

**ROTAX****SERVICE INFORMATION**

8 UL 87/D

Okt. 1987

UL-MOTOREN - Einfluß des Luftzustandes (Höhe bzw. Luftdruck und Temperatur) auf die Leistung und Vergasereinstellung

**1) Einleitung und Allgemeines:**  
-----

Ein Verbrennungsmotor benötigt den in der Luft enthaltenen Sauerstoff ( $O_2$ ) zum Verbrennen des Kraftstoffes. Die im Gemisch enthaltene Energie wird in Wärme und in der Folge in mechanische Arbeit umgewandelt.

1 kg Kraftstoff benötigt theoretisch 14,6 kg Luft um ideal zu verbrennen (= Stöchiometrisches Gemisch, Luftzahl  $\lambda = \frac{L}{L_{theor}} = 1$ ). In der Praxis weicht das Mischungsverhältnis vom idealen Wert je nach Bauart etwas ab.

Ist mehr Kraftstoff vorhanden ( $\lambda < 1$ ) spricht man von einem fetten Gemisch.

Ist weniger Kraftstoff vorhanden ( $\lambda > 1$ ) spricht man von einem mageren Gemisch.

Mittlere Luftdichte für Meereshöhe  $\rho_0 = 1,29 \text{ kg/m}^3$

**2) Einflüsse auf Leistung und Betrieb:**  
-----

Bedingt durch Änderung von

- Luftdruck und

- Lufttemperatur (Wetter, Einsatzhöhe)

ändert sich die Luftdichte und somit das Luft-Kraftstoff-Mischungsverhältnis herkömmlicher Vergasermotoren sowie auch die Menge des angesaugten Gemisches.

Dadurch wird die Leistung und auch das Betriebsverhalten wesentlich beeinflußt. Selbst bei gleicher Einsatzhöhe sind zwischen einem kühleren Hochdruckwetter und einem schwülen Hochsommertag 10 % und mehr Leistungsunterschied feststellbar (kann auch am gleichen Tag sein).

Zusätzlich nehmen mit steigender Einsatzhöhe (Flugplatzhöhe, Flughöhe) Luftdruck und Lufttemperatur (meistens) ab.

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit wird hier nicht behandelt.

**3) Ermittlung der tatsächlichen Motorleistung:**  
-----

Leistungsermittlung mit Hilfe der 'Dichtehöhe bzw. dem Dichtverhältnis'  $S/\rho_0$  (sprich: 'Rho zu Rho Null') lt. beiliegender Tabelle.

**BOMBARDIER-ROTAX**  
GESELLSCHAFT M. B. H. MOTORENFABRIK

A-4623 GUNSKIRCHEN — AUSTRIA  
Telefon: (0 72 46) 271-0\*, Telefax: (0 72 46) 271286  
Telex: 25546 brgk a, Telegr.: Bombrotax Gunkskirchen



Die tatsächliche Leistung  $P = P_0 \cdot \rho/\rho_0$

$P_0$ : Die vom Motorhersteller angegebene Nennleistung

- Dazu Beispiel ①

-----  
Laut den technischen Angaben des Herstellers hat ein Motor eine Nennleistung von 28 KW (38 PS), entsprechend einem Luftzustand von 1013 mbar und 15° C.

Wieviel leistet er bei

- Außentemperatur  $t = 30^\circ\text{C}$
- Luftdruck 925 mbar (= momentan herrschender absoluter Luftdruck)

Die Tabelle zeigt ein Dichteverhältnis  $= \rho/\rho_0$  von 0,86.

Die tatsächlich verfügbare Leistung:

$$P = 28 \text{ KW (38 PS)} \times 0,86 = 24 \text{ KW (32,7 PS)}$$

=====

Der Motor gibt auf Grund von Druck und Temperatur nur 86 % seiner Nennleistung ab

Dies ist besonders bei hoch gelegenen Flugplätzen oder beim Überfliegen von Bergen zu beachten.

Bei Verfügbarkeit eines Flugzeughöhenmessers geht man folgendermaßen vor:

Der Höhenmesser wird auf Standard 1013 mb (bzw. hPa) gestellt. Im Beispiel ① zeigt er 800 m entsprechend einem Luftdruck von 925 mb. Das Dichteverhältnis ergibt sich wieder wie oben mit 0,86.

- Beispiel ②

-----  
Gleicher Platz wie Beispiel ①, jedoch Hochdruckwetter im Winter

$t = -15^\circ\text{C}$ , Luftdruck 1000 mbar.

Dichteverhältnis lt. Tabelle:  $\rho/\rho_0 = 1,1$ , die Höhenmesseranzeige bei Standardeinstellung beträgt 100 m.

$$P = 28 \text{ KW (38 PS)} \times 1,1 = 30,8 \text{ KW (41,8 PS)}$$

=====

Wir haben also 10 % mehr Leistung.



