

# Benzin & E85

© Frits Overmars

Viele Motorsportregelwerke schreiben vor, dass nur an öffentlichen Tankstellen erhältliche Kraftstoffe verwendet werden dürfen. Diesel wird dabei ausgeschlossen, weil eine größere Dieselölleckage eine Rennstrecke für einen längeren Zeitraum unbrauchbar machen könnte. Somit bleiben Benzin und E85. Im Folgenden vergleichen wir die für uns wichtigen Eigenschaften dieser beiden Kraftstoffe.

---

Ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis, wobei jedes Kraftstoffmolekül für seine Verbrennung eine genau ausreichende Menge Sauerstoffmoleküle zur Verfügung hat, nennt man ein stoichiometrisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis. Es wird angedeutet mit  $\lambda = 1$ .

$\lambda > 1$  bedeutet ein Luftüberschuss. z.B. bedeutet  $\lambda = 2$ , dass zweimal so viel Luft anwesend ist als theoretisch notwendig wäre für eine vollständige Verbrennung.  
 $\lambda < 1$  hingegen bedeutet ein Luftmangel, oder, anders betrachtet, ein Kraftstoffüberschuss.

In Wirklichkeit laufen Rennmotoren nie mit  $\lambda = 1$ , sondern immer fetter, weil das Gemisch nie genau homogen ist, und weil unverbrauchter Sauerstoff aus leistungstechnischer Sicht eine Verschwendung wäre. Optimal ist  $\lambda = 0,86$ . Dieser optimale Wert gilt für jeden Kraftstoff. Der  $\lambda$ -Ist-wert spielt jedoch in den nachstehenden Vergleichen zwischen Benzin und E85 keine Rolle und kann somit außen vor bleiben.

---

Man kann den Spritverbrauch für jede Spritsorte berechnen, wenn man das stoichiometrische Luft/Kraftstoff-Verhältnis des jeweiligen Sprits kennt.

Benzin: 14,7 ; das heißt: um 1 kg Benzin vollständig zu verbrennen braucht man 14,7 kg Luft.  
Aethanol: 8,4 ; das heißt: um 1 kg Aethanol vollständig zu verbrennen braucht man 8,4 kg Luft.  
Methanol: 6,5 ; das heißt: um 1 kg Methanol vollständig zu verbrennen braucht man 6,5 kg Luft.

Die Luftmenge, die ein Motor ansaugen kann, ist nicht abhängig vom Sprit, sondern wird bestimmt durch Hubraum, Drehzahl, Schlitzflächen, Steuerzeiten und Druckdifferenzen.

Für unsere Berechnungen nehmen wir an, dass der Motor 1 kg Luft per Umdrehung ansaugt.  
(in Wirklichkeit wäre das sehr schön, denn Luft wiegt 1,223 Gramm pro Liter; 1 kg ist also 818 Liter).  
Für dieses angenommene 1 kg Luft braucht der Motor:

$1 / 14,7 = 0,068$  kg Benzin  
oder  
 $1 / 8,4 = 0,119$  kg Aethanol  
oder  
 $1 / 6,5 = 0,154$  kg Methanol

Wenn ein Kraftstoff 85 % Aethanol und 15 % Benzin enthält, braucht man für 1 kg Luft:  
 $(0,85 \times 0,119) + (0,15 \times 0,068) = 0,111$  kg Kraftstoff.

Das ist 1,6 mal so viel Masse wie die 0,068 kg Benzin, die man ursprünglich brauchte.

**Bei Verwendung von E85 statt Benzin kann man pro kg Ansaugluft 1,6 mal so viel Sprit verbrennen.**

---

Was bringt das an Leistung? Das hängt ab vom Verbrennungswert, ausgedrückt in MegaJoule pro kg:

Benzin: 43,0 MJ / kg  
Aethanol: 26,8 MJ / kg  
Methanol: 20,1 MJ / kg

1 kg E85 enthält 0,85 kg Aethanol und 0,15 kg Benzin, und hat somit einen Verbrennungswert von  
 $(0,85 \times 26,8) + (0,15 \times 43) = 29,3$  MJ / kg.

