Überdies kann das Baujahr des Motors von Bedeutung sein, wenn in der Serienfertigung kleine Änderungen eingeflossen sind.

(30) SCHRITTWEISER ZUSAMMENBAU EINES MOTORS

Der erste Schritt besteht aus dem Einbau der Kurbelwelle mit ihren zwei Kugellagern.

Wir beginnen mit dem hinteren Kugellager. Nach dem Erhitzen des Kurbelgehäuses im kochenden Wasser, wie schon im Punkt 21 behandelt, wird das Hauptlager auf die Kurbelwelle bis zur Kurbelwange (A) aufgeschoben. Dabei beachten, dass das Lager ganz am Ende der geschliffenen Kurbelwelle anlangt. Dann schieben sie die Kurbelwelle mit dem Hauptlager mittig fluchtend in das gut aufgeheizte Gehäuse hinein.

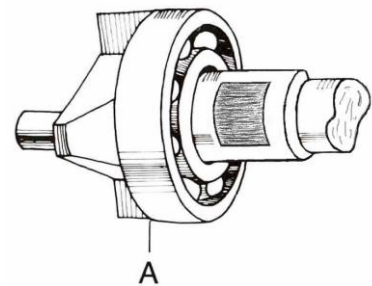
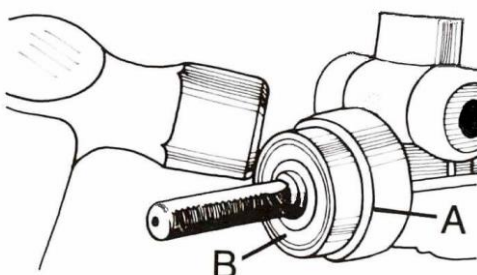


Bild 26

Bild 26: Das Kugellager wird bis zur Kurbelwange (A) aufgeschoben.

Die Verwendung des Kurbelgehäuses dient dazu, dass das Lager sich präzise in den Lagersitz im Gehäuse einfügt und passgenau auf der Welle sitzt. Drücken sie mit dem Daumen an, bis das Lager seine korrekte Endlage erreicht hat. Danach nimmt man zur Sicherheit noch einen kleinen Holzblock und legt ihn mittig auf der Kurbelwange auf und schlägt gefühlvoll mit einem Hammer darauf, bis harter Widerstand merkbar wird. Dann hat das Lager seine Endlage erreicht.

(31) MONTAGE DES VORDEREN KUGELLAGERS



Bevor das Kurbelgehäuse auskühlt wird das vordere Lager mit der Staubschutzscheibe nach vorne mit der Hand auf die Kurbelwelle aufgeschoben.

Bild 27: Durch leichte Schläge rundherum auf die Ecke des Lageraußenringes, das Kugellager einbauen.

Mit einem kleinen Hammer schlägt man, unter Bedachtnahme auf den Staubschutzring (B), mit gefühlvollen Schlägen rundherum auf die Ecke des äußeren Lagerringes, bis das Kugellager seine Endlage erreicht hat. Die Endlage erkennt man daran, dass der Lagerring mit dem Gehäuse fluchtend (A) abschließt. Danach beide Lager mit ein wenig Mehrzwecköl schmieren.

Durch drehen der Kurbelwelle kann man klemmende Lager erkennen. Wenn die Lager nicht vollständig freigängig sind nochmals, wie zuvor beschrieben, mit dem Holzblock die Kurbelwelle gefühlvoll anschlagen, bis sich die Welle leicht dreht.

(32) PROPELLERMITNEHMER, WOODRUFF KEIL USW.

Die Kurbelwelle in die Stellung bringen, in der die Keilnut für den Woodruffkeil oben zu liegen kommt und den Keil in die Nut einlegen. Wenn der Keil ein abgeflachtes Ende (C) hat, muss dieses dem Kugellager zugewandt sein. Dann schiebt man den Propellermitnehmer bis zum Kugellager auf die Kurbelwelle auf.

Nachfolgend eine Distanzhülse oder einen Propeller und die Propellerscheibe aufschieben und mit der Kurbelwellenmutter festziehen.

Anmerkung: Nur wenige 2T-Motore haben solche Keile.

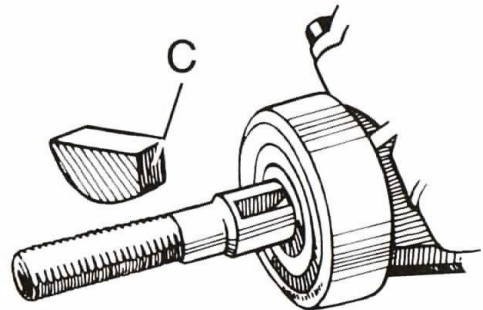
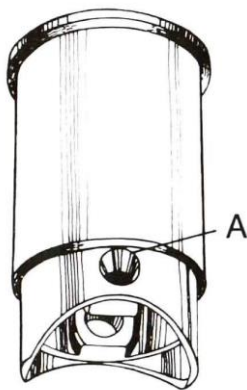


Bild 28: Wenn der Keil eine Abflachung (C) muss diese nächst dem Kugellager liegen.

(33) PLEUEL, KOLBEN UND LAUFBÜCHSE



Bei einigen Motoren kann man (siehe auch Punkt 11) das Pleuel nicht von oben einbauen und auf den Kurbelzapfen aufschieben.

In diesen Fällen gilt: Den Kolben, oder den Kolben mit Kolbenring vorsichtig von unten in die Laufbüchse hinein schieben, sodass das Kolbenbolzenauge frei bleibt (A). Danach wird das Pleuel mit der Markierung Richtung Gehäusedeckel weisend (siehe auch Punkt 9) auf den Kurbelzapfen der eingebauten Kurbelwelle aufgeschoben. Anschließend die Laufbüchse mit Kolben in das Kurbelgehäuse so weit hinein drücken, bis das Kolbenbolzenauge mit der Montagebohrung fluchtet.

Bild 29: Den Koken mit Ring von unten in die Laufbüchse drücken, sodass das Kolbenbolzenauge (A) frei bleibt.

Als nächster Schritt wird die Pleuelwelle mit dem Pleuel in die Position der Bohrung im Gehäuse gedreht bis das obere Pleuelauge mit dem Pleuelbolzenauge fluchtet. Danach wird der mit den Kunststoffstopfen versehene Pleuelbolzen durch die Montagebohrung eingeschoben. Wenn der Pleuelbolzen seine Endlage erreicht hat kann die Pleuelbuchse in ihre endgültige Position eingeschoben werden.

Selten aber doch gibt es Motore mit Pleuelbolzensicherung mittels "G"-Ring. Hier muss der frontal liegende G-Ring vor dem Pleuelbolzen in die Pleuelbuchse montiert werden (siehe auch Punkt 12). Nach Einbau des Pleuelbolzens kann der zweite G-Ring montiert werden.

