... was bei einem defekten Wastegateklappenservo passieren kann

... die TCU-Warnlampen deutet auf einen möglichen Defekt des Wastegateklappenservo hin und was die Folgen sein können.

---

fangen wir mal ganz vorne an

was die Handbücher zu den TCU-Kontrollampen sagen :

Funktionskontrolle der TCU

HINWEIS: Beim Einschalten der Spannungsversorgung erfolgt eine automatische Funktionskontrolle der beiden Lampen.

⚠ WARNUNG Nichtbeachtung kann zu schweren Verletzungen oder Tod führen!
Der Motor darf bis zur Behebung der Ursache nicht in Betrieb genommen werden.

Für ca. 1 bis 2 Sek. leuchten beide Lampen und erlöschen danach. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine Überprüfung gemäß Wartungshandbuch notwendig.

Lampenausgänge der TCU **aus WHB-Heavy**

Der Ladedruckregler ist mit Ausgängen für eine externe **"rote"** Boostlampe und eine **"orange"** Warnlampe ausgestattet.

Beim Einschalten der Spannungsversorgung erfolgt eine automatische Funktionskontrolle der beide Lampen. Für ca. 1-2 sek. leuchten beide Lampen und erlöschen danach.

Orange Warnlampe:

Mittels dieser Warnlampe werden sämtliche Eingangssignale der Sensoren von der TCU überwacht.

Die ausgeschaltete Lampe zeigt die Betriebsbereitschaft des Ladedruckreglers an. Sollte die Lampe blinken, so liegt eine Betriebs- oder Funktionsstörung am Ladedruckregler oder dessen Umfeld vor.

Bei einer Störung z. B. durch Leitungsbruch schaltet die TCU intern auf die vorprogrammierten "**Notfallswerte**" (Default values), um den Betrieb des Motors zu gewährleisten.

■ ACHTUNG: Durch dieses Notprogramm ist die Überwachung des jeweiligen Kanals z. B. Überdrehzahl nicht mehr möglich. Diese Überwachung ist **deaktiviert**.

Rote Boost-Lampe:

- Bei Überschreitung des zulässigen Ladedrucks wird die rote Boost-Lampe aktiviert und leuchtet ständig, bis die Schaltschwelle wieder unterschritten wird.

  Schaltschwelle ..... 1550 hPa (Ist-Airboxdruck)

- Der Ladedruckregler registriert die Zeit, in der der Motor im Vollastbetrieb (Boost-Ladedruck) betrieben wird. Sollte dieser Betriebszustand länger als 5 min. andauern, so wird die rote Boost-Lampe aktiviert und blinkt.

■ ACHTUNG: Die rote Boostlampe soll dem Piloten helfen, zu hohen Ladedruck und den Vollastbereich für länger als 5 min. zu vermeiden, da sonst der Motor thermisch überlastet wird.

◆ HINWEIS: Die Zeitüberwachung wird ab einem Ist-Airboxdruck von 1250 hPa aktiviert. Nach 5 min. erfolgt die Warnung mittels Boost-Lampe.

Die Warnung erlischt wieder, sobald der Airboxdruck unter 1250 hPa reduziert wird. Sollte z. B. nach 30 sek. wieder dieses Drucklimit überschritten werden, so erfolgt nach 30 sek. eine neuerliche Warnung mittels Boostlampe.

was hat das mit dem Servo zu tun ?

Eingangs steht: **Beim Einschalten der Spannungsversorgung erfolgt eine automatische Funktionskontrolle der beiden Lampen.**
Was die meisten Piloten auch bemerkt haben müssten ist, dass das Servo eine „Kontrollfahrt“ von Anschlag zu Anschlag durchführt.
Das hört man beim Einschalten der Zündung deutlich.

Tritt hierbei ein Problem mit dem Potentiometer im Servo auf, wird die orange Lampe blinken.
Wird dabei auch festgestellt, dass der bei geschlossener Wastegateklappe benötigte Strom des Servomotors zu hoch ist um es geschlossen zu halten, blinkt ebenfalls die orange Lampe.

Dazu nun ein konkretes Beispiel

Ich wurde von Gustav[1)] gebeten, mal nach seinem Wastegateklappenservo zu schauen, weil es nach seiner Meinung nicht richtig arbeitete.

