

24 Juni 2009

How to bau a Auspuff ?!



Wer sein Motorflugzeugflugzeug mit einem Verbrennerantrieb befeuert, muss naturgemäß auf besonders geringe Schallemission achten. Einen Großteil des Gesamtgeräuschpegels muss die Schalldämpferanlage auf ein für Mensch und Tier erträgliches Maß reduzieren.

Die zu einigen Motoren bereits serienmäßig mitgelieferten Dämpfer sind ausnahmslos unbenutzbar. Der Schall wird nur umgelenkt, keinesfalls aber genügend gedämpft.

Du kommst nicht drum herum, es muss was Gescheites her.

In meinem Fall brauche ich für einen 52 ccm China-Boxer einen Mehrkammer – Topfdämpfer.

Topfdämpfer sind was Tolles. Entsprechend ausgelegt und gefertigt, haben sie ganz hervorragende Dämpfungseigenschaften. Und das, ohne dem Triebbling die Kraft zu nehmen. Im Gegenteil. Ein Leistungszuwachs gegenüber den Chinaböllern stellt sich ein, sofern bei der Konzeption des Dämpfers einige Punkte beachtet werden. Dazu später mehr.

Die im Handel zu kaufenden Produkte sind entweder aus Aluminium oder Stahlblech gefertigt. Erstere sind natürlich leichter, wenn auch empfindlicher auf mechanische

Belastung und haben schnell mal eine Beule. Die aus Edelstahl sind unter anderem echte Hinkucker, weil hochglänzend poliert.

Speziell hergestellte Topfdämpferanlagen, die aus der Verpackung heraus an einen bestimmten Motor geschraubt werden können, wie beispielsweise zu den von TC vertriebenen ZG Motoren, gibt es zum einen nur wenige.

Zum anderen hat jeder seine eigenen Vorstellungen davon, in welcher Anordnung Krümmer und Auspuff zueinander in das Modell eingebaut werden soll.

Wenn Du einen fertigen Dämpfer kaufst, wird in der Regel zumindest der Krümmer aus Bausatzteilen (Krummscheid) noch selbst Hartgelötet werden müssen. Nachteilig kann sein, dass bei diesen Exemplaren die Positionen der Einlässe und Auslässe am Dämpferkörper bereits vorgegeben sind.

Es gibt Hersteller wie die Fa. Zimmermann, die fertigen natürlich auch nach Vorgabe Sonderanfertigungen in hoher Qualität an. Das hat aber einen hohen Preis. Der Bau dieser Dämpfer erfordert nun mal ziemlich viel Handarbeit, sprich Zeit.

Ein Prachtstück von 4-Kammer Dämpfer für einen 50ccm Motor kostet daher ca. 80€ - in der Regel ohne Krümmer wohlgemerkt!

Das ich mir die Dinger mittlerweile selber baue, hat aber weniger mit Sparen zu tun.

Ich mache das, weil ich es einfach will.

Wenn Du das Hobby nicht zu 100% mit Fertigprodukten betreiben willst, traue Dich ruhig an den Bau eines Dämpfers heran.

Der Selbstbau ist gar nicht so schwer zu bewerkstelligen. Nur Mut!

Einen möglichen Weg wie das erfolgreich zu machen ist, will ich nun beschreiben.

Das erforderliche Werkzeug zum Dämpferbau hat man größtenteils schon: Eisensäge oder eine Dremel, Rundfeile, verschiedene Bohrer, Schleifpapier, Zangen usw.

Was eventuell noch extra gekauft werden muss ist eine preiswerte Lötlampe aus dem Baumarkt, Silberhartlot und etwas Flussmittel aus einem Schweißfachmarkt.

Wenn kein Fachmarkt in der Nähe ist? - in der E-Bucht wird man garantiert fündig!

Das Silberlot muss einen niedrigen Schmelzpunkt und einen hohen Silberanteil haben. Als Richtwert soll dienen:

Schmelztemperatur nicht höher als 600° und mindestens 56% Silberanteil.
Nicht vergessen, gleich etwas Flussmittel mitkaufen!

Es gibt Silberlotstangen die bereits mit einem Flussmittel ummantelt sind - ich verarbeite jedoch lieber zwei getrennte Werkstoffe - ist halt Geschmacksache.

Stellt sich nun die Frage nach geeignetem Rohrmaterial für unseren Dämpfer. Gaskartuschen aus dem Campingbedarf oder Autoölfilter sind gut geeignet.