(34) ZYLINDERKOPF, ZYLINDERKOPFDICHTUNG MONTIEREN

Um den Verzug der Pleuelbuchse zu vermeiden, müssen die Pleuelkopfschrauben diagonal gegenüber liegend angezogen werden. Folgende Vorgangsweise sorgt für einen ordnungsgemäß befestigten Pleuelkopf:

1. Kontrolle ob die Pleuelichtung richtig aufliegt.
2. Die Pleuelkopfschrauben mit dem Pleuelkopf mit dem Winkleinbusschlüssel eindrehen.
3. Den Pleuelkopf mit halber Kraft in oben angeführter Weise festziehen.
4. Die Pleuelwelle drehen und prüfen ob sich der Pleuelbolzen richtig bewegt.
5. Die Pleuelkopf schrauben gut festschrauben aber nicht überziehen.

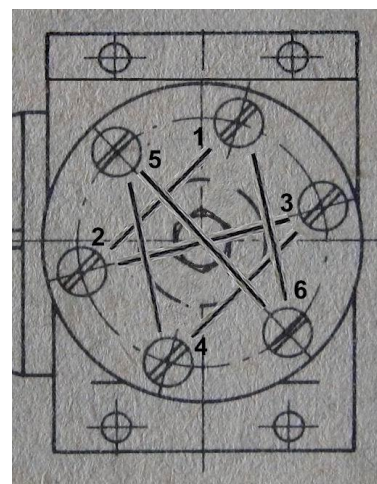


Bild 30: Pleuelkopf, Pleuelichtung und Pleuelkopfschrauben sorgfältig einbauen und danach die Pleuelkopfschrauben immer kreuzweise von 1 bis 6 und in einigen Schritten festziehen.

(35) ENDÜBERPRÜFUNG

Bei der Endüberprüfung ist eine abschließende Kontrolle aller Schrauben auf festen Sitz ratsam. Weiters kontrolliert man nochmals, ob sich der Motor frei über den oberen Totpunkt drehen lässt.

HANDHABUNG DER ZWEITAKTMODELLMOTORE

(36) ERMITTLUNG DES RICHTIGEN ANSAUGQUERSCHNITTS

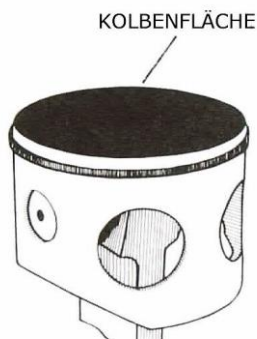
Viele Modellbauer meinen, dass ein großer Vergaserquerschnitt für bessere Motorleistung oder besseren Motorlauf vorteilhaft wäre. Das stimmt aber nur unter bestimmten, nachstehend beschriebenen Umständen.

Eine sichere Funktion des Vergasers bedarf einer hohen Strömungsgeschwindigkeit durch die Drosselbohrung des Vergasers. Der sich auf Umgebungsdruck befindliche, am Vergaser anstehende Treibstoff, wird in die Ansaugbohrung des Vergasers gesaugt, weil dort während des Motorlaufes ein leichter Unterdruck und eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit (Bernoulli-Gesetz) besteht.



Bild 31: Drosselbohrung

Die Ansaugeschwindigkeit und der verringerte Luftdruck hängen direkt mit dem Verhältnis zwischen Kolbendurchmesser und Ansaugbohrungsdurchmesser und der Motordrehzahl zusammen. Bei zu geringer Ansaugbohrung bleibt die Motorleistung begrenzt. Bei zu großem Öffnungsquerschnitt ergibt sich daraus eine mangelhafte Gemischbildung im Vergaser.



Daher ist die richtige Dimensionierung der Ansaugbohrung wesentlich für einen sicheren und leistungsstarken Lauf des Motors.

Um das passende Verhältnis Zylinderbohrung zu Ansaugbohrung in Prozent (%) zu berechnen, dividiert man Bohrung durch Ansaugquerschnitt und multipliziert mit 100.

Bild 32: Zylinderbohrung (= Kolbendurchmesser)

Nachstehend einige typische Bohrungs-/Ansaugdurchmesser für einige OS-Motore:

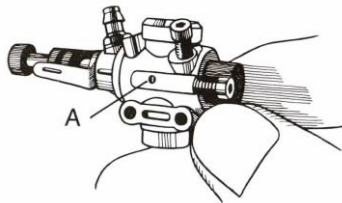
Zweitakt – drucklos	11% des Bohrungsdurchmessers*
Zweitakt – Drucktank	20% des Bohrungsdurchmessers*

* Berücksichtigt sind hier auch die Verluste durch den hineinragenden Düsenstock.

Die Vergaserprobleme an preiswerten Fernost-Motoren ergeben sich oft durch produktionsbedingte Gegebenheiten, weil manche Motorhersteller einzelne Bauteile und Bauteilgruppen, wie den Vergaser, von einem anderen Motortyp verwenden. Dieser Vergaser funktioniert sehr wohl, jedoch nurmehr unter bestimmten Bedingungen, die in der Betriebsanleitung meist mit keiner Zeile erwähnt sind. Oft haben diese Vergaser ein Problem im erhöhten Übergangsbereich, wo die Motore wegen ungenügender Gemischbildung keinen

sicheren Betrieb mehr gewährleisten. Ein Tausch auf einen Vergaser mit ein wenig kleinerem Ansaugquerschnitt löst das Problem in den meisten Fällen.

(37) VERGASER UND LEERLAUFDÜSEN



Es gibt zahlreiche unterschiedliche Vergasertypen. Die heute üblichen zwei Typen haben ein rotierendes Drosselkücken mit einem Düsenstock mit verstellbarer (Haupt-) Düsennadel, womit die Drehzahl geregelt werden kann.

Bild 33: Für die Leerlaufeinstellung wird eine kleine Luftbohrung (A) mit der Einstellschraube mehr oder weniger weit geöffnet.

Für die Leerlaufeinstellung besitzen manche frühen Typen eine kleine Luftbohrung mit einer Einstellschraube, mit der die Luftmenge für den Leerlauf eingestellt wird. Wenn das Drosselkücken geschlossen wird, gelangt die notwendige Leerlauf Luft über die Luftbohrung (A) in den Vergaser. Mit der Einstellschraube kann die genaue Luftmenge für den Leerlauf eingestellt werden.

Die meisten Motoren besitzen heute eine genauere Einstellmöglichkeit. Beim Schließen der Luftzufuhr dreht sich hier das Drosselkücken und beginnt sich einwärts seitlich zu verschieben.

