

**Tuning  
für**

# **YAMAHA RD 350 YPVS**

**(Alle Modelle ab Bj. 3/83)**



**Ein Leitfaden für Anfänger und Fortgeschrittene  
von**

**Martin Kieltsch**

**Dipl.-Ing. (FH) Fahrzeugbau**

**Version 16.0**

**Wolfenbüttel im Januar 2016**

## Vorwort

Ich fahre seit Mai '87 eine RD 350 YPVS (31K) und habe bis jetzt so ca. 215.000 km damit zurückgelegt. Auf dieser Strecke ist natürlich aufgrund bestimmungsgemäßer Benutzung schon so ziemlich alles kaputtgegangen, was kaputtgehen kann; nicht zuletzt wegen diverser glorreicher Trainingsstürze!

Vor fast 25 Jahren - im Dezember 1991 - habe ich erstmals meine besten Tuning-Tips niedergeschrieben, was sich als echte Marktlücke erwiesen hat. Die "Urversion" enthielt schlicht die mit eigenen Ideen verfeinerte Umsetzung von diverser Fachliteratur.

Dort wurden immer nur allgemeine Angaben gemacht, die ich dann einfach mal ausprobiert und dokumentiert habe.

Durch die entstandenen weltweiten Kontakte zu vielen anderen 2T-Enthusiasten sind seitdem viele viele Änderungen und Ergänzungen in dieses Druckwerk eingegangen. Das Internet hat sich seit Ende der 90'er Jahre für die internationale Vernetzung als sehr nützlich erwiesen im Gegensatz zu früher (wo jeder seine Geheimnisse mit ins Grab nehmen wollte) tauscht man sich inzwischen auf fachlich hoher Ebene aus.

Zusätzlich bekam das Ganze noch Schub durch den Boom des Quads „Banshee“ in den USA. Da sorgt für viel sinnvolles Tuning-Zubehör und vernünftige Preise für Ersatzteile.

Oppwohl die rechtschraiphilfen schonn fiel bässer geworden sind, und auch diverse mahle Korrektor gelese wurde, dürften sich immer noch ettliche rechtschreibfähler erhallten haben. T'schuldigung imm voraus.

Weil ich Wert auf haltbare Motoren lege, möchte ich darauf hinweisen, dass ein zum Tuning vorgesehenes Motorrad auch in technisch einwandfreiem Zustand sein sollte. Das betrifft natürlich insbesondere die richtige Vergasersynchronisation, die Ölpumpeneinstellung und das Kühlsystem. Weiterhin sollten Kolben, Zylinder und Kurbelwelle möglichst neuwertig sein.

Ein eh' schon verkommener Motor wird sonst an den schwachen Stellen versagen, was unter Umständen auch noch teure Folgeschäden nach sich zieht.

**Natürlich muss ich als Autor dieser Anleitung jegliche Haftung für Personen- oder Sachschäden, die als Folge einer Motorbearbeitung entstehen, ablehnen. Das beschriebene Tuning ist nicht für die legale Benutzung im Geltungsbereich der StVO gedacht. Das Fahrzeug verliert durch die Bearbeitung die ABE und muss dem TÜV vorgeführt werden!**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort.....</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>4</b>
1.1 Ziele der Bearbeitung.....	4
1.2 Mögliche Ergebnisse.....	4
1.3 Werkzeuge.....	9
<b>2. Die Bearbeitung.....</b>	<b>13</b>
2.1 Allgemeines.....	13
2.2 Entdrosseln.....	14
2.3 Vergaser.....	16
2.3.1 Originalvergaser.....	16
2.3.2 Andere Vergaser.....	22
2.3.3 Abstimmung nach Höhenlage und Wetter.....	35
2.3.4 Das Düsenproblem.....	36
2.3.5 Saugrohr-Einspritzung.....	40
2.4 Einlaßkanal.....	47
2.4.1 Einlaßmembranen.....	47
2.4.2 Kanalbearbeitung.....	52
2.5 Kurbelgehäuse.....	55
2.6 Hubraumerhöhung.....	56
2.7 Kolben.....	63
2.8 Spülsystem.....	68
2.9 Zylinderkopf.....	69
2.10 Auslaßsystem.....	75
2.10.1 Kanalbearbeitung.....	75
2.10.2 Walzenlagerung.....	80
2.10.3 Auspuffanlagen.....	81
2.10.4 Auspuff-Bau.....	89
2.11 Kühlsystem.....	111
2.11.1 Kühler.....	111
2.11.2 Sonstiges.....	117
2.12 Kupplung.....	119
2.13 Elektronik.....	128
2.13.1 Serien-Zündung.....	128
2.13.2 Programmierbare Zündungen.....	129
2.13.3 Nötige Einstellungen.....	134
2.13.4 Zündkurven.....	135
2.13.5 Power-Valve Modifikationen.....	139
2.13.6 Programmierbare Power-Valve Controller.....	147
2.13.7 Zubehör-Cockpits.....	149
2.14 Fahrtwiderstände.....	151
2.14.1 Luftwiderstand.....	152
2.14.2 Antriebsstrang.....	153
2.14.3 Rollwiderstand.....	154
2.14.4 Gewicht.....	156
2.15 Übersetzung.....	157
2.16 Fahrwerk.....	165
2.17 Umbauten.....	172
<b>3. Bearbeitungsvorschläge.....</b>	<b>181</b>
<b>4. Unterschiede zwischen den Modellreihen.....</b>	<b>183</b>
4.1 Motor.....	183
4.2 Elektrik.....	185
4.3 Fahrwerk.....	192
<b>5. Adressen.....</b>	<b>195</b>
<b>6. Anhang.....</b>	<b>201</b>
<b>7. Schlußwort.....</b>	<b>228</b>

## **1. Einleitung**

### 1.1 Ziele der Bearbeitung

Das meiste der hier nachfolgend beschriebenen Bearbeitung dient primär nicht zur Erzielung einer absoluten Spitzenleistung ohne Rücksicht auf die Lautstärke oder Haltbarkeit. Ich persönlich halte auch nicht viel von Firmen, die mit überhöhten Versprechungen für "einfache" Maßnahmen werben (z.B. Dörr-Auspuff mit 72 PS).

**Meine** Hauptziele waren vielmehr:

- Sicherstellung der **vollen** Serienleistung (59 bzw. 63 PS)
- 10-15 % Leistungssteigerung durch verbesserten Wirkungsgrad anstatt durch viel mehr Drehzahl
- Minimale Kosten durch Verwendung der Originalteile bzw. Gebrauchtteilen anderer Maschinen
- Annähernd gleiche Zuverlässigkeit wie Original
- 100 %-ige Alltagstauglichkeit (keine Düsenänderung bei Wetterumschwung, keine Gemischschmierung, usw.)
- Für jedermann praktikable Bearbeitungen bzw. Abstimmungen

Aufgrund der häufigen Nachfrage (und der Vollständigkeit halber), habe ich darüber hinaus auch Tuning-Maßnahmen beschrieben, die durch höhere Drehzahlen, wesentlich höhere Leistung oder mögliche Gemischbildungsfehler die Gefahr kapitaler Motorschäden heraufbeschwören. Weniger erfahrenen Hobby-Tunern möchte ich aber unbedingt davon abraten, z.B. größere Vergaser auszuprobieren. Am Ende des Bearbeitungsabschnitts habe ich Vorschläge für verschiedene "Tuningstufen" (Englisch: Stage) aufgestellt, an denen man sich orientieren sollte.

### 1.2 Mögliche Ergebnisse

Was man bei Auspuffanlagen alles für Mist kaufen kann, ist in den folgenden Testergebnissen der Motorradzeitschrift PS (3/89) zu sehen. Gemessen wurde an einer gut laufenden 1WW.

Die Firma Sebring hat in der Ausgabe 4/89 darauf hingewiesen, dass die ABE nur für die 4LO (RD 350 LC) gelten würde, die dann 50 PS hätte. Für die 31K wäre der Auspuff ebenfalls nur für die 50 PS-Version gedacht.

Man nehme sich die Leistungskurven als abschreckendes Beispiel:

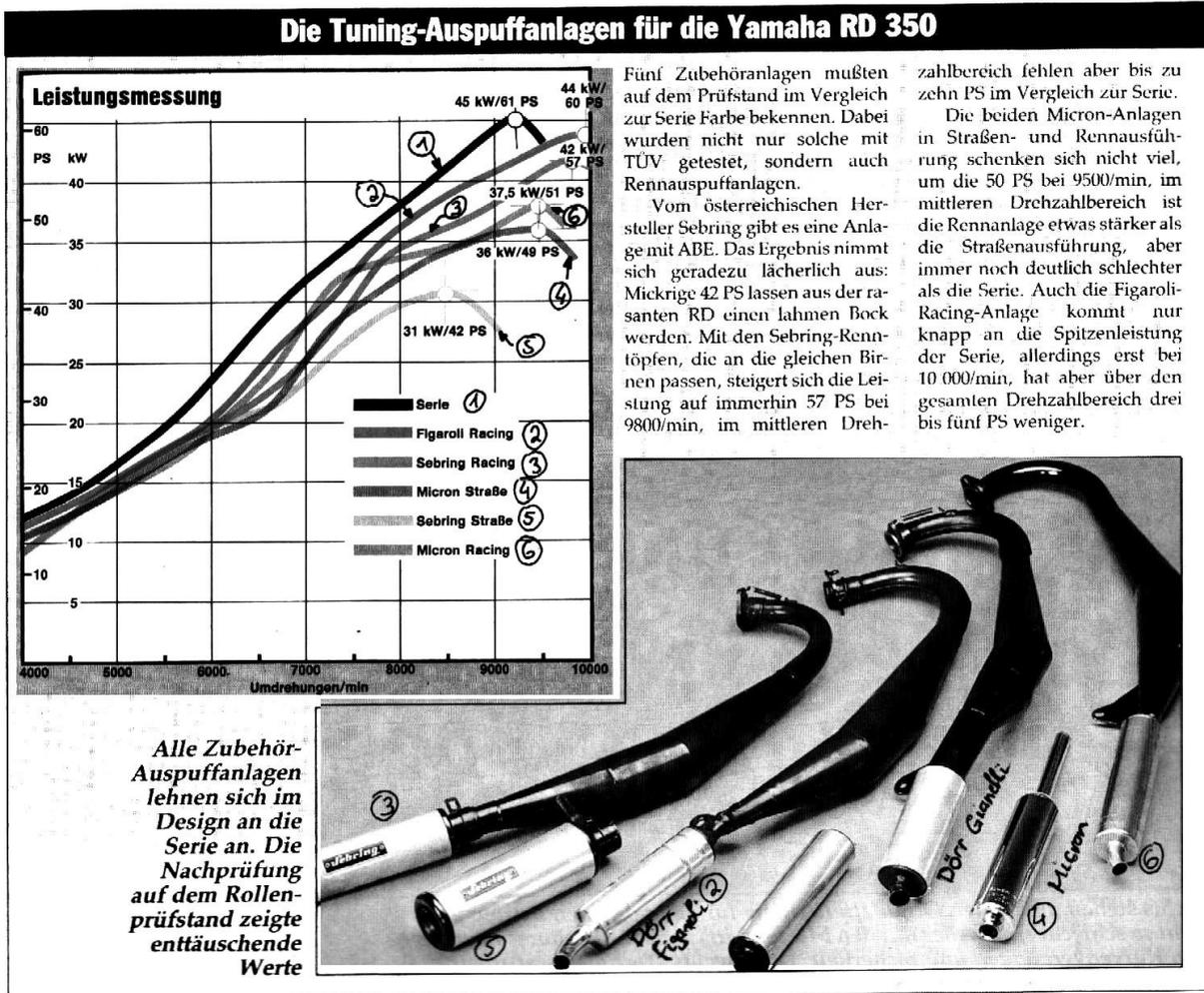


Bild 1 : Testergebnisse PS 3/89

Um den Leistungszuwachs zu beurteilen, ist es natürlich günstig, eine Vorher/Nachher-Messung zu machen, oder am gleichen Tag auf den gleichen Prüfstand ein Referenzmotorrad (im Serienzustand) zu messen. Die Leistung am Hinterrad kann je nach Prüfstand und Messmethode stark differieren.

Gutes Beispiel dafür ist die folgende Messung der Firma WIWA:

Wie man sieht, ist die Leistung am Hinterrad angegeben, und die Messung beginnt auch erst bei 5500 min<sup>-1</sup>. Das lässt den direkten Vergleich mit den Messungen der Zeitschrift PS nicht mehr zu.

Festzuhalten bleibt, dass durch den Auspuff die maximale Leistung um ca. 7 PS höher ist (bei ca. 1000 min<sup>-1</sup> mehr). Man muss sich natürlich auf die Angabe verlassen, dass auch wirklich dasselbe Moped gemessen wurde!

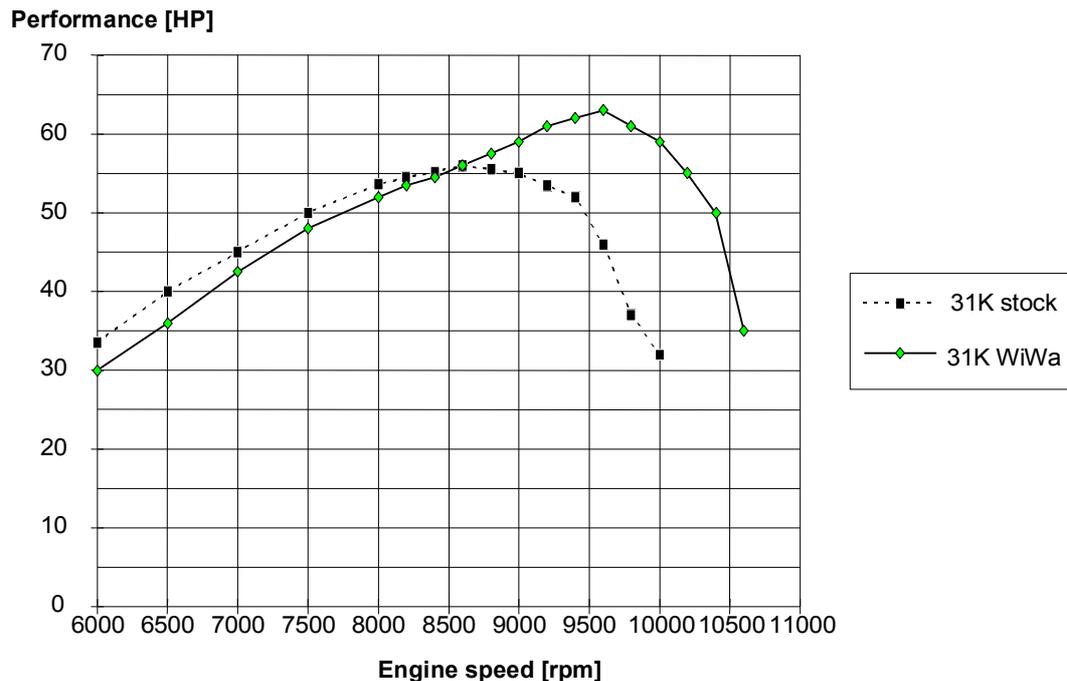


Bild 2 : Leistungsmessung WiWa-Auspuff (Quelle: WiWa Katalog 1986)

*Yamaha gibt für die 31K die Leistung von 59 PS an der Kupplung bei 9200  $\text{min}^{-1}$  an. Hier dreht die gemessene 31K aber nur 8600  $\text{min}^{-1}$ , was entweder bedeutet, dass eine eher schlecht laufende Testmaschine ausgewählt wurde, oder die Drehzahlmessung des Prüfstands nicht allzu genau kalibriert war.*

Der verwendete Prüfstand ermittelt die Leistung aus der Winkelbeschleunigung einer schweren Rolle, deren Trägheitsmoment bekannt ist. Die Verlustleistung des Getriebes und des Antriebsstrangs (sprich Kette und Reifen) kann man dabei durch Ausrollen mit gezogener Kupplung ermitteln; die Rolle wird dadurch gebremst, und über die Winkelverzögerung ergibt sich die Verlustleistung. Um die Leistung an der Kupplung zu berechnen, addiert der Computer im Anschluss beide Drehmomentkurven. Die Drehzahlmessung ergibt sich aus der Drehzahl der Rolle und einem Übersetzungsfaktor, den man so eingeben muss, dass die Prüfstandsanzeige sich in etwa mit dem Drehzahlmesser deckt.

Die Schwachstelle für die Motormechnik ist das Ausrollen mit gezogener Kupplung, da durch die stärkeren Kupplungsfedern die Reibung am Ausrückmechanismus stärker ist. Das Ganze wird dann sehr heiß und frißt fest, was mir selbst und anderen schon häufiger bei Prüfstandsläufen passiert ist.

Durch „klassisches“ Tuning mit leichter Verdichtungserhöhung, Kanalbearbeitung, offenen Filtern usw. kann man grob 5 – 15 % Mehrleistung holen.

Bei meiner sah das seinerzeit so aus:

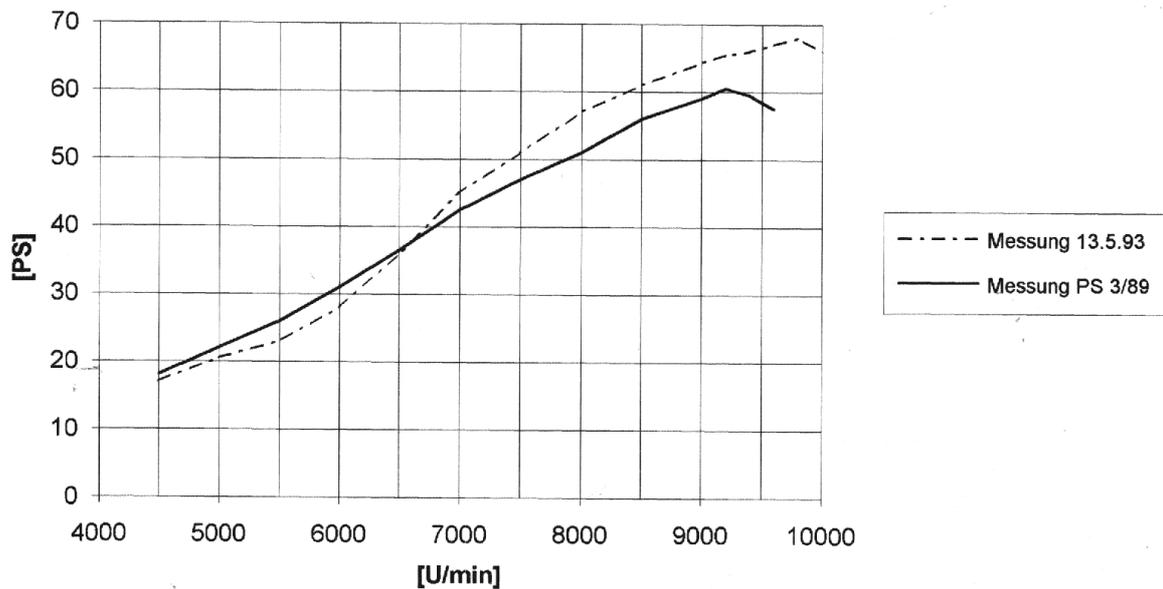


Bild 3 : Vergleich der Leistungskurven PS 3/89 / Messung MK Mai 93

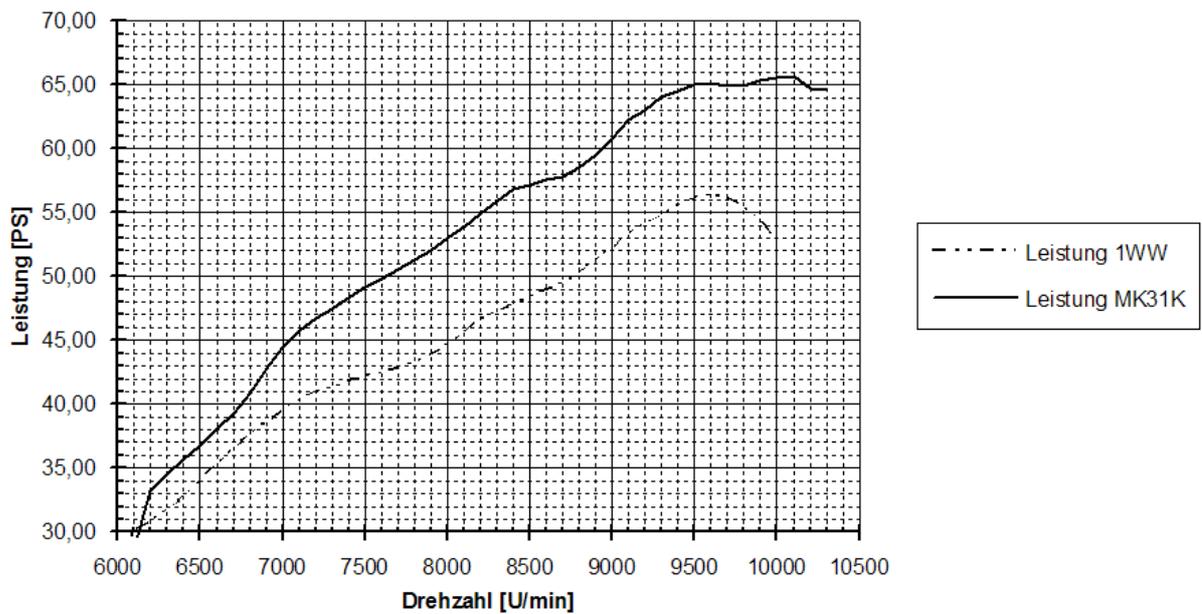


Bild 4 : Leistungsmessungen Feb. 95

Eine Methode, vergleichbare Leistungsmessungen zu erhalten zeigt die folgende Messung einer 85'er 31K. Hier wurde auf die Messung von Verlustmoment und Drehzahl verzichtet. Das Diagramm zeigt objektiv "was hinten rauskommt"; nämlich Leistung am Hinterrad und zugehörige Geschwindigkeit.