Ich habe mich für Autoölfilter entschieden, da stabiler und daher wesentlich unempfindlicher zu bearbeiten, wenngleich auch etwas gewichtiger als die Einweg - Gaskartuschen.

Diese Filter bekommst Du (umsonst?) als Altmaterial in Deiner freundlichen Autowerkstatt.

Stößt Du da auf Ablehnung, muss halt Neuware gekauft werden. Nur keine Panik, in der E-Bucht gibt es das Zehnerpack Autoölfilter bereits ab 14€.

Nach dem Aufsägen werden die Innereien entfernt. Bei unbenutzten Filtern ist das eine relativ saubere Angelegenheit. Bei benutzten Filtern müssen aber noch die Ölreste entfernt werden.

Da die verwendeten Filter sinniger Weise baugleich sind, mindestens den gleichen Durchmesser haben sollten, ist wohl klar, gell? Die Länge der einzelnen Filter darf hingegen unterschiedlich sein, da sie sich beliebig aneinander löten, sprich verlängern, lassen.



Der komplette Auspuffkörper setzt sich zusammen aus einem linken und rechten Gehäuseteil und den Abgas-Prallplatten, welche innen an wenigen Punkten angelötet sein müssen.

Mein Boxermotor bekommt aber nicht zwei einzelne Dämpfer, sondern einen gemeinsamen für beide Zylinder. Darin werden sich die heißen Abgasdämpfe ausdehnen, dabei abkühlen und daher nur noch gering lärmend die Reise ins Freie antreten.

Die Einzelteile des für den Bau dieses Dämpferkörpers bestehen daher aus zwei Gehäuseteilen und vier Prallplatten.

Auf dem Bild ist zu erkennen, dass zwei davon bereits in die Gehäuseteile eingelötet sind.

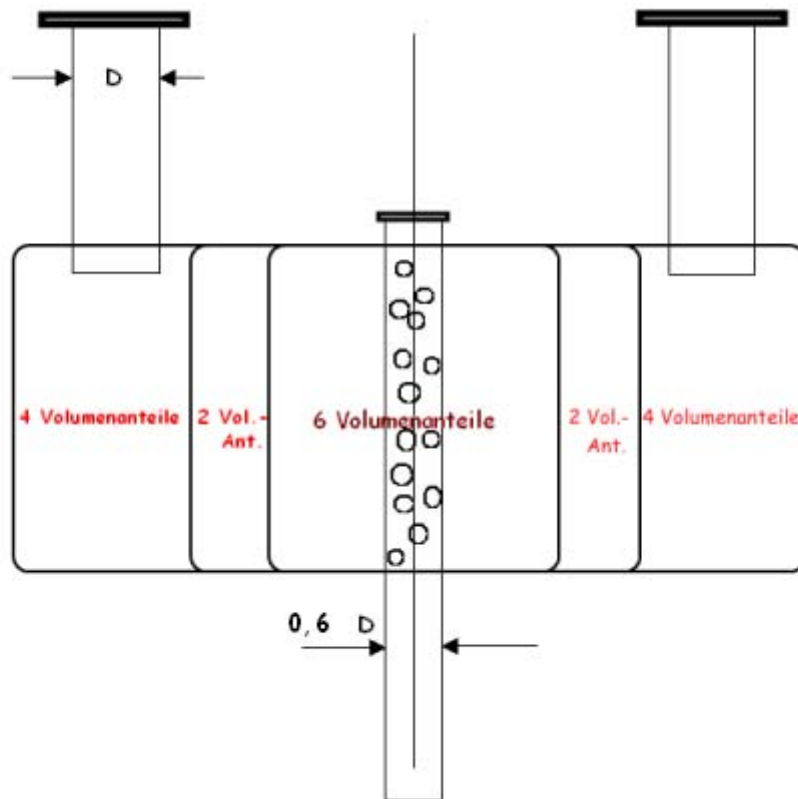


So entsteht ein Dämpfersystem, das je Zylinder eine eigene Einlasskammer mit nachfolgender Zwischenkammer hat.

Die in der Mitte des Schalldämpferkörpers befindliche

Auslasskammer ist dann **eine gemeinsame** für beide Abgasströme.
 Nach Adam Riese hat dieser Dämpfer also insgesamt fünf Einzelkammern.
 Für die Bauteilegewinnung dieses Dämpfers werden insgesamt sechs Autoölfiltren benötigt.