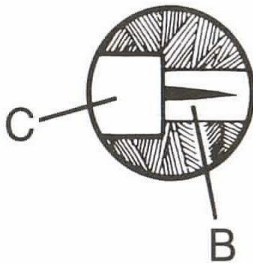


Bild 34: Die Bohrung der Einstellschraube (C) gibt den Schlitz für die Treibstoffzufuhr (B) mehr oder weniger frei.

Das bewirkt, dass der im Düsenstock befindliche längliche Schlitz für den Treibstoff (B) durch das im Kücken befindliche, verstellbare Messingrohr (C) verschlossen wird. Mit dieser Schraube kann die Größe der Öffnung des Schlitzes, somit der Leerlauf und Übergang, eingestellt werden.

Dieses Prinzip der Gemischbildung ist bei allen Vergasern üblich, auch wenn sie einen Flachschieber haben oder nach dem Querschubprinzip arbeiten.

(38) DIE DÜSENNADELN

Wenn Modelle abstürzen werden die heiklen Teile der Motore, der Düsenstock und die Düsennadel, sehr oft beschädigt. Gebogene Düsennadeln sind meist das Ergebnis dieser Unfälle. Durch die Verbiegung an der Stelle an der der "O"-Ring sitzt (A) verliert die Dichtung ihre Wirkung.

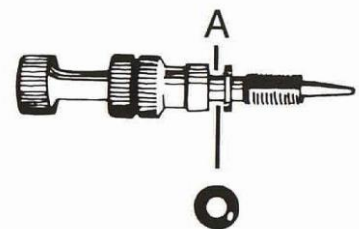
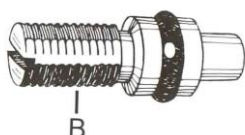


Bild 35: Eine Biegung an dieser Stelle (A) verursacht den Verlust der Abdichtung durch den "O"-Ring.

Gerade wenn der Motor gedrosselt wird ist es wichtig, dass die Einstellung immer gleichmäßig und andauernd das optimale Treibstoffgemisch gewährleistet. Bei undichtem "O"-Ring ändert sich unkontrolliert und selbsttätig die Einstellung, wodurch kein ordnungsgemäßer Motorlauf zustande kommt.

(39) EINSTELLSCHRAUBE FÜR LEERLAUF



Wenn die meist aus Messing bestehenden Einstellschrauben für den Leerlauf übermäßig oft ein oder herausgedreht werden, kann das Gewinde (B) beschädigt werden.

Bild 36: Durch oftmaliges ein –oder ausdrehen der Einstellschraube wird das Messinggewinde (B) beschädigt.

Wird die Leerlaufeinstellung während der Aufwärmphase des Motors vorgenommen kann es sein, dass die Einstellung im Moment korrekt ist und der Motor anstandslos läuft. Im Flug kann vorkommen, dass sich eine locker sitzende Einstellschraube infolge der Vibrationen langsam verdreht und dadurch die Leerlaufeinstellung verändert wird. Beim Drosseln kann der Motor mager zu laufen beginnen oder sogar abstellen.

(40) LEERLAUFEINSTELLUNG

Die Methode der Einstellung des Treibstoff-Luftgemisches ist bei allen Vergasern gleichartig und wird in der Betriebsanleitung des jeweiligen Motors genau beschrieben. Um die oft kurz gehaltenen Anweisungen besser zu verstehen wird hier näher auf das Funktionsprinzip der Justierung der Düsenysteme eingegangen.

Wenn man zB. einen OS-Vergaser vom Kurbelgehäuse herauszieht, sieht man im Vergaser bei geöffnetem Kücken im Düsenstock aus Messing einen Spalt, durch den der Treibstoff in den Ansaugkanal gelangt. Über diesen Spalt bewegt sich als Teil der Einstellschraube (A), gleichlaufend mit der Drehung des Kückens ein Messingrohr, welches in Abhängigkeit von der Kückenstellung den Spalt mehr oder weniger weit abdeckt. Mit der Einstellschraube kann durch hinein- oder herausdrehen der Leerlauf und der Übergang beeinflusst werden.

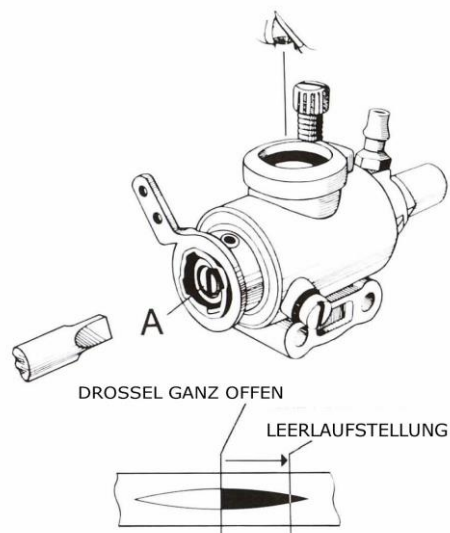


Bild 37

Bild 37: Ein Blick in den geöffneten Vergaser lässt den Spalt im Düsenstock erkennen. (A) ist die Leerlaufeinstellschraube

Die Grundeinstellung des Leerlaufes kann nur bei geöffnetem Kücken erfolgen. Die ideale Einstellung ist dann gefunden, wenn das Rohrende der Einstellschraube nach Augenmass genau die Mitte des Spaltes erreicht hat. Durch Verdrehung der Einstellschraube kann die optimale Stellung genau eingestellt werden. Diese Einstellung ist auf Treibstoffgemische mit bestimmter Viskosität abgestimmt, also zB. früher bei OS, für Gemische mit 15-20% Rizinusöl. Verwender von Treibstoffen mit synthetischem Öl müssen den Spalt ein wenig schließen (also magerer stellen). Diese Dosiermethode ist bei vielen Vergasern unterschiedlich ausgeführt, das Funktionsprinzip ist jedoch gleich.

Nicht unbeachtet bleiben darf, dass jede Änderung an der Leerlaufeinstellung die Anpassung der Hauptdüse erfordert (nicht jedoch umgekehrt!).

Häufige Fehlerquellen im Zusammenhang mit der Leerlaufeinstellung:

Viele Modellpiloten betreiben ihre Motoreinstellungen sehr gewissenhaft, dennoch kommen sie manchmal nicht ans Ziel, eine optimale Einstellung für den Leerlauf- und Übergangsbereich zu finden. Abgesehen von einer falschen Glühkerze sind zu einem hohen Prozentsatz Undichtigkeiten im Ansaugtrakt die Ursache. Kurz, das kann sein: dass die Düsenadel verbogen oder auch nur undicht ist (beim Gewinde), dass das Vergaserkücken abgenützt ist, dass die Leerlaufnadel undicht ist und nicht zuletzt, dass der Sitz des Vergasers am Motor die "falsche Luft" durchlässt.