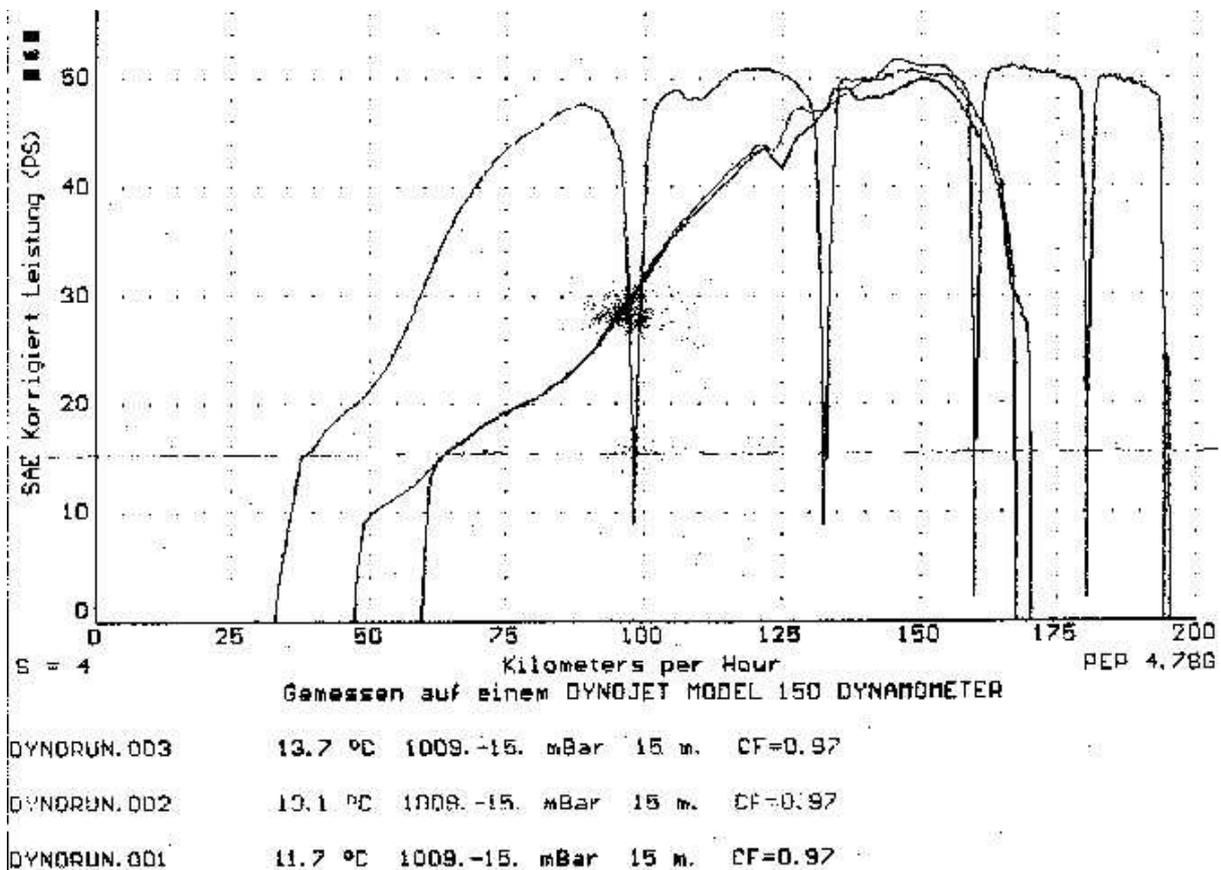


Bild 5 : Leistung am Hinterrad 31K (fast Serie)

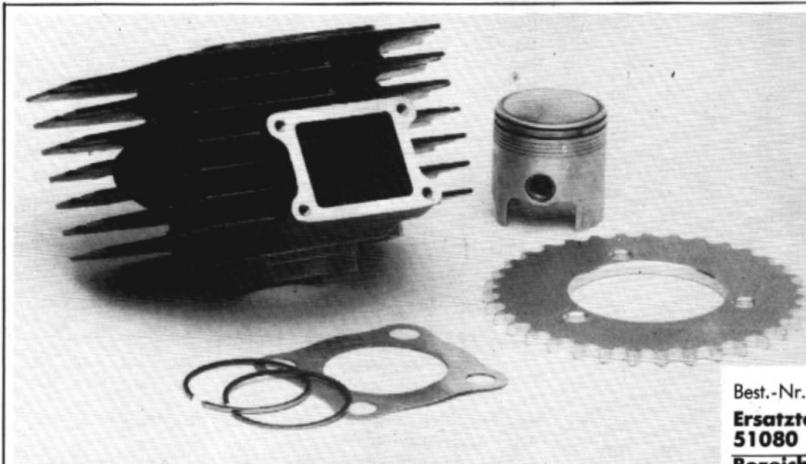
Diese Diagramme kann man (relativ) unabhängig von Prüfstand und Motorrad vergleichen, dafür ist das Ergebnis für den Besitzer meist sehr enttäuschend. Bei dieser Messung ergaben sich ca. 52 PS bei ca.  $9100 \text{ min}^{-1}$  (aus Reifen und Übersetzung umgerechnet), was für Serien-RD's ein Spitzen-Ergebnis ist.

Der normale Streubereich von Serienmaschinen (31K & 1WW) fängt bei ca. 45 Hinterrad-PS an und geht bis zu tiefen 50'er Werten.

Einen ganz genialen Tuning-Tip habe ich aus einem Delo-Katalog von 1986. Hier wird die Leistung der angepriesenen Power-Sets durch einfaches Ändern der Übersetzung immens vergrößert! (Eigentlich müsste das ja auch bei der RD 350 funktionieren, oder ???)

Soviel zu gedruckten Leistungsversprechen von Tuning-Anbietern ....

## POWER SETS



Best.-Nr. 51080 **DM 219,-**  
**Ersatzteile für Power Set zu 51080**

Bezeichnung	Best.-Nr.	Preis
Kolben Std.	51076	71,00
Kolben 1. übermaß	51077	69,00
Kolbenring Std.	51072	28,00
Kolbenring 1. Über.	51073	28,00
Kopfdichtung	51078	6,00
Fußdichtung	HO 2126	2,00
Membrandichtung	HO 2832	1,65
Auspuffdichtung	HO 3074	3,45
Kettenrad 35 Zähne	51116	20,00

**Power Sets Honda MB 80 Typ HCO 1/MT 80 Typ HD 02**  
**bestehend aus:** 1 Zylinder  
 1 Kolben mit Ringen kpl.  
 1 Kopfdichtung  
 1 Kettenrad 35 Zähne  
 1 Hauptdüse

**Technische Daten:**  
 Bohrung 53 mm  
 Hub 49,5 mm  
 Hubraum 108 ccm  
 Leistung: 7 KW/6500 U/min.  
 13 PS/8500 U/min. mit  
 Kettenrad 35 Zähne.

Bild 6 : Angebot aus Delo-Hauptkatalog 1986

### 1.3 Werkzeuge

Für die Bearbeitung und die allgemeine Wartung der RD sind folgende Werkzeuge/Hilfsmittel nötig:

- Bohrmaschine mit biegsamer Welle
- Kleinbohrmaschine mit passendem Netzteil (10 - 20000 min<sup>-1</sup>)
- Fräser (parabolisch oder kegelig) aus HSS oder besser Hartmetall
- Feilen
  - Flach (ca. 3 x 15)
  - Rechteck (ca. 10 x 10)
  - Rund (∅ ca. 8)
  - nicht zu fein (setzen sich sonst mit Aluminium zu)
- Schlüsselfeilen (siehe vorher)
- Schlagschrauber
- Steckschlüsselsatz 8 - 32 mm (auch "Knarrenkasten" genannt)
- je ein Satz
  - Maulschlüssel 8 - 22 mm
  - Ringschlüssel
  - Innensechskantschlüssel ("Inbusschlüssel")
  - Schraubendreher Schlitz / Kreuzschlitz
  - diverse Bits für Schlagschrauber

- gekröpfter 12/13 mm Ringschlüssel (für Zylinderdemontage)
- Drehmomentschlüssel 0 ... 100 Nm

Für die Motordemontage (eventuell in Werkstatt machen lassen):

- Polradabzieher
- Kupplungshaltewerkzeug

Hilfsmittel:

- Rasierspiegel (ca. 150 x 150)
- Dichtmasse (Dirko / Dirko HT)
- Spiritus / Aceton
- Schmirgelleinen Körnung 60 ... 1000
- feine Stahlwolle
- Polierpaste
- mobile Werkstatteleuchte
- Handwaschpaste

Zum Abtragen von größeren Materialvolumen in Aluminium ist die Bohrmaschine mit biegsamer Welle sehr nützlich. Dabei habe ich parabolische Hartmetallfräser verwendet. Es geht aber auch mit kugel- oder kegelförmigen Fräsern (auch aus HSS).

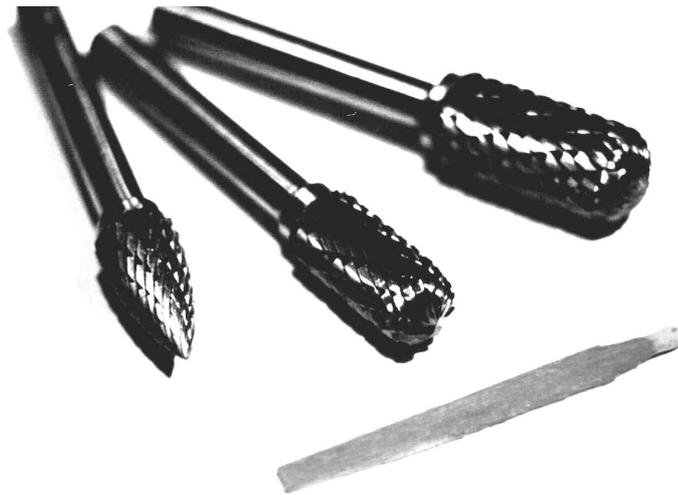


Bild 7: Diverse Fräser

Wer nicht im Besitz solcher Gerätschaften ist, muss halt zur (Rund-) Feile greifen. Diese wird sowieso für die genaue Herstellung der Kanalkonturen an der Laufbuchse benötigt (HSS-Fräser werden bei der Bearbeitung von Grauguß sehr schnell stumpf und die Feile lässt sich auch genauer führen).

In jedem Baumarkt gibt es Feilen im Satz, die auch nicht allzu viel kosten (ca. 10,- Eur.).

Nach dem Bearbeiten (oder auch nach dem Honen der Zylinder) müssen die Kanten gebrochen werden; d.h. die Kanäle müssen ringsum an der Laufbuchse entgratet werden. Das verlängert die Haltbarkeit der Kolbenringe.

Zur Glättung der Kanäle ist die Anfertigung einer Hilfswelle sehr praktisch. In die 2 - 8 mm dicke Welle wird ein ca. 20 mm langer Schlitz eingesägt. In diesen schiebt man ein Stück Schmirgelleinen und rollt es in Drehrichtung der Bohrmaschine so auf, dass die raue Oberfläche außen liegt.

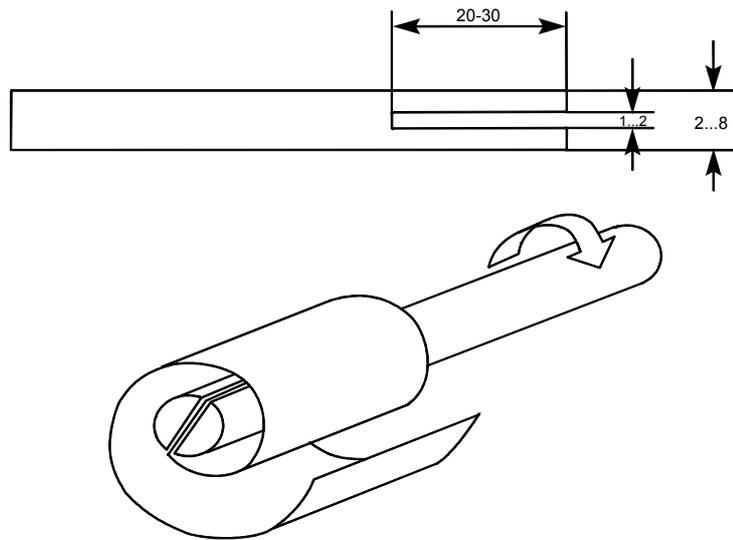


Bild 8 : Hilfswelle zum Polieren der Kanäle

Mit dieser Welle ist das Polieren ein Kinderspiel und geht auch sehr schnell.

Man glättet zunächst mit immer feinerem Schmirgelleinen (ab 600'er nass schleifen) und dann mit feiner Stahlwolle und Polierpaste.

Für die Einlaß- und Überströmkanäle ist eine Glättung mit ca. 200'er Korn ausreichend. Beim Auslaßkanal muss unbedingt Hochglanzpoliert werden, um die Strömungswiderstände zu verringern und die Ablagerung von Ölkohle zu erschweren.

Die Montage der Zylinder sollte unter Zuhilfenahme von Dirko (Grau) bzw. Dirko-HT (Rot) erfolgen. Dirko ist eine dauerelastische Dichtmasse der Fa. Etring auf Silikonbasis für folgende Aufgaben:

- Getriebeseitendeckel
- Zylinderfuß
- Power-Valve-Buchsen
- Kühlschläuche
- Ansaugflansch
- Z.B. durchgerosteter Tank -> Dirko von außen auf das Leck auftragen (hat jahrelang dichtgehalten)
- alles was mit Öl/Wasser/Benzin in Berührung kommt und nicht zu warm wird

Dirko HT ist besonders temperaturbeständig und nur für die Kopfdichtung gedacht. Zuerst müssen die Dichtflächen mit Spiritus oder Aceton entfettet werden. Danach wird Dirko HT **sehr dünn** auf Zylinder und Kopf aufgetragen. Nach Aufsetzen der Dichtung wird der Kopf in 2 - 3 Schritten auf 28 - 33 Nm festgezogen.

Bei Verwendung einer neuen Dichtung sollte ein Nachziehen am nächsten Tag nach dem ersten Warmlaufen und nach einigen 100 km bei jeweils kaltem Motor erfolgen.

Ich bin schnell dazu übergegangen, die Original-Kopfdichtungen mehrfach zu verwenden (2-3 mal), denn mit Dirko HT halten selbst alte Dichtungen noch dicht. Bei einem Preis von ca. 35,- bis 50,- Eur. pro Dichtung ergibt sich hier eine gute Einsparmöglichkeit.

Zubehördichtungen aus Dichtsätzen hielten noch nicht einmal bei originaler Verdichtung! Deshalb unbedingt die Original-Yamaha-Dichtung verwenden (Farbe Schwarz)! Falls der Händler eine andersfarbige (z.B. Silber von Vesrah) anbietet, sollte man den Händler wechseln.

Angeblich sollen Dichtungen von Prox (ebenfalls schwarz) besser sein und dichthalten. Ich habe aber hier auch schon von Undichtigkeiten gehört.

Marco Böhmer bietet an, auf der CNC-Fräsmaschine die Köpfe mit Nuten zu versehen. Dann kann man Industrie O-Ringe aus Viton (kosten nur wenige Euro!) als Dichtung verwenden und spart sich den ganzen Ärger mit den verschiedenen Dichtungen. In meiner Renn-RD tun die O-Ringe schon seit Jahren fehlerfrei – und der Motor wird nur mit Vollgas bewegt!

In der Einfach-Version wird nur eine Nut in den Zylinder oder in den Kopf gemacht und ein Viton Ring von 71x2 dichtet den Verbrennungsdruck zum Wasser hin ab- der Rest (Wasser nach Außen) hält nur mit Dirko dicht.

Achtung: Quetschkante im Kopf prüfen und auf ca. 0.9 mm einstellen.

Die Zylinder sollten einigermaßen gleich hoch sein, damit das funktioniert ....



Bild 9 : O-Ring Umbau-Varianten (Links: Einzeller O-Ring im Zylinder, Rechts: 2 O-Ringe im Kopf)

## **2. Die Bearbeitung**

### 2.1 Allgemeines

Ein weitverbreitetes Übel unter allen Motorradfahrern ist das Montieren von "Rennauspuffanlagen". Diese sind für die RD's von mehreren Firmen erhältlich (siehe Anhang). Bei mir glänzte die billigste (nicht nur auf den Preis von damals ca. 200,- Eur. bezogen) Dörr-Auspuffanlage durch folgende Nachteile:

- Alle 4 Wochen vibrierte der Schalldämpfer ab.
- Spürbar weniger Leistung, sehr viel mehr Lärm.
- Starke Vibrationen im mittleren Drehzahlbereich.
- Verminderte Schräglagenfreiheit.



Bild 10 : Eigenbau Fußrastenanlage und Dörr-Auspuff mit sehr mangelhafter Schräglagenfreiheit (Juni 1988)

Eine bessere Lösung für 31K-Motoren ist die Auspuffanlage der 1WW. Sie sieht besser aus, hat untenrum mehr Drehmoment, ist nicht lauter und es steht Yamaha drauf!

Manche werden auch probieren, (wie damals zu Mofazeiten) die Luftfilter auf mehr Luftdurchsatz zu "tunen". Das ohne Düsenanpassung abgemagerte Gemisch, das daraus resultiert, führt aber zu sehr heißer Verbrennung, was z.B. häßliche Löcher in die Kolben brennt oder den YPVS-typischen, auslaßseitig weggeschmolzenen Kolben erzeugt.

Bei Motoren, die werksseitig über ein sehr fettes Gemisch in der maximalen Drehzahl gedrosselt sind (Mofa), klappt der Trick ohne Düsenveränderung, da nach der Aktion das Gemisch gerade richtig ist! Im Zweifelsfall ist der Original-Vergaser mit Original-Luftfilter am sichersten!

Gerade die 1WW-Modelle laufen im Teillastbereich magerer als die 31K (siehe auch 2.2 Entdrosseln). Zudem ist das Finden der Hauptdüse durch unterschiedliche Power-Jet Düsen / Hauptluftdüsen schwierig er!

In dieselbe Kategorie fällt die Verwendung größerer Vergaser (z.B. 34'er). Die komplette Abstimmung ist schwierig und zeitaufwendig; Für Otto Normal-Tuner wird das problematisch.

## 2.2 Entdrosseln

Die **31K-Modelle** sind mit 27, 50 und 59 PS erhältlich (Yamaha). Es gab auch eine Version mit 17 PS (über verengte Ansaugflansche).

Die Yamaha-Versionen sind nur über Hülsen im Auspuff und bei der 27 PS Version zusätzlich durch kleinere Düsen (#200 statt #240) gedrosselt.

	Düse	Hülsen $\varnothing$	Hülsenlänge
27 PS	#200	18 mm	60 mm
50 PS	#240	26 mm	60 mm
59 PS	#240	ohne Hülse	--

Tabelle 1: Entdrosseln 31K

Das Entfernen der Hülsen ist meist recht schwierig, da sie mit Schweißpunkten gesichert sind. Da hilft nur Gewalt wie Meißeln, Bohren oder Schleifen. Auch eine Düsenkontrolle ist durchaus angebracht; man weiß ja nicht, was der Vorbesitzer so eingebaut hatte. Die Düsennadel sitzt in allen Versionen auf Position 4.

Die **1WW-Modelle** sind ebenfalls über Reduzierbuchsen im Auspuff gedrosselt. Zusätzlich müssen aber für die jeweiligen Versionen auch die Vergaser angepasst werden. Sollte die Motornummer mit 1WX beginnen (bzw. Vergaserkennung 1XE00), so heißt das, dass der Motor mit 27 PS ausgeliefert wurde.

Die Düsennadel ist in der 27 PS Version auf Position 3, mit 63 PS und 50 PS auf Position 2.

Der Düsenstock hat in offen/gedrosselt die gleichen Durchmesser (N-8), aber eine unterschiedliche Anzahl von Belüftungsbohrungen.

Der „offene“ ist „fetter“, da er nur noch 2 statt 4 Querbohrungen hat (bzw. 4 statt 8 Löcher).

Man kann einen „gedrosselten“ Stock recht einfach in die „offene“ Version umbauen, indem man die unteren 2 Querbohrungen z.B. mit Weichlötten verschließt.

Die 1WW-Modelle besitzen im Gegensatz zu der 31K ein geändertes Vergasersystem. Zur Gemischanreicherung bei Vollgas dient das sogenannte "Power Jet". Die Düse, die dazu gehört, sitzt in der Schwimmerkammer am Anfang des Schlauches, der von der Schwimmerkammer in das Vergaseroberteil geht. Die offenen Versionen haben andere Düsengrößen von #60/65 (statt #20 bei der 1WX). Für optimales Abstimmen bietet es sich an, in die Stutzen des Power-Jet, nach dem Entfernen der Seriendüse, ein M4-Gewinde einzubringen und dann Leerlaufdüsen (Mikuni N100606) als auswechselbare Power-Jet-Düsen zu verwenden.

Alternativ habe ich auch Setups gesehen, bei denen das Power-Jet durch Verschließen des Schlauchs stillgelegt wurde und zum Ausgleich eine Hauptdüse in ähnlicher Größe wie bei der 31K verwendet wurde.

Was an der 1WW erschwerend dazu kommt: Die gedrosselten 1XE-00 Vergaser haben eine kleinere Hauptluftdüse (0.7 mm statt 0.8 mm wie die offenen Vergaser). Die kleinere Luft-Düse bewirkt, dass bei sonst gleichem Setup der Motor fetter läuft und man so die Yamaha-Daten nicht 1:1 verwenden kann. (Man müsste magerer bedüsen)

Die Hauptluftdüse sitzt hinter der verpressten Messingkugel auf der Ansaugseite des Vergasers und ist nicht regulär von außen zugänglich.

Wenn man das modifizieren möchte, muss die Kugel entfernt und die Bohrung im Vergaser aufgebohrt werden.

Marco Böhmer bietet hier einen entsprechenden Umbau der Hauptluftdüsen an (Power Jet kann ggf. auch gleich mit gemacht werden)

	Düse	Leerlaufdüse	Düsenstock	HülsenØ	Hülsenlänge
27 PS	#180	#25	N-8 (8 Löcher)	18,5 mm	60 mm
50 PS	#185	#27,5	N-8 (4 Löcher)	26 mm	60 mm
63 PS	#185	#27,5	N-8 (4 Löcher)	ohne Hülse	
			ET-Nr.: 1XA-14141-28		

Tabelle 2: Entdrosseln 1WW

## 2.3 Vergaser

### 2.3.1 Originalvergaser

Die richtige Bedüsung ist äußerst wichtig für gute Beschleunigung und Höchstgeschwindigkeit.

Die 31K (59 PS) und die 1WW (63 PS) haben in der offenen Version folgende Vergaserdaten:

	<b>31K</b>	<b>1WW</b>
Hauptdüse	#240	#185
Leerlaufdüse	#22,5	#27,5
Düsenstock	P-0 (345)	N-8 (544) (mit 2 Querbohrungen = 4 Löchern)
Düsennadel	5 K 1 (4. Pos. v. oben)	5 L 20 (2. Pos. v. oben)
Schieberausschnitt	2,0	2,0
Schwimmerhöhe	21 mm ± 0,5 mm	21 mm ± 0,5 mm
Power-Jet-Düse	---	R: #60 ; L: #65

Tabelle 3: Vergaserdaten offene Versionen (Serie)

In den Drosselversionen kann man für die Fahrt zum TÜV die Vergaserbestückung so belassen und nur die Hülsen im Auspuff einbauen.

In einem älteren Reifentest für die RD fand ich eine Angabe für die 31K im Originaltrimm. Dort empfahlen die Autoren eine Hauptdüse von #220 und die BR 8 ES - Kerzen. Da der Test im warmen Südfrankreich war, sind diese Werte natürlich nur für warmes Sommerwetter übertragbar; als Kerze würde ich aber sicherheitshalber die 9'er wählen.

Ich selbst bedüse für warmes Sommerwetter auf #220 oder besser #230 (Serie #240). Falls man beim Entdrosseln die 200'er Düsen drin lässt, so führt das zu Klemmern und / oder Löchern in den Kolben, wenn man den Motor dann noch bearbeitet. (Im Originaltrimm kann er sogar noch ganz gut laufen!)

Im Winter würde ich wieder die Seriedüse (#240) empfehlen.

Die Düsennadel (Serie 4. Position) kann für den 31K-Auspuff ein bis zwei Nuten tiefer geklemmt werden. Das wäre dann Position 2 für warmes Wetter und Position 3 im Winter.

Für die 1WW ist eine Umbedüsung nicht nötig; sie läuft mit der Serienbedüsung (#185) am besten.

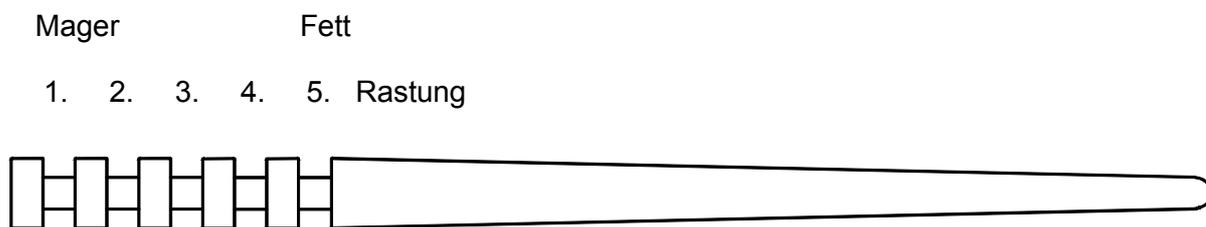


Bild 11 : Düsennadel

Nach der Montage der Vergaser muss man die Schieber synchronisieren. Das bedeutet, dass man die Bowdenzüge so einstellt, dass die Schieber immer auf gleicher Höhe sind. Diese Arbeit ist eminent wichtig für den Teillastbereich; bei falscher Einstellung kann auch bei nicht-Vollgasfahrt ein Zylinder zu mager laufen und fest gehen.

