Wärmetauscher beim Rotax-Flugmotor

Das Für und Wider für die Verwendung eines Wärmetauschers.

Immer wieder taucht die Frage auf, wie sinnvoll ein Wärmetauscher bei einem Rotax-Flugmotor ist. Pauschal ist das nicht zu beantworten, daher folgt dazu nun meine Meinung.

Bekanntlich werden Flugzeuge nach aerodynamischen Anforderungen konstruiert.
Leider ist eigentlich rund um den Motor für jede Öffnungen, die auch noch die Luft durch Kühler leiten sollen, vollkommen fehl am Platze. Das führt dann zu den bei manchen Fliegern bekannt schlechten Betriebsbedingungen für den Verbrennungsmotor. Er werkelt immer an den Grenzen der thermischen Belastung.

Grundsätzlich ist ein Wärmetaucher zwischen Kühlflüssigkeit und Motoröl eine tolle Sache. Das Öl wird schneller warm und man benötigt nur einen Kühler. Der muss nur groß genug sein, um die gesamte Wärme des Triebwerkes abzuleiten. Beim Auto und Motorrad ist das kein Problem und funktioniert sehr gut.

Betrachten wir nun den Rotax Motor:
Die Kühlung des Triebwerks basiert auf drei Säulen:

1. luftgekühlte Zylinder
2. und einem Kühler im Ölkreislauf
3. flüssigkeitsgekühlte Zylinderköpfe mit entsprechendem Kühler

Jedes der drei Systeme führt einen gewissen Anteil[1)] der bei der Verbrennung entstandenen Wärme ab.
Fällt nun eines der Systeme aus ergibt sich **nach den Vorgaben der Einbauhandbücher** (912er) folgende Situation für die einzelnen Systeme:

1. die Kühlung der Zylinder wird voraussichtlich nicht ausfallen, es sei denn ein Vogel baut sein Nest unbemerkt an einer Stelle im System, dass kein Luftstrom mehr die Zylinder erreicht. Da der Anteil der Kühlleistung nur ca. **14,6%** (912UL) und **13,6%** (912S/ULS) beträgt, führt das Problem möglicherweise nicht zu einem plötzlichen Ausfalll des Triebwerks.
2. Fällt die Kühlung des Ölkreislaufes aus, besteht die Möglichkeit, dass durch die Erhöhung der Temperatur in der Anzeige der Pilot noch rechtzeitig einen geeigneten Landeplatz findet oder er vorher den Ölkühler reinigt/erneuert. Ist ein Leck im System, fällt der Öldruck ab und ein Ausfall des Triebwerkes ist unvermeidlich. Der Anteil der Ölkühlung am gesamten Wärmehaushalt schlägt mit ca. **24,4%** (912UL) und **22,7%** (912S/ULS) zu Buche.
3. Fällt das flüssigkeitsgekühlte System aus, wird der Motor ziemlich schnell stark überhitzen. Leider bleibt der Ausfall häufig unbemerkt, da der Temperatursensor im Zylinderkopf einen Kunststoffisolator hat, dieser ausschmilzt und das innere Teil des Sensors dann nur noch am Kabel hängt. Das Instrument zeigt dann keine Temperatur mehr an - wird wohl defekt sein. Der Anteil an der Kühlleistung beträgt ca. **61%** (912UL) und **63,6%** (912S/ULS).

Hat man nun mit einem Wärmetauscher einen Kühlflüssigkeitsverlust, hat man keine Kühlleistung der Flüssigkeiten mehr.
Das bedeutet einen Ausfall von ca. 85% (912UL) und 86% (912S/ULS) der Kühlleistung.

Ein Kühlflüssigkeitsverlust im Flug wird in der Regen nur dadurch bemerkt, dass die Temperaturanzeige plötzlich schnell steigt und dann auf null geht, wenn der Sensor ausgeschmolzen ist. Da das aber relativ schnell geht, wird es sehr häufig nicht bemerkrt, denn der Pilot hat noch andere Aufgaben und wird nicht die ganze Zeit auf die Instrumente starren. Der Gedanke, dass das Instrument plötzlich ausgefallen ist liegt nun sehr nahe.

Das fatale an einem Kühlflüssigkeitsverlust ist, dass durch die vor der Cockpitscheibe montierte, hier relativ dichte Cowling, kein Kühlmittel zu sehen ist. Der Verlust der Kühlflüssigkeit geschieht fast immer Richtung Erdmittelpunkt.
... und welcher Pilot ist in der Lage im Flug unter seinen Flieger zu schauen?

Bemerkt der Pilot nun in Folge des Kühlverlustes einen schlechter und rauher werdenden Motorlauf, wird er sich zu einer Notlandung entscheiden müssen.
Hier kommt nun der Vorteil der separaten[2)] Kühlsysteme zum Tragen. Am Ende der Notlandung kommt es auf jeden Meter an, den der Flieger noch zurücklegen kann, und sei es nur, um noch einen Graben hinter sich zu lassen.
Es zählt also jede Sekunde, die das Triebwerk noch läuft.

Der Rotax-Flugmotor ist genau aus diesem Grund mit den separaten Kühlsystemen konstruiert worden, da es die Notlaufeigenschaften verbessert.

Montiert man nun einen Wärmetauscher und man hat einen Kühlflüssigkeitsverlust, fällt folglich der Kühlanteil des Motoröls, bis auf die Kühlleistung des Ölbehälters, an der Kühlung aus.

... **85% Kühlleistung** entscheidet aber möglicherweise über eine **lebenswichtige Wegstrecke.**

Tabelle mit den im Einbauhandbuch vorgegebenen Kühlleistungen der Systeme in Klammer der %-Anteil:

System	912 UL	912 S/ULS
Kühlluft	6 KW (14,6%)	6 KW (13,6%)
Flüssigkeit	25 KW (61%)	28 KW (63,5%)
Motoröl	10 KW (24,4%)	10 KW (22,7%)

[1)]
die Daten wurden nach den Vorgaben aus dem Einbauhandbuch errechnet
[2)]
ohne Wärmetauscher

From:
https://www.kleinjung.de/rotax/ - **Ralle's ROTAX FAQ**

Permanent link:
https://www.kleinjung.de/rotax/doku.php?id=waermetauscher

Last update: **12.02. 2025 09:42**