Meist kaum beachtet, führt oft auch ein zu hoher Prozentsatz von Öl im Treibstoff zu Problemen im Übergangsbereich, die teuflischer Weise jedoch erst nach wenigen Flugminuten auftreten können. Neben undichten Düsenadeln ist meist zu viel Öl an schlechten Laufeigenschaften und mangelnder Betriebssicherheit ursächlich.

Anmerkungen zum Thema Ölanteil:

Ein unbeachteter, wichtiger Punkt im Zusammenhang mit der Einstellung der Vergaser ist, wie schon zuvor angesprochen, der Ölanteil im Kraftstoff. Manche Motore, wie zB. große italienische Super Tigre, größere ASP, etc. benötigen entsprechend geringere Ölanteile, also anstelle von üblichen 15-18% (Vol %) Öl in den Standardtreibstoffen aus dem Modellbauhandel, nur 7 – 10%(!), um auch im Übergangsbereich betriebssicher laufen zu können. Grund dafür ist, dass einerseits die synthetischen Schmieröle die Schmierung auch bei niedrigem Ölanteil mehr als garantieren, andererseits, dass diese modernen Motore über Gehäuse mit großen Kühlrippen verfügen, sodass zum Wärmeabtransport (Kühlung) wesentlich weniger Öl notwendig ist. Schenkt man den Erfahrungen und Kenntnissen des Motorenpapstes Prof. DI. Demuth Glauben, dann sind 15% Ölanteil für Zweitakter die übliche, bereits doppelt abgesicherte Ölmenge (bei Viertaktern reichen 12%).

Neben den bei o.a. Motortypen üblichen Motorabstellern bei zu viel Öl, führt die auch die gesteigerte Verdichtung u. U. zur erhöhten Gefahr eines veränderten Zündzeitpunktes (Klingeln). Der Motorlauf klingt dann hart und der Motor lässt sich auch mit der Hauptdüse nicht befriedigend einregeln. Das Einlegen von

zusätzlichen Zylinderkopfdichtscheiben zur Senkung der Verdichtung löst das eigentliche Problem nicht. Meist tritt dieses Problem jedoch im Zusammenhang mit erhöht nitriertem Treibstoff auf.

Da es (zur Absicherung der Händler) im Modellbauhandel keine Treibstoffe mit diesem niedrigen Ölanteil gibt, muss man für bestimmte Motortypen wohl oder übel selbst den Treibstoff mischen. Das Mischen des Treibstoffes ist nicht sonderlich schwierig und unangenehm, denn den Sprit und das Methanol erhält man im Modellbaufachhandel. - Grundsätzlich sollte man versuchen mit den handelsüblichen Kraftstoffen zu Recht zu kommen, denn sie garantieren weitestgehend gleichmäßige Qualität und reduzieren im Bastelkeller die Anzahl der Treibstoffkannen mit verschiedenen Mischungen.

Um den Prozentsatz des Ölanteils zu verringern verdünnt man den Treibstoff ausschließlich mit frischem Methanol.

Mischbeispiele: Ein Liter Methanol einem Liter Markentreibstoff mit 18% Öl zugemischt, senkt den Ölanteil auf 9%. Hat dieser originale Treibstoff 10% Nitromethan, reduziert sich dann natürlich auch der Prozentsatz auf 5%!

Einen Ölanteil von 12% erreicht man bei einem Liter Ausgangssprit mit 15% Öl, durch Beimischung von 0,4 Liter Methanol.

(41) KRAFTSTOFFPUMPEN

Bei Motoren neuerer Bauart kommen oft Kraftstoffpumpen zum Einsatz. Es gibt hier die Varianten der am Motor angebauten Zahnradpumpen (Bild 39) oder der Membranpumpen bei Zweitaktmotoren, die durch Druckschwankungen im Kurbelgehäuse angesteuert werden (Bild 38).

Es gibt auch externe Membranpumpen (zB. Perry, Bild 40) die ebenfalls durch Druckschwankungen angetrieben werden, oder als zweite Variante, bei denen die Motorvibrationen den Druckaufbau bewirken. - Diese Pumpen werden dann eingesetzt, wenn das richtige Tankniveau aus baulichen Gründen (zB. wegen des einzuhaltenden Schwerpunktes, oder wegen der Einbausituation des Tanks, ...) nicht eingehalten werden kann, oder im Zusammenhang mit einer Tuningmaßnahme.



Bild 38: Webra-Pumpe



Bild 39: OS-Pumpe



Bild 40: Perry-Druckpumpe

Bei manchen Motoren kann die Motorleistung durch Vergrößerung des Ansaugdurchmessers, meist in Verbindung mit einem Resonanzrohr, angehoben werden.

In diesem Fall fördert die Pumpe Sprit mit leichtem Überdruck zur Hauptdüse, sodass sich eine fettere Einstellung für den mittleren und oberen Drehzahlbereich ergibt. Andernfalls könnte der Motor infolge des großen Ansaugquerschnittes nicht genug Treibstoff ansaugen (siehe Pkt. 36), um einen befriedigenden Motorlauf erbringen zu können.

Die Einstellung dieser Pumpentypen hat in jedem Fall gemäß der zugehörigen Betriebsanleitung zu erfolgen.

Bei den Pumpen der OS-Motore empfehlen deren Betriebsanleitungen keine Demontage oder Veränderung der Werkseinstellung vorzunehmen. Andernfalls ist die Folge, dass die optimale Einstellung nicht mehr gefunden werden kann und der Motor daher an Betriebssicherheit und Leistung verliert.

Benzinmotore sind meistens mit Walbro- oder Tillotson-Vergasern bestückt, die ebenfalls mit integrierten, mit den Druckschwankungen des Kurbelgehäuses arbeitenden, sehr saugstarken Pumpen ausgerüstet sind. Die Betriebsanleitung gibt auch hier Auskunft, wie die Einstellung zu erfolgen hat.

Besondere Vorsicht ist den Düsenadeln zu schenken, die NIE mit Gewalt bis zum Anschlag eingedreht werden dürfen (sonst Vergaser unreparabel). Die einmal gefundene Einstellung darf nur im Falle der Verwendung anderer Propeller geändert werden; tägliche Änderungen beschädigen die Düsenadelgewinde. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass diese Vergaser im inneren eine kleine Menge Sprit beinhalten, der im Falle des achtlosen Durchdrehens des Motors, bei Zündung EIN (oder Magnetzündung), den Motor zum Anspringen bringen kann.

