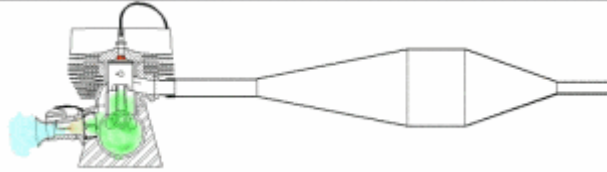


# Einstellen des Resonanzschalldämpfers bei einem 2-Takt Motor



**Was ist denn Resonanz, was geschieht da eigentlich?**

Ein Resonanzschalldämpfer hat bei einem 2-Takt Motor einen ähnlichen Effekt, wie ein Turbolader bei einem 4-Takt Motor. Es wird mit Überdruck mehr Gasgemisch in den Verbrennungsraum (Zylinder) gedrückt, als normalerweise angesaugt werden kann. Das geschieht bei einem 2-Takter auf einem recht pfiffigen Wege.

Fangen wir oben an, ich meine, der Kolben steht auf dem oberen Totpunkt und das Gasgemisch macht sich gerade bereit zu explodieren. Nun ja, eigentlich ist es keine Explosion, sondern eine Verbrennung, (dafür aber eine sehr sehr schnelle, oder ;-)

Die Kurbelwelle dreht sich ein paar Winkelgrade weiter und das Gasgemisch macht "PENG" (oder "VERBRENN" ?????? :-). Der Kolben wird durch den nun sehr hohen Druck der erzeugten Explosion (Verbrennung) nach unten gedrückt und öffnet den Auslaßschlitz. Das verbrannte Gas rast mit einer extrem hohen Geschwindigkeit (Schallgeschwindigkeit!!!) hinaus, durch den Krümmer bis in den Resonanzschalldämpfer. Es schiebt dabei eine kräftige Druckwelle vor sich her. Inzwischen sind im Zylinder die Einlaßschlitze geöffnet, und gleichzeitig, während das verbrannte Gas noch ausströmt, wird der Zylinder aus dem Kurbelgehäuse wieder mit Frischgas gefüllt.

Nun passiert im Resonanzschalldämpfer etwas ganz interessantes. Wie bei einer Tragfläche die umströmende Luft, strömt das verbrannte Gas "immer an der Wand entlang". Das heißt, es folgt dem sich öffnenden Trichter, hat aber keine Lust dabei langsamer zu werden. Da das Gas also bei gleicher Geschwindigkeit nun in einen sich stetig vergrößernden Raum strömt, erzeugt es dabei hinter sich auch einen ständig wachsenden Unterdruck und saugt dadurch auch noch das letzte bisschen Altgas aus dem Zylinder. Aber es kommt noch mehr. Es kommt auch noch jede Menge von dem kostbaren Frischgas hinterher. Hier soll es aber gar nicht hin, es soll im Zylinder bleiben, wo es nachher noch zum Explodieren gebraucht wird.

Aber schauen wir einmal, was noch so alles geschieht. Die Kurbelwelle hat sich inzwischen ja auch weiter gedreht und drückt den Kolben wieder nach oben. Das alte Gas hat den

anderen Trichter (Gegenkonus) erreicht und wird recht schnell abgebremst, weil jetzt der Raum auf einmal wieder kleiner wird. Es drückt sich zusammen wie eine Feder.

Da es durch das kleine Auslaßrohr so schnell aber nicht weg kann, prallt es förmlich ab und jagt wieder dahin zurück wo es herkam. Natürlich auch wieder mit einer kräftigen Druckwelle, diesmal in Richtung Motor.

Es kommt in den Öffnungskonus, der für das zurückschwingende Abgas nun immer enger wird. Der Druck wird dadurch noch ein bisschen höher. Erfreulicherweise schiebt es nun auch das zuviel herausgesaugte Frischgas vor sich her und zurück zum Zylinder.