-3-

## - Beispiel ③

Wir kennen UL's auf Flugplätzen in 2640 m Seehöhe (z.B.: Bogota) und 4100 m Seehöhe (La Paz, Bolivien, Südamerika). Im letzten Fall beträgt die Leistung nur mehr ca. 60 % der Nennleistung.

Hier müssen die Fluggeräte entsprechend stark motorisiert werden damit noch ausreichende Steigleistung vorhanden ist.

Obigen Berechnungen liegt bereits eine optimale Vergasereinstellung zugrunde. Bei nicht korrigierten Vergasern ist der Leistungsverlust wesentlich größer.

## 4) Korrektur der Vergasereinstellung:

Die unter Punkt 3) vorgerechneten Leistungsänderungen gelten nur dann, wenn der Motor noch immer sein richtiges Kraftstoff-Luftgemisch erhält. Da, wie eingangs erwähnt, sich das Mischungsverhältnis mit dem Luftzustand ändert, ist dazu jedoch schon eine Änderung der Vergaserkalibrierung nötig, da der Vergaser vom Hersteller für Betrieb in Meereshöhe ( $\rho/\rho_0 = 1$ ) kalibriert ist.

Eine zu fette Vergaserkalibrierung ergibt schlechte Motorleistung, Zündkerzenprobleme und erhöhte Ablagerungen, die unter Umständen zu Motorstörungen führen können. Am leichtesten ist dies am dunklen Kerzenbild zu erkennen.

Zu magere Vergaserkalibrierung (Kerzenbild hell-beige bis weiss) ergibt hohe Verbrennungs-, Kerzensitz- und Abgastemperaturen. Dies kann zu Motorschäden führen und ist zu vermeiden.

Im üblichen praktischen Bereich genügt ein Austausch der Hauptdüse, die mittels Korrekturfaktor  $f_D$  ermittelt wird.

Dieser Korrekturfaktor  $f_D$  errechnet sich aus

$f_D = \sqrt[4]{\rho/\rho_0}$  und ist ebenfalls aus der Tabelle lt. Anlage zu entnehmen.

Anmerkung:  $\sqrt[4]{\rho/\rho_0}$  erhält man einfach durch  
----- zweimaliges Wurzelziehen:  $\sqrt{\sqrt{\rho/\rho_0}}$

Die neue Hauptdüsengröße (HD) ermittelt man:

$$HD_{\text{neu}} = HD \times f_D$$



Anmerkung: Dieses 'f<sub>D</sub>' gilt nur für Hauptdüsennumerierungen,  
 ----- die analog dem Durchmesser festgelegt sind.  
 Für Bing-Vergaser bei ROTAX-UL-Motoren trifft dies zu.

- dazu Beispiel ④  
 -----

Wir nehmen dafür die Annahmen und Ergebnisse von Beispiel ①

$$\begin{aligned} \text{also Dichteverhältnis } \rightarrow \rho/\rho_0 &= 0,86, & f_D &= \sqrt[4]{0,86} \\ & & &= \sqrt{\sqrt{0,86}} = 0,963 \end{aligned}$$

Der Vergaser hatte bei der Auslieferung eine Hauptdüse 160.

$$\text{HDneu} = 160 \times 0,963 = 154,$$

====  
 wir wählen dafür eine Hauptdüse 155.

- Beispiel ⑤  
 -----

Dafür nehmen wir die Werte des Wintereinsatzes von Beispiel ②

$$\begin{aligned} \text{u. zwar: } \rho/\rho_0 &= 1,1 \\ f_D &= \sqrt[4]{1,1} = 1,024 \end{aligned}$$

$$\text{HDneu} = \text{HD } 160 \times 1,024 = 163,85,$$

=====  
 wir nehmen dafür eine Hauptdüse 165.  
 ----

Wir sehen daraus, daß an diesem - für UL-Betrieb zwar extremen -  
 Wintertag der Motor ohne Düsenkorrektur etwas mager betrieben  
 worden wäre.

- Beispiel ⑥  
 -----

Ausgehend von Beispiel ③ haben wir in La Paz ein Dichte-  
 verhältnis  $\rho/\rho_0 = 0,6$

$$f_D = \sqrt[4]{0,6} = 0,88$$

$$\text{HDneu} = \text{HD } 160 \times 0,88 = 140,8,$$

es ist daher eine Hauptdüse 140 nötig.  
 ----



Anmerkung: Die Hauptdüsen sind meistens in 5er Stufen  
----- erhältlich (z.B.: 155, 160, 165 u.s.w.)

In der Mehrzahl der Fälle ist diese Art der Vergaserkorrektur  
ausreichend, außerdem leicht durchführbar.