(42) RESONANZROHRE

Wie zuvor erwähnt, ist Leistungssteigerung, also Tuning, bei Zweitaktmotoren eigentlich relativ einfach zu realisieren. Die Vereinfachung liegt darin, dass man dem Motor problemlos einen Auspuffkrümmer und daran anschließend das Resonanzrohr verpassen kann und sich somit ohne Bearbeitung der mechanischen Bauteile des Motors mehr Leistung gewinnen lässt. Manche Modellpiloten meinen, dass diese "Anbauteile" alleine genügen, um dem Motor mehr Leistung zu entlocken.

Weit gefehlt, der geänderte "Auspuff" alleine genügt bei weitem nicht, denn die für die richtige Funktion des Systems notwendige Einstellung der Länge des Resonanzrohres, bedingt eine vorausgehende Tüftelei und eine bisweilen sehr langwierige Abstimm- arbeit am Motorprüfstand.

Weiters erfordert der Einbau eines Resorohres im Rumpf u.U. erhebliche Änderungen im Modell, die mitunter sehr arbeitsintensiv ausfallen. Die einfach außen am Modell montierten



Bild 41: Das außen montierte Resorohr

Resonanzrohre tragen, ganz abgesehen von den ungünstigen aerodynamischen Auswirkungen, nicht gerade zur Behübschung eines Modellflugzeuges bei (siehe Bild 41).

Man muss sich darüber im Klaren sein, dass die zweckmäßige und konsequente Verwendung eines Resonanzrohres eigentlich den Wettbewerbspiloten vorbehalten bleiben sollte. Sie verwenden immer den gleichen Kraftstoff, die gleiche Glühkerzentype, den gleichen Propeller und eine über die Fernsteuerung einstellbare Hauptdüse. Sie machen das auch nur deswegen, da sie vom Wettbewerbsreglement an bestimmte Hubraumgrenzen gebunden sind und das Optimum an Leistung aus ihrem Motor holen müssen, um erfolgreich zu sein. Nur unter diesen optimal abgestimmten Bedingungen macht ein Resorohr Sinn. Einige Prozent weniger Nitromethan im Sprit, oder ein anderer Propeller etc. und das auf diese Faktoren abgestimmte Resorohr funktioniert nicht mehr, der Motor bringt keine Leistung und hört sich oft jämmerlich unsauber im Lauf an. Ein Resorohr ist auf eine bestimmte Motordrehzahl abgestimmt, also etwa 500 Umdrehungen auf oder ab und der Effekt verliert sich sehr rasch, je weiter die Drehzahl vom Soll abweicht.

Die Funktionsweise eines Resorohres in vereinfachter Form dargestellt, basiert auf der Massenträgheit der Auspuffgase. Diese entwickeln infolge der beim Motorlauf bei jeder Umdrehung erfolgenden Zündung und dem nachfolgenden Ausströmen aus dem Zylinder, durch ihre Bewegungsenergie / Massenträgheit eine "Saugwirkung". Durch die Form des Resorohres kommt es außerdem zu gewollten Reflexionen im Rohr, die diesen Effekt noch steigern, indem sie das Frischgas im Zylinder sogar noch etwas verdichten können, bevor der Auspuffschlitz ganz geschlossen ist.

Es kann also bei Motordrehzahlen im Resonanzbereich, während der Offenzeit der Überströmkanäle, gegenüber dem Betrieb ohne Resorohr, deutlich mehr Frischgas in den Brennraum gelangen. Diese erhöhte Gasmenge hat einen höheren Brennwert und entwickelt daher merklich mehr an Leistung.

Bedenkt man dass Resonanzrohre bauartbedingt nur in einem sehr schmalen Drehzahlband gut arbeiten, scheint ihr Einsatz im alltäglichen Modellflugbetrieb völlig sinnlos, denn wir bewegen uns dort in einem sehr breiten Drehzahlbereich. Dem modernen Durchschnittsmodellflieger ist also, bei emotionslos nüchterner Betrachtung, von der Verwendung eines Resonanzrohres abzuraten. Die praxisorientierte und problemlose Lösung für mehr Motorleistung ist immer ein hubraumgrößerer Motor (wenn er unter die Haube passt).

Detailangaben über die notwendigen Resonanzrohrängen kann man bei den Herstellern von Modellmotoren erheben. Auch in diversen Internetforen bekommt man dazu Anhaltswerte. Natürlich gibt es im WWW für Mathefreaks auch Abhandlungen zur Berechnung der Rohrlänge. Dazu wichtig: Die Rohrlänge wird gemessen ab Kerzenmitte bis zum Beginn des Gegenkonus des Resorohres, oder ohne Gegenkonus eben bis zur Prallwand.

Die genaue Einhaltung dieses Abstandes alleine garantiert verflüchteter Weise noch immer nicht den erwünschten Leistungszuwachs, denn dieses Maß ist in Abstimmung mit dem Treibstoff, der Glühkerze, dem Propellers und nicht zuletzt, dem Luftdruck, der Temperatur und Luftfeuchte an einem x-beliebigen Testtag ermittelt worden. Und dieser Tag ist sicher nicht der heutige.....

Zusammengefasst ist zu sagen, dass Leistungssteigerungen mittels Resorohren besser den Experten überlassen werden sollten, sie kennen sich aus. Einem Durchschnittspiloten bringt diese Einrichtung nur heikle Mehrarbeit und vermutlich ein gerüttelt Maß an Frust – und den wollen wir ja nicht wirklich.

(43) EINLAUFEN DES MOTORS

Das Ziel des Einlaufens eines Zweitaktmotors ist die Anpassung des Kolbens und/oder Kolbenringes an die Zylinderlaufbüchse, der Pleuellager an Lagerzapfen und Kolbenbolzen, sowie das Freilaufen der Kugellager. Das Einlaufen ist zur Erreichung der höchsten Leistung und Lebensdauer eines Motors besonders entscheidend.



Es wird oft darüber diskutiert, ob das Einlaufen am Motorenprüfstand oder im Modell bessere Ergebnisse bringt. Vielfach bringt das Einlaufen im Modell Vorteile, da es gleichzeitig einen Test an der richtigen Funktion des Tanksystems und am Modell einen Test hinsichtlich Vibrationsfestigkeit ermöglicht. Den Zeitaufwand für den Einlaufvorgang im Modell kann man so kurz als möglich halten.

Bild 42: Motor am Prüfstand

Sobald der Motor einen zufriedenstellenden Leerlauf und eine akzeptable Leistung erbringt soll das Modell in Betrieb genommen werden.