Er beschrieb, dass bei seinem gebraucht erworbenen Flieger, den er nach der Übernahme noch nicht geflogen hatte, die orange Kontrolleuchte blinkte und er, wie es im Benutzerhandbuch steht, den Motor so nicht in Betrieb nehmen wollte.

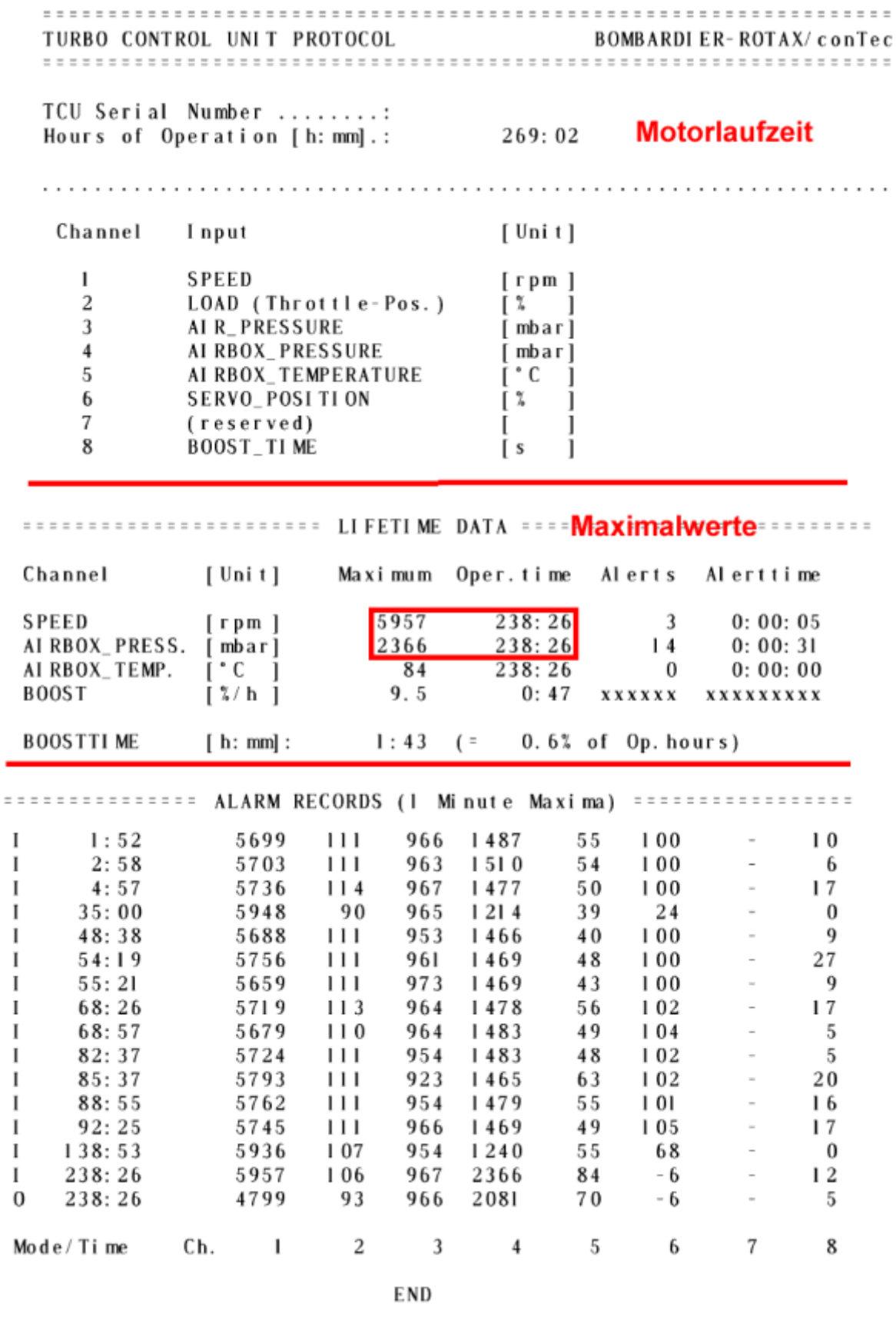
Nach seiner Info und der Aussage des Vorbesitzers, hatte dieser mal einen Startabbruch, weil der Motor „durchging“.
Der Vorbesitzer hatte darauf hin einen Fehler am Servo festgestellt, es zerlegt und „repariert“.