E85 hat also einen geringeren Verbrennungswert als Benzin. Aber weil wir statt 1 kg Benzin jedesmal 1,6 kg E85 verbrennen können, ist die insgesamt freigesetzte Energie pro kg Luft doch höher.

Gegenüber 43 MJ / kg für 1 kg Benzin steht  $1,6 \times 29,3 = 46,9$  MJ für 1,6 kg E85.

Das bedeutet 9 % mehr Energie und somit **9% Mehrleistung.**

---

Jetzt gibt es noch das Problem, dass die Kraftstoffmenge im Allgemeinen nicht in Kilo, sondern in Litern gemessen wird.

1 kg Benzin = 1,389 liter

1 kg Aethanol = 1,267 liter

1 kg Methanol = 1,266 liter

1 kg E85 =  $(0,85 \times 1,267) + (0,15 \times 1,389) = 1,285$  liter

Statt 1 kg Benzin oder 1,389 liter Benzin, brauchen wir:

1,6 kg E85 =  $1,6 \times 1,285$  liter E85 = 2,056 liter E85. Das ist 1,48 mal so viel Volumen.

**Der Verbrauch wird 1,48 mal so hoch: statt 1 liter Benzin jetzt 1,48 liter E85.**

---

Das Fassungsvermögen des Tanks, und alle Durchströmungsflächen im gesamten Spritsystem müssen darum 1,48 mal so groß sein. Das heißt: **Alle Durchmesser müssen 1,22 mal so groß sein.**

Dabei wird der Schwimmerkammerventilsitz oft vergessen.

Kontrolle:

Ein Rennweitakter braucht etwa 7 ccm Benzin pro PS pro Minute.

Der gleiche Motor Mit E85 würde 1,48 mal diese Spritmenge verbrauchen, würde damit aber auch 1,09 mal die ursprüngliche Leistung liefern.

Dessen Verbrauch wäre also  $(1,48 \times 7)$  ccm pro 1,09 PS pro Minute, oder **9,5 ccm / PS / min.**

Mit einem Messbecher und eine Stoppuhr lässt sich leicht feststellen ob das Spritsystem ausreicht.

## Motortemperatur:

Der spezifische Verdampfungswert zeigt, wie viel kiloJoule Wärme zugeführt werden muss, um 1 kg sprit zu verdampfen.

Benzin: 380 kJ / kg

Aethanol: 900 kJ / kg

Methanol: 1100 kJ / kg

1 kg E85 enthält 0,85 kg Aethanol und 0,15 kg Benzin, und hat somit einen spezifischen Verdampfungswert von  $(0,85 \times 900) + (0,15 \times 380) = 822$  kJ / kg.

Der spezifische Verdampfungswert von E85 ist also 2,16 mal so hoch als der spezifische Verdampfungswert von Benzin.

Außerdem verbraucht der Motor jetzt 1,6 kg E85 statt 1 kg Benzin. Die insgesamt benötigte Verdampfungs-Wärme für das angesaugte Luft/Kraftstoffgemisch ist somit  $1,6 \times 2,16 = 3,46$  mal so hoch.

Diese Wärme wird der angesaugtem Luft entzogen. Das Gemisch tritt also viel kühler in den Motor ein. Dadurch ist die Innenkühlung des Motors bei E85-Betrieb erheblich besser, und die thermische Belastung des Motors ist trotz 9% Mehrleistung niedriger als bei Benzinbetrieb.

Zweitaktmotoren reagieren stark auf Temperaturunterschiede. Der kühler laufende E85-Motor kann darum sogar mehr als die obenstehend errechnete 9% Mehrleistung liefern, und leidet außerdem weniger unter eine während des Rennens steigende Motortemperatur, die vor allem bei luftgekühlten Motoren zu Leistungsschwund führen würde.

## Abgastemperatur:

Möglicherweise wird die Abgastemperatur trotz Mehrleistung etwas niedriger sein als bei Benzinbetrieb.

