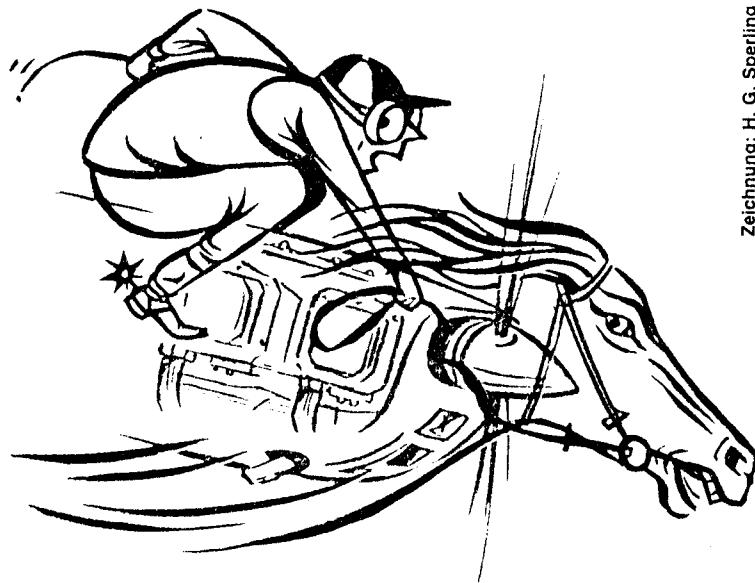


Auf die ersten 100 Stunden kommt es an!

Walter Kaindl

Der neue Motor und seine Behandlung

Was tun, wenn der Motor neu ist? Nimmt man das neue oder grundüberholte Triebwerk vom ersten Start an "voll heran" oder ist man lieber etwas zartfühlender und versucht, den Motor durch verminderte Leistung "zu schonen"? Vorsicht! Fliegen nach Gefühl kann hier ins Auge gehen. Ein Motor ist ein komplexes System, bei dem sich erst einmal alle Teile miteinander "anfreunden" müssen. Was wirklich bei einem neuen Flugmotor während der Einlaufphase passiert, welches Öl zu verwenden und welche Leistung zu setzen ist, erläutert Walter Kaindl im nachstehenden Bericht. Im Interesse der Flugsicherheit wie auch der Lebensdauer des Triebwerks lohnt es sich schon, ein paar einfache Hinweise zu beachten, denn auf die ersten 100 Stunden kommt es an . . .



Das Bestreben, einen neuen oder überholten Flugmotor während seiner Einlaufzeit zu schonen, ist zwar gut gemeint, aber leider auch grundfalsch. Solche Überlegungen kommen vielleicht aus der Erfahrung mit Automotoren, aber selbst da sind sie falsch. In ihren Betriebsbedingungen unterscheiden sich Flugmotor und Automotor erheblich: Der Flugmotor ist für die Abgabe einer hohen Dauerleistung konstruiert.

Machen Sie Ihre Starts mit voller Leistung bis mindestens 400 Fuß über Grund, steigen Sie mit 75% Leistung auf Ihre Reisellughöhe und setzen Sie dann eine Motorleistung zwischen 65 und 75% als Reiseleistung.

Auch wenn Sie es vielleicht nicht für möglich halten, eine solche Behandlung schadet Ihrem Motor nicht.

Das Zulassungsverfahren für Flugmotoren

Ein Flugmotor durchläuft ein Erprobungsstadium im Herstellerwerk mit fast unzähligen Tests. Bevor aber die Produktion und der Verkauf beginnen kann, muß der Motor in einem Zulassungsverfahren vor der Luftfahrtbehörde bestehen. (In diesem Fall die Luftfahrtbehörde der USA, die FAA.) Dazu wird der Motor in eine Testzelle eingebaut und der Standard-Abnahmetest (Auslieferungstest) durchgeführt, wie später bei jedem Serienmotor auch. Nun beginnen für diesen Motor aber die Tests des Zulassungsverfahrens. Zuerst läuft der Motor mit voller Leistung (maximal zugelassenem Ladedruck und Drehzahl) für 50 Stunden. Die Zylinderkopf- und Öltemperatur werden dabei im Normalbereich gehalten. Nach diesem ersten Test wird der Motor überprüft und für die zweite Prüfung vorbereitet.

Wieder läuft der Motor, mit voller Leistung, 50 Stunden lang. Diesmal aber steht die Zylinderkopf- und Öltemperatur am Temperaturmaximum, am roten Strich!