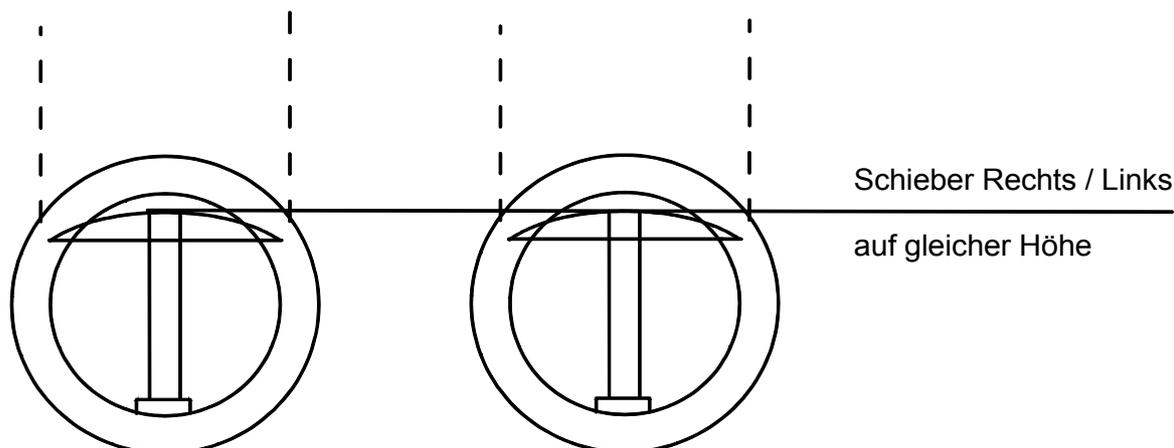


Bild 12 : Synchronisation der Vergaserschieber

Um die Schieber sehr genau zu justieren, reicht die im Wartungshandbuch beschriebene Methode mit den Schaugläsern in den Vergasern nicht aus.

Besser ist es, die oberen beiden Deckel des Luftfilters zu entfernen (Öltank und Batterie müssen auch gelöst werden). Danach kann man mit einem Rasierspiegel von der Luftfilterseite in die Vergaser schauen. Die Seilzüge werden so eingestellt, dass beide Schieber beim Gasgeben an der Oberkante der Vergaserbohrung verschwinden.

Der Luftfiltereinsatz wird nach dem Reinigen (z.B. in Benzin) mit Öl getränkt und gut ausgedrückt (nicht wringen). Für diese Zwecke gibt es spezielles Luftfilteröl (Moto-Cross-Zubehör), aber es geht auch mit normalem Motoröl.

Neben der Vergasersynchronisation ist auch die Reinigung des Düsenstocks ca. einmal pro Saison erforderlich. Ein verdreckter Düsenstock äußert sich in stark erhöhtem Teillastverbrauch, unruhigem Motorlauf im Teillastbetrieb (Ruckeln) und gelegentlichem Verschlucken beim Gasgeben.

Nach Demontage der Schwimmerkammer wird zunächst die Hauptdüse entfernt. In das Gewinde schraubt man eine etwas längere Schraube (M5 x 50). Durch leichte Schläge auf den Schraubenkopf kann man jetzt den Düsenstock in Richtung der Schieberbohrung austreiben, ohne ihn zu beschädigen.

Die Montage erfolgt sinngemäß rückwärts. Am unteren Ende des Düsenstocks befindet sich eine Nut, die mit dem Stift in der Bohrung übereinstimmen muss.

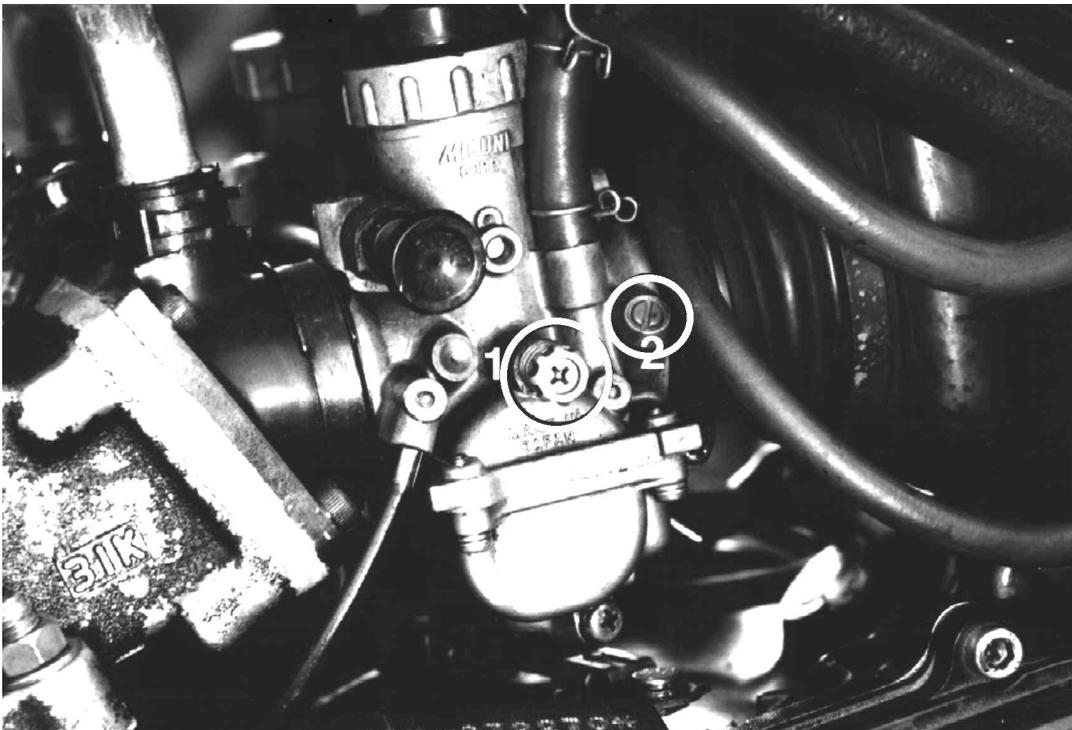


Bild 13 : Vergaser (31K) (1. Standgasschraube, 2. CO-Schraube)

Bei **Verwendung des 1WW-Auspuffs an der 31K** muss das Teillastgemisch angepaßt werden. Bei Montage dieser Anlage tritt im unteren Drehzahlbereich eine Gemischabmagerung auf. Das äußert sich, wenn man in unteren Drehzahlen plötzlich Gas gibt: Der Motor verschluckt sich dann, d.h. er nimmt nicht gleich Gas an, weil er dafür ein fetteres Gemisch benötigen würde.

Die Leerlaufgemischanpassung erfolgt über die CO-Schraube am Vergaser bzw. über die #27,5'er Leerlaufdüsen der 1WW.

Die CO-Schraube wird zunächst ganz eingedreht, bis sie leicht festgeht. Dann dreht man sie um ca. 1/2 bis 3/4 Umdrehung heraus (Serie 1 bis 1 1/4 Umdrehungen). Reindrehen macht das Leerlaufgemisch fetter, Rausdrehen magerer.

Der Teillastbereich wird über die Düsennadel abgestimmt. Für den 1WW-Auspuff habe ich Rastung 3 bis 4 ermittelt. Die Hauptdüse kann bei #230 verbleiben.

Die optimale Einstellung ist erreicht, wenn sich der Motor beim Gasgeben nicht mehr verschluckt. Effekt des Ganzen ist ein verbessertes Drehmoment in allen Drehzahlbereichen und mehr Spitzenleistung.

Ein möglicher Nachteil der 1WW-Anlage ist eine leicht reduzierte Maximaldrehzahl (siehe 2.9.3 Auspuffanlagen).

In diesem Zusammenhang noch einmal die richtige Kerzenwahl:

- NGK BR8ES : Alltagskerze für 31K ohne Bearbeitungen.
- NGK BR9ES : Kerze für 1WW und bearbeitete 31K.
- NGK BR9EIX : Teureres Produkt mit Iridium Elektrode, besseres Anspringen, längere Haltbarkeit
- NGK BR10ES : Kerze für sehr hohe Verdichtungen, Rennauspuffanlagen, lange Autobahnfahrten im Sommer, Rennstrecken, ...
- NGK BR10EIX : Preis wie BR9EIX, Einsatzzweck wie BR10ES.

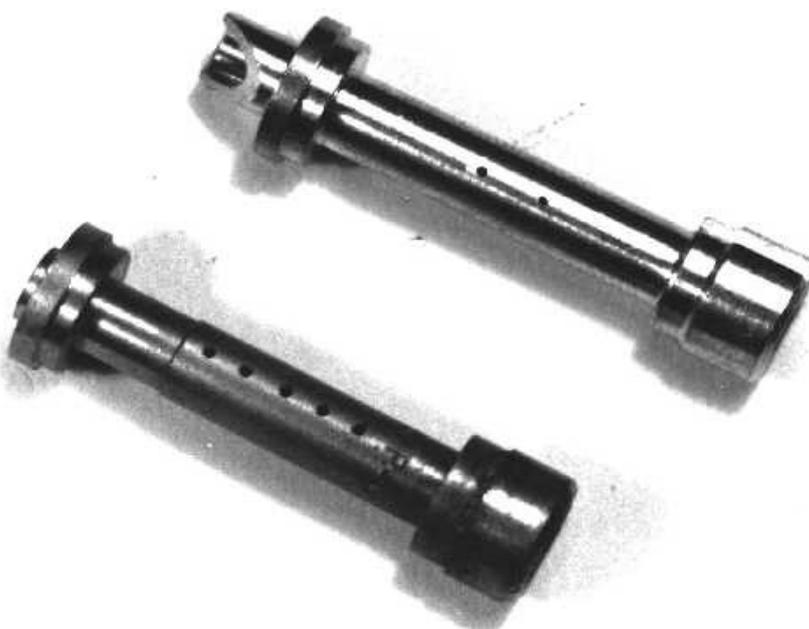


Bild 14 : Düsenstöcke Vorne: Original 31K; Hinten: Götz (Ledar)

Bei der Firma Götz waren mal so genannte Tuning-Düsenstöcke (50,- Eur.) erhältlich. Diese sind gedacht für die 31K, 1WW und 4LO (RD 350 LC) in

Verbindung mit K&N-Filtern, Serien oder Allspeed-Auspuff und einer größeren Hauptdüse von ca. #280-#290 (31K) bzw. #180 - #190 (4LO).

Es handelt sich hierbei um eine andere Bauart mit Lufthutze, die im Teillastbereich das Gemisch an den größeren Luftdurchsatz anpassen soll. In der Allspeed-Werbung (Siehe unter 2.9.3 Auspuffanlagen) ist das dieser ominöse Intake- bzw. Induction-Kit. Die Leistungserhöhung dürfte dabei hauptsächlich auf das Weglassen des Luftfilters zurückzuführen sein.

Im Serien-Motorrad (mit Serienfilter) bewirken die Düsenstöcke aufgrund der Mitwirkung der Hauptdüse von #230 / #240 allerdings ein magereres Gemisch im Teillastbereich, weshalb ich **dringend davon abraten** würde, wie im Katalog angegeben, die Düsenstöcke **ohne** größere Düsen zu verwenden.

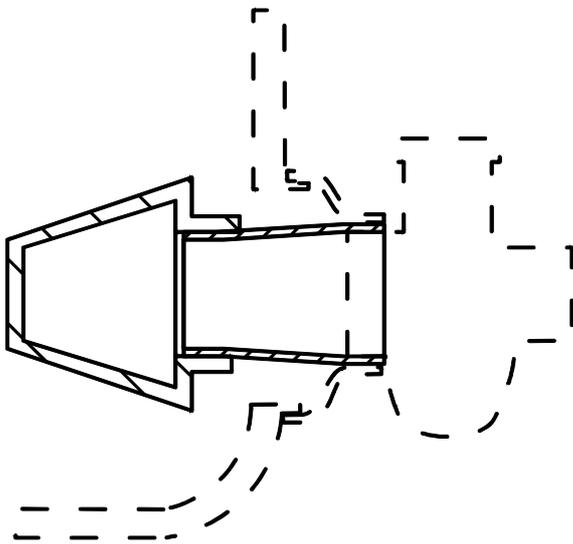


Bild 15 : K&N-Filter im Serienluftfilterkasten

Der Hersteller gibt an, dass bei gleichzeitiger Verwendung von Rennauspuffanlagen die K&N-Filter mit einem Abstandsstück ("Filter-Spacer", Länge ca. 40 mm) an die Vergaser montiert werden sollten, da sonst der Motor Einbrüche in der Leistungskurve hat.

Die in England erhältlichen Hülsen sind aber a) sehr billig gemacht und b) reißen sich die Händler nicht gerade darum, zwei 4 £ Teile ins Ausland zu verschicken, weshalb ich die

Selbstanfertigung empfehlen würde. (Material: Alu oder Kunststoff (PP)).

Wenn die Hülse etwas länger (ca. 60 mm) ausgeführt wird, kann man den Serienluftfilterkasten beibehalten und die Gummiflansche verdecken, dass K&N-Filter montiert sind (Bild 15). Das Ansaugeräusch ist dann zwar noch da, aber man sieht dem Motor von außen nichts an. Der Original-Luftfilterkasten kann aber auch gegen eine "Dummy-Airbox" getauscht werden: Man baut sich einfach (z.B. aus Carbon-Platten) anstelle des Luftfilterkastens seitliche Blenden, die die K&N Filter verdecken ... .

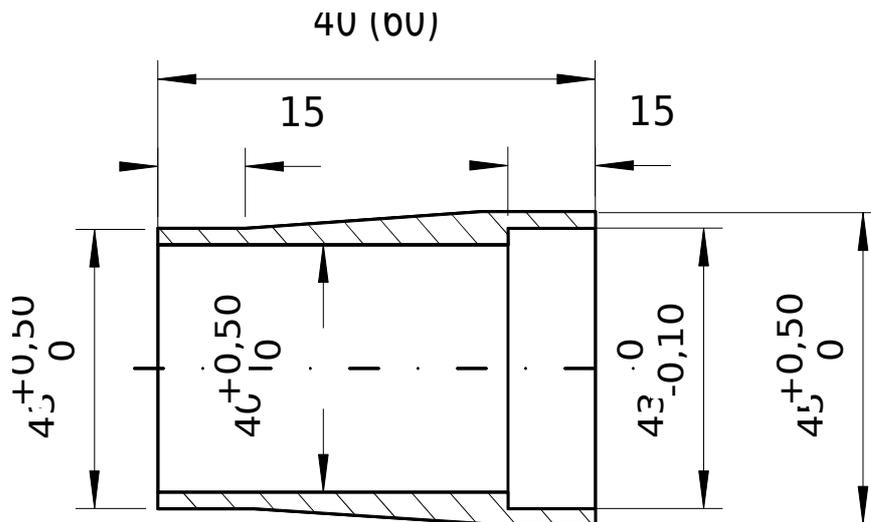


Bild 16 : Abstandshülse für K&amp;N-Filter (Filter-Spacer)

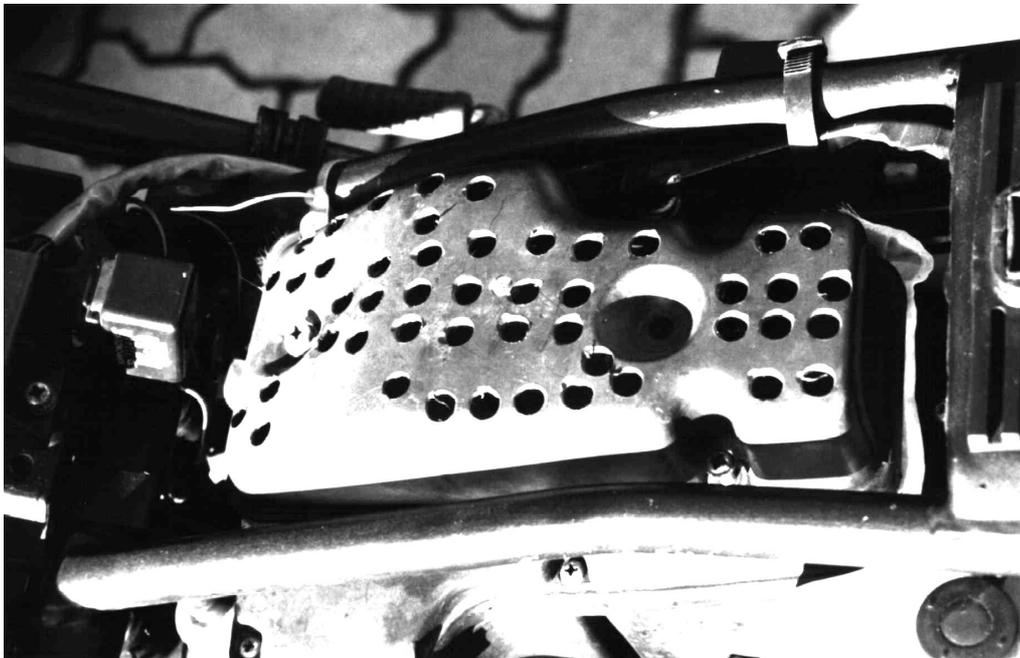


Bild 17 : Perforierter Luftfilterdeckel mit Filter Marke "ADO-Goldkante"

Zur Not kann man anstelle von K&N-Filtern auch mit dem Serienluftfilterkasten (ohne Luftfilter und mit dem unteren Kunststoffeinsatz) fahren. Dabei sollte der obere Deckel mit 10'er Löchern perforiert werden. Ein Stück Gaze, Gardine oder Fliegengitter ersetzt dann den Filtereinsatz, damit keine größeren Fremdkörper (z.B. Insekten) in den Motor kommen. Der Hartkunststoffeinsatz im unteren Luftfilterkasten ist relativ wichtig, denn ohne ihn ist das Ansaugeräusch sehr viel lauter und die angegebene Abstimmung zu mager.

Die Düsenadel steht dabei auf Position 5 mit 1WW-Auspuff (CO-Schraube 1/2 Umdrehung) und Position 4 mit 31K-Anlage (CO-Schraube 3/4 Umdrehung).

Durch den besseren Luftdurchsatz und das angepaßte Gemisch hat der Motor spürbar mehr Leistung und Biß in allen Drehzahlbereichen. Die mögliche Höchstdrehzahl steigt nicht, da sie hauptsächlich vom Auspuff abhängt. Durch die größeren Düsen steigt der Verbrauch um ca. 1/2 - 3/4 Liter auf 7 - 7,5 l/100 km.

Die Geräuschentwicklung ist zwar lauter, aber etwas angenehmer als bei einem Rennauspuff, da das Ansauggeräusch erstens tiefer ist und zweitens nur beim Gasgeben laut wird. Im Standgas hört man den Unterschied nicht.

Natürlich kann man auch ganz auf Luftfilter verzichten und offene Trichter mit oder ohne Drahtgitter montieren; die o.g. Vergaserwerte passen auch dafür einigermaßen. Das bietet sich z.B. an, wenn man das Rahmendreieck auf "freien Durchblick" stylen will; d.h. Öltank und Luftfilter-Box entfernt.

Für die 1WW würde ich empfehlen:

- a) Entweder das Power-Jet stillzulegen ( $\varnothing$  6 mm Stopfen mit Dirko in den Schlauch einkleben) und wie folgt zu bestücken: Hauptdüse #280 - #290 ,Düsennadel Position 2 bis 3, CO-Schraube  $1\frac{1}{4}$  Umdrehung.
- b) Oder mit Power-Jet-System Hauptdüsen von #210 - #225 zu verwenden und die Vergaser auf auswechselbare Power-Jet-Düsen von Mikuni (Größe ca. #75) umzurüsten (Gesamtgröße ergibt sich durch Addition: z.B. #215 + #75 = #290). Dazu muss man die alten Power-Jet Düsen ausbohren und in das Sackloch ein M4 Gewinde schneiden.

### 2.3.2 Andere Vergaser

Bevor man ernsthaft daran geht, größere Vergaser an seinen Motor zu flanschen, sollte man sich darüber im klaren sein, dass dieses keine Sache von einem Wochenende (mal so nebenbei) ist! Außerdem ist eine Vergaserabstimmung nur etwas für sehr erfahrene Schrauber; Motorschäden und Alltagsärger gibt's gratis dazu.

Wenn man Rennvergaser verwenden möchte, muss man wissen, dass diese z.T. keine Standgasschrauben und kein Choke-System haben. Es reduziert ungemein den Alltagsspaß, wenn man das Moped erst mal stundenlang antreten und dann immer mit Gasgeben am Leben halten muss! Aus diesem Grund kann ein vernünftiger Umbau eigentlich nur über Vergaser **mit Startsystem und mit Standgas/CO-Schraube** erfolgen.

Es erleichtert die Sache natürlich sehr, wenn man von jemand, der so etwas schon mal gemacht hat, die nötigen Daten abstauben kann, damit man selbst nicht gar zu viel probieren muss!

Problem Nummer 1: Was für einen Vergaser nehme ich überhaupt? VM 34 mit Rundschieber oder lieber einen richtig großen TM 38 PowerJet mit Flachschieber?

Antwort: Man nimmt entweder das, was man gebraucht günstig bekommt (Kriterium: schon mal auf 'ner RD oder Banshee gelaufen), oder versucht sich **genau** die hier beschriebenen Typen zu besorgen.

Je größer der Vergaser, desto alltagsuntauglicher wird das Ganze, desto größer wird aber auch die maximale Drehzahl und Leistung. Die optimale Größe liegt zwischen 34 und 38 mm. Bei den großen Power-Jet-Vergasern braucht man sehr große Strömungsgeschwindigkeiten zur sauberen Funktion, die mit bearbeiteten Serienzylindern und -membranen nicht zu erreichen sind.

Wenn das Ganze halbwegs straßentauglich sein soll, sollte man Vergaser von ca. 30 - 32 mm Durchlass verwenden. Hier bieten sich z.B. die Mikuni TM30-6 an die für ca. 250,- Eur neu erhältlich sind. Ebenfalls möglich sind 32 mm Vergaser von den älteren RGV's von Bj. 89 - Bj. 91.

Problem Nummer 2: Wie bekomme ich die größeren Teile an meine Zylinder dran?

Antwort: Wenn man die großen Vergaser auch mit Tricks wie Anwärmen und Öl nicht auf die originalen Ansaugflansche bekommt, braucht man neue, die die größeren Vergaser aufnehmen können. Im Banshee Bereich gibt es dazu ein reichhaltiges Angebot z.T. sogar gleich mit Vergasern zusammen als fertigen Kit.

Bei Brune (Mikuni-Vertrieb) gibt es Universal-Ansaugstutzen, die man über eine Zwischenplatte an die Zylinder anpassen muss (Zeichnung im Anhang). Dabei muss man eventuell den Winkel der Vergaserstellung etwas ändern, da größere Vergaser meist eine voluminösere Schwimmerkammer haben (siehe Vergleichs-Fotos), die mit dem Kupplungsdruckhebel in Kontakt kommen kann. In meiner Version (TM34) waren die Vergaser gegenüber der Serie um ca. 20° nach vorne angestellt (Nach Angaben von DELLORTO sind im Moto-Cross-Bereich Schrägstellungen bis zu 30° zulässig; im Straßenbetrieb bis zu 40°).

Problem Nummer 3: Wie Sorge ich dafür, dass die Serienanschlüsse (Gaszüge, Ölpumpe, Benzinhahn,... ) erhalten bleiben?

Antwort: Da der Original-Gaszug einen Dreifach-Verteiler (2 Vergaser + Ölpumpe) hat ist er im maximalen Hub auf 26 mm begrenzt (Original 26 mm Hub, jetzt 35 mm => 9 mm mehr Hub). Den größeren Hub kann man durch eine Verlängerung des

Verteilergehäuses und Kürzen der Außenhüllen der Bowdenzüge (Vom Gasgriff zum Verteiler und vom Verteiler zur Ölpumpe) um ca. 10 mm erreichen (Zeichnung im Anhang).

In die o.g. Zwischenplatte kann man auch Schlauchanschlüsse für diverse Funktionen einpressen, so z.B. Ölversorgung und Unterdruckanschluß für den Benzinhahn. Manche Vergaser haben bereits angegossene Senkungen, wo man sich mit etwas Geschick die Anschlüsse für Unterdruck und Öl selber einpressen kann.

Bei diversen Banshee-Kits sind auch die kompletten Kabel dabei. Man muss allerdings darauf achten, dass es ein Kit für ein Dreh-Gas und nicht für das originale Daumen-Gas ist!

In den USA sind die Keihin PWK Vergaser sehr beliebt und z.b. für die Hubraum-erhöhten Versionen quasi schon Pflicht.

Von dort habe ich die Aussage, dass die PWK 39 besser abzustimmen wären, als die großen 38'er Mikuni TM Flachschieber. Wenn man die Tatasche berücksichtigt, dass so gut wie alle 2T Crosser Keihin Vergaser haben, bin ich geneigt dem zu glauben.