Bild 42: Motor einlaufen im Modell

Das Einlaufen am Prüfstand:

Wenn Motore Einstellungsprobleme haben sind Prüfstandläufe ideal zur Auffindung der Fehler. Bei diesen Testläufen sind alle wichtigen Teile des Motors gut zu sehen und zwecks Justierung gut erreichbar. Auch berührungslose Temperaturmessungen können hier unproblematisch erfolgen und geben Aufschluss über die Motoreinstellung zB. fett oder mager, oder bei hoher Zylinderkopftemperatur, dass der Motor noch nicht eingelaufen ist. Allerdings sollten solche Messergebnisse schriftlich festgehalten werden, damit man später die Unterschiede nachvollziehen kann. - Besonders sinnvoll und notwendig sind Prüfstandläufe für die Abstimmung der Länge eines Resonanzrohres.

Nach der ersten Einlaufphase am Prüfstand kann der Motor mit einem gut ausgewuchteten und etwas kleineren Propeller bereits unter Volllast betrieben werden. Der kleinere Propellerdurchmesser simuliert die Drehzahlbedingungen im Flug, da dort der Motor bis zu 20% höher dreht als am Boden.

Mit etwas fetter Vergasereinstellung wird der Motor in kurzen Perioden mit voll geöffneter Drossel betrieben, um danach die Drossel plötzlich für einen Moment zu schließen und einige Sekunden verfließen zu lassen, um dann den Vergaser wieder rasch zu öffnen. Das hat den Vorteil, dass eine Menge kühlen Kraftstoffs in den Motor gelangt und dort den Kolben, den Kolbenring und das Pleuellager kühlt.

Nach dem Abstellen des Motors vorsichtig den Zylinderkopf angreifen oder besser berührungslos messen, um die Temperatur abschätzen zu können. Wenn die Berührungstemperatur als sehr heiß empfunden wird, dann ist erfahrungsgemäß der Zylinderkopf wirklich zu heiß. Das bedeutet, dass der Motor noch länger eingelaufen werden muss, wobei eine etwas fettere Einstellung notwendig und förderlich sein kann.

Für gewöhnlich beträgt die Einlaufdauer etwa 1 – 2 Stunden, doch als Richtwert kann eine bereits gesunkene Zylinderkopftemperatur (ca. 90 Grad C) bei bereits abgemagerter Vergasereinstellung gelten.

Außerdem kann man auch an der Farbe der Öltropfen aus dem Auspuff erkennen ob der Motor fürs erste eingelaufen ist. Sind die Tropfen schwarz ist das ein Zeichen für Abrieb. Nehmen die Tropfen etwa die Ölfarbe an und sind klar, kann man davon ausgehen, dass der zumindest erste Teil der Einlaufphase vorüber ist.

Als weiterer Indikator des Einlaufprozesses kann nach langen Laufzeiten gelegentlich auch die Motorabgastemperatur dienen, insbesondere bei einem eventuell vorhandenen verchromten Stahlauspuffkrümmer bei Resonanzrohrbetrieb. Bei richtiger Motortemperatur bleiben die Krümmer farblich unverändert hell. Verfärben sich die Krümmer gelblich bis zu Blautönen, dann ist das ein Zeichen für sehr hohe Motortemperatur.

In allen Fällen sollte geprüft werden, ob:

- .) die Düsenadel zu mager eingestellt ist,
- .) der Motor doch noch nicht lange genug eingelaufen ist,
- .) der Ölanteil im Treibstoff zu gering ist, oder
- .) ein ungeeigneter Treibstoff verwendet wird.

(44) BEHANDLUNG DER MOTOREN AM FLUGTAG

Damit ein Flugtag im Bezug auf den Betrieb eines Motors erfolgreich werden kann, sind einige Voraussetzungen zu erfüllen. Dazu zählt vor allem, dass im Modell und im Sender die Akkus voll aufgeladen sind, das für den Motor geeigneter frischer Treibstoff, ein vollständig geladener Akku für den Elektrostarter und die eventuell vorhandene Glühkerzenheizung vorhanden sind, weiters eine Ersatzglühkerze, eine Ersatzluftschraube und ein wenig Putzmaterial.

Bei der Betankung des Modells muss auf Sauberkeit geachtet werden, auch bei allen Arbeiten am Motor vor oder nach einem Start. Überlaufenden Treibstoff muss man aus Umweltschutzgründen auffangen.

Startverfahren:

Vorweg: Grundsätzlich werden die Düsennadeln nach dem befriedigenden Lauf eines Motors nicht / kaum verstellt. Wegen beispielsweise dem Abbau-/Aufbau der Motorhaube besteht jedoch meist die Notwendigkeit der Entfernung der Hauptdüsennadel, damit man die Haube frei bekommt. – Dazu zuerst die Nadel bis zu einem festen Widerstand mit Gefühl eindrehen und dabei die Umdrehungen mitzählen (zB: 2 1/8 Umdrehungen); diesen Wert merken. Dann kann die Düsennadel herausgedreht werden. Wurde die Haube wieder montiert, dann dreht man anschließend die Nadel wieder bis zum Anschlag ein und dann die vorher mitgezählten Umdrehungen wieder heraus. Somit hat man die vorherige Einstellung wieder gefunden und muss nicht mühsam den Motor neu einstellen. Für die Anpassung der Vergasereinstellung an äußere Einflüsse siehe Pkt. 46.

Motore, gleichgültig ob liegend, stehend oder hängend eingebaut, lassen sich einfach starten, wenn man den Ansaugtrichter erreichen kann. Dann kann man den Finger auf den Saugtrichter legen und bei voll geöffneter Drossel drei oder vier Propellerumdrehungen ansaugen und auf diese Weise den Kraftstoff zum Vergaser und in den Motor bringen. Mit der Hand, geschützt durch einen Startfingerling, Lederhandschuh oder mit einem Startstock, kann dann mit aktivierter Glühkerzenheizung der Motor angeworfen werden. Reicht die händische Schwungkraft zum Start nicht aus, dann muss mit dem E-Starter nachgeholfen werden. Bei unter Motorhauben eingebauten Motoren, oder wenn obiges Verfahren nicht funktioniert, ist empfehlenswert, dass zum ansaugen und anstarten der E-Starter eingesetzt wird. Meist beschleunigt auch das Verschließen des Auspuffrohres bei Drucktanks die Treibstoffförderung zum Vergaser und damit das Anspringen.

Verhalten bei Startproblemen:

Bringt der Elektrostarter den sonst immer rasch anspringenden Motor innerhalb etwa 30 Sekunden nicht zum laufen, dann liegt meist ein Defekt vor. Defekte Glühkerzen oder deren ungenügende Stromversorgung sind ja eher rasch zu bemerken.

Meist ist jedoch Treibstoffüberschuss das Problem, da der Motor mit vollem Tank und nicht voll geschlossenem Vergaser längere Zeit gestanden hat, er also "abgesoffen" ist. Hier hilft auch stundenlanges Starten bis zum Glühen des Starters NICHT! - Günstig erweist sich in diesem Fall das Schließen der Hauptdüse und nachfolgend einige kurze Startversuche.