Hier ist das Schema des Dämpferaufbaus skizziert:



Als Basismaterial verwende ich Filter, welche ca. 140mm lang sind und 76mm \emptyset haben.

Von vier Filtern werden lediglich die Deckel benötigt, sie werden später als Abgas-Prallplatten in das Dämpfergehäuse gelötet.

Aus zwei Filtern werden noch die rechte und linke Gehäusahälfte gewonnen.

Bevor nun zum Werkzeug gegriffen und der Auspuffbau begonnen werden kann, muss die Dämpferanlage „berechnet“ werden, da sich folgende Fragen stellen:

Welche Größe, welches Volumen muss der Auspuff insgesamt haben?

Und die einzelnen Bauteile:

Wo gehören sie hin?

Welche Durchmesser und Längen sind erforderlich?

Wie groß müssen die einzelnen Kammern sein?

An welcher Stelle müssen die Prallplatten positioniert sein?

Wie viele Löcher müssen diese haben, bei welchem Durchmesser?

Wie lang muss das Auslassrohr sein, welchen Durchmesser muss es haben?

Um dem intellektuell-wissenschaftlich-theoretischen Lösungsansatz zumindest ansatzweise genüge zu tun, habe ich, leider erfolglos, nach schlau machende Literatur im www... recherchiert.

Ich fand jedoch eine Bauanleitung für Topfdämpfer in einem älteren Katalog von TC. In Kombination mit den Informationen aus den Katalogangaben verschiedener Schalldämpfer-Hersteller habe ich alle erforderlichen Rückschlüsse für die praktische Auslegung eines hochwertigen Auspuffs ziehen können:

Hier das erprobte Rezept:

Beträgt das Volumen des Schalldämpfers das 13-24 fache des Motorhubraumes und besteht dieser aus mindestens drei Kammern, umso leiser wird es aus ihm heraus brummeln.

Ein größeres Schalldämpfervolumen erzeugt eine größere Schalldämpfung.

Bezogen auf das Gesamtvolumen des Auspuffsystems stellt die Einlasskammer die größte Einzelkammer dar. Die Zwischenkammer die kleinste und die Auslasskammer die Mittelgröße. Das Volumenverhältnis beträgt bei einem 3-Kammer Dämpfer in dieser Reihenfolge daher 4:2:3

Dickeres Auspuffmaterial ist dünnerem vorzuziehen da es weniger zum Schwingen neigt. Der Auspuff klingt im Betrieb viel weniger blechern.

Die Bohrungen in den jeweiligen Prallplatten müssen in Summe insgesamt den gleichen Flächeninhalt aufweisen, die der des Krümmerrohres, bzw. des Auslassfenster des Zylinders entspricht.

Beispiel: Zylinderfenster/Krümmerrohr \varnothing 20mm \rightarrow $A = 314\text{mm}^2$

Die Anzahl der Bohrungen sollte bei 8-9 Stück liegen.

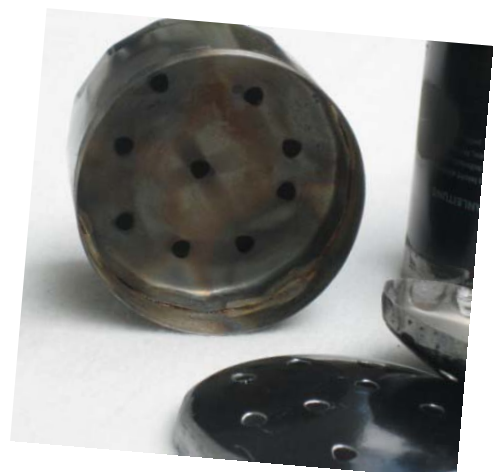
in der Prallplatte ergibt das je Bohrloch $\approx 35\text{mm}^2$ (\varnothing Bohrloch = 6,67 mm)

Die Bohrlöcher sollten daher in diesem Beispiel einen Durchmesser von 7mm haben.

Tipps zum Bau:

» Nicht vorschnell die Farbe von den Ölfiteern/Gaskartuschen entfernen. Es lassen sich nämlich zur Bauhilfe mit einer Reissnadel sehr gut sichtbare Markierungen anritzen.