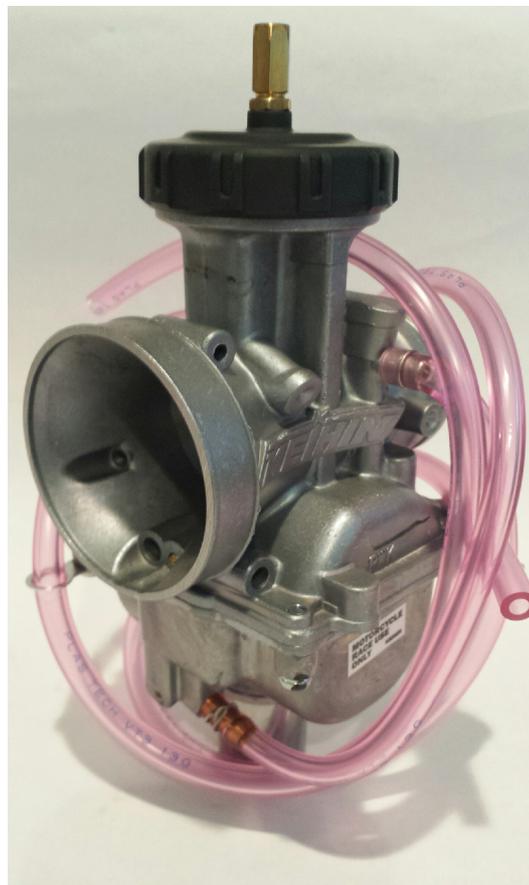


Bild 18 : Keihin PWK-Vergaser

Keihin-Nachbauten sind die Vergaser von Koso. Dazu habe ich durchwachsenes gehört; bei einigen funktionieren sie, bei anderen nicht.

Dazu muss man eigentlich nur mal logisch überlegen: Was macht ein Vergaser? Er muss sehr präzise Luft und Benzin mischen und zerstäuben. Dazu ist eine sehr präzise Fertigung notwendig (= gute Maschinen, lange Fertigungszeit, viel Ausschuss = Bauteile teuer).

Wenn man diese Vergaser jetzt in „billiger“ nachbaut, geht das eigentlich nur mit reduzierter Präzision, was indirekt bedeutet, dass sie mehr streuen können.

Ich hatte mal testweise Vergaser von Pacco aus Indien. Die waren schon von der Anmutung so mies verarbeitet (rauhes Guß, unbearbeitete Grate, riefige bearbeitete Oberflächen), dass ich sie direkt wieder zurück geschickt habe.

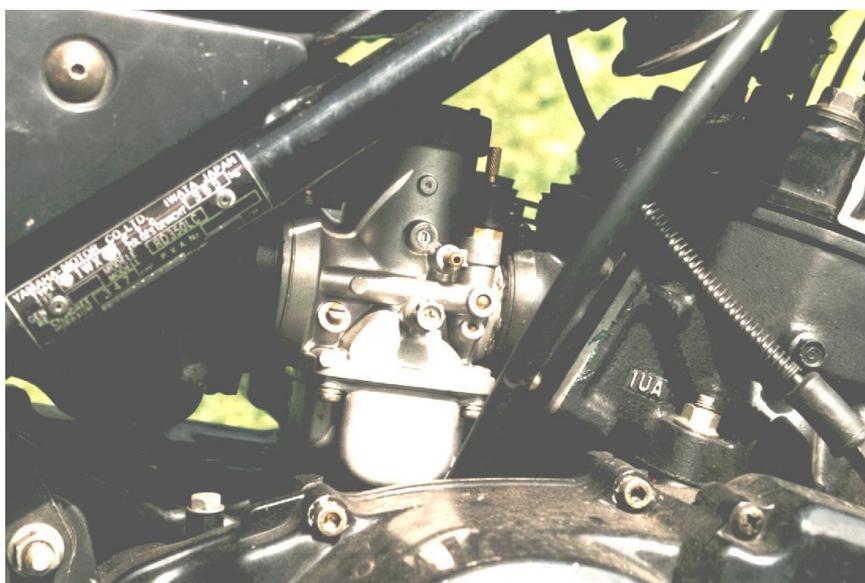


Bild 19 : Mikuni VM38 Vergaser an RD350

Im August '96 habe ich erstmals die TMX 30 Mikunis an meiner RD ausprobiert. Das Ergebnis war sehr überzeugend:

Der Motor hatte schon beim ersten Versuch mehr Feuer und lief auch bei Teillast sehr schön und ohne Drosseln oder Löcher. Nach der wenig zeitaufwendigen Abstimmung hatte der Motor im unteren Drehzahlbereich keine Leistungsverluste. Im oberen Drehzahlbereich waren schätzungsweise ca. 3 bis 5 PS mehr zu verzeichnen. Das "schätzungsweise" ist begründet durch sehr viel bessere Beschleunigung im oberen Geschwindigkeitsbereich (über 100 km/h) und ca. 5 km/h größere Vmax .

Die Vergaser passen in die originalen Ansauggummis und an den Original-Luftfilterkasten. Die Schwimmerkammer geht auch gerade so am Kupplungs-

druckhebel vorbei. Leider gibt es keine Anschlüsse für Getrenntschmierung und Unterdruck (=>Benzinhahn); man muss also Gemisch fahren oder sich passende Stutzen einpressen. Ich habe zum Abstimmen Gemisch gefahren und erst später die Öl-Stutzen (aus einer alten Ölpumpe) eingepresst. Den Unterdruckanschluß habe ich im Verbindungsrohr zwischen den Ansaugflanschen mit Zwei-Komponenten Kleber eingeklebt.

Mit dem originalen Gaszugverteiler konnte man fast Vollgas geben; es fehlte ca. ein halber Millimeter zur kompletten Freigabe der Bohrung. Nur die Außenhüllen der Bowdenzüge mussten um 20 mm gekürzt werden und danach die Führung noch ein wenig mehr gebogen werden, damit sie unter dem Rahmenrohr durch passte.

Später habe ich noch die beiden Choke Zugknöpfe gegen eine Seilzugbetätigung am Lenker eingetauscht, da sonst nur der linke Vergaser Choke hatte (an den Rechten kam man so gut wie nicht heran).

Nach knapp einem Jahr kann ich diese Kombination als voll alltagstauglich empfehlen. An zwei anderen RD's liefen diese Vergaser mit einer Jolly-Moto Auspuffanlage. Die Motoren waren ansonsten ähnlich bearbeitet, liefen dadurch aber trotzdem etwas anders. Man sollte sich also die Mühe machen die folgenden Setups individuell an die eigene Maschine anzupassen.

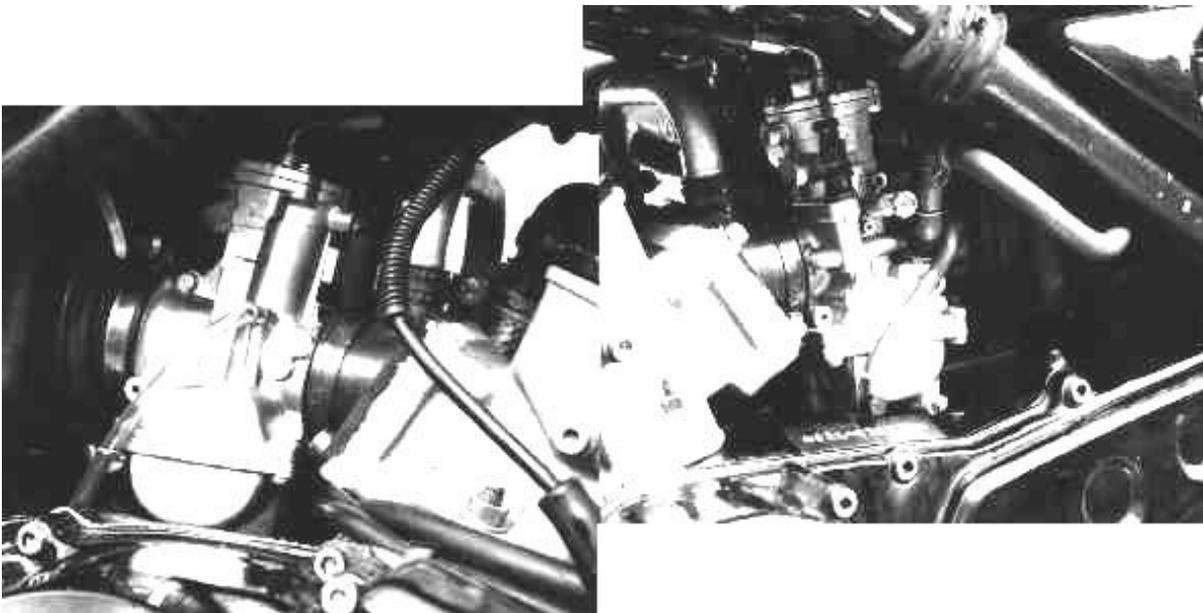


Bild 20 : Mikuni TM30-6 Flachschiebervergaser an RD350

Vergaser	TM30-6 Mikuni	TM30-6 31K	TM30-6 m. Jolly's
Hauptdüse	#195	#150	#165 - #190
Power-Jet-Düse	#70	#55	#50 - #60
Nadel	5EL68, Pos. 3	5EL68, Pos. 3	5EL68, Pos. 2
Düsenstock	N-9	N-9	N-9
Leerlaufdüse	#40	#27,5	#15 - #27,5
CO-Schraube	2 1/4 Umdr.	1 3/4 Umdr.	1 1/2 Umdr.

Tabelle 4: Setup Mikuni TM30-6

1995 hatte ich günstig zwei gebrauchte Mikuni TM 34 Flachschiebervergaser bekommen, die vom Vorbesitzer auf ca. 36 mm aufgebohrt waren. Diese sind nur etwas für Renneinsatz; spätestens folgende Abstimmungshinweise sollten Anfänger endgültig abschrecken.

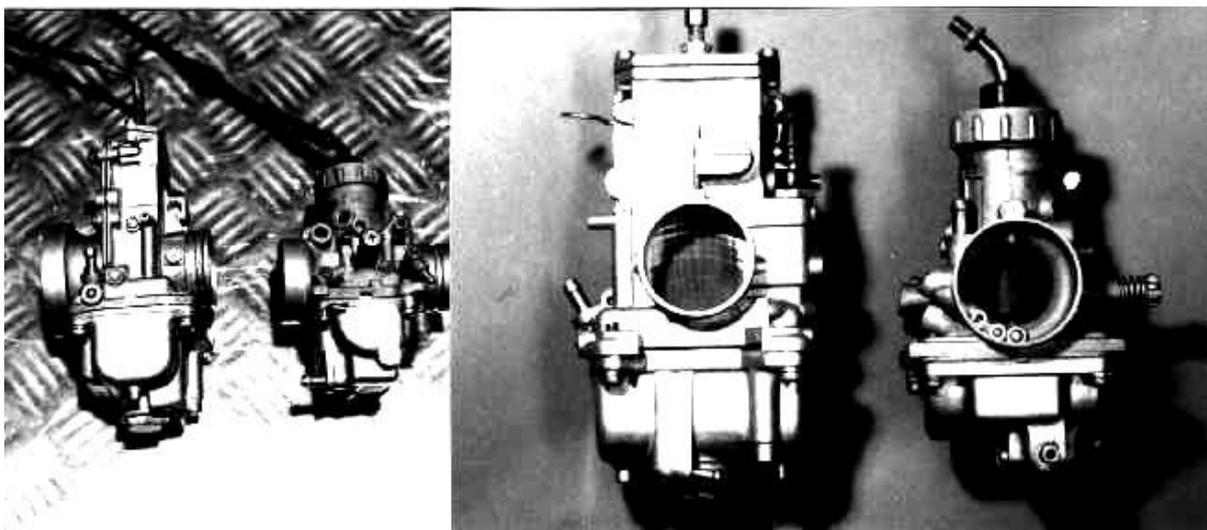


Bild 21 : Vergaser TM34 und VM26 im Vergleich

Die Luftaufbereitung würde ich der Einfachheit halber zunächst zwei (möglichst großen) K&N Filtern mit Abstandsstücken anvertrauen, die allerdings ziemlich laut sind! Wenn man die Abstimmung einigermaßen hinter sich gebracht hat, kann man sich noch zwei Gummischläuche basteln, um die Vergaser an den Serienluftfilterkasten anzuschließen.

Das Verbindungsrohr zwischen den Ansaugtrakten soll die exakte Abstimmung erschweren und verschlechtert bei großen Vergasern auch das Laufverhalten.

Zudem ist die Adapterplatte einfacher zu fertigen, wenn man die Verbindung weglässt.

Die Gaszüge der Vergaser sollten in etwa die gleichen Abmaße wie die Originalen haben, damit man sie an den Verteiler anschließen kann. (Länge Außenzug ca. 180 - 200 mm, Innenzug steht ca. 24 mm heraus.

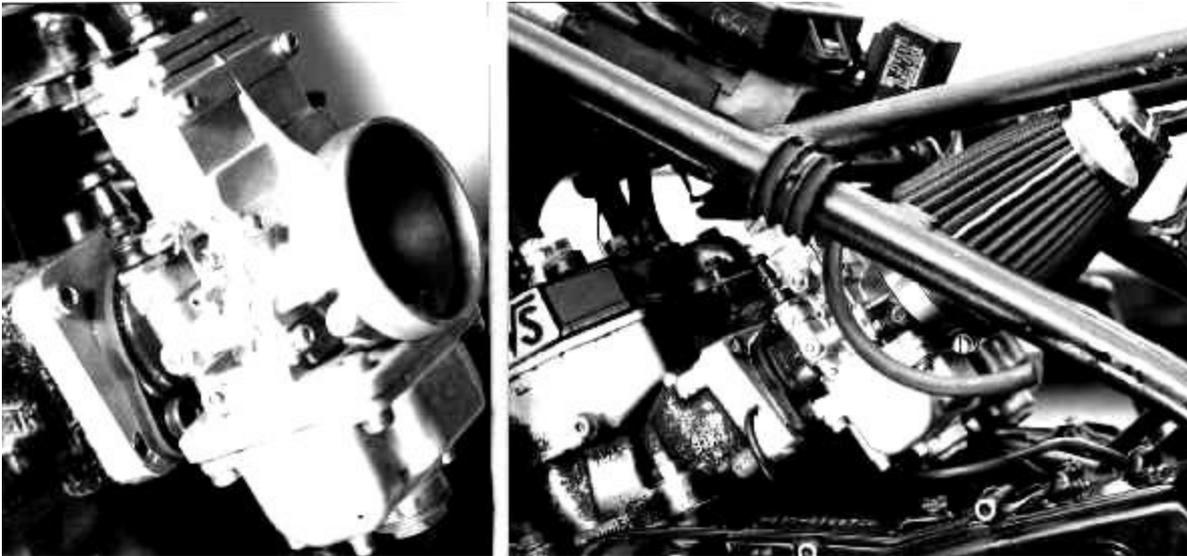


Bild 22 : Vergaser TM34 mit Adapterplatte am Zylinder verschraubt

Nachdem man die nötigen Vorarbeiten erledigt hat, kommt der große Moment: Das erste Ankicken. Im Normalfall sind jetzt lange Gesichter zu sehen, denn da es sehr unwahrscheinlich ist, dass das Gemisch gleich passt, wird der Motor ziemlich besch... laufen (z.B. dreht nicht richtig hoch, drosselt wie mit Choke).

Mit Hilfe der Colortune-Kerzen kann man im Leerlauf/Teillastbereich feststellen, wo man gemischmäßig liegt und ggf. die nötigen Leerlaufdüsen/Düsenstöcke/Nadeln vorwählen oder sehen, dass sie einigermaßen passen. Es empfiehlt sich aber unbedingt vorher zumindest den eigenen Motor mit den Serienvergasern einmal mit den Colortune-Kerzen zu überprüfen, damit man ein Gefühl für die Ideale Farbe bekommt. Die Tendenz ist, dass ein fettes Gemisch hell sichtbar orange verbrennt. Ein mageres Gemisch schlägt ab dem idealen Verhältnis ( $\lambda=1$ ) ins Blaue um, und ist dann kaum noch sichtbar. Der leistungsmäßig ideale Bereich ist schwach fett ( $\lambda$  ca. 0,9), d.h. etwas vor dem Umschlagen nach Blau. Im Schwachlastbereich benötigt der Motor ein sehr fettes Gemisch, im mittleren Bereich ein Gemisch um  $\lambda=1$  und im Vollastbereich wieder ein fetteres um  $\lambda=0,9$ .

Danach ist es an der Zeit eine Probefahrt zu wagen, denn natürlich muss man diese Grundabstimmung im Fahrversuch noch verfeinern, um die ideale Einstellung z.B. der Nadel zu finden.

Die Reihenfolge der Abstimmung ist: CO-Schraube, Leerlaufdüse, Hauptdüse, und Nadelposition (Nadeltyp und Düsenstock passen in etwa in der Grundabstimmung). (Hauptdüse kommt vor Nadelposition, weil die veränderte Hauptdüse die Nadelposition noch beeinflussen kann. Deshalb: Nadel provisorisch einstellen, Hauptdüse finden und dann Teillast abstimmen)

Das Leerlaufsystem wird nach den Betriebsverhältnissen abgestimmt. Wenn man wirklich nur im Rennbetrieb und mit Gemisch fährt, kann man die Leerlaufdüse sehr groß wählen (#60-#90). Für den Straßenbetrieb (mit Ölpumpe) sollte die Leerlaufdüse max. um #30 - #40 liegen, damit bei Stadtfahrten die Kerzen nicht verölen. Die CO-Schraube wird gerade soviel herausgedreht, dass sich der Motor beim Gasgeben aus unteren Drehzahlen nicht verschluckt.

Für die Abstimmung der Hauptdüse schraubt man zunächst eine 10'er Kerze in den Zylinderkopf, denn der größere Gasdurchsatz erzeugt natürlich auch größere Wärme, die irgendwo bleiben muss.

Dann sucht man sich eine Teststrecke, wo man ungestraft Vollgas fahren darf (Rennstrecke, Autobahn). Man beschleunigt kräftig bis zum 5. Gang auf Vollgas, damit der Motor auf jeden Fall seine **maximale Drehzahl** erreicht. Nach mindestens einem Kilometer Fahrt stellt man den Motor mit dem KILLSCHALTER ab und lässt sich mit gezogener Kupplung ausrollen. Vor dem Prüfen des Kerzenbilds, sollte man erstmal erreichte Geschwindigkeit und Drehzahl aufschreiben, damit man später die Werte vergleichen kann.

Das ideale Kerzenbild sollte dann am Isolator rehbraun (lieber dunkel als hell), und am Gewindeansatz leicht geschwärzt sein. Ein heller oder gar weißer Isolator zeigt ein zu mageres Gemisch an, ein schwarzer Isolator ein zu fettes.

Die ideale Düse ist die nächstgrößere zu derjenigen, mit der die Maschine maximale Geschwindigkeit und Drehzahl erreicht.

Aus dem Internet habe ich eine interessante Variante, die zumindest einen Versuch Wert ist. Dort wurde empfohlen erst den Motor mit alten Kerzen warmzufahren (Vollgaspassage inclusive) und dann den Vollgastest mit neuen Kerzen zu machen. Das Vollgas mit den alten Kerzen ist nötig, weil sich im Kurbelgehäuse immer alte Benzinreste befinden, die sonst bei der nächsten Vollgasetappe das Gemisch in Richtung fett verfälschen.

Resultat wäre: Kerzenbild gut, Motor geht trotzdem fest!

Die Klemmposition der Düsenadel wird ebenfalls nach der Maßgabe "optimales Beschleunigen" wie die CO-Schraube abgestimmt.

Nach Aussagen mehrerer Praktiker auf diesem Gebiet, passen die Grundabstimmungen bezüglich Nadeltyp und Stock der käuflichen Vergaser-Kits für 125/250'er Crosser recht gut. In diesem Fall braucht man "nur" Hauptdüse, Leerlaufgemisch und Nadelposition zu finden.

Die Abstimmung des Teillastgemischs mit Nadel und Stöcken ist extrem problematisch und langwierig. Man Sorge z.B. mit zwei gleich hohen Abstandsstücken über den Vergaserschieber dafür, dass beide Schieber in einer **reproduzierbaren** Position stehen.

Dann kann man z.B. einen Beschleunigungsversuch in einem mittleren Gang z.B. von 60 km/h auf 100 km/h machen oder auf  $V_{\max}$  bei Teillast optimieren. Notiert werden dabei erreichte Höchstgeschwindigkeit, Drehzahl und ggf. Beschleunigungszeiten. Die optimale Abstimmung garantiert ein maximales, lochfreies Beschleunigen bei jeder Drehzahl.

Das Ergebnis kann man anhand seines Versuchsfließes (Anzahl der Zwischenstufen von Leerlauf bis Vollgas) selber bestimmen; wer weniger probiert, der muss vielleicht mit "Löchern" in der Leistungskurve, oder mit "Verschlucken" beim Gasgeben leben. Im Normalfall sollten drei Zwischenstufen ausreichen, die den Schieber z.B. bei 10, 18 und 24 mm arretieren.

Zur Orientierung, welche Bauteile bei welcher Gasschieberstellung Einfluß haben, gilt:

- 0 bis 1/8 - Gas (0 bis 4,5 mm) Leerlaufdüse, CO-Schraube
- 1/8 bis 1/4 - Gas (4,5 bis 9 mm) Leerlaufdüse, Schieberausschnitt, Düsenstock
- 1/4 bis 3/4 - Gas (9 bis 27 mm) Düsenstock, Düsenadel
- 3/4 bis Vollgas (27 bis 36 mm) Hauptdüse

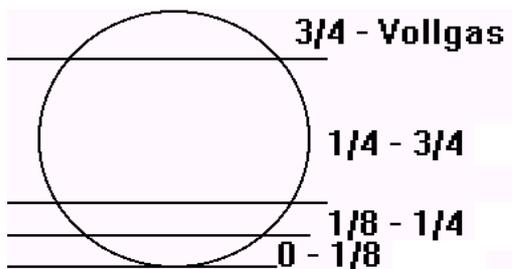


Bild 23 : Einflußgebiete der Vergaserbauteile

Natürlich beeinflussen sich die Bauteile in den Grenzgebieten. Wenn z.B. das Gemisch genau bei 1/4-Gas zu mager ist, kann man versuchen, mit der CO-Schraube (reindrehen=fetter) oder mit der Leerlaufdüse zu regulieren. Wenn man aber danach die Hauptdüse sehr stark verändert, muss man auch die Teillasteinstellung nachregeln.

Den Schieberausschnitt sollte man nach Möglichkeit nicht verändern!

Der Düsenstock und die Nadel tragen eine Kennzeichnung aus Buchstaben und Zahlen. Beim Düsenstock bedeuten ein größerer Buchstabe und eine größere Zahl einen fetteren Düsenstock (**Hauptwirkung von 15% - 50% Gasschieberöffnung**).

mager	fett
P-6 > P-8 > Q-0 > Q-2 > Q-4 > Q-6 > Q-8 > R-0	

Ähnlich verhält es sich für die Nadel. Das Haupteinflussgebiet der **Nadelposition** liegt zwischen **15% und 75% Schieberöffnung**, Die erste Zahl der Kennung steht für das Gemisch **über** Halbgas (**50% - 75% Schieberöffnung**, Länge der Nadel) und der Buchstabe danach für das Gemisch **unter** Halbgas (**15% - 50% Schieberöffnung**, Konusenddurchmesser). Die letzte Ziffer bezeichnet sonstige Merkmale.

Eine Nadel 8L1 hätte also gegenüber der 6L1 ein fetteres Gemisch über Halbgas; Eine Nadel 6P1 hätte gegenüber der 6D1 ein fetteres Gemisch unter Halbgas.

Anhand der Einflußgebiete kann man leicht erkennen, dass das Gemisch unter Halbgas zum einen durch eine Nadel mit anderem Buchstaben, oder zum anderen durch einen anderen Stock beeinflussen kann.