Der ganz besondere Trick, die Resonanz, besteht nun darin, das Frischgas erst dann in den Zylinder zurückzudrücken, wenn die Einlaßschlitze gerade so eben von dem Kolben wieder geschlossen wurden. Nicht früher und nicht viel später.

Der inzwischen gut durchspülte und gefüllte Zylinder wird nun zusätzlich über den noch offenen Auslaßschlitz mit dem zurückgedrücktem Frischgas "aufgeladen", also noch einmal nachgefüllt. Es kann bis zu 30%-40% mehr Füllung im Zylinder entstehen, als mit "normalen" Ansaugen möglich wäre.

Nun kann man sich ja vorstellen, wenn es nun wieder oben "Peng" macht, daß ein bisschen mehr "Peng" entsteht. Oder anders ausgedrückt, der Motor hat deutlich mehr "Power".

Der ganze Vorgang spielt sich in einer unglaublich kurzen Zeitspanne ab. Nehmen wir einmal an, der verwendete Motor soll mit 15000 U/min betrieben werden. Das bedeutet, um das mal anschaulich zu machen,  $15000 \text{ U/min} / 60 \text{ sec.} = 250$  mal schwingt das Abgas hin und zurück, und das jede Sekunde. Aber das ist gar nichts im Vergleich mit 3,5 ccm Spitzen-Rennmotoren, wie sie bei den RC Cars 1:8 verwendet werden, die kommen locker auf 40000 - 45000 U/min. Das bedeutet  $45000 \text{ U/min} / 60 \text{ sec.} = 750$  !!! mal schwingt das Abgas pro sec. hin und zurück.

Rein instinktiv denkt man sofort "Das kann irgendwie...also der erzählt mir hier einen.....glaub ich nicht."

;-)

So, und wie bekommt man das nun hin, das zuviel herausgesaugte Frischgas im richtigen Moment auch an der richtigen Stelle zu haben?

Da die Abgasdruckwelle mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit unterwegs ist, kann man generell sagen, mache ich den Weg für das Gas länger, braucht es mehr Zeit um wieder zurück am Zylinder zu sein.

Mache ich den Weg kürzer, ist es schneller wieder zurück.

Will ich also auf niedrigere Drehzahl abstimmen, muß das Abgas mehr Zeit benötigen.

Mehr Zeit bedeutet mehr Weg, also muß das Resonanzrohr weiter vom Motor weg, längeren Krümmer verwenden.

Will ich auf höhere Drehzahl abstimmen, also kürzere Zeit zur Verfügung.  
Kürzere Zeit bedeutet kürzerer Weg, also muß es näher an den Motor heran,  
kürzeren Krümmer verwenden.

Das Ganze kann man natürlich berechnen.

## Drehzahl

Drehzahl, wo die höchste Kraft erreicht werden soll  
6000 - 45000 U/min (je nach Einsatzzweck und Motor)

## Abgasdruckwelle

Die ist mit Schallgeschwindigkeit unterwegs.  
Schallgeschwindigkeit im heißen Abgas (400 - 600 Grad im Mittel)  
ist abhängig von:

Umgebungstemperatur

Kraftstoff ohne Nitro (heißer)

Kraftstoff mit Nitro (kälter)

hohe Verdichtung (heißer)

niedrige Verdichtung (kälter)

hohe Drehzahl (heißer)

niedrige Drehzahl (kälter)

Alu-Resonanzrohr (kälter)

Stahl-Resonanzrohr (heißer)

Zündzeitpunkt

Kraftstoff Methanol oder Benzin (Benzin ca. 50 - 100 Grad heißer)

Ölzusatz und sonstige Additive

Kühlung des Motors

usw.

$331 \text{ m/sek} + (0,6 * 400) = 571 \text{ m/sek}$  (400 Grad Abgas) oder

$331 \text{ m/sek} + (0,6 * 600) = 691 \text{ m/sek}$  (600 Grad Abgas)

Deswegen kommt man um das fummelige Ausprobieren für die  
richtige Einstellung nicht herum.