Im dritten Testabschnitt wird der Motor abwechselnd mit 65 bis 75% seiner Leistung betrieben, Zylinderkopf- und Öltemperatur natürlich wieder am Maximum.

Die Motorkühlung während der Probeläufe erfolgt über verstellbare Luftleitbleche und durch ein Gebläse.

Die US-Luftfahrtbehörde FAA verlangt zur Zulassung von Kolbentriebwerken eine Mindesttestdauer von 150 Betriebsstunden unter den oben geschilderten Bedingungen. Die Motorenhersteller aber testen ihre Produkte weitaus länger, um sicherzustellen, daß ihr Motor wirklich allen Belastungen standhält.

Nach diesem Test wird der Motor aus der Testzelle ausgebaut und total zerlegt. Jedes Einzelteil wird sorgfältig geprüft (durchleuchtet usw.). Alle beweglichen Teile werden nachgemessen, um die Abnutzung feststellen zu können. Alle Teile müssen innerhalb der Meßtoleranzen für Neuteile liegen. Sie müßten Ihren Motor in jeder Flugstunde sechs Minuten (10%) lang mit maximaler Leistung betreiben, und das während 1000 Flugstunden, nur um die Leistung aus dem Motor herauszuholen, die er im geschilderten Verfahren erbrachte. In den Augen der Piloten ist dies eine gewaltige Leistung, für den Motorenhersteller ist es nur die Bestätigung, daß der Motor auch wirklich die Leistung bringt, für die er konzipiert wurde.

Der Serienmotor

Wenn ein Motor fertig montiert ist, wird vom Hersteller ein Standardabnahmetest (Auslieferungstest) durchgeführt. Dazu wird unlegiertes Öl in den Motor gefüllt!

Der letzte Teil dieser Prüfung dient speziell der Anpassung der Kolbenringe an die Zylinderwand; sie wird mit voller Motorleistung durchgeführt. Dies ist notwendig, um durch einen möglichst hohen Arbeitsdruck in den Zylindern, die Kolbenringe mit hohem Anpreßdruck an der Zylinderwand entlang schaben zu lassen.

Während dieses Probelaufes verbraucht der Motor Öl. Die verbrauchte Menge gibt Aufschluß über den Grad der Kolbenringanpassung. Der Auslieferungstest dauert nur wenige Stunden, und der Motor ist keineswegs völlig eingelaufen. Seinen Feinschliff erhält der Motor erst durch den Piloten, der ihn die ersten 100 Stunden "fliegt". Die Zylinderwände eines neuen oder überholten Motors sind keineswegs spiegelglatt, wie man annehmen sollte.

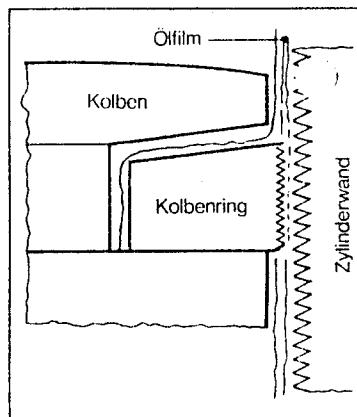


Bild I: Der Kolbenring und die Zylinderwand stehen sich vor dem Einlaufprozeß mit "Sägezähnen" gegenüber. Das Öl dazwischen bildet einen reibungsmindernden Schmierfilm. Die Oberflächen sind stark vergrößert dargestellt

Sie werden gehont (feingeschliffen) und dadurch mit einem Kreuzschlittl versehen. Diese Bearbeitung hinterläßt Bearbeitungsriefen, unter dem Mikroskop betrachtet. Berge und Täler. Ein Ölfilm trennt normalerweise den Kolbenring von der Zylinderwand. Während der Einlaufzeit des Motors reißt dieser Ölfilm im Bereich der Bearbeitungsspitzen, und ein direkter Kontakt zwischen Kolbenring und Zylinderwand entsteht. Dabei werden die Spitzen weißglühend und reiben sich ab. Dieser Vorgang dauert so lange, bis sich relativ glatte Oberflächen gebildet haben. Dann kann sich der Ölfilm erhalten, er trennt wieder die Kolbenringe von der Zylinderwand. Der Einlaufvorgang ist abgeschlossen. Nur zwei Fehler des Piloten können diesen Einlaufvorgang nachhaltig stören beziehungsweise unmöglich machen:

- Die falsche Ölsorte in den Motor einfüllen lassen,
- Fliegen mit zu wenig Motorleistung.