In dem von mir verwendeten TM34 Vergasern war zu Anfang die Bestückung der ersten Spalte zu finden. Mit dieser Abstimmung lief der Motor (wie zu erwarten war) nicht so optimal. Der untere Teillastbereich war so fett, dass der Motor ohne Choke ansprang. Bei warmem Motor trat Drosseln auf, wenn man nach dem Beschleunigen auf die gewünschte Geschwindigkeit nur leicht wieder Gas gab, um nicht langsamer zu werden. Außerdem war der Motor insgesamt recht träge beim Gasgeben. Mit Originalauspuff war das Ganze nicht zum Laufen zu kriegen, weshalb ich test- und leihweise eine Jolly angebaut habe. Danach kam ein gewisser "Boah-Eh"-Effekt, denn ohne weiteres drehte der Motor jetzt bis 12.000 U/min und eine Leistungsmessung ergab + 5PS Spitzenleistung aber dafür über den ganzen Drehzahlbereich 5 bis 10 PS weniger! Nach diversen Versuchen habe ich für meine Bearbeitung die Daten der zweiten Spalte ermittelt:

	Anfangswerte	Nach Optimierung
Vergaser	<b>TM34 auf 36 aufgebohrt</b>	<b>TM34 auf 36 aufgebohrt</b>
Hauptdüse	<b>#340</b>	<b>#320</b>
Leerlaufdüse	<b>#35</b>	<b>#30</b>
Düsenstock	<b>R-0</b>	<b>Q-2</b>
Düsennadel	<b>6-FP 55, Pos 2.</b>	<b>6-FP 55, Pos 1.</b>
Schieberausschnitt	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>
CO-Schraube (Umdr.)	<b>3/4</b>	<b>1</b>

Tabelle 5: Setup für TM 34/36-Vergaser

Im Anhang habe ich zur Orientierung auch noch einige andere (so gelaufene) Setups für größere Vergaser aufgelistet.

Eine Komponente, auf die bisher nicht eingegangen wurde, ist die Hauptluftdüse. Das hat hauptsächlich den Grund dass bei den RD-Serienvergäsern oder den TM30-6 diese Düse „hardcoded“ ist – Es handelt sich um eine Bohrung im Gehäuse die hinter einer Messingkugel im Ansaugtrichter versteckt sitzt.

Es gibt aber Vergaser, an denen diese Düse veränderbar ist wie z.B. die RGV250. In der Race-Kit Anleitung findet sich dazu das nächste Bild.

Da nicht jeder Englisch kann, hier der wesentliche Inhalt übersetzt:

- Der Einfluss der Hauptdüse (MJ = Main Jet) ist bei  $\frac{3}{4}$  Gas-Schieberöffnung ab 9000 U/min, bei voller Schieberöffnung schon ab 7000 U/min.
- Der Einfluss der Hauptluftdüse (MAJ = Main Air Jet) beginnt bei ca. 15% Gas-Schieberöffnung; bei ca.  $\frac{1}{2}$  Schieberöffnung beeinflusst sie den ganzen Drehzahlbereich.
- Der Einfluss der Power-Jets (PJ = Power Jet) ist bei  $\frac{3}{4}$  Gas-Schieberöffnung ab 10000 U/min, bei voller Schieberöffnung schon ab 8000 U/min (Logo: Die Power-Jets funktionieren nur wenn im Vergaser eine hohe Strömungsgeschwindigkeit herrscht – das bedeutet hohe Drehzahl oder hoher Durchsatz nötig!)
- Leerlauf- und Hauptluftdüsen sind „Luftdosier-Düsen“; d.h. eine größere Nummer ermöglicht größeren Luftdurchsatz, was in fetterem Gemisch resultiert. (Anmerkung: Aus eigenen Erfahrungen bei der RD500 Leerlauf-Luftdüse kann ich sagen: Hier stimmt das definitiv nicht; es ist genau andersrum: Große Luftdüse = magereres Gemisch bei Teillast)



Suzuki empfiehlt nicht die Hauptluftdüsen zu verändern, weist aber auf die Möglichkeit hin, dass man hier sehr schnell die Abstimmung ändern kann (Rennbetrieb). Die Gefahr läge darin, die komplette Abstimmung über den Haufen zu werfen, weil mit den anderen Hauptluftdüsen halt nix mehr passt. Da muss man dann selber testen ...

Die ominöse MASJ (Main Air Solenoid Jet) ist eine Düse, die in den Schlauch des Nebenluftkreises eingebaut wird. Sie hat die gleiche Funktion wie die Hauptluftdüse, wird aber von der Zündbox elektronisch angesteuert (ist also nicht immer im Eingriff). Die Angaben dazu können also für „normale“ Vergaser weggelassen werden.

Was nützt uns jetzt diese Infos zum Abstimmen? Nun ja, wenn man einen Vergaser hat und die „obere Mitte“ und/oder „oben raus“ nicht stimmt, kann man durch Änderung der Hauptluftdüse diesen Bereich mit „verstimmen“ ohne den Düsenstock zu ändern.

Bei den 1WX/1WW Vergasern wird das ebenfalls relevant. Die gedrosselte Version (Vergaserkennung 1XE00) ist in allen Bereichen magerer: Hauptdüse 180 statt 185, Leerlauf 25 statt 27,5, Power-Jets #20 statt #60/65, Düsenstock mit mehr Querbohrungen. Zusätzlich haben auch die Vergasergehäuse eine 0.7'er Hauptluftdüse statt die 0.8'er der offenen Version (31K Vergaser haben ebenfalls eine 0.7'er Hauptluftdüse). Nach den Suzuki-Daten wäre das auch „magerer“; nach meinen Erfahrungen „fetter“.

Ich wage ja zu behaupten es liegt ein Druckfehler bei Suzuki vor, denn die Mikuni-Luftdüsen haben den Aufdruck nach dem Durchmesser der Bohrung (0.8 = 0,8 mm Durchlass). Genau solche Düsen hat die RD500 auch und dort ist definitiv: große Luftdüse = mageres Gemisch).

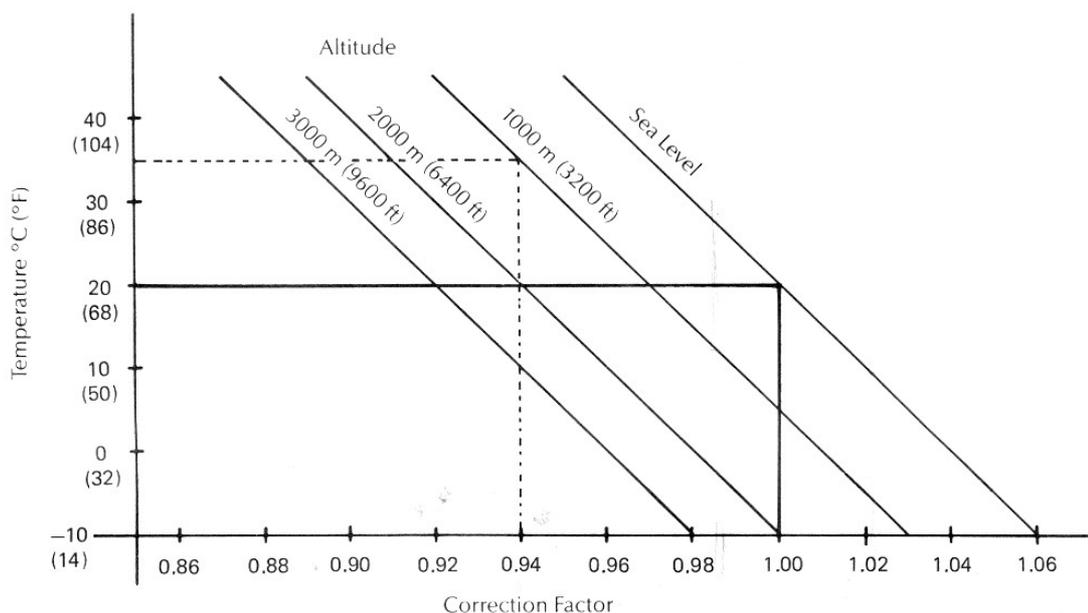
Egal was stimmt; der Effekt ist, dass auch der obere Teillast- und der Vollastbereich „nicht passt“, obwohl man alles andere nach YAMAHA Angaben gemacht hat! Die Symptome von „zu fett“ sind oft bei entdrosselten 1WW's vorhanden: Motor läuft „träge“ und „müde“, hoher Benzinverbrauch, Max. Drehzahl deutlich unter Nenndrehzahl (9200 U/min).

Marco Böhmer bietet an, die 1XE00 Vergaser umzuarbeiten. Er bohrt die Messingkugel auf und schneidet ein Gewinde in die Luft-Passage. Dann verwendet er käufliche Luftdüsen von Mikuni zum einschrauben. Anschließend wird das Ganze wieder verschlossen. Zusätzlich kann er auch die Power-Jets auf schraubbare Düsen umarbeiten.

### 2.3.3 Abstimmung nach Höhenlage und Wetter

Wenn man denn mal das „richtige“ Setup gefunden hat spuckt einem immer noch das Wetter in die Suppe. Ist es wärmer, dehnt sich die Luft aus. Da der Motor dummerweise nicht „Gewicht“ sondern „Volumen“ einsaugt, ist jetzt in der gleichen Menge Luft weniger Gewicht an Sauerstoff enthalten. Leider merkt das der Vergaser nicht – er dosiert den Kraftstoff anhand von Volumen-Durchsatz, was dazu führt das der Motor dann zu Fett läuft. Das gleiche gilt, wenn man in die Berge fährt – Höhenluft ist „dünner“; d.h. im gleichen Volumen ist weniger Gewicht an Sauerstoff enthalten; der Motor läuft fetter und damit schlechter.

Die Höhen- und Wetterbedingte nötigen Änderungen zeigt das folgende Bild (Quelle: Kawasaki KX500 Fahrerhandbuch):



Jet Needle/Air Screw Chart					
Correction factors	1.06 or above	1.06 – 1.02	1.02 – 0.98	0.98 – 0.94	0.94 or below
Jet needle setting	Lower clip one position	Same			Raise clip one position
Air screw opening	one turn in	½ turn in	Same	½ turn out	One turn out position

Korrekturfaktor	> 1.06	1.06 – 1.02	1.02 – 0.98	0.98 – 0.94	< 0.94
Nadelposition	1 Clip niedriger = Nadel höher = fetter	Keine Änderung	Keine Änderung	Keine Änderung	1 Clip höher = Nadel tiefer = magerer
CO-Schraube	1 Umdrehung rein = fetter	½ Umdrehung rein = fetter	Keine Änderung	½ Umdr. raus = magerer	1 Umdr. raus = magerer

Bild 25 : Wetter- und Höhenbedingte Düsenänderung

Ablesebeispiel: Man geht von der Temperatur waagrecht nach rechts, bis man die „Höhengrade“ schneidet. Dann nach unten bis zur X-Achse. Das ist dann der Korrekturwert.

Wenn man das Grundsetup bei 20° C auf Meereshöhe gefunden hat (Referenz = 1), dann ergibt sich für 35° C auf 1000 m Höhe ein Korrekturfaktor von 0,94.

Eine Serien-47X müsste damit von #195 auf  $0.94 * \#195 = \text{ca. } \#185$  bedüst werden, damit sie genauso läuft wie vorher. Die Nadel kann noch bleiben, die CO Schraube muss ca.  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$  Umdrehung raus – d.h. es ist evtl. eine Änderung der Leerlaufdüse erforderlich..

Wenn das Grundsetup bei anderer Temperatur/Höhe gefunden wurde, dann muss man erst auf 20°C / 0 m umrechnen, damit man die Korrekturfaktoren direkt anwenden kann.

Beispiel:

Ein Motor lief bei 25°C auf 500 m optimal mit einer 200'er Düse. Der Korrekturfaktor wäre grob 0.98; d.h. die Düse bei 20° C und Meereshöhe wäre dann  $\#200 / 0.98 = \#205$ . Für weitere Umrechnungen benutzt man also jetzt den Wert von #205 statt von #200.

Die Änderung für das vorherige Beispiel 35° C bei 1000 m Höhe wäre also:  $\#205 * 0.94 = \#192,7$  – ein echter Grenzfall. Da muss man halt probieren, ob #190 oder #195 gut ist. Oder man nimmt Düsen mit „Zwischengrößen“ – Was das sein soll? Na dann lest mal das nächste Kapitel über Düsenmessungen ....

#### 2.3.4 Das Düsenproblem

Durch ein "kleines Problem" bei der Vergaserabstimmung meiner RD500 auf größere Membranen bin ich auf ein ganz heikles Problem gestoßen.

Nach der Bearbeitung hatte ich von Serie #195 (Original-Yamaha mit Mikuni-Zeichen) auf #180 (Götz) + #22,5 Power-Jet (Leerlaufdüsen v. RD350) umgedüst. Damit lief die Fuhre viel zu fett und ich fragte mich wieso, denn an sich hatte ich die Gesamtgröße nur leicht geändert und die Bearbeitung hätte eine etwas fettere Bedüstung erfordert! So kam ich dazu, meinen Düsenvorrat mit einer improvisierten Testapparatur auf Durchsatz zu vermessen - Mit erstaunlichem Ergebnis -.

Die Mikuni-Düsennummern stimmen nämlich nicht unbedingt mit dem Durchsatz überein. Nach Angaben von Mikuni sind die Düsen im Werk auf Durchfluß vermessen und mit einer Toleranz von  $\pm \#10$  Nummern in Chargen abgepackt. **Die Düsengröße soll dabei linear vom Durchfluß abhängen** (Sprich eine #120 hat 20% mehr Durchsatz als eine #100).

Offensichtlich ist aber im Lauf der Zeit die Messmethode oder die Messanlage geändert worden, denn die original YAMAHA Düsen der RD500 sind allesamt ca. #30 Nummern zu mager! (Aufdruck #195 , Durchsatz ca. #165). Auch andere Düsen können einen mit den Werten zum Wahnsinn treiben. Beispiel: Nachdem die #180'er ja zu fett waren verbaute ich #170. Der Effekt war gleich Null. Kein Wunder, denn die #180' er von Götz hatten in etwa denselben Durchsatz wie die #170'er Mikuni (#173 zu #171).

Zweiter Grund für das zu fette Gemisch waren die Power-Jet-Düsen (#22,5 Leerlaufdüsen von der RD350). Sie hatten in etwa die Bohrung von #60'er Power-Jet-Düsen von Mikuni (Nr.: N100606) und waren so auch relativ fett.

Am Ende lief das Ganze mit den #195'er Originaldüsen (= vorne ca. #163, hinten ca. #168) und #30'er Power-Jet Düsen (Mikuni) halbwegs brauchbar.

Deswegen würde ich jedem der Vergaserabstimmungen vor hat empfehlen, sich seinen Düsenvorrat vorzuknöpfen und eine eigene Messreihen anzufertigen. Die im Diagramm angegeben Werte wird man nur mit genau derselben Messapparatur erzielen, andere Versuchsaufbauten erzielen warscheinlich andere Zahlenwerte, aber gleiche Tendenzen.

Man nehme eine Spritzflasche für Batteriesäure (Durchmesser ca. 70 mm, ca. 180 mm hoch, ca. 80 mm Schlauch mit 5 mm Innendurchmesser zum Einschrauben der Düsen), schütte eine genau abgemessene Menge Wasser (125 ccm, z.B. mit Messbecher oder Briefwaage) hinein und messe die Durchlaufzeit.

Um mögliche Messfehler auszuschalten solltet Ihr auf folgendes sehr genau achten:

- Düse zunächst **penibel** reinigen und mit einer Flaschenfüllung durchlaufen lassen
- Pro Düse ca. 5 bis 10 Messungen machen. (Typischer Verlauf wäre z.B.: 129s , 125s, 122s, 122s, 121s, 123s, 120s)
- Dann ohne "Ausreißer" (hier 129 und 125) Mittelwert und Standardabweichung ausrechnen; Wie's geht steht in jedem Mathebuch bzw. in der Bedienungsanleitung von Eurem Taschenrechner (hier Mittelwert = 121,6, Standardabweichung = 1,14 => Der richtige Wert liegt also mit 68,3% Wahrscheinlichkeit zwischen 120,459 s und 122,74 s)
- Die Durchflußzeit in Sekunden für 125 ccm auf Durchfluß in ccm/min umrechnen ( $125 \text{ [ccm]} \times 60 / \text{Durchflußzeit [s]} = \text{Durchsatz [ccm/min]}$ ); 121,6 s entsprechen also 61,67 ccm/min)

- In einem Diagramm (Millimeterpapier bzw. PC , EXCEL) als X-Achse die Düsengröße und als Y-Achse den Durchsatz (aus Mittelwerten und Min/Max-Werten) in ccm/min auftragen.
- Durch die Mittelwert-Punkte eine Gerade einzeichnen. Diese Gerade ist die Zuordnungsgerade für künftige Düsenmessungen mit dieser Apparatur (Hier:  $Y=0.397X$ ). Durch die Min/Maxwert-Punkte eine Gerade einzeichnen. Diese Gerade ist die Toleranzgerade für die Fehlerabschätzung. So kann man die Ausreißer schon gut erkennen und mit den anderen Punkten einen Proportionalfaktor  $k$  errechnen.
- Aus einem englischen Tuning-Buch habe ich entnommen, dass bei Mikuni der Durchsatz in ccm/min gleich der Mikuni Düsen Nr. sein soll. Damit unsere Meßreihe das auch hergibt muss man die Durchsatzwerte jeweils mit einem Wert  $k$  malnehmen. Diesen Wert kann man für "gute" Düsen errechnen mit:  $k = \text{Düsen Nr.} / \text{Durchsatz [ccm/min]}$  (d.h. für die Düse #170 mit 110,4 s bzw. 67,93 ccm/min ist  $k = 2,5024$ ). Für die Zuordnungsgerade gilt der Mittelwert aller einzelnen  $k$ -Werte (hier 2,5188).
- Jetzt kann man als Zuordnung die Gerade Durchsatz = Düsengröße aufzeichnen. Der Durchflußwert einer einzelnen Düse ergibt sich aus:  $y = 2.5188 \times 125 \times 60 / \text{Durchflußzeit [s]}$

Bei meinem Messaufbau war der Nachteil, dass man sehr exakt messen musste. Wenn Ihr z.B. 250 ccm verwendet ist die Messung genauer, braucht aber wesentlich mehr Zeit. Als Beispiel hier meine Messergebnisse für 125 ccm Wasser:

Düsen-Nr. (Mikuni)	Mittelwert 125 ccm [s]	Std.-Abw. [s]	Durchfluss (umgerechnet) [ccm/min]	k-faktor [ ]	Düsen Nr. gerechnet #	Düsen Nr. Max. #	Düsen Nr. Min. #
<b>150</b>	122	1,211	61,48	2,4400	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>153</b>
<b>160</b>	113,75	2,121	65,93	2,4267	<b>166</b>	<b>169</b>	<b>163</b>
<b>165</b>	111,857	2,2677	67,05	2,4609	<b>169</b>	<b>172</b>	<b>166</b>
<b>170</b>	110,4	1,91	67,93	2,5024	<b>171</b>	<b>174</b>	<b>168</b>
<b>180</b>	109,4	3,0956	68,56	2,6256	<b>173</b>	<b>178</b>	<b>168</b>
<b>185</b>	102,6	2,5099	73,10	2,5308	<b>184</b>	<b>189</b>	<b>180</b>
<b>205</b>	94,8	1,923	79,11	2,5912	<b>199</b>	<b>203</b>	<b>195</b>
<b>215</b>	89,2	0,836	84,08	2,5571	<b>212</b>	<b>214</b>	<b>210</b>
<b>270</b>	70,4	3,4	106,53	2,5344	<b>268</b>	<b>282</b>	<b>256</b>
				Mittelwert $k =$	<b>2,5188</b>		

Tabelle 6: Düsenmessung (brauchbare Düsen)

Düsen-Nr. (Mikuni)	Mittelwert 125 ccm	Std.-Abw.	Durchfluss (umgerechnet)	k-faktor	Düsen Nr. gerechnet	Düsen Nr. Max.	Düsen Nr. Min.
<b>195</b>	112,75	3,507	66,52	2,9315	<b>168</b>	<b>173</b>	<b>162</b>
<b>195</b>	116	2,16	64,66	3,0160	<b>163</b>	<b>166</b>	<b>160</b>
<b>195</b>	116	0,81	64,66	3,0160	<b>163</b>	<b>164</b>	<b>162</b>
<b>195</b>	114,8	1,3	65,33	2,9848	<b>165</b>	<b>166</b>	<b>163</b>
<b>260</b>	92,25	1,5	81,30	3,1980	<b>205</b>	<b>208</b>	<b>202</b>
<b>280</b>	73,75	1,8	101,69	2,7533	<b>256</b>	<b>263</b>	<b>250</b>

(Mittelwert k= 2,9833)

Tabelle 7: Düsenmessung (Düsen mit größeren Abweichungen)

Die Erkenntnis, die man aus diesen Messungen gewinnen kann, ist: Traue nur eigenen Düsenangaben; andere Quellen kann man nicht ungeprüft und ohne Änderungen auf den eigenen Motor übertragen (Leider auch nicht die aus Tuning-Büchern oder Internet-Foren ...).

Wenn man sich Düsen kauft, dann möglichst den ganzen Satz, den man zum Abstimmen braucht von einer Firma zu einem Zeitpunkt. Mit alten Düsenbeständen kann man nur dann erfolgreich arbeiten, wenn man sie vermessen hat!

### Zuordnung Düsengrößen

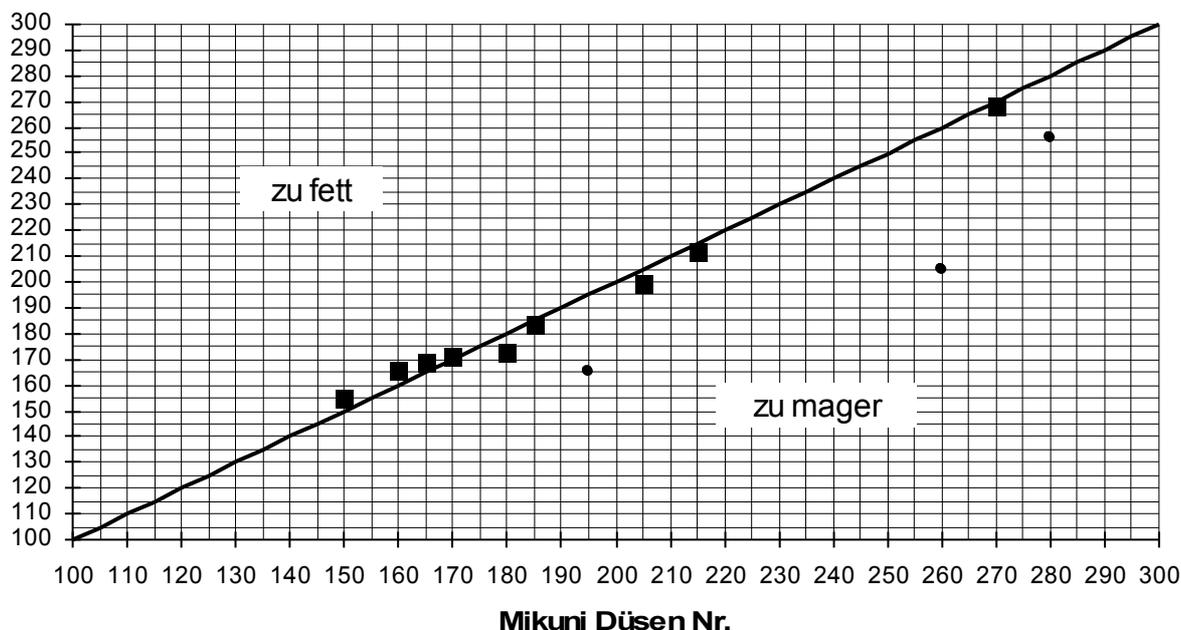


Bild 26 : Zuordnung der Düsengrößen ( ■ = Düsen mit ungefähr passenden Nummern , ● = Ausreißer)

### 2.3.5 Saugrohr-Einspritzung

Im Winter 2006 bekam ich über ein US-Forum den Kontakt mit Steve Murphree. Der ist gelernter KFZ Mechaniker, arbeitet aber als Programmierer und hat als Hobby Kfz-Einspritz-Systeme. Zufällig hat er auch eine RZ350 und für dieses Motorrad ein „shareware“-Einspritz-System namens MegaSquirt lauffähig gemacht.

Da die genaue Umsetzung auf seiner Homepage recht gut beschrieben ist (<http://www.smcomp.com>) und es selbst für erfahrene Schrauber durchaus kompliziert werden dürfte, das ganze ohne Hilfe nachzubauen, möchte ich hier nur auf die grundlegende Funktion eingehen.

Falls es jemand umsetzen möchte empfehle ich dringendst Steve direkt zu kontaktieren (er kann sogar ein wenig Deutsch).