Mir bot sich folgendes Bild:

- der Wastegateklappenzug war richtig eingestellt
- die orange Lampe blinkte
- das Servo führte keine korrekte Kontrollfahrt durch

Ich hatte ein Servo zum Testen mit. Das haben wir angesteckt und es funktionierte einwandfrei.

Nun habe ich erst einmal die Betriebsparameter aus der TCU mit dem alten DOS-Programm ausgelesen und als PDF gespeichert.
Das Ergebnis[2)] sah so aus:



```
================================================================
TURBO CONTROL UNIT PROTOCOL                  BOMBARDIER-ROTAX/conTec
================================================================

TCU Serial Number ........:
Hours of Operation [h:mm].:          269:02      Motorlaufzeit

.....................................................................

 Channel    Input                      [Unit]

    1       SPEED                      [rpm ]
    2       LOAD (Throttle-Pos.)       [%   ]
    3       AIR_PRESSURE               [mbar]
    4       AIRBOX_PRESSURE            [mbar]
    5       AIRBOX_TEMPERATURE         [°C  ]
    6       SERVO_POSITION             [%   ]
    7       (reserved)                 [    ]
    8       BOOST_TIME                 [s   ]

========================= LIFETIME DATA ====Maximalwerte==========

Channel         [Unit]     Maximum  Oper.time  Alerts  Alerttime

SPEED           [rpm ]        5957     238:26       3    0:00:05
AIRBOX_PRESS.   [mbar]        2366     238:26      14    0:00:31
AIRBOX_TEMP.    [°C  ]          84     238:26       0    0:00:00
BOOST           [%/h ]         9.5       0:47  xxxxxx  xxxxxxxxx

BOOSTTIME       [h:mm]:       1:43   (=    0.6% of Op.hours)

================ ALARM RECORDS (1 Minute Maxima) =================

I      1:52        5699   111    966   1487    55   100    -    10
I      2:58        5703   111    963   1510    54   100    -     6
I      4:57        5736   114    967   1477    50   100    -    17
I     35:00        5948    90    965   1214    39    24    -     0
I     48:38        5688   111    953   1466    40   100    -     9
I     54:19        5756   111    961   1469    48   100    -    27
I     55:21        5659   111    973   1469    43   100    -     9
I     68:26        5719   113    964   1478    56   102    -    17
I     68:57        5679   110    964   1483    49   104    -     5
I     82:37        5724   111    954   1483    48   102    -     5
I     85:37        5793   111    923   1465    63   102    -    20
I     88:55        5762   111    954   1479    55   101    -    16
I     92:25        5745   111    966   1469    49   105    -    17
I    138:53        5936   107    954   1240    55    68    -     0
I    238:26        5957   106    967   2366    84    -6    -    12
0    238:26        4799    93    966   2081    70    -6    -     5

Mode/Time     Ch.    1      2      3      4      5      6      7      8

                              END
```

Die ausgelesen Daten:

- Der Motor hat eine Betriebszeit von 269:02 h[3)]
- Bei 238:26 h haben wir eine Überdrehzahl von 5957 U/Min

- Bei 238:26 h haben wir einen **Überboost von 2366 mbar**

Daraus können wir folgendes schließen:
Das Ereignis trat vor 30:76 h auf.
Die Wastegateklappe war nicht den vorgegebenen Parametern entsprechen weit genug geöffnet, sodass wir einen Überboost von 2366 mbar hatten. Gleichzeitig ist entweder die Rutschkupplung durchgerutscht oder hat aufgrund der hohen Leistung der Motor bis auf 5957 U/Min hochgedreht. Letzteres erfordert noch keine Maßnahme - diese Drehzahl macht dem Motor nichts aus.

Besorgniserregend ist hingegen der Überboost.
Erfahrungsgemäß wird ein Ladedruck von über 1800 mbar für den Pressverband der Kurbelwelle gefährlich.