Das falsche Öl

Wir unterscheiden zwischen legiertem und unlegiertem Öl. Die legierten Öle sind Superschmiermittel mit einem wesentlich zäheren Schmierfilm, als ihn nichtlegierte Öle haben. Diese legierten Öle dürfen während der Einlaufzeit nicht in den Motor. Unter keinen Umständen!

Sie bekommen Ihren neuen oder grundüberholten Motor mit unlegiertem Öl. Bleiben Sie für die Einlaufzeit bei diesem Öl!

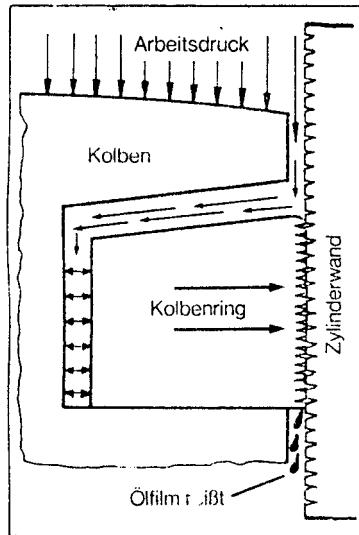


Bild II: Der Einlaufprozeß hat schon begonnen. Der Arbeitsdruck im Zylinder preßt den Kolbenring nach außen an die Zylinderwand. Es entstehen hohe Temperaturen und der Ölfilm soll reißen. Dieser Vorgang kann nur optimal ablaufen, wenn der Arbeitsdruck sehr hoch ist.

Zuwenig Motorleistung

Im Bild II ist dargestellt, wie sich die "Sägezähne" aus Bild I schon teilweise abgerieben haben; es bilden sich bereits ebene Flächen. Daneben sieht man noch deutlich die "Täler" der Bearbeitung. Sie bilden Öltaschen und verhindern so, daß die Schmierung zwischen den Kolbenringen und der Zylinderwand völlig aufhört (Notschmierung). Die Kolbenringe können sich dem Zylinder nur anpassen und die Zylinderwand nur dann glätten, wenn ein möglichst hoher Arbeitsdruck im Zylinder die Kolbenringe fest an die Zylinderwand preßt. Wird nun vom Piloten eine zu geringe Motorleistung eingestellt, fehlt der nötige Anpreßdruck und der Kolbenring kann die Zylinderwand nicht glätten. Dadurch dauert der Einlaufprozeß länger, aber gerade dies ist für den Motor besonders schädlich.

Wenn das Kraftstoff-Luftgemisch im Zylinder verbrennt, sind die Zylinderwände sehr hohen Temperaturen ausgesetzt, oft 2200°C und mehr. Diese Temperatur wirkt nur sehr kurz auf die Zylinderwände ein, aber lange genug, um die Oxydation des an den Zylinderwänden haftenden Öls zu bewirken. Die Verbrennungsrückstände des Öls setzen sich in den "Tälern" der Zylinderwand fest, füllen sie auf und bilden so eine völlig glatte, glasige Oberfläche. Diese hat keine Öltaschen und somit kommt es leichter zum totalen Ölfilmabriß und zu erheblich höherem Motorverschleiß. Die Kolbenringe können sich nicht mehr anpassen, der Motor wird immer ein Ölfresser bleiben, er ist verdorben. Die einzige Rettung wird das Ausschleifen der Zylinder sein. Dies ist so unnötig, wie es teuer ist.

Dem Flugkraftstoff sind chemische Zusätze als Antiklopfmittel beigemischt. Die durch Kraftstoffverbrennung entstehenden Ablagerungen im Motorverbrennungsraum und an den Ventilen und Ventilsitzen können Sie in Grenzen halten, wenn Sie Ihren Motor mit einer gesunden Betriebstemperatur laufen lassen. Dadurch kann sich der Motor selbst reinigen (Pyrolyse).

Die richtige Motorenbehandlung

Für alle Kolbenflugmotoren, ob fabrikneu oder überholt, gilt die gleiche Motorenbehandlung für die Einlaufzeit:

- Verwenden Sie unlegiertes Motoröl. Die Motoreneinlaufzeit beträgt normalerweise 50 Flugstunden, oder wenn sich der Ölverbrauch stabilisiert hat. Wechseln Sie den Öl nach den Vorschriften des Motorenherstellers. Vergessen Sie den Filter nicht! Noch niemals hat ein Motor durch zu häufiges Ölwechseln einen Schaden erlitten.
- Reduzieren Sie die Motorlaufzeit vor dem Start auf das vorgeschriebene Minimum zum Erwärmen des Öls, und ziehen Sie während des Rollens nicht die Vergaservorwärmung. Nur kurz vor dem Start zur Funktionsprüfung.
- Starten Sie mit der höchsten zugelassenen Motorenleistung, und steigen Sie auf mindestens 400 Fuß über Grund. Erst dann reduzieren Sie auf 75% Leistung und steigen auf Ihre Reiseflughöhe. Setzen Sie eine Reiseflugleistung zwischen 65 und 75%. Bringen Sie Ihren Turboladermotor unmittelbar vor dem Start langsam auf etwa 28 Zoll Ladedruck, warten Sie etwa 15 Sekunden mit dieser Leistungshebelstellung, bis der Turbolader seine volle Drehzahl erreicht hat und das

Überdruckventil ganz geöffnet ist, dann erhöhen Sie die Leistung auf den zum Start höchstzulässigen Wert.

Seien Sie großzügig mit dem Gemischregler und der Kühlklappe. Starten und steigen Sie bis 5000 Fuß MSL mit voll reichem Gemisch, und verarmen Sie über dieser Höhe nur so, daß Sie ein überreiches Gemisch vermeiden. Steigen Sie mit höherer Geschwindigkeit und offenen Kühlklappen, um eine bessere Motorkühlung zu erreichen.

- Bleiben Sie unter 8000 Fuß Dichtehöhe falls Ihr Motor keinen Turbolader besitzt. Sie erreichen sonst nicht den nötigen Arbeitsdruck im Zylinder, um die Kolbenringe ausreichend stark an die Zylinderwand zu pressen. Bei einem Motor ohne Turbolader, erhöhen Sie nach jeweils 30 Minuten Flugzeit langsam den Ladedruck und die Drehzahl bis zum Maximum für etwa 30 Sekunden. Dann gehen Sie wieder auf die vorher eingestellten Werte zurück. Dieses Verfahren beschleunigt den Einlaufprozeß und ist im Normalbetrieb nicht mehr notwendig.
- Vermeiden Sie Sinkflüge mit Leerlaufdrehzahlen. Leiten Sie den Sinkflug so frühzeitig ein, daß Sie immer mit entsprechend hoher Motorleistung fliegen, um die Zylinderkopftemperatur mindestens im ersten Drittel des Anzeigegerätes halten zu können. Auch nach der Einlaufzeit des Motors sollten Sie nicht mit weniger als 15 Zoll Ladedruck fliegen. Sie vermeiden dadurch erhöhten Motorenverschleiß (Kolbenkippen). Besser, mehr Landeklappen auszufahren.
- Falls Sie doch einmal Sinkflüge im Leerlauf machen müssen und nach der Landung eine nur sehr kurze Rollstrecke haben (kleine Plätze), lassen Sie den Motor vor dem Abstellen noch etwa drei Minuten mit 1600 RPM laufen. Sie erreichen einen Temperaturausgleich zwischen der stärker ausgekühlten vorderen- und der heißeren, hinteren Motorenhälfte. Sie vermeiden Wärmespannungen im Motor.
- Für Motoren ohne Turbolader: Vor dem Abstellen des Motors erhöhen Sie die Drehzahl auf etwa 1800 RPM für etwa 20 Sekunden, dann reduzieren Sie auf 1200 RPM und stellen durch Ziehen des Gemischhebels den Motor sofort ab. Ändern Sie jetzt nicht mehr die Stellung des Leistungshebels. Die Drosselklappe Ihres Motors ist für den nächsten Anlaßvorgang weit genug geöffnet. Der Motor springt an, ohne aufzuheulen.
- Für Turboladermotoren: Vor dem Abstellen des Motors bringen Sie die Drehzahl auf 1200 RPM für etwa eine Minute, bevor Sie den Motor mit dem Gemischhebel abstellen. Durch dieses Verfahren reduzieren Sie die Drehzahl des Turboladers beträchtlich; er läuft nach dem Abstellen des Motors eine weitaus kürzere Zeit ohne Schmierung.
- Machen Sie vor dem Abstellen des Motors eine Magnetprüfung. So sparen Sie sich den Ärger vor dem nächsten Start.

Prüfen Sie die Notwendigkeit eines jeden Motorstarts. Im Zweifelsfall bewegen Sie ihr Flugzeug von Hand (von der Halle zur Tankstelle und zurück usw). Folgen Sie diesen einfachen Empfehlungen auch über die Motoreneinlaufzeit hinaus. und Sie werden einen gesunden Motor haben. Vor allem, verhätscheln Sie Ihren Motor nicht während der Einlaufzeit, nutzen Sie die Leistung.