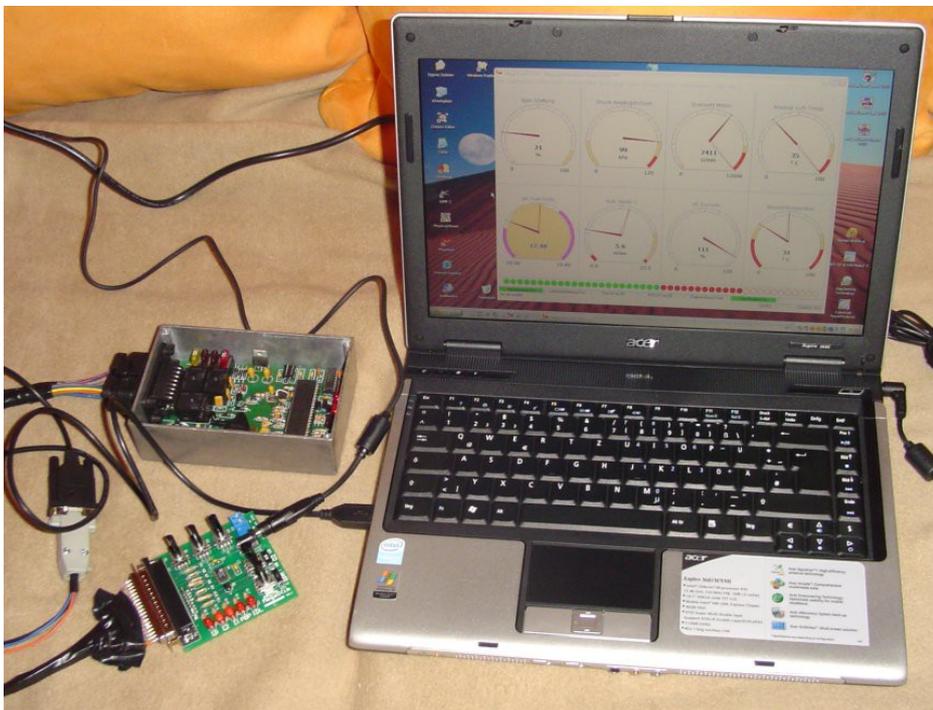


Bild 27 : Steve's MiniMegaSquirt ECU (Testlauf mit dem stimulator board)

Die ECU (Electronic Control Unit) nutzt einen open-source und kann von jedem, der die Programmiersprache C beherrscht, geändert werden. Nur das PCB (Printed Circuit Board) muss von einigen wenigen Anbietern als Bausatz oder komplette Box gekauft werden (Bausatz ab ca. 200 US\$). Wer einigermaßen löten kann sollte keine Probleme damit haben; das einzige „Problem“ ist die umfangreiche Dokumentation (alles in Englisch). Sie zu lesen und zu verstehen dauert Wochen!

Dafür gibt es aber eine rege Internet-Community, wo z.B. die Dokumentationen, Beispiele und Troubleshooting abgewickelt werden (<http://www.megasquirt.info>).

Zusätzlich gibt es einige nützliche Add-On's wie das sogenannte stimulator board zum Testen der zusammengebauten ECU.

Wenn das Teil dann läuft hat man das nächste Problem: Wie kann man die ECU programmieren; d.h. Wie bekomme ich meine fahrzeugspezifischen Parameter auf den Chip. Dafür gibt es mehrere Lösungen, die beliebteste ist die Freeware MegaTune von Eric Fahlgren. Sie läuft selbst auf uralten Laptops ab Win95, einzige Voraussetzung eine DB9 Serielle Schnittstelle. Ich selbst nutze einen älteren Palm Vx PDA „für Unterwegs“ (die gibt's für um die 20 Eur. beim Ebay)

Hier kann ein ganzer Haufen Parameter eingestellt werden, die ebenfalls in einem englischen Manual nachgelesen und verstanden werden müssen, bevor man seinen Motor das erste mal startet. (Und schon sind die nächsten Wochen mit Lesen vertan!)

Normalerweise stimmt man Vergaser ab indem man fährt und dann aus der Erinnerung die Düsen in die nötige Richtung ändert. Mit dem MegaSquirt bekommt man ein „data-recording“ für umsonst dazu, den MegaLogViewer. Hier kann z.B. ein Lambda-Tester angeklemt werden und man kann dann wunderbar sehen in welchem Bereich man fetter oder magerer werden muß.



Bild 28 : Screenshot von der data-recording Software MegaLogViewer

Nachdem man die ganze Elektronik beschafft und eingerichtet hat, muss man diverse Hardware beschaffen und modifizieren.

Jede Einspritzung braucht eine Benzinpumpe, die den nötigen Druck erzeugen kann (ca. 3 – 4 bar). Dummerweise haben fast alle Motorräder/Autos diese Pumpe im Tank integriert und so musste Steve lange suchen bis er eine kleine externe Pumpe der Fa. Walbro fand, die eine mgl. geringe Stromaufnahme hat.

Als nächstes braucht man die Einspritzdüsen und die Drosselklappen-Einheit. Hier muss sorgfältig gewählt werden: Zu groß und der Motor ersäuft bei Leerlauf im Sprit, weil nicht fein genug dosiert werden kann. Zu klein und man bringt bei Volllast die nötige Menge an Benzin nicht in den Motor – d.h. Der läuft dann zu mager und schmilzt die Kolben.

Dann geht's auch um die Verfügbarkeit und den Preis. Am Ende kamen dann die 38 mm Einspritz-Elemente der Yamaha R6 raus (Bj. 2003/2004). Diese sind Kpl. um die 120 Eur. bei Ebay zu bekommen; Netterweise ist z.B. das Druckregelventil (42 PSI) und der nötige Drosselklappen-Sensor gleich mit dran. Weiterer Vorteil: Die unterdruckgesteuerten Schieber wie beim Gleichdruckvergaser: sie sorgen offensichtlich für vorteilhafte Strömungsverhältnisse auch bei niedrigen Gasstellungen.

Leider bauen sie dadurch „obenrum“ recht groß und man muss die Ansaugstutzen schräg anfertigen, damit oben genug Platz zu dem flachen Rahmenrohr bleibt (Alternativ kann man das Rohr auch 10 cm nach Vorne setzen; das macht z.B. Der Marco Böhmer um RGV Vergaser gerade montieren zu können)



Bild 29 : R6 Ansaugstutzen, Einspritzkörper und Druckregelventil f. meine RD350 modifiziert.

Der Haupt-Trick der MegaSquirt Einspritzung besteht darin, dass sie ohne Luftmassen-Sensor auskommt, sondern die Luftmasse aus Druck und Temperatur mittels der allgemeinen Zustandsgleichung für Gase berechnet. (Die Heißfilm-Sensoren sitzen irgendwo im Ansaugsystem und sind leider sehr Empfindlich gegen Verschmutzung, sch...teuer und auch noch schwer zu kalibrieren.)

Wenn man also die Luftmasse kennt, die in den Motor gelangt ist, kann man eine Einspritzdüse nutzen um dazu eine bestimmte Menge an Benzin zu dosieren. Idealerweise im Massenverhältnis 14.7 : 1, aber MegaTune kann z.B. auch die Verhältnisse für beliebige andere Kraftstoffe einstellen (Es gibt ja jetzt z.B. auch die E50 bzw. E85 Kraftstoffe, die Alkohol-basiert sind).

Die Einspritzung ist bis hierhin nichts anderes als ein elektronisch gesteuerter Vergaser.

Nun kommt die sogenannte VE-table (Volumetric Efficiency) ins Spiel; sie ist quasi das „Kennfeld“ für die Einspritzung

Wenn der Volumen-Wirkungsgrad 100% wäre, dann würde bei jedem Hub der Kolben genau 350 ccm an Luft angesaugt. Nun kann man schön ausrechnen, welche Spritmenge bei 14.7: 1 für diese Luftmenge nötig wäre und wenn man 100% davon einspritzen möchte, entspräche das einer 100 im Kennfeld. Nur schafft hat kein Saug-Motor, deshalb ist der Wert in der Table im Normalfall kleiner (Bei Leerlauf sogar sehr klein). Die VE-table. Ein Setup zu finden bedeutet hier also zu ermitteln, wie weit der eigene Motor von den idealen Werten abweicht, bzw. Mit welcher AFR man in welchem Bereich fahren möchte.

Beispiel: Wenn bei einem bestimmten Druck im Ansaugtrakt und einer bestimmten Drehzahl der Kennfeldwert 60 ist und die Lambda Sonde eine AFR (Air Fuel Ratio) von 15:1 anzeigt (Lambda = 1.02), man aber leistungsoptimiert lieber bei 13:1 (Lambda = 0.88) fahren würde, dann muss statt der „alten“ 60 eine 72 ( $60 * 15 / 13$ ) eingetragen werden. Eine höhere Zahl bedeutet also „fetter“, eine niedrigere Zahl bedeutet „magerer“.

Steve fährt mit diesem Algorithmus (= speed-density), aber ich hatte gewisse Probleme bei der Abstimmung. Über die US-Foren zum Megasquirt wurde mir geraten wg. des sehr schmalen Druckbereiches von ca. 80-100 kpa (4T-Motoren haben ca. 30 - 100 kpa !) auf einen anderen Algorithmus zu wechseln. Mit AlphaN wird anstatt des Drucks die Gasstellung verwendet; damit werden insbesondere Schwachlast-Zustände besser geregelt. Ich habe grob 2 h benötigt, damit ich aus dem speed-density Table eines für AlphaN gemacht habe und das dann soweit getrimmt hatte, dass man das Moped einigermaßen fahren konnte.

TPS	1000	2300	3400	4500	5500	6300	6900	7500	8100	8800	9700	10800
206	56	74	90	100	116	131	132	131	128	128	128	128
175	56	74	90	100	113	118	121	126	121	124	124	124
144	56	74	90	100	113	119	120	122	120	119	119	119
117	54	74	90	101	107	108	107	107	107	107	107	107
97	53	74	82	82	89	90	84	86	88	88	88	88
89	51	70	67	64	73	70	70	70	70	70	70	70
81	52	60	55	45	59	61	60	60	60	60	60	60
73	46	47	44	33	50	51	51	50	50	50	50	50
66	41	39	37	29	39	42	45	44	44	44	44	44
59	39	35	35	26	35	36	36	37	37	37	37	37
55	32	31	29	23	30	29	30	31	31	32	32	32
50	29	26	20	14	17	16	17	17	17	17	18	18

Bild 30 : Meine VE table (Abweichung vom „idealwert“ über Gasstellung und Drehzahl)

Jetzt denkt bestimmt jeder "wie zum Geier habe ich da ohne Lambda-Sonde eine Chance das Ganze abzustimmen?". Die Antwort ist ganz einfach: Ohne geht's so wie früher: Fahren und aufgrund von Erfahrung und/oder anderer Diagnosen (Kerzenbild, Abgastemperatur) entscheiden, in welchem Bereich es magerer oder fetter muss und dann statt Düsen wechseln einfach mal schnell ein paar Mausklicks machen.

Erfahrungswerte für "optimale Leistung" liegen bei AFR's von 12.5 .... 13.5. Tendenziell fällt mir dabei auf, dass "alte" Motoren (mit wenig interner Turbulenz) eine niedrigere AFR benötigen wogegen "neuere" Motoren auch mit größerer AFR gut laufen. Erschwerend kommt die Messabweichung der Lambda-Sonde hinzu; sie kann auch schon mal +/- 0.5 betragen! Also am besten selber ausprobieren mit welcher Anzeige der eigene Motor am besten läuft.

Im Teillastbereich läuft der Motor besser, wenn man um 14.7 liegt.

Der andere große Vorteil einer geregelten Einspritzung ist die automatische Wetter-Kompensation. Die ECU hat Sensoren für Temperatur und Luftdruck und mit diesen wird natürlich die nötige Spritmenge ausgehend vom einmal ermittelten Kennfeld nochmal korrigiert. Das bedeutet man macht die Abstimmerei nur einmal und das Moped läuft Sommer wie Winter gleich gut – etwas was kein Vergaser der Welt

schaft. Für Leute die im Gebirge fahren: Auch die Höhe wird über den Luftdruck mit kompensiert, d.h. bei Passfahrten tritt nicht der übliche Leistungsverlust ein.

Nachteile gibt es auch ein paar:

- 2.5 kg Mehrgewicht
- Höhere Last auf der Batterie/Lima (Benzinpumpe braucht ständig ca. 48W = 4A)
- Schwierige Installation (zusätzliche Kosten für Einbau-/Abstimmungs-Dienstleistungen)
- Auch im Betrieb muss gelegentlich nachgestellt werden, z.b. wenn Verschleiß eingetreten ist (= nix für Anfänger)

Ich für meinen Teil habe den Steve kontaktiert und eine ECU incl. diverser Teile bei ihm bestellt. Mein Haupt-Focus lag auf der Teillast-Optimierung, weil ich immer schon zu faul war die Vergaser hier vernünftig abzustimmen. Dieser Punkt ist mit der Einspritzung erheblich besser geworden; insbesondere auch in Kombination mit einer Kennfeld-Zündung, die das typische Teillastruckeln um 4500 stark verbessert hat.

Das „finden“ des VE-Kennfelds erwies sich als gar nicht so schwierig wie zunächst gedacht - zumindest wenn man die entsprechenden Diagnose-Tools zur Verfügung hat. In meinem Projekt (Start 2/07) habe ich diverse Optionen ausprobiert und bin momentan (1/16) bei folgendem Stand:

- Steuergerät: Microsquirt (Prozessor MS II)
- Kennfeld mit AlphaN (also Gasstellung und Drehzahl)
- Programmierung für "Unterwegs" mit Android App „MSDroid“
- Lambda-Sonde Bosch LSU 4.2 + Lambda-Controller TechEdge 2J1 zur Abstimmung
- Kennfeld-Zündung von ignitech.cz die „untenrum“ bei geringer Last die Zündung stark zurücknimmt.
- Ca. 10000 km mit EFI gefahren. Laufverhalten ist besser als mit den Vergasern, Moped spring zuverlässig an, läuft schön rund, nimmt gut Gas an.
- Kosten ca. 1100 Eur (aber das braucht man nicht immer alles). Ab ca. 500 - 600 Eur kann man das Projekt EFI-RD sinnvoll reproduzieren.
- Problematischer Zustand: Wieder Gas geben nach Vollgas und Gas zurück nehmen
- Leistungsmessung: 70 PS am Hinterrad mit Eigenbau-Auspuff.
- System vom TÜV eingetragen.

### Zündkennfeld VCDI 24

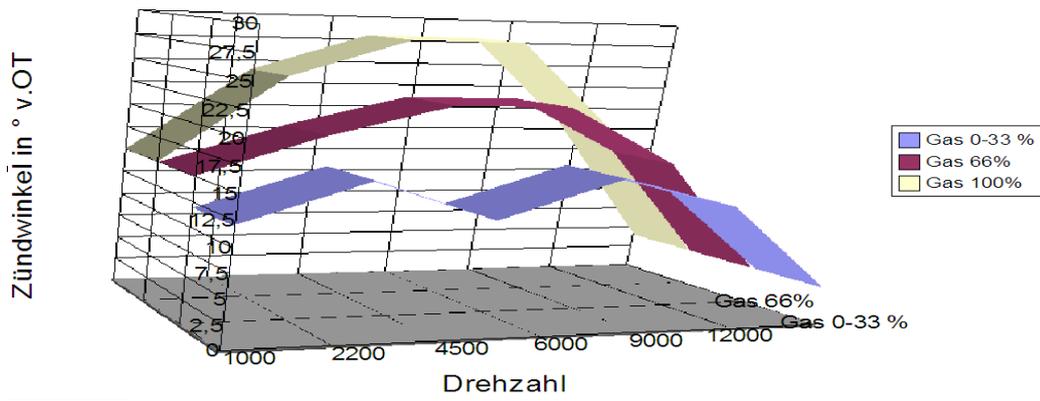


Bild 31 : Optimiertes Zündkennfeld für gutes Teillastverhalten



Bild 32 : Fertige Version an meiner RD

## 2.4 Einlaßkanal

### *2.4.1 Einlaßmembranen*

Es gibt bei verschiedenen Rennsportläden für die RD sogenannte "Rennmembrane". Die Membran sorgt beim Vorverdichten im Kurbelgehäuse dafür, dass die angesaugten Gase nicht wieder zum Einlaß heraus gedrückt werden.

Ein kleiner Nachteil der Methode ist, dass die einströmenden Gase erst die Membrane "aufdrücken" müssen, bevor sie in das Kurbelgehäuse gelangen. Eine steife Membran sorgt bei niedrigen Drehzahlen für eine Behinderung der Strömung, weshalb diese Membranen das maximale Drehmoment in höhere Drehzahlen verschieben. Eine weiche Membran sorgt für mehr Dampf von unten heraus, beschränkt aber maximale Drehzahlen. Die Spitzenleistung steigt dabei nicht an!

Kohlefaserteile haben dabei eine breitbandige Wirkung; sie steigern das Drehmoment in allen Drehzahlbereichen. Die Dauerhaltbarkeit ist dabei aber wesentlich geringer als bei GFK und Stahl!

In Bild 33 sind die Auswirkungen von verschiedenen dicken Membranen dargestellt.

**Beispiel 1:** Man verwendet statt 0,15 mm dicker Stahlmembranen (original RD) 0,4 mm dicke GFK-Teile (Götz, 40,- Eur.). Die Membrane sind zusätzlich etwas anders gestaltet als die Originale und deswegen spürbar härter (Gewicht -33%). Dadurch wird das System auf höhere Drehzahlen abgestimmt; der typische Zweitaktkick erscheint kräftiger, der Motor wird allgemein spritziger.

**Beispiel 2:** Man verwendet statt der Stahlteile TZR-Membrane mit je 3 Zungen aus 0,4 mm starkem GFK. Diese sind schmaler und somit weicher als die Originalen. Die größere Querschnittsfläche (6 statt 4 Zungen) sorgt für mehr Durchsatz auch bei höheren Drehzahlen. Effekt: Drehmomentverbesserung bei niedrigen Drehzahlen ohne Verluste bei höheren Drehzahlen.

Für weniger Bastelfreudige ist die 1. Lösung gedacht, denn die TZR-Membrane passen nicht so ohne weiteres in die RD-Zylinder.

Alternativ kann man die Original-Membranen der Banshee verwenden, denn die gibt es direkt von Yamaha als GFK-Version.

Für die TZR-Membranen müssen die Befestigungsbohrungen den RD-Zylindern angepaßt werden. Da man meist keine Fräse im Keller hat, geht das auch mit der Feile oder einer Bohrmaschine mit einem 6'er Bohrer. Wegen der beengten Platzverhältnisse müssen die Ecken an der Befestigungsplatte noch einen Radius

erhalten. Da das Gehäuse der Membrane ein wenig länger ist als das RD-Pendant, muss noch ein Zwischenring von mindestens 1,5 bis 2,5 mm Dicke angefertigt werden. Außerdem muss man die Freigängigkeit der Membrane beim Öffnen sicherstellen. (Bild 34 / Bild 35)

Variazioni superiori a  $-0,10/+0,05$  mm possono variare i carichi termici in camera scoppio con possibile danno al pistone; occorre perciò intervenire sulla carburazione e accensione.  
 Variations of more than  $-0,10/+0,05$  mm can cause thermal shocks in combustion chamber with possible damage of the piston; therefore ignition timing and carburation has to be adjusted.

Relazione indicativa tra gli spessori ed i materiali disponibili  
 Approx. equivalence among available thicknesses and materials

AC/AI	0.10	0.15	0.20	0.25					
FN	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
FC	0.30			0.40					

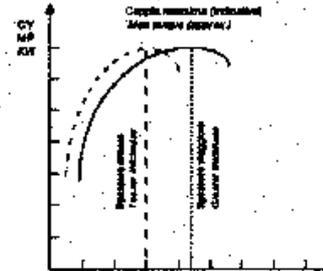


Bild 33 : Auswirkungen von verschieden dicken Membranen und unterschiedlichen Werkstoffen (AC/AI = Stahl, FN = Glasfaser, FC = Kohlefaser) (Quelle: Adige)

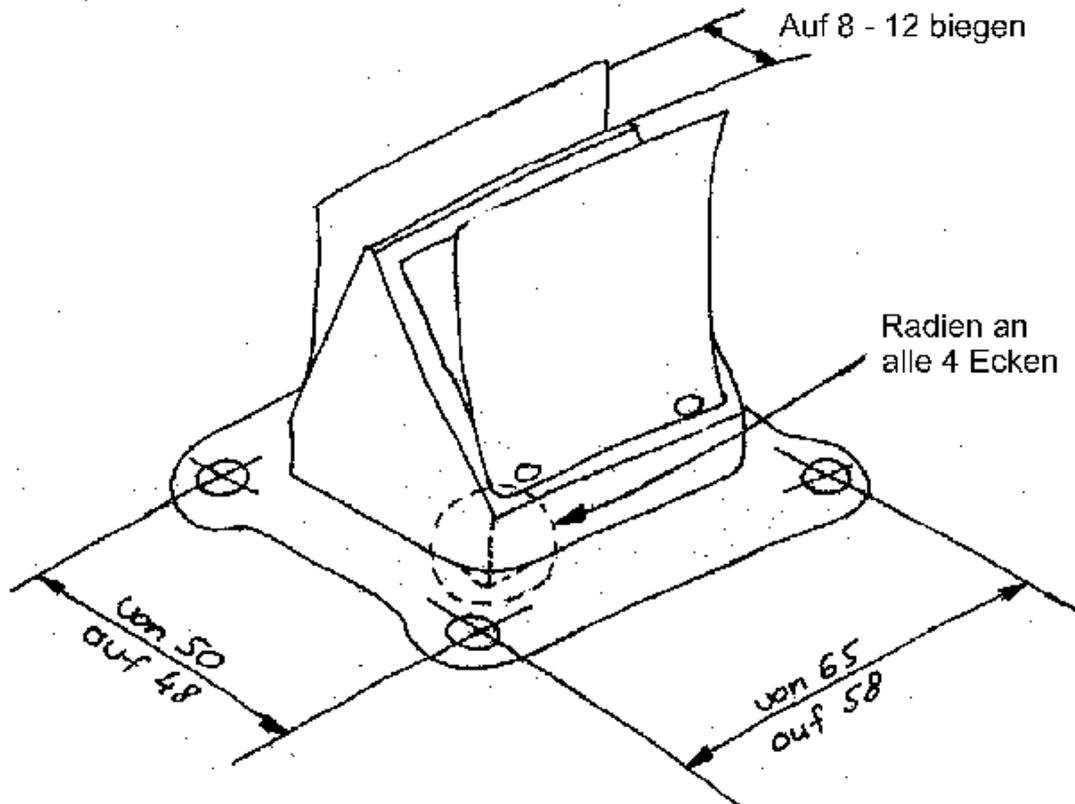


Bild 34 : Bearbeitung der TZR-Membrane

Bei der Anpassung wird man feststellen, dass beide Zylinder recht unterschiedlich sind. Man sollte also jede Membrane auf den jeweiligen Zylinder maßschneidern. Am Ende sollten die Membranen in eingebautem Zustand nirgends anstoßen und auch die Anschlagbleche sollten nirgends anliegen (eventuell zurückbiegen).

Vor Einbau der Membranen an den Träger sollten noch alle Grate entfernt werden und die angeströmten Kanten mit einer Schlüsselfeile etwas angespitzt werden.