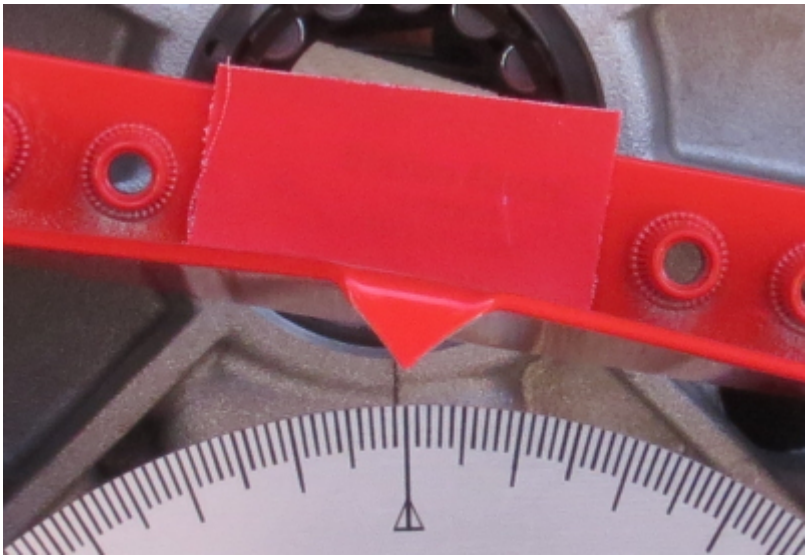
Diese kann sich dann verdrehen oder längen.

Längt sich die Kurbelwelle, schleifen die Kurbelwangen im Bereich der Hauptlager an den Wänden des Kurbelgehäuses, was zur Folge hat, dass die KW blockiert oder schwergängig ist.

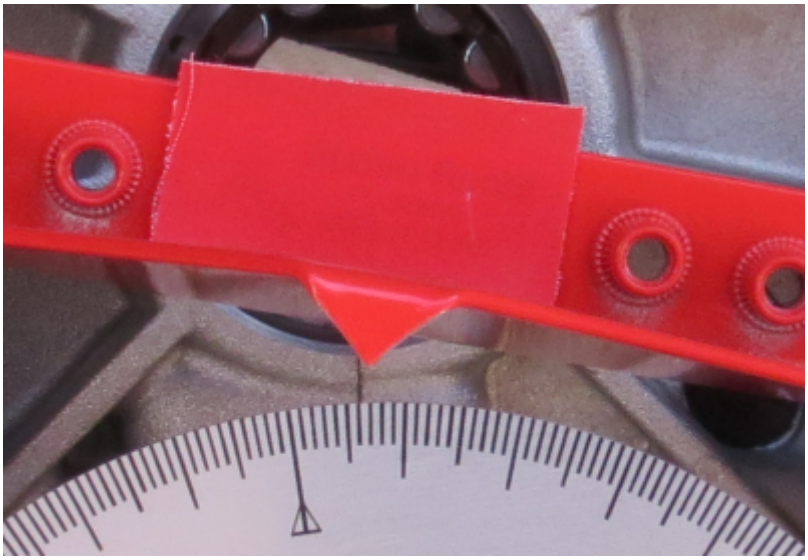
Die Überprüfung der Kurbelwelle

Wir überprüften nun die Verdrehung der Kurbelwelle n*ach Chapter 72-00-00 CRANKSHAFT DISTORTION INSPECTION des Rotax Maintenance Manual Heavy 912/914 Edition 2 Revision 0, vom 28.10.2022,* und stellen folgendes fest:

Kolben an den Kolbenstopper bei Zylinder 1 gedreht und die Gradscheibe auf 0° gestellt.



Kolben an den Kolbenstopper bei Zylinder 2 gedreht und die die Position an der Gradscheibe abgelesen.



Hier sieht man ganz deutlich, dass die Kurbelwelle zwischen den beiden gemessenen Zylindern, in diesem Fall zwischen Zylinder 1 und 2, um ca. 6° verdreht ist. Bei den Zylindern 3 und 4 lag der Messwert ebenfalls bei 6°.

Daraus folgt, dass die Kurbelwelle ausschließlich zwischen den Zylindern 1 und 2 verdreht ist.
Bei Zylinder 1 eilt also der Kolben um 6° vor.

Wie man sich vorstellen kann, ein harter Schlag in Gustav's Gesicht - **die Kurbelwelle muss erneuert werden**.

… wie die Geschichte weiter geht, erzähle ich möglicherweise später.

1)
Name geändert
2)
gekürzt und Motornummer entfernt
3)
hora = Stunden

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

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

Last update: **24.09. 2024 07:22**