» Nur dort das Material anschleifen und Flussmittel dünn auftragen, wo später das Silberlot überhaupt hin soll.



» Die Lötlampe mit einer vollen Gaskartusche betreiben. Halb oder weniger volle Gaskartuschen können bewirken, dass die Lötflamme nicht genug Hitze entwickeln kann. Dickeres Material wird dann nicht mehr rot glühend. In Folge wird das Silberlot nicht mehr zerfließen, sondern nur als klumpige Tropfen am Material kleben. Ich habe da nämlich eine unnötige Erfahrung gemacht.

Wichtig: Das rot glühende Metall schmilzt das Silberlot, nicht die Lötflamme!

» Aus einigen Pflastersteinen lässt sich eine prima feuerfeste Lötunterlage auf dem Bautisch realisieren.

» Die Position der Verbindungsstelle der linken und rechten Gehäusehälften so wählen, dass sie identisch mit der Lage einer Prallplatte ist.

Die rechts zu sehende Prallplatte ist noch nicht korrekt ausgerichtet und angelötet!



Beide Gehäuseränder werden so von der Prallplatte fixiert – an der Nahtstelle entstehen dann keine Beulen oder Verwerfungen. Zunächst die Prallplatte mit ein paar Lötunkten am Rand der ersten Gehäusehälfte fixieren, dann die zweite Gehäusehälfte darüber schieben und ringsum alles miteinander verlöten.

Hier sieht man neben einzelnen Bauteilen den bereits zugelöteten Dämpfertorso.

In diesem Baustadium lässt sich sehr einfach prüfen, ob die Lötnaht ringsum wirklich dicht ist: Einfach den Dämpfer unter Wasser tauchen - wenn er dicht ist, treten keine Luftblasen auf.



Als nächstes die Positionen der Durchbrüche für die Krümmerrohre auf den Dämpferkörper übertragen und exakt ausarbeiten. Hierbei mit Ruhe und ohne Zeitdruck vorgehen. Der Spalt zwischen Rohr und Dämpfer muss sehr gering bleiben, da das Silberlot nur kurze Distanzen zwischen zwei Bauteilen überbrücken kann!

Auspuffflansche und Krümmerrohre werden vorab lotrecht miteinander verlötet und anschließend mit dem Motor verschraubt. Den Dämpferkörper habe ich Mithilfe der Pflastersteine exakt ausgerichtet und fixiert. Nun kann die gesamte Einheit miteinander verlötet werden.

»Während der Lötarbeiten unbedingt Motor und Vergaser mit einem nassen Tuch abdecken!

EDIT: Ein Berichtleser hat mir den Tipp gegeben, das Krümmerrohr nicht senkrecht in den Dämpfer einzuführen sondern seitlich. Vorteil: Die Abgasdämpfe werden so in Rotation (axial) versetzt und kühlen noch besser ab. Bedeutet: noch weniger Expansionsknall. Beim nächsten Dämpfer werde ich das ausprobieren – DANKE.



Der Bau des Schalldämpfers endet mit dem Anfertigen und Einlöten des Auslassrohres. Der Durchmesser des Auslassrohres braucht nur 60% dem des Krümmerrohres betragen. Fünfzehn Einlass-Bohrungen mit \varnothing 3mm genügen. (Siehe auch die Skizze des Dämpferaufbaus) Die Länge des Rohres sollte aber maximal wie bautechnisch irgend möglich sein. Je länger, umso weniger Lärm wird es geben!

Die Lötarbeiten sind damit abgeschlossen.

Wichtig ist nun das vollständige Entfernen der Flussmittelreste, da diese ansonsten zur Korrosion führen und den schönen Dämpfer damit unweigerlich zerstören. Diese Flussmittelreste befinden sich auch im Inneren des Dämpfers. Dort bekommt man sie nur weg, indem der komplette Dämpfer etwa 30 Minuten in kochendem Wasser gebadet wird.

Unser Spaghetti-Kochtopf war für diese Aktion gerade groß genug!

Den krönenden Abschluss des Dämpferbaus bildet jetzt das Lackieren dieses Kunstwerkes mit Einbrennfarbe.

Mit schwarzem Auspufflack aus der Sprühdose ist das schnell erledigt.

FERTIG:



Natürlich habe ich den Motor anfänglich mit den originalen „Chinaböllern“ laufen lassen um einen Vergleich zum neuen Topfdämpfer zu bekommen.....