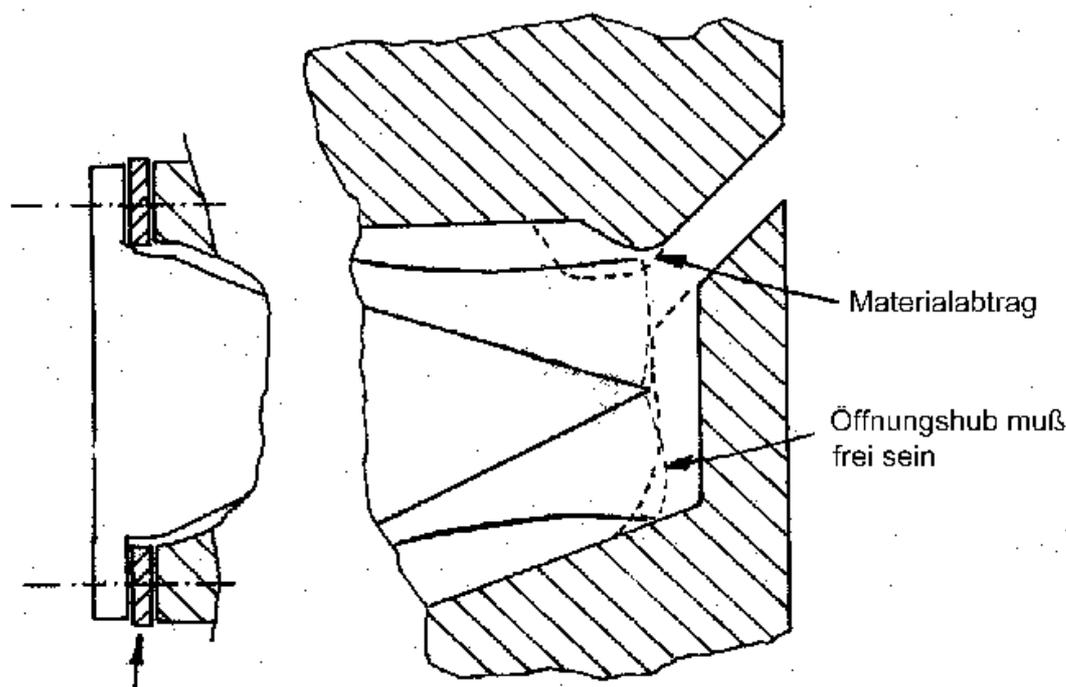


Bild 35: Schnitt längs durch den Einlaßkanal mit Darstellung der kritischen Anschlagpunkte

Die kompletten Membranen sollte man dann mit **sehr viel** Dirko im Zylinder einsetzen, da durch die erweiterten Befestigungsbohrungen Nebenluft eindringen könnte. Am besten dichtet man, nach Einbau und Trocknung, nochmal von außen ringsum mit Dirko ab.

Alle GFK- und Carbon-Membranen gibt es bei Götz. In den Sätzen für die RD sind jeweils vier Plättchen enthalten, weshalb man nur einen Satz bestellen muss (Und nicht deren Zwei wie im Katalog angegeben).

Für die TZR 250 (Original GFK-Plättchen à ca. 6,- Eur. bei Yamaha) passen die Carbon-Teile der TZR 125. Da diese aber nur einen Zylinder hat, sind hier zwei Sätze (à ca. 35,- Eur.) fällig.

Die sogenannten Boyesen-Membranen bestehen aus zwei Zungen und bewirken dadurch eine breitbandige Verbesserung des Drehmomentverlaufs im unteren und oberen Drehzahlbereich. Die Membrane von Götz sind, obwohl im Katalog anders beschrieben, definitiv nur einteilig.

Ich habe aber trotzdem eine Quelle für Boyesen-Membranen aufgetan. Die Firma Zupin in Traunreut liefert sie normalerweise nur für Crosser aber auch für RD250/350 LC. Diese passen **nur** an die 31K und 1WW und **nicht** an die RD250/350LC (4L0/4L1) ! Ein Satz kostet ca. 50,- Eur. Wer welche für die LC braucht, muss einen Satz für die RD500 bestellen und die zwei übriggebliebenen Membranen als Ersatz behalten oder verkaufen.

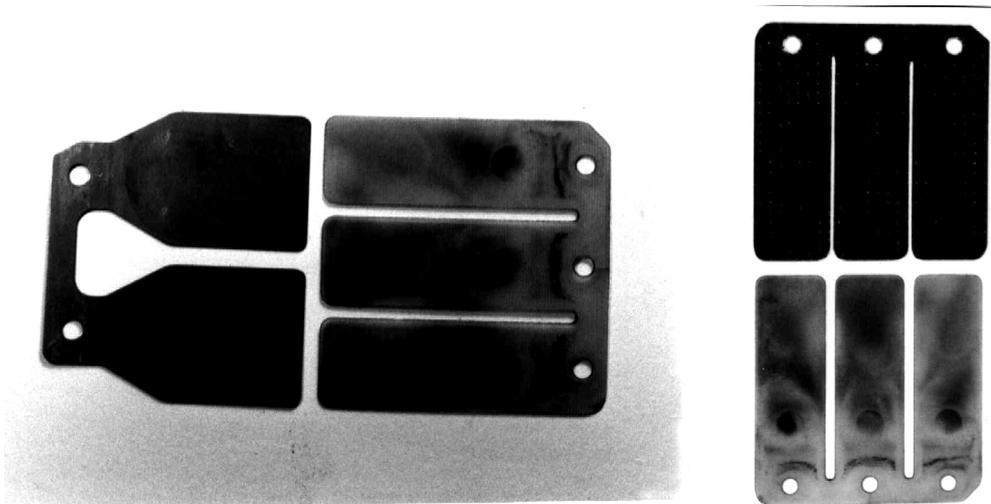


Bild 36 : Links: Membranen Original 31K und TZR 250; Rechts: Membranen TZR 250-Original und Carbon (von Götz für TZR 125)

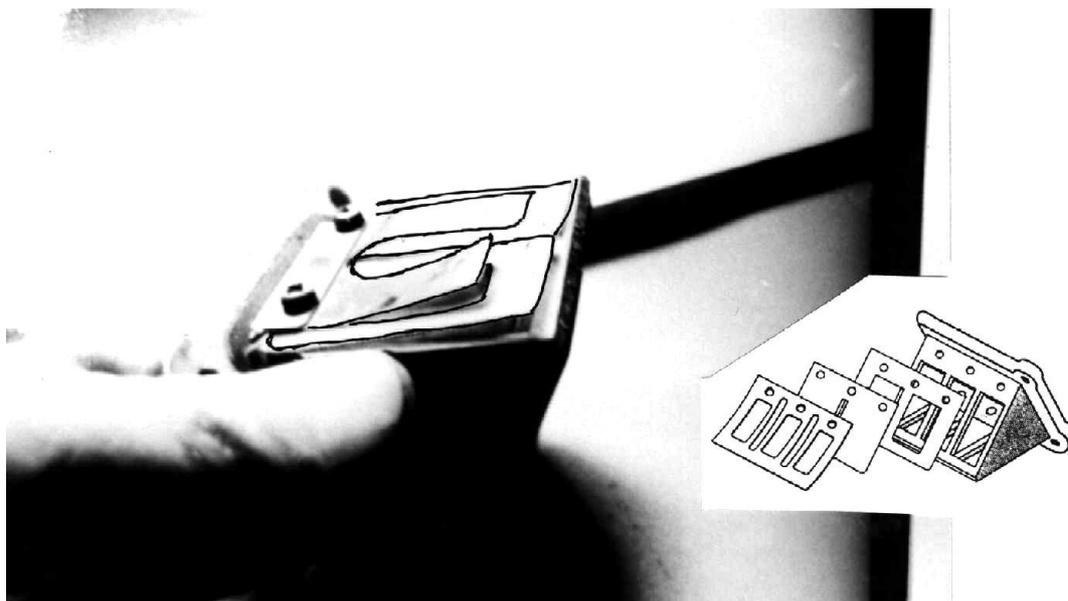


Bild 37 : Boyesen-Membranen

Eine Modifikation sollte man noch durchführen, egal welche Käfige man verwendet. Der Guß hat noch überall Grate und Kanten, die man mit den Schlüsselfeilen entfernen kann. Beim Feilen sollte man aber vorsichtig sein und nach Möglichkeit von der Gummi- in Richtung der Metallseite feilen. Andernfalls kann es passieren, dass man die Gummibeschichtung ablöst.

Die Stege im Käfig kann man strömungsgünstig (Flügelprofil) bearbeiten; bei Verwendung der Boyesen-Membrane können sie auch schmaler gemacht werden.

Wenn man Membranen verwendet, deren untere Platte nicht geschlitzt ist, kann der Steg auch ganz entfernt werden. Dann muss man aber mit Haltbarkeiten von wenigen tausend Kilometern rechnen!

In den letzten Jahren wurden von Moto Tassinari (<http://store.mototassinari.com>) die Vforce 3 und 4 Serie für die Banshee entwickelt. Diese Membranen passen in die RD350YPVS und mit etwas Bearbeitung auch in die LC's.

Sie haben durch ihren Aufbau mit 2 Membran-Körpern fast die doppelte Querschnittsfläche bei kleiner Membran-Öffnung: Jeder Zylinder hat 8 Kohlefaser Membran-Zungen zur Verfügung

Zudem haben sie einen eingebautes Innenteil zur Strömungs-Führung („reed stuffer“), was der Leistung sehr förderlich ist.

An sehr stark bearbeiteten Motoren (wo die Membranen die Engstelle sind) habe ich Vorher/Nachher Messungen mit bis zu +7 PS gesehen.

Hauptnachteil: Sie sind extrem teuer (ca. 250 Eur/Satz).

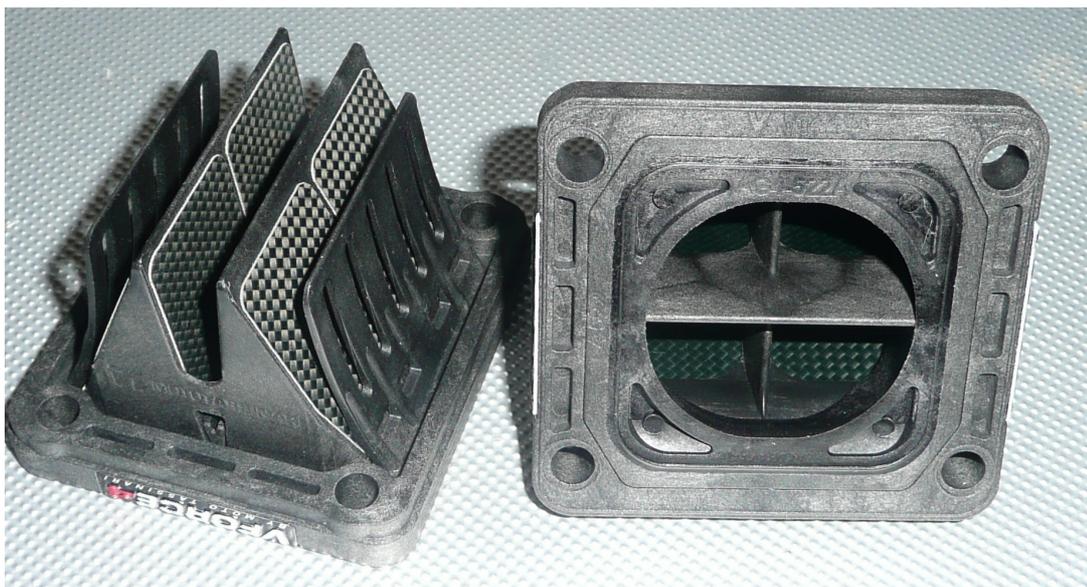


Bild 38 : Vforce 4 Membranen

### 2.4.2 Kanalbearbeitung

Der Einlaßkanal ist, im Hinblick auf Erhöhung des Gasdurchsatzes und Verminderung der Strömungswiderstände wie folgt zu bearbeiten:

Nach unten kann der Kanal fast beliebig (31K), nach oben bis zu ca. 5 mm erweitert werden. Man sollte dabei nicht allzu hoch gehen, da sonst der untere Kolbenring im UT in den Kanal federn kann (Wenn man den unteren Ring entfernt geht noch etwas mehr). Die 1WW hat nach unten an der Laufbuchse einen größeren Kanal, weshalb hier etwas weniger abgetragen wird. Bei der Erweiterung nach unten sollte man aber nicht durch die Dichtfläche kommen!

In englischsprachigen Anleitungen aus dem Internet wurde davon abgeraten den Kanal breiter zu machen oder den Steg zu verschmälern, da der Kolben die Anlagefläche braucht. Das kann ich nur unterstreichen. Viele Kolben hatten genau am Einlaßsteg die größten Lauf- bzw. Klemmspuren.

Wer trotzdem meint, die Leistung zu brauchen, der kann den Kanal an der Laufbuchse ca. 1 mm nach Rechts und Links erweitern. Der Steg wird symmetrisch auf ca. 4 - 6 mm Breite verschmälert. Auf der Rückseite wird der Steg strömungsgünstig spitz gestaltet.

Als abschließende Bearbeitung kann entweder eine Glättung der Gußoberfläche mit 200'er Schmirgelleinen, oder eine Politur erfolgen. Die leicht raue Oberfläche soll, nach Meinung einiger Autoren, eine Zerteilung der Kraftstofftropfen an der Wand ermöglichen und so ein homogeneres Gemisch erzeugen.

Ich hatte viel Zeit und habe dann poliert, was aber auf die Leistung keinen Einfluß hat.

Für absolute Power-Freaks gibt es noch eine Möglichkeit die Einlaßquerschnitte zu erhöhen, indem man Bohrungen zwischen Einlaß- und Überströmkanal anbringt („Boyesen-Ports“). Fast alle Moto-Cross Zylinder haben so eine Verbindung zwischen Einlass- und Überström-Bereich

Dazu legt man den Zylinder so vor sich hin, dass man auf den Einlaßkanal sehen kann (siehe linkes Bild). An die gerade, hintere Fläche des Überströmkanals setzt man ca. 10 mm unterhalb der Dichtfläche die Bohrmaschine (ca.  $\varnothing$  6 mm) an und bohrt in Richtung Schräg-Innen-Unten möglichst eng an der Laufbuchse entlang in den Einlasskanal. Je nach Gußqualität der Zylinder kann man auf  $\varnothing$  8 - 10 mm erweitern, ohne dass man nach Außen durchstößt; mit Kaltmetall oder Auftrags-schweißen kann man bis zu  $\varnothing$  15 mm realisieren.

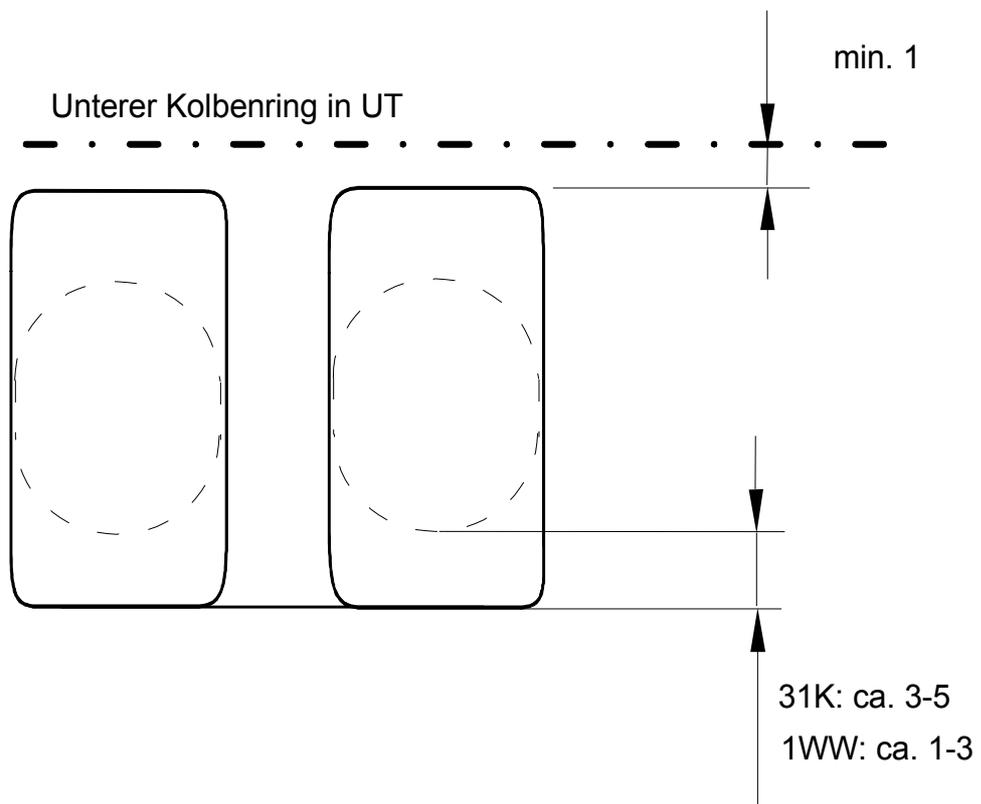


Bild 39 : Einlaßkanal von der Laufbuchse gesehen

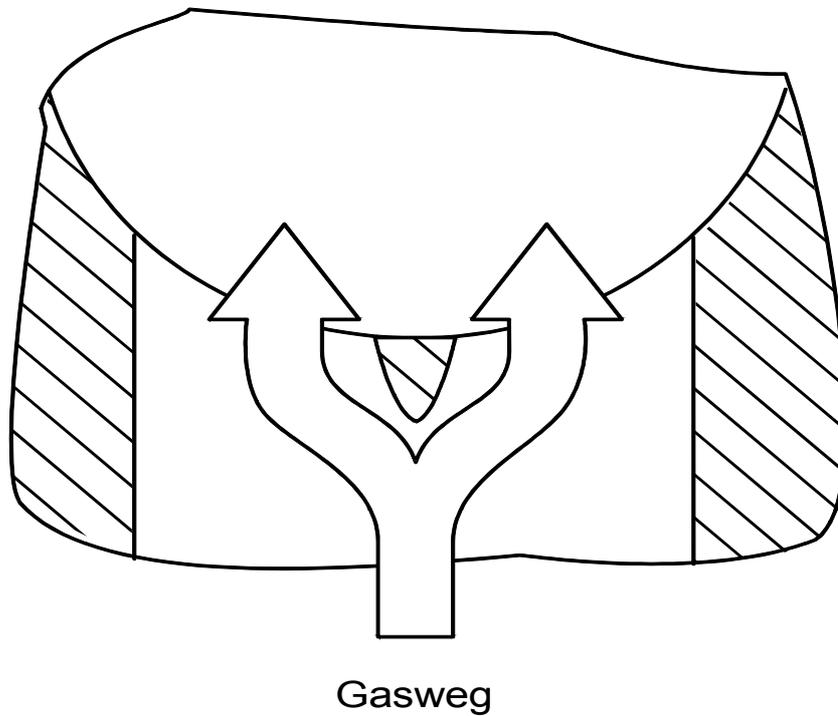


Bild 40 : Schnitt quer durch den Einlaßkanal



Bild 41 : Bearbeiteter Einlaßkanal einer 31K (Steg ca. 8 mm)



Bild 42 : Boyesen-Ports

### 2.5 Kurbelgehäuse

Dieses Kapitel ist für die Leistungserhöhung nicht so umwerfend wichtig, aber wenn man den Motor schon mal z.B. zur Kurbelwellenreparatur offen hat, kann man auch gleich das Kurbelgehäuse mit bearbeiten.

Die obere Hälfte weist an den Übergängen zu den Überströmkanälen ca. 1 bis 2 mm breite Kanten auf (Bild 44)

Diese sind mit dem Fräser zu beseitigen. Dabei sollte man aber den Fortschritt der Arbeit ständig überwachen. Zweckmäßigerweise setzt man dazu den betreffenden Zylinder auf und fühlt mit dem Finger, wie viel noch abzutragen ist.

Nach der Bearbeitung können die betreffenden Stellen noch poliert werden.

Bei der Zylindermontage sollte man die Fußdichtungen genau an den jeweiligen

Zylinder anpassen. Dazu setzt man die Dichtungen auf den Zylinder und entfernt die überstehenden Teile der Dichtung mit einem scharfen Messer. Die Dichtung muss unbedingt beidseitig mit Dirko montiert werden, damit 100%-ige Dichtheit erreicht wird.



Bild 43 : Unbearbeitetes RD-Kurbelgehäuse. Die Dichtung links ist schon an den Zylinder angepasst, damit man sieht, wie viel Material übersteht)

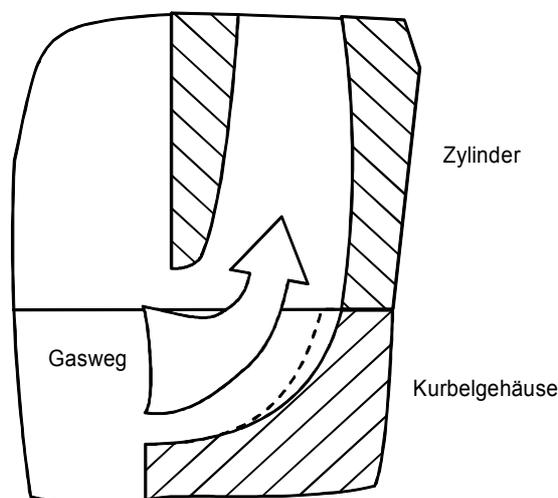


Bild 44 : Schnitt durch Zylinder und Kurbelgehäuse längs des Überströmkanals

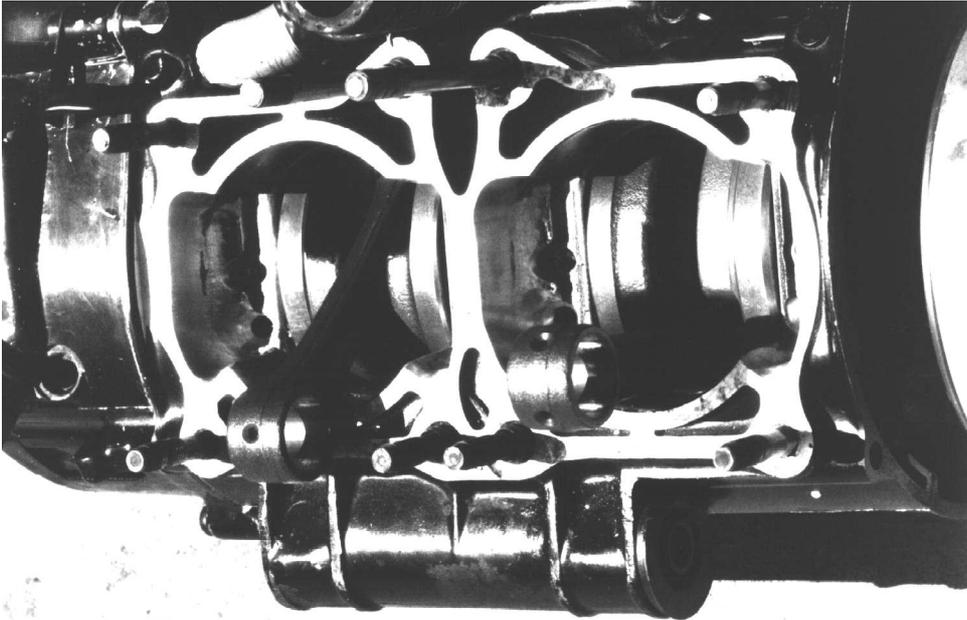


Bild 45 : Kurbelgehäuse nach dem Angleichen an die Zylinder

## 2.6 Hubraumerhöhung

Es gibt bei den RD's inzwischen recht viele Möglichkeiten der Hubraumerhöhung. Hauptquelle sind die USA, wo das Quad YAMAHA Banshee sehr beliebt ist. Die hat im Prinzip den 350'er YPVS Motor, bloß ohne YPVS.

Prinzipiell hat man zwei Möglichkeiten, die man auch kombinieren kann. Der Hub geht proportional ein, die Bohrung quadratisch – will heißen: verdoppelt man den Hub, so verdoppelt man den Hubraum; verdoppelt man die Bohrung, dann vervierfacht man den Hubraum. Ein Vergrößern des Hubes hat positiven Einfluß auf das Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen verschlechtert aber meist die max. mögliche Drehzahl – der Motor wird „treckermäßig“.

Sehr einfach machbar sind Kolben mit maximalem Übermaß wie z.B. von Prox, Vertex oder Wiseco angeboten. Sie haben max. 66,5 mm (= 375 ccm)  
Z.b. bringt 2 mm Übermaß einen Hubraum von 369 cm<sup>3</sup> (= +3,6 PS)

Von Woessner gibt es inzwischen eigene Kolben für Banshee / RD, die über die 2.5 mm Übermaß hinaus gehen.

Achtung: Hier werden 2 Sorten vertrieben, wo der Kolbenbolzen in Serien-Position sitzt bzw. 5 mm höher ist. Erstere sind für für 110 mm Pleuel und letztere für die „long rod“ Wellen mit 115 mm Pleuel.

