

Exhaust calculator 2.0 vs. Bell

Da für viele die Auspuffberechnung/Abstimmung ein großes Geheimnis ist und es nicht gerade viel hilfreiche Literatur gibt (bzw. Fachliteratur meist nur in Englisch existiert), habe ich mich entschlossen, ein kleines Tutorial zur Benutzung des EC2.0 zu schreiben.

Das Programm basiert meines Erachtens zum Großteil auf A. Graham Bells „Two stroke performance tuning“.

Vorweg möchte ich noch eins sagen: Weder mit diesem Programm, noch mit diesem Tutorial wird man den perfekten Auspuff bauen können. Jedoch sollte mit beiden erste semiprofessionelle Anhaltspunkte möglich werden, wenn man von der Materie keine oder nur wenig Ahnung hat. Oder wie der Autor treffend formulierte:

„This is not to imply that the first exhaust you fabricate will be perfect“. Nun gut, zurück zum Eigentlichen:

Die Eingabedaten sollten jedem sehr wohl bekannt sein. Übersetzungsfragen klärt fast jedes Online-Wörterbuch.

Augenbrauzuckend sitzen die Meisten wohl vor den Feldern „Factors and angles“ und „three stage diffusor“. Unzählige Zahlenkombinationen sind möglich, doch welche sind die richtigen? Bell gibt hier einige Empfehlungen, die im Programm so nicht auftauchen. Und es demnach auch ziemlich sinnfrei machen.

Kommen wir zum Header length factor. Für die Krümmerlänge hat Bell selbst noch keine Formel, dafür aber Orientierungswerte (dies liegt m.M. nach auch an der Nicht-Erwähnung der Spülzeiten, die dafür sehr wohl wichtig wären, denn generell gilt: je höher die Drehzahl und je kleiner der Vorauslass, desto kürzer der Krümmer). Hier die Faktoren:

	Road Race		Motocross	
Hubraum	Einstufig	Mehrstufig	Einstufig	Mehrstufig
50-80ccm	8,5-9,5	8-9	10-11	8,5-9,5
100-125ccm	7,8-8,5	6,7-7,5	7,8-8,5	6,7-7,5

„Stufig“ bezieht sich auf die Anzahl der Diffusorteilungen (später mehr), und die Faktoren multipliziert man mit dem Auslassdurchmesser). Und die Gesamtlänge beinhaltet die Auslasslänge mit. Diese muss also beim Auspuffbau subtrahiert werden.

Der Header Angle ist der Krümmerwinkel. Wie den Diffusor kann man auch den Krümmer mit einem Winkel versehen, was laut Bell ein breiteres Band und einen stärkeren Resonanzeffekt bewirkt. Jedoch sollten die Winkel bedeutend flacher als beim Diffusor werden. Im Normalfall sollte der Winkel zwischen $1,15^\circ$ und $1,5^\circ$ liegen, jedoch gibt's auch Winkel zwischen $0,8^\circ$ und $2,3^\circ$. Richtet sich vor allem nach Diffusorwinkel. Flacher Diffusor sollte flachen Krümmer voraussetzen. Zum Beispiel würde ein Diffusorwinkel $\sim 3^\circ$ mit einem Krümmerwinkel von $0,8^\circ$ gut zusammenpassen. Außerdem sollten lange Krümmer steiler gestaltet werden und zwar in Richtung $1,7^\circ$ bis $2,3^\circ$. Aber orientiert euch am besten an den 1° bis $1,5^\circ$.

Der „Midsection factor“ multipliziert mit dem Auslassdurchmesser ergibt den Durchmesser des Mittelteils. Die Faktoren liegen zwischen 2,5 und 2,8, für mehr Drehmoment 2,9-3,1. Das Mittelteil dient zur Volumen Anpassung und somit zur Bandanpassung. Laut Bell ergibt er sich aus der Differenz von Resonanzlänge und den restlichen Bauteilen (Krümmer, Konus, Gegenkonus). Dass das Programm da auch Murx macht erkennt man an den manchmal auftretenden negativen Mittelteilängen.

Den Faktor sollte man im Nachhinein so einpendeln, dass die anderen Werte den Empfehlungen entsprechen. Etwas nervig, aber mühsam ernährt sich das Eichhörnchen.

Der „cone angle“ bezieht sich auf den Gegenkonus. Generell gilt, je größer der Winkel, desto stärker der Effekt, aber desto schmaler der Wirkungsbereich. Wieder mal ein paar Winkel:

Hubraum	Road Race	Motocross
50-80	10,5-12	8,5-9,5
100	10,5-12	9-10
125	9,5-12	8,5-10

Sollte der Gegenkonus zweistufig gestaltet werden, sollte der erster Teil 4,5-5,5° und 70-90mm lang sein, der zweite Teil 12-14°.

Die Gesamtlänge wird dann mathematisch über den Sinussatz ermittelt, wichtig sind eben der Winkel und der Durchmesser des Mittelteils.

Mit „three stage diffusor“ bleibt einem nur die Möglichkeit, einen dreistufigen Diffusor zu gestalten. Bell gibt hier folgende Winkelpaarungen an:

Hubraum	Dreistufig
50-80	4 6 8
100-125	4,5 7 9

Jedoch ist die Längengestaltung etwas knifflig, Bell verrät dazu nur so viel:

Längen in mm:

	Motocross	Road race	
	zweistufig	zweistufig	Dreistufig
Stufe 1	200-240	140-160	110-140

Die restlichen Längen werden wie beim Gegenkonus über den Sinussatz und die Durchmesser ermittelt. Dreistufig wird's lustig, denn da bleibt nur Rätseln übrig. Logisch betrachtet würde ich sagen, dass Stufe 2 länger als Stufe 3 gestaltet werden sollte.

Ist die Leistungsentfaltung zu schwach, wird die Länge reduziert, ist das Band zu spitz, kann Stufe 1 verlängert werden.

Das Endrohr ermittelt das Programm von selbst, aber Bell meint:
(Maße in mm)

Hubraum	Länge	Durchmesser
50-80ccm	100-205	17-19
100	100-230	19-21
125	100-265	22-24

Allgemein gilt, je länger desto dicker, sonst droht Überhitzung. Zu dick ergibt aber Leistungsverlust. Natürlich sollte auch mit der Schalldämpfer beachtet werden, ist dessen Durchmesser nah am Endrohrmaß, sollte er mit in die Länge einkalkuliert werden.

Ich hoffe ich konnte etwas mehr Licht in das Mysterium Auspuffgestaltung bringen. Das hier niedergeschriebene ist noch lange nicht das Ende der Fahnenstange, und am Ende wird nur eins über Erfolg und Fehlschlag entscheiden können: Der Prüfstandslauf. In diesem Sinne: frohes Schaffen.