Anmerkung: Für gelegentliche 'Höhenflüge' genügt die  
----- normale Vergasereinstellung für Höhen  
bis 4.000 m sofern das Fluggerät nicht  
untermotorisiert ist

5) Automatische Vergaserkorrektur:  
-----

In speziellen Fällen, wenn laufend grössere Höhenunterschiede  
überwunden werden müssen, ist ein automatischer Höhenkorrektor  
(HAC = High Altitude Compensator) zweckmässig.

Dafür bietet ROTAX für einige Motortypen diese Einrichtung  
bestehend aus

Höhenkorrektor und einem Spezialvergaser

an.

Im Bedarfsfalle ist über die ROTAX-Vertretungen anzufragen.

ANLAGE: Luftzustandsdiagramm (3-fach)  
-----

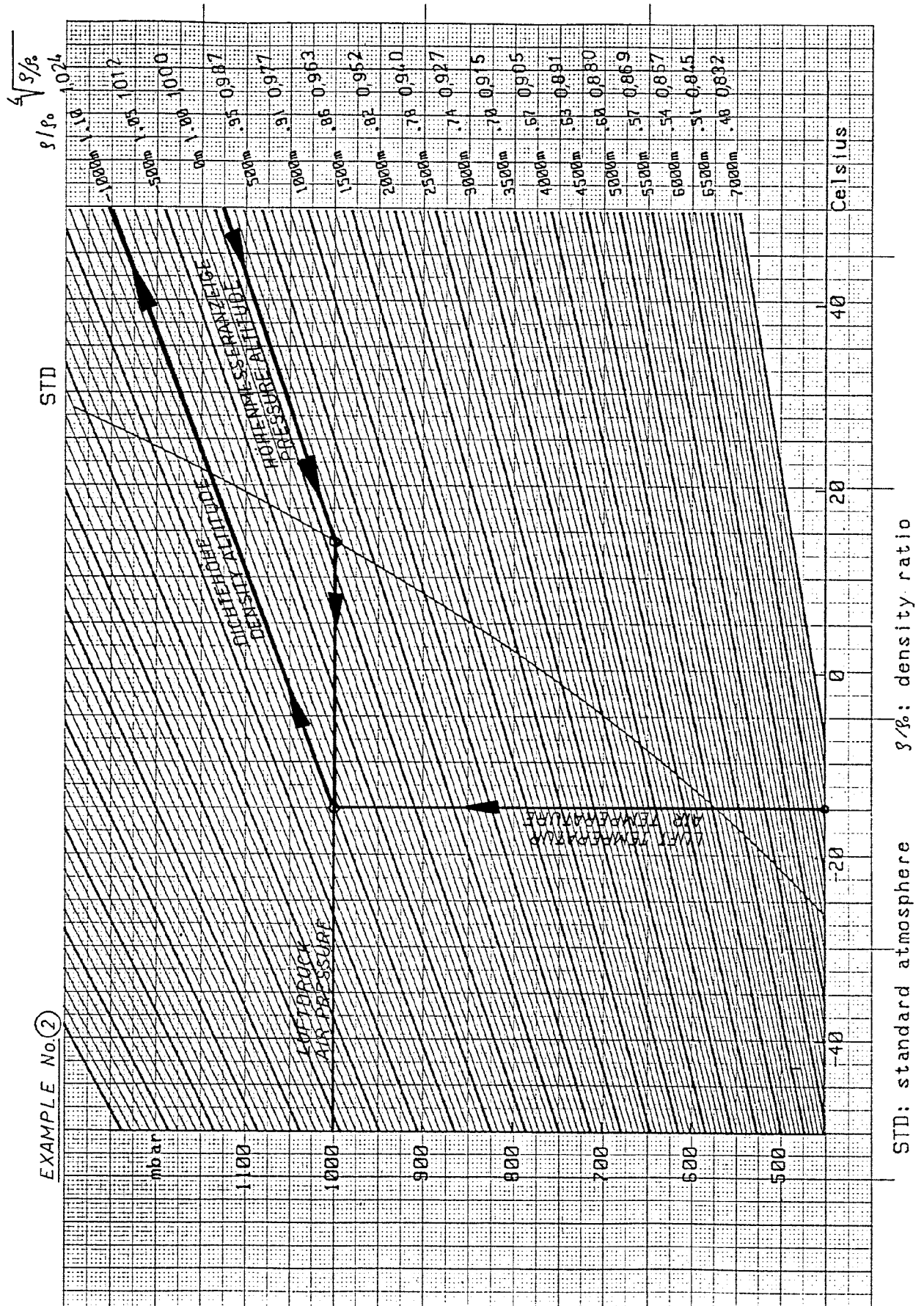




# ROTAX SERVICE INFORMATION

8 UL 87/D

Okt. 1987







# ROTAX SERVICE INFORMATION

8 UL 87/D

Dkt. 1987

- 8 -