Bei hängenden Motoren kann der Einsatz des E-Starters bei gefluteten Brennräumen zu einer verbogenen Pleuelstange führen! Merkt man beim Startversuch einen übermäßigen Widerstand, sofort den Starter entfernen. Besser ist bei hängend eingebauten Motoren, wenn man vor dem Startversuch den Motor händisch durchdreht und so einen Hydraulischen Schock (österreichisch: "Wasserschlag") bemerkt, bevor er noch zum Schock wird. In solchen Fällen hilft nur der Ausbau der Glühkerze und nachfolgend einige schwungvolle

Propellerumdrehungen, die den Spritüberschuss aus dem Zylinder befördern. Das Ausblasen der Kerzenwendel und ein deren Freiglühen ist hilfreich. Danach kann mit eingeschraubter Glühkerze die Startprozedur wiederholt werden. Wenn das alles nicht hilft siehe Pkt 44.

Die richtige Inbetriebnahme des Modells:

Die eigentliche Startprozedur beginnt damit, dass der Sender und das Modell eingeschaltet werden. Danach öffnet man die Gastrimmung voll, steckt den Glühkerzenstecker an die Glühkerze oder schaltet die Glühkerzenheizung an, setzt den Starter an den Spinner und beginnt zu starten. Es dauert geraume Zeit und man hört am Auspuffgeräusch eine Änderung -, der Motor ist angesprungen und man kann den Starter absetzen.

Jetzt muss der Motor warmgelaufen werden und man steigert die Drehzahl langsam bis Vollgas, und erst wenn man einen sicheren Standplatz neben dem Modell und hinter der Propellerebene eingenommen hat. Unter der Voraussetzung, dass der für den Motor üblich eingesetzte Sprit verwendet und nicht ständig an den Düsenadeln herumgedreht wurde, dann läuft der Motor wie eh und je. Kleine Korrekturen der Hauptdüse können jetzt erfolgen, jedoch sollte nach dem Einstellen der Höchstdrehzahl die Düsenadel wieder in Richtung fett (maximal 1/8 Umdrehung) gestellt werden, auch wenn der Motor danach etwas weniger hoch dreht – Beispiel: 7000 U/Min Vollgas, 6800 U/Min nach leichter Anfettung. Mit dieser Einstellung werden bei Steigflügen das Abmagern und Leistungsverlust des Motors unterbunden.

Sollte es sich ergeben, dass das Modell im Flug eine unglückliche Bodenberührung machte, bei der der Motor verschmutzt worden ist, dann darf keinesfalls die Kurbelwelle gedreht werden, da sonst Gefahr besteht, dass Erde, Sand usw. in den Motor gelangen und schwere Schäden verursachen.

Erst nach einer gründlichen äußerlichen Säuberung mit einem Lösungsmittel (Nitro, etc.) unter Bedachtnahme, dass kein Schmutz beim Vergaser oder beim Auspuffschlitz in den Motor gerät, besteht die Möglichkeit die Kurbelwelle vorsichtig durchzudrehen. Bei schweren Verunreinigungen ist eine Teilzerlegung und nachfolgende Grundreinigung des Motors dringend zu empfehlen.

Zum Ende des Flugtages:

wird der Motor noch mal gestartet, warmgelaufen und dann rund eine Minute auf Vollast gestellt, um danach abrupt abgestellt zu werden. Dadurch reduziert man die Gefahr der Rostbildung im Motor. Der Vergaser bleibt dann in geschlossener Stellung! Anschließend wird der Tank ausgesaugt. Anschließend mit einem Putzlappen die am Modell befindlichen Ölsuren abwischen, besser gleich mit einem Reinigungsmittel (zB: Wasser mit etwas Küchenreiniger) abwaschen und trocken nachwischen. Das Modell danach zerlegen und an den zuvor nicht zugänglichen Stelle nachreinigen.

In der Werkstätte wird der Vergaser geöffnet und etwa 10 Tropfen (oder mehr, entsprechend Motorgröße) After-Run-Öl oder ähnliche Rostschutzöle eingeträufelt. Schließlich dreht man den Motor mehrmals kräftig durch, um eine Verteilung des

Öls im Motor zu erreichen. Dann Vergaser wieder schließen. Damit das Öl in die rostgefährdeten Kugellager dringen kann, ist das Modell mehrere Stunden lang auf dem Spinner stehen zu lassen.

Anmerkung: Bei Langzeitlagerung eines Modells ist die Spülung des Motors mit After-Run-Öl sehr empfehlenswert.

(45) FEHLERSUCHE

Die bei Motoren auftretenden Fehler können so mannigfaltig sein, sodass es unmöglich ist auf alle Fälle punktgenau einzugehen. Grundsätzlich kann man die Fehlerquellen in etwa drei Gruppen aufteilen:

- 1) Mechanische Defekte:
Lagerschäden, Kurbelwellenbruch, Pleuellagerschaden, verdrehte Laufbuchse, Kolbenringbruch, Kolbenreiber, Risse im Gehäuse, Auspuff locker.
Diese Schäden erkennt man an einer meist unüberhörbaren Geräuschkulisse.
- 2) Glühkerze:
defekt, gealtert - oder nach Erneuerung falscher Wärmewert eingebaut
- 3) Vergaserdefekte - Falschluf:
Kücken oder Schieber ausgeschlagen, undichte Einstellnadeln, Dampfblasenbildung am Düsenstock.
- 4) Tanksystem:
falsches Treibstoffniveau, Tankpendel defekt, Schläuche eingerissen oder undichter Sitz, Spritfilter verstopft, Hauptdüse verstopft.

Um den Fehler zu lokalisieren ist schrittweise eine punktuelle Überprüfung nach obiger Auflistung erforderlich. Siehe auch die Fehlersuchtable im Anhang.

Die wohl am schwierigsten zu ermittelnden Fehler liegen aber im Bereich der Gemischaufbereitung, also bei den Vergasern. Meist gelingt es, den Motor mit der Hauptdüse, dann mit der Leerlaufdüse einzuregulieren und die Hauptdüse gegebenenfalls nachzubessern, sodass er zufrieden stellend läuft und vor allem erfolgreich und schlagartig das Gas annimmt.

Wird der Motor jedoch mit etwas erhöhtem Standgas (3000 – 5000 U/Min) betrieben, wird er bei mehreren Sekunden Lauf in diesem Drehzahlbereich fett und nimmt nur unwillig Gas an, oder geht sogar aus. Mit Veränderung der Leerlaufdüse und/oder Hauptdüse in Richtung mager bessert sich das Problem, doch passt dann meist entweder der Leerlauf nicht exakt, oder der Motor wird bei Vollast zu mager.