Der Motor will dann wahrscheinlich nicht ganz so hoch drehen wie vorher.

Ein Versuch das zu korrigieren mit magerer Bedüsung kann leicht nach hinten losgehen.

Den Auspuff umwickeln ist besser, aber das erste Stück vom Krümmer, wo durchgespültes Frischgas hinkommt bevor es durch die Auspuffwelle in den Zylinder zurückgedrückt wird, muss möglichst kühl bleiben.

Wie lang dieses kühle Stück sein soll, hängt vom Auslasskanaldurchmesser bzw. vom Krümmer-Durchmesser ab. Rechne damit, dass das kühle Teil des Auslasssystems so lang sein muss, dass es ein Volumen gleich dem Hubraumvolumen enthalten kann; dann ist es auf jeden Fall lang genug.

Eine zweite Methode zur Erhöhung der Abgastemperatur besteht darin, den Zündzeitpunkt später einzustellen. Damit kann man aber nicht zu weit gehen, weil E85 wahrscheinlich etwas langsamer brennt, und daher nicht weniger, sondern mehr Vorzündung verlangen würde.

---

Es wäre daher besser, falls die Höchstleistungsdrehzahl und die Höchstdrehzahl zu sehr gelitten haben, einen Auspuff mit kleineren Längen und ungeänderten Durchmessern herzustellen. Lediglich die Endrohr-Engstelle muss an die Mehrleistung angepasst werden.

## **Verdichtungsverhältnis:**

Das Verdichtungsverhältnis könnte höher werden, weil E85 eine höhere Oktanzahl hat als Benzin, aber das macht nur Sinn bei Viertaktmotoren. Vor allem Turbo-Viertakter werden ganz lebhaft mit E85. Bei Rennzweitaktern soll man aber **niedrig** verdichten. Das fördert die Leistung, die Bandbreite, die Zuverlässigkeit, und wenn man keinen kräftigen Funken hat, hilft es auch die Zündung.

## **Öl:**

Nicht jedes Zweitaktöl lässt sich problemlos mischen mit E85. Öl auf Rizinusbasis ist schon geeignet. z.B. Maxima Castor927. Elf 909 soll auch brauchbar sein.

Das Öl / Kraftstoff-Mischungsverhältnis darf bei Verwendung von E85 im Vergleich zu Benzin magerer sein. Zum Beispiel nehmen wir eine Mischung von 1 Liter Öl auf 20 Liter Benzin. Bei Verwendung von E85 verbraucht der Motor statt dieser 20 Liter Benzin  $1,48 \times 20 = 29,6$  Liter E85. Wenn wir 1 Liter Öl mit diesem 29,6 Liter E85 mischen, erhält der Motor die gleiche Menge Öl wie zuvor.

## **Schwerpunkte:**

Methanol, Aethanol und E85 können verschiedene Materialien angreifen: Kupfer, Aluminium, Magnesium, Kunststoffschläuche, Dichtungen, O-Ringe, usw. Und wenn Kunststoff-Lagerkäfige angegriffen werden, kann dies zu größeren Motorschäden führen.

Es ist daher ratsam den Motor nach der Verwendung von E85 einige Minuten lang mit Benzin laufen zu lassen.

Die Bedüsung bestimmen anhand des Kerzenbildes kann gefährlich sein bei alkoholhaltigen Kraftstoffe. Bei Methanol habe ich festgestellt, dass die Kerze immer nass bleibt. Ein Versuch, sie durch abmagern trocken zu bekommen, kann Kolben kosten.

Manchmal kann man auch eine Kerze mit einem etwas niedrigeren Wärmegrad verwenden.

Alle Alkohole sind hygroskopisch: sie ziehen Wasserdampf aus der Atmosphäre an und verdünnen sich selber immer mehr.

Halte Spritbehälter darum immer verschlossen, und vermeide das Ablassen des Fahrzeugtanks. Das Wiegen ist eine bessere und sicherere Methode zur Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs.

---