Da spielen zu viele Faktoren mit, die sich nicht eindeutig  
bestimmen lassen.

400 - 450 Grad ist ein guter Allround Wert.

bei 3,5er Car Motoren muß man aber ca. 600 Grad einsetzen.

## Einlaßwinkel (Überströmwinkel)

Der Winkel zwischen Einlaßkanäle öffnen bis Einlaßkanäle schließen  
Vom Motortyp abhängig. Meistens 100 - 140 Grad

## Auslaßwinkel

Der Winkel zwischen Auslaßkanäle öffnen bis Auslaßkanäle schließen  
Vom Motortyp abhängig. etwa zwischen 145 - 210 Grad

## Formel

Der benötigte Weg der Abgasdruckwelle ist also der Weg vom Motor bis zum Resonanzpunkt und wieder zurück bis zum Motor.

Wir haben die Drehzahl z.B. 15000 U/min.

Die brauchen wir natürlich pro Sekunde, da die Abgasdruckwelle in m/sek angegeben wird.

also:  $15000 / 60 = 250 \text{ U/sek}$   
somit:  $1 \text{ Umdrehung} = 1/250 \text{tel sekunde oder } 0,004 \text{ sek}$   
weiter:  $1 \text{ Umdrehung} = 360 \text{ Grad}$   
bedeutet:  $1 \text{ Grad} = 0,004 / 360 = 0,000011111 \sim \text{sek}$

Aus Einlaßwinkel und Auslaßwinkel errechnen wir den Winkel zwischen Auslaß öffnet und Einlaß schließt.

Die Druckwelle soll ja in dem Moment zurück sein, wenn die Einlaßkanäle wieder schließen.

also:  $(130 + 170) / 2 = 150 \text{ Grad}$   
somit:  $150 * 0,000011111 = 0,00166665 \text{ sek}$   
für 150 Grad Winkel brauchen wir also 0,00166665 sek.

In dieser Zeit muß die Abgasdruckwelle vom Motor zu Resonanzpunkt und wieder zurück zum Motor laufen.

also:  $571 * 0,00166665 = 0,95165715 \text{ m oder } 952 \text{ mm}$   
aufgerundet  
das ist also hin und zurück.  
somit nur hin:  $952 / 2 = 476 \text{ mm}$

**TÄÄÄTTÄÄÄ !!!** Resonanzpunkt errechnet!

Nun packen wir alles in eine einfache Formel

$$476 \text{ mm} = \frac{571 * (130 + 170) * 1000}{24 * 15000}$$

Nun gilt es noch zu beachten, das dieser Resonanzpunkt in der genauen Mitte vom Gegenkonus sitzt.

Nun wird aber vom Auslaßrohr des Gegenkonus ein Teil der Spitze des Gegenkonus weggenommen.

Man muß also diese weggenommene Spitze wieder hinzudenken und aus dieser Gesamtlänge des Gegenkonus die Hälfte nehmen, um den genauen Resonanzpunkt zu bestimmen.

Alles klar?

Soweit die Theorie (immerhin schon mal ein Anhaltswert)

Praktisch bleibt für die optimale Einstellung doch nur das Ausprobieren.

**UND NUN.....?**

**Viel Spaß beim fummeln...**

**Ach so... da wäre noch etwas!!!**

**Vorsicht, nicht zu kurz abstimmen; denn... der Motor wird heiß...und heißer.....und immer heißer..... unerträglich heiß.....Ähhhhh ???.....**

**Ohhhh.....kay..... brauch ich halt `nen neuen Motor :-)**

**Werner Simon**

**© 1998 Simon Modell Werner Simon**

**Simon Modell  
Igelstr. 3  
58644 Iserlohn  
Germany**

**Tel: ++49 (0) 2374 - 501596**

**Fax: ++49 (0) 2374 - 501597**

**url: <http://www.simon-modell.de>**

**e-mail: [info@simon-modell.de](mailto:info@simon-modell.de)**