Vereinfacht, aber aus der Praxis gesprochen, liegt hier das Problem dort, dass die meisten Vergaser durch die Kückenform, kein optimales Gemisch im Übergangsbereich erbringen können. In diesem Punkt kann der verwendete Treibstoff eine Rolle spielen (zu viel Öl, alter Sprit,...) oder nicht optimale Glühkerzen.

Für Tüftler: Ergeben Versuche mit anderen Treibstoffen und Glühkerzen keine Verbesserung, kann man einen mechanisch passenden Vergaser eines anderen Herstellers erproben. Dazu muss man versuchen, einen Vergaser mit gleichem (!) Halsdurchmesser und annähernd gleichem Kückenbohrungsdurchmesser (siehe Pkt. 36), im Modellbauhandel zu finden. In solchen Fällen kann man sich darauf einlassen, einen bis zu 1mm geringeren Ansaugdurchmesser zu verwenden, der solche Übergangsprobleme anstandslos löst, ohne bei Vollast merklich leistungsmindernd zu wirken.



(46) EINFLÜSSE AUF DIE VERGASEREINSTELLUNG

Als Hilfe für die Änderung einer bereits bestehenden Vergaser-Grundeinstellung werden nachfolgend alle wesentlichen Einflüsse angeführt, die eine Korrektur der Düsennadeleinstellung erforderlich machen können, sowie die dann zutreffende Verstelltendenz.

Einfluss	Verstellrichtung der Düsennadel
hohe Lufttemperatur	mager
niedrige Lufttemperatur	fetter
hohe Luftfeuchte	mager
niedrige Luftfeuchte	fetter
hoher Luftdruck	fetter
niedriger Luftdruck	mager
hohe Seehöhe	mager
niedrige Seehöhe	fetter
hoher Nitroanteil	fetter
geringer Nitroanteil	mager
hoher Ölanteil	mager
niedriger Ölanteil	fetter
heiße Glühkerze	fetter
kalte Glühkerze	mager

Ich hoffe ich war bei meinen Ausführungen ausführlich und genau genug. Wenn von mir das eine oder andere Thema nicht ausreichend genug behandelt wurde, ersuche ich um Nachsicht. Abschließend wünsche ich ihnen bei der Handhabung ihres Zweitaktmotors künftig viel Geduld, aber umsomehr Spaß, Erfolg und keine ärgerlichen Fehler.

Ing. H. Deutsch

Fehlersuchtablelle (von WEBRA):

Fehler	Ursache	Behebung
Motor springt nicht an	Glühkerze defekt oder falscher Wärmewert	Glühkerze erneuern
	Glühkerze glüht nicht hellrot (vor dem Einbau prüfen)	Starterbatterie laden, Kerzenstecker keinen Kontakt, Kabel prüfen
	Motor erhält zu viel Kraftstoff (Motor schlägt zurück)	Kerze herausdrehen u. Motor mehrmals schnell durchdrehen, Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Motor erhält zu wenig Kraftstoff	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Motor saugt nicht an	Kraftstoffleitung, Filter auf Dichtheit und Durchlass prüfen, Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
Motor springt an und geht nach Abklemmen der Starterbatterie wieder aus	Glühkerze defekt oder falscher Wärmewert	Glühkerze erneuern
	Schlechter Kraftstoff (z.B. zu hoher Wasseranteil)	Neue Kraftstoffmischung verwenden, Kanister niemals offen stehen lassen!
	Vergasereinstellung zu fett	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Glühkerze oder Zylinderkopf locker	Festen Sitz der Verschraubungen prüfen und ggf. nachziehen
	Zylinderlaufgarnitur verschlissen	Motor an den Service schicken oder über Fachhandel Ersatzteile besorgen
Motor geht nach kurzem Lauf aus	Falsche Vergasereinstellung (zu fett od zu mager)	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Kraftstoffleitung oder Filter verschmutzt	Tankanlage reinigen incl. Leitungen und Filter
	Vergaser verschmutzt	Vergaser reinigen
	Glühkerze defekt oder falscher Wärmewert	Glühkerze erneuern
	Leitung zum Tankpendel defekt oder geknickt	Geeigneten Schlauch verwenden
	Keine oder unzureichende Druckversorgung für den Tank	Druckanschlussleitung vom Dämpfer bzw. Reso-Rohr überprüfen und gegebenenfalls reinigen
Nach Erreichen der Betriebstemperatur lässt die Leistung nach	Motor wird heiß	Einlaufvorgang noch nicht beendet (Motor wird "sauer"), Einlaufvorgang fortsetzen mit fetter Vergasereinstellung! Für genügend Kühlung im Modell sorgen
	Motor zu "spitz" eingestellt	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Zylinderlaufgarnitur verschlissen	Motor an den Service schicken oder über Fachhandel Ersatzteile besorgen
Motor läuft unregelmäßig	Motor zu "spitz" eingestellt	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Glühkerze defekt oder falscher Wärmewert	Glühkerze erneuern
	Falsche Resonanzrohrabstimmung oder falscher bzw. zu kleiner Schalldämpfer	Resonanzrohrabstimmung (siehe Tabelle) prüfen, Dämpfer überprüfen u. ggf. gegen Originalteile ersetzen
	Zylinderlaufgarnitur verschlissen	Motor an den Service schicken oder über Fachhandel Ersatzteile besorgen
	Motor wird heiß	Einlaufvorgang noch nicht beendet (Motor wird "sauer"), Einlaufvorgang fortsetzen mit fetter Vergasereinstellung! Für genügend Kühlung im Modell sorgen
	Keine oder unzureichende Druckversorgung für den Tank	Druckanschlussleitung vom Dämpfer bzw. Reso-Rohr überprüfen und gegebenenfalls reinigen
Hoher Glühkerzen-Verbrauch	Falsche Glühkerze	Glühkerze mit richtigem Wärmewert, passend zur Treibstoffqualität einsetzen
	Verdichtung zu hoch	Distanzscheibe 0,2mm unterlegen
Motor läuft "rau"	Ungewuchteter Propeller, oderAnbauteile	Für exakten Rundlauf bzw. Wuchtung sorgen!
	Verschraubungen oder Motorbefestigung lose	Mit Federringen, Stop-Muttern oder Schraubensicherungslack alle Schrauben sichern
	Falsche Vergasereinstellung	Vergasereinstellung prüfen (siehe Vergaseranleitung)
	Falscher Drehzahlbereich	Bei Flächen-Flugmodell Luftschraubengröße anpassen. Bei Helikopter Getriebeuntersetzung und Pitch auf das günstigste Drehzahlniveau anpassen.
	Verdichtung zu hoch	Distanzscheibe unterlegen
Mechanische Geräusche		Motor an den Service schicken