Machbar sind ebenfalls die früher gerne bei der RD350LC verwendeten DT175 Kolben. Sie haben in Serie 66 mm, Übermaße gibt es soweit ich weiß bis 67,5 mm (= 386,5 ccm). Das Problem dieser Kolben ist der Abstand vom Bolzen bis Kolben-Oberkante. Der ist leider 5 mm kleiner als bei der RD, weshalb hier die 115'er Pleuel fällig sind, oder das Kurbelgehäuse bzw. der Zylinder irgendwo 5 mm lassen muss. Obendrein sind die Kolben sehr schwach dimensioniert (dafür aber sehr leicht). Insgesamt ein sehr hoher Aufwand für mäßig Mehrleistung.

Die originale Laufbuchse der YPVS ist übrigens mit 66.5 mm Kolben schon sehr dünn, weshalb mehr eigentlich nur mit neuer Laufbuchse bzw. anderen Zylindern machbar ist. Angebote hierzu gibt es z.B. von der Fa. Trinity Racing ([www.trinityracing.com](http://www.trinityracing.com)).

Hauptproblem der Laufbuchsen-Umbauten: Je dicker die Buchse, desto mehr Platz geht vom Überström-Querschnitt weg. Zudem muss der Bereich des PV nachgearbeitet werden.

Potenzial hat das aber, wenn man den zu geringen Vorauslass verbessern will und den Auslass mit Steg ausführt. So kann der Kanal oben sehr breit werden, was der Leistung sehr förderlich ist.

Von Armin Collet aus Wadrill war eine von Hoeckle gefertigte Kurbelwelle mit 2 mm mehr Hub zu bekommen, die in Verbindung mit einer Vergaserbearbeitung an einer 1WW angeblich 75 - 80 PS bei 8500 min<sup>-1</sup> gebracht haben soll.

Das wären dann statt 347 cm<sup>3</sup> nun 360 cm<sup>3</sup>; in Zahlen 3,7 % mehr Hubraum. Da im allgemeinen eine Hubraumerhöhung zu 80% auch die Leistung erhöht, wären das wahnsinnige 3% (oder 1,86 PS) Mehrleistung für schlappe 870,- Eur. (also 466,97 Eur pro PS, darf's auch noch ein halbes mehr sein...?).

Ein Vorteil der Wellen waren die Vollwangen (sprich= ruhigerer Lauf, mehr Vorverdichtung). Der andere war die Verzahnung in der Mitte – damit hatte sie immer die 180 Grad Versatz zw. den Pleuelzapfen; das ist nämlich beim Richten der neuralgische Punkt.

Mitte 2007 ist Collet Sen. leider verstorben, so dass diese Wellen nur noch gebraucht im Umlauf sind.

*Irgendwo bleiben aber noch 10 - 15 PS zu erklären, die aus bearbeiteten Vergasern, Zylindern und Köpfen kommen (Im Anhang habe ich mal aufgelistet, was in einem Collet-Motor in Wirklichkeit so alles zu finden ist ... ). Dabei werden die Vergaser lt. Zeitschrift mo auf 27 mm aufgebohrt und auf dem Prüfstand neu abgestimmt. Schieberausschnitt, Düsen, Nadel,*

*Düsenstock sind geändert; das Power-Jet wird stillgelegt. Zusätzlich werden GFK-Membrane der Cross 80'er (YZ 80 Bj. 80-84) und 10'er Kerzen verwendet.*

*Nach dem Test (Mo 3/90) läuft diese RD mit 18'er Ritzel bei 9000 min-1 Tacho 200 (also echte 191).*

Aus den USA gibt es die Wellen der Fa. HotRod mit 4 mm mehr Hub. Diese verbaut der Marco Böhmer inzwischen Standardmäßig. Hauptvorteil: Die sind aufgrund des Dollar-Kurses so billig, dass sie u.U. sogar günstiger kommen als eine Überholung! In Serien-Motoren halten sie sogar einigermaßen – in Rennmotoren vertragen diese Wellen die hohen Dauerdrehzahlen nicht lange. Da lösen sich dann z.B. die Verpressungen der Zapfen.

Die Amis setzen deswegen oft einen dicken Schweißpunkt auf Wange/Zapfen, aber a) hält das z.T. auch nicht besser und b) erschwert es erheblich die Überholung der Welle.

Weiteres Manko: Es sind 4 Lager mit Nut und ohne Stift verbaut. Eine Verdreh-Sicherung findet über O-Ringe in den Nuten statt.

Wenn das Gehäuse i.O. ist, klappt das auch einigermaßen, aber wenn der Lagersitz verschlissen ist, dann dreht sich das kräftig mit.

Die Wiseco-Wellen sollen da besser sein; leider habe ich sonst keine Infos darüber. Die für Renneinsatz besten Wellen soll die Fa. Crankworks liefern.

Bzgl. der Lager bekommt man das was man bezahlt. Wer aus fragwürdiger Quelle eine superbillige Welle schießt, der muss sich nicht wundern, wenn da chinesische Nachbau-Lager drauf sind, die nicht lange halten.

Ein brauchbarer Kompromiss ist es, wenigstens die beiden äußeren Lager gegen originale Yamaha Lager zu tauschen.

Bei geradeverzahntem Primärtrieb kann rechts auch ein TZ-Lager (Rollen statt Kugeln) verwendet werden. Es hat eine höhere Tragfähigkeit, ist aber auch deutlich teurer und man muss ggf. die Welle in der Mitte seitlich fixieren (Nut ins Gehäuse fräsen).

Für alle 4mm Wellen habe ich aus erster Hand die Erfahrung gemacht, dass die längeren Pleuel (115 mm) offensichtlich der Haltbarkeit zugute kommen.

Die Wellen mit 110 mm Pleuel scheinen hier eher zu versagen.

Damit man hier keine speziellen Kolben braucht, kann man den Trick mit einer unter den Zylinder gelegten Alu-Platte nutzen.



Bild 46 : Zylinderfuß-Spacer für 115 mm Pleuel

Bei Wellen mit größerem Hub und Serien-Zylindern muss man beachten, dass der Kolben an OT/UT dann um den halben Mehr-Hub heraus ragt (bei einer 4 mm Welle um 2 mm)

Die primitive Lösung sieht so aus, dass man unten am Zylinder eine gelaserte Alu-Platte (Spacer) und eine zweite Dichtung unterlegt. Bei einer 4 mm Welle ist die Platte 1.5 mm dick (+ 0.5 mm für die 2. Dichtung = 2 mm Gesamt).

Als Folge hat man jedoch relativ schlechte Steuerzeiten; sie sind dann alle viel zu hoch (z.B. Auslass 206 Grad). Der Motor dreht sehr hoch und hat unten nicht so die Leistung.

Besser ist es, die Kopf-Kontur um 2 mm nachzusetzen, so dass der Kolben nach oben den Platz bekommt, den er benötigt.

Die Kanäle verbleiben so in der Serien-Position und müssen nicht nachgearbeitet werden. Die Steuerzeiten verbleiben in halbwegs sinnvollem Rahmen und man hat untenrum deutlich mehr Drehmoment.

In meiner Renn-RD mit +3 mm Welle hatte ich zuerst die Spacer-Lösung und später den Kopf bearbeitet. Im direkten Vergleich hat das im Bereich um 6000 ca. 5 mehr-PS gebracht.



Bild 47 : Kopf-Bearbeitung für 4 mm Welle

Wellen mit noch mehr Hub liefert z.B. Trinity Racing – hier muss aber das Kurbelgehäuse sehr stark bearbeitet werden. Max. machbar sind mit anderen Zylindern laut Katalog 520 ccm, ich habe aber verlauten hören, dass das dann absolut nicht vollgasfest ist. Zudem wird das Ganze dann exorbitant teuer.

Die bekanntesten Zylinder für die Banshees gibt es von <http://www.cpindinc.com/> (CPI = Calvin Pollet Industries).

Man kann dort Zylinder im Serien-Look (=Wampus) bekommen oder mit größerem Wassermantel (=Cheetah-Cub).

Je nach Bohrung und Hub sind dort z.T. enorme Hubräume möglich. Für die größeren Bohrungen braucht es jedoch ein gefrästes Motorgehäuse mit größerem Zylinder-Abstand.

Alle diese Zylinder haben gegenüber den Standard RD Zylindern leistungsmäßig mehrere gewaltigen Vorteile:

- Auslasskanal mit Neben-Auslässen (= genug Vorauslass, gute Ring-Haltbarkeit)
- Wassermantel um den Auslass herum
- Zylinderblock statt Einzel-Zylinder
- Leistungen von ca. 80 PS bis weit über 100 PS möglich

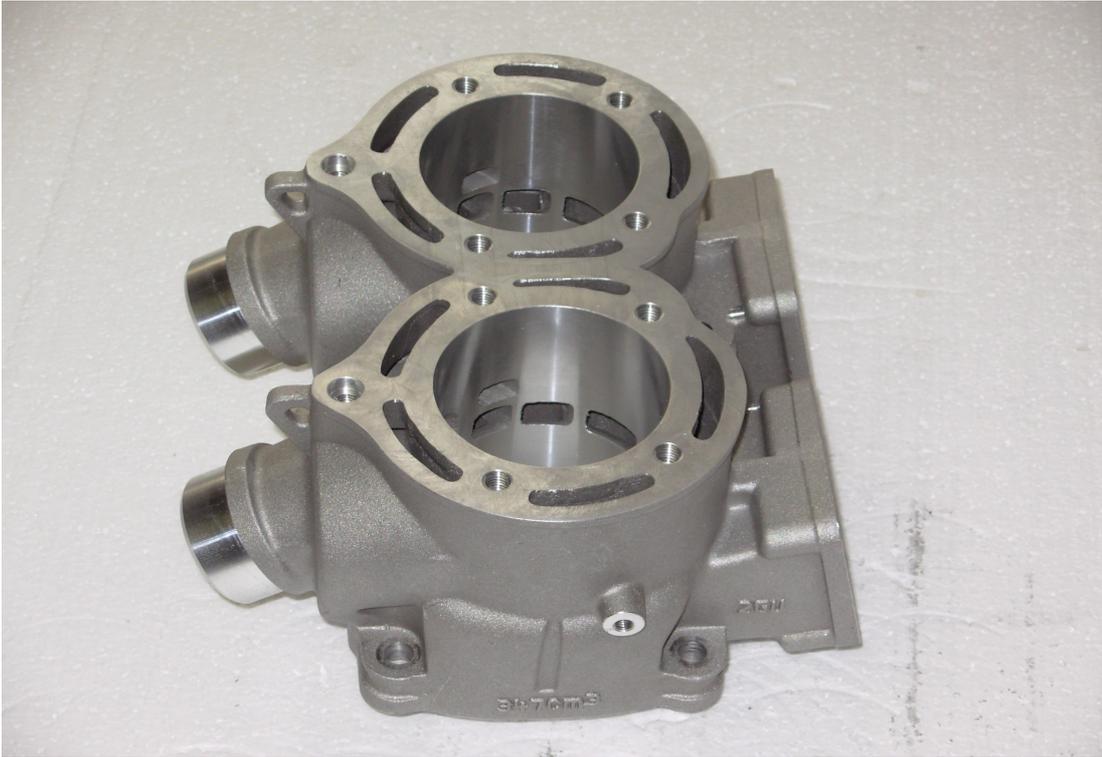


Bild 48 : Wampus-Zylinder-Block im Banshee Serien-Look (347 cc Kennung!)



Bild 49 : Cheetah-Cub Kanal-Layout

In letzter Zeit erfreuen sich die Athena-Zylinder großer Beliebtheit, speziell in England bei LC-Fahrern.

Der Kit ist vergleichsweise billig (ca. 800-1000 Eur) und liefert ohne großen Aufwand 80 PS. Mit 10 mm Welle und gutem Tuning sind auch knapp über 100 PS drin.



Bild 50 : Athena-Kit für Banshee

Wo Licht ist, da ist auch Schatten und so haben die Zylinder natürlich auch Nachteile:

- Kein Plug&Play
- Begleitende Maßnahmen UNBEDINGT nötig (z.B. Kopf, Zündung, Vergaser, Membranen, Auspuff, Kühler, Gehäuse); dadurch in Summe sehr hohe Kosten.
- Auspuff-Anschluss der Banshee ist anders als der der RD
- Kopf-Stehbolzen & Wasser-Abgang der Banshee sind anders als bei der RD
- Zylinder sind Nikasil-beschichtet. Bei Schaden ist die Instandsetzung teuer.
- Angaben zum Kolbenspiel sind z.T. fehlerhaft (TSS Zylinder benötigen z.b. knapp 1/10 statt die angegebenen 6/100)
- Reduzierte Haltbarkeit, speziell bei hoher Beanspruchung
- Starker 2T-Kick durch „Loch“ bei mittleren Drehzahlen (speziell bei den Zylindern ohne Auslass-Schieber)
- Z.T. undichte O-Ringe an den Köpfen

### 2.7 Kolben

Die Kolben sind bei der RD echte Verschleißteile. Bei normaler Fahrweise halten sie ca. 20.000 bis 30.000 km. Danach sollte man vorsorglich Neue einbauen, da die Kolben mit zunehmendem Alter rißgefährdet sind. Das kann unter Umständen zum völligen Versagen führen, wenn z.B. das halbe Kolbenhemd wegbricht.

Die Kolben der 1WW sind ca. 2 mm länger als bei der 31K, um Kippgeräusche zu verringern. Zusätzlich ist der Ringwerkstoff geändert, um die Haltbarkeit zu erhöhen. Man kann jedoch auch 31K-Kolben in die 1WW einbauen (und auch umgekehrt).

Originalkolben sind jedoch nur in 2 Übergrößen erhältlich (64,25 und 64,5 mm). Da das Modell 1WU aber in Serie 64,5 mm hat, gibt es dafür Kolben bis zu 65 mm.

Ich selbst habe (bei nur leicht überarbeiteten Motoren) gute Erfahrungen mit Kolben der Firma Prox gemacht. Bei gleicher Qualität wie Original kosten sie ca. 30,- Eur. weniger (ca. 160,- komplett). Die Firma Großwächter, die die Kolben vertreibt, liefert jedoch seit 1993 nur noch an Händler; man muss also über die Zylinderschleiferei bestellen. Prox-Kolben gibt es von 64 - 66,5 mm in Stufen von 0,25 mm.

Die Prox-Kolben sind gegossen und in der Qualität mit den originalen Vergleichbar. Es gibt inzwischen auch Nachbau-Produkte z.B. von Mitaka, die ähnlich ausgeführt sind.

Schmiedekolben von Wiseco sind leichter, haben dünnere Ringe und vertragen dadurch sehr hohe Drehzahlen (Bei Prox-Kolben treten bei Verwendung von Rennauspuffanlagen öfter mal Ringbrüche auf). Die Nachteile sind der höhere Preis und eine höhere Wärmedehnung des Materials. Bei Verwendung von Wiseco-Schmiedekolben sollte man das Kolbenspiel von den empfohlenen 0,065 mm auf 0,07 - 0,08 mm erhöhen. Wahlweise kann man die Zylinder direkt bei Wiseco schleifen lassen und dann sehr lange und sorgfältig einfahren. Dabei sollen die Kolben angeblich nicht so klappern und sie halten trotzdem.

Offensichtlich haben die Wisecos ein Material-Problem, dass bei Überhitzung zu Form/Maßänderung führt und so ein Schrumpfen & Klemmen verursacht.

Wenn man diese Kolben fährt sollte man Kühlwasser-Temperaturen über 80 Grad UNBEDINGT meiden und entsprechende sehr große Kühler verbauen.

Die Fa. Wössner baut inzwischen eigene Kolben für RD & Banshee. Sie sind preislich im oberen Bereich, aber die Qualität ist auch entsprechend.

Es handelt sich um reibungsarm beschichtete Schmiedekolben mit dünnen Ringen, die für hohe Drehzahlen & Leistungen geeignet sind.

Es gibt diese Kolben auch in +2.75, +3, +4 und +4.5 mm Übermaß.

Ringe, Clips, Bolzen usw. sind einzeln erhältlich.

Sie fertigen auch Kolben nach Kunden-Spezifikation zu erträglichen Preisen an.

Woessner empfiehlt ein Kolbenspiel von 6/100 mm – damit gab es bei mir bislang keine Auffälligkeiten.



Bild 51 : Woessner Schmiede-Kolben

Ein guter Kompromiss zwischen Schmiede- und Guß-Kolben sind die der Fa. Vertex. Es ist auch ein Guß-Material, aber die Festigkeit ist deutlich höher als bei Prox/Serie. Die Ringe haben die Serien-Dicke und sind daher eher für Drehzahlen bis 10.000 geeignet.

Sie sind wie die Woessner reibungsarm beschichtet und liegen preislich ähnlich wie Schmiede-Kolben.

Vorteil hier: Keine Unsicherheit bzgl. Material-Veränderungen im Gebrauch.

Bei Zylindern mit Standard-Maß (64 mm Bohrung) kann man die Kolben der Rennmaschine TZ 350 verwenden. Es handelt sich um den Typ 3G3 mit 6-Kanal Zylinder. Diese Kolben haben ein wesentlich kürzeres Hemd und nur einen Kolbenring! Da die TZ schlitzgesteuert war, müssen die Fenster selber angebracht werden.

Vorteile: Weniger Reibungsverluste, stabileres Material (bis 12000 min<sup>-1</sup>), leicht höhere Verdichtung durch höheren Kolbenboden

Nachteile: Klappert extrem, Ring verschleißt durch höhere Vorspannung schneller

Bezugsquelle: Fa. Weihe in Löhne, Preis ca. 80,- Eur. / Stk (Kolben, Bolzen, Ring, Clips)

Das Kolbenhemd der vorgesehenen Kolben sollte am ganzen Umfang, nach innen abfallend, messerscharf bearbeitet werden. (siehe Bild 53)



Bild 52 : Kolben nach der Bearbeitung (Oben: Prox ; Unten (von Links nach Rechts): Prox, Wiseco, TZ-350)

Die Einlaßöffnungen im Kolben lasse ich inzwischen so, wie sie vom jeweiligen Hersteller geliefert werden. Bei Gußkolben schwächt man durch eine Erweiterung die umlaufende Wulst und handelt sich vermehrte Rissbildung ein.

Leistungsmäßig macht ein großes/kleines Loch auch keinen Unterschied.

Zur Schmierung des schmalen Stegs kann man ca. 10 mm unterhalb der Ringe ein 2 mm Loch bohren. Mit einem kleinen 90°-Senker kann man dann noch eine Fäse anbringen. Abschließend ist noch der Kolbenboden, zur Vermeidung von Ölkohleablagerungen, zu polieren.

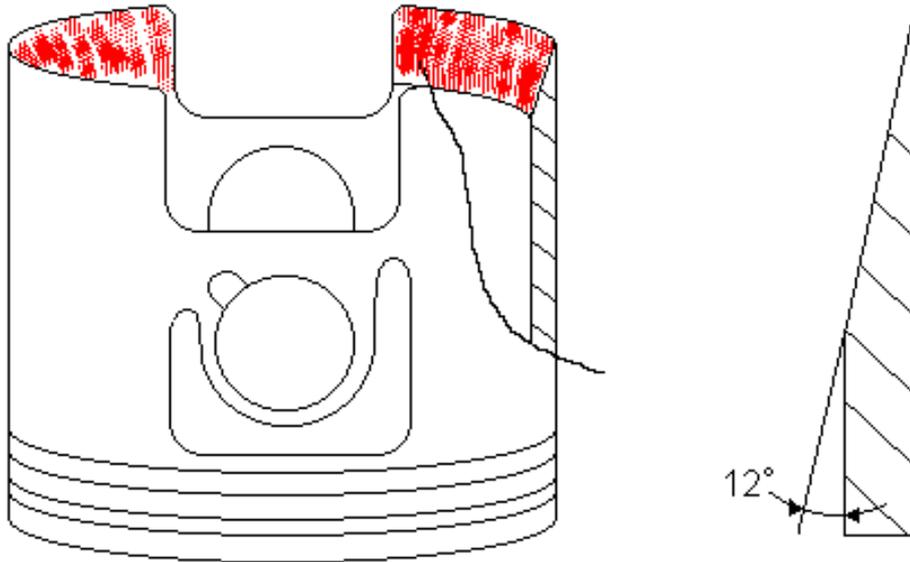


Bild 53 : Kolbenbearbeitung am Kolbenhemd

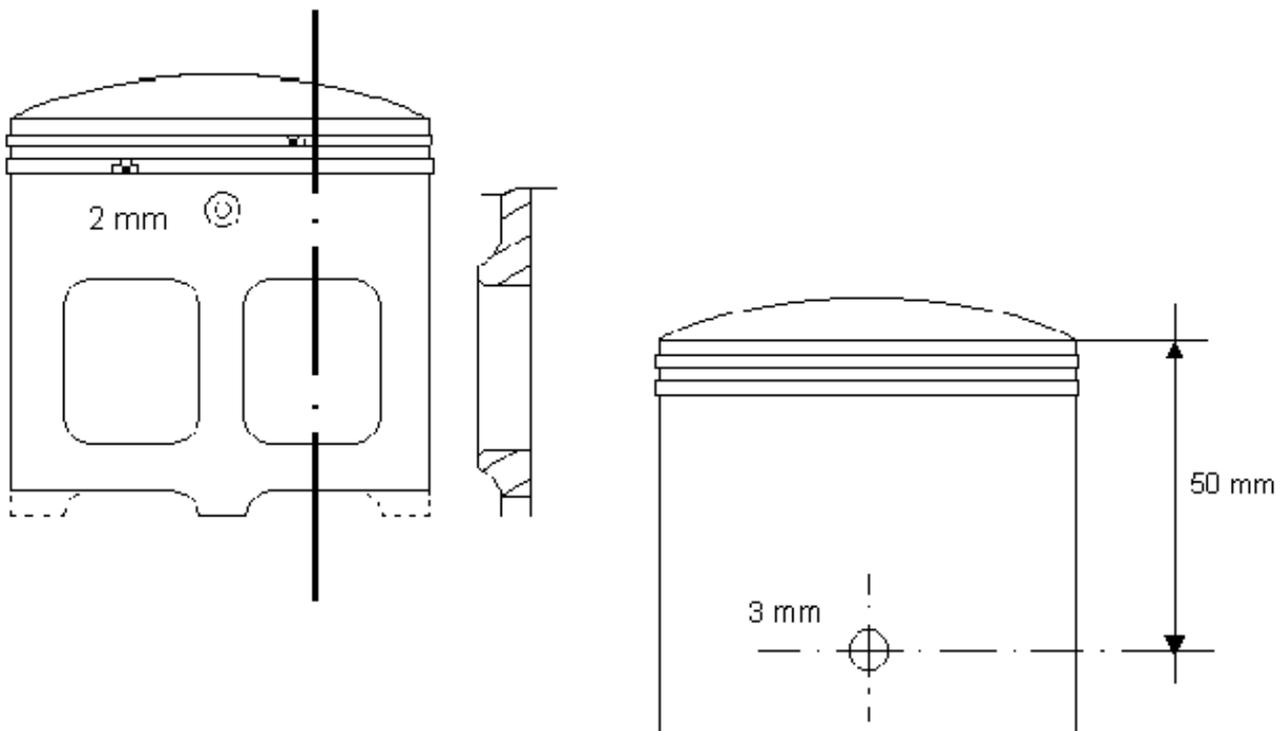


Bild 54 : Kolbenbearbeitung auf der Ein- und Auslaßseite



Bild 55 : Kolben nach Standzeitende (Auslass-Seite geschmolzen, Ringe gebrochen, Klemmer, usw. ...)

## 2.8 Spülsystem

Eine Änderung der Spülschlitze ist eine schwierig durchzuführende Arbeit, die ohne mehrfache Versuche sogar meist zu schlechteren Ergebnissen führt. Aus diesem Grund habe ich es dabei belassen, den Frischgasen den Weg in die Zylinder durch Reduzierung der Strömungswiderstände zu erleichtern.

Der Trennsteg zwischen den beiden Überströmkanälen sollte wie der Flügel eines Flugzeugs gestaltet werden. Der Kanaleinlauf an der Laufbuchse sollte einen Radius erhalten (Bild 56). Der Boost-Port gegenüber dem Auslaßkanal kann mit einer runden Schlüsselfeile leicht erweitert werden (ca. 1 mm Rechts und Links, jedoch nicht nach oben).

Mit einem kugelförmigen Fräser werden dann die Gußgrate an der Mündung der Überströmkanäle in den Zylinder soweit wie möglich abgetragen.

Anschließend sind die Kanaloberflächen (ebenfalls soweit möglich) zu glätten (200'er Schmirgelleinen reicht völlig, polieren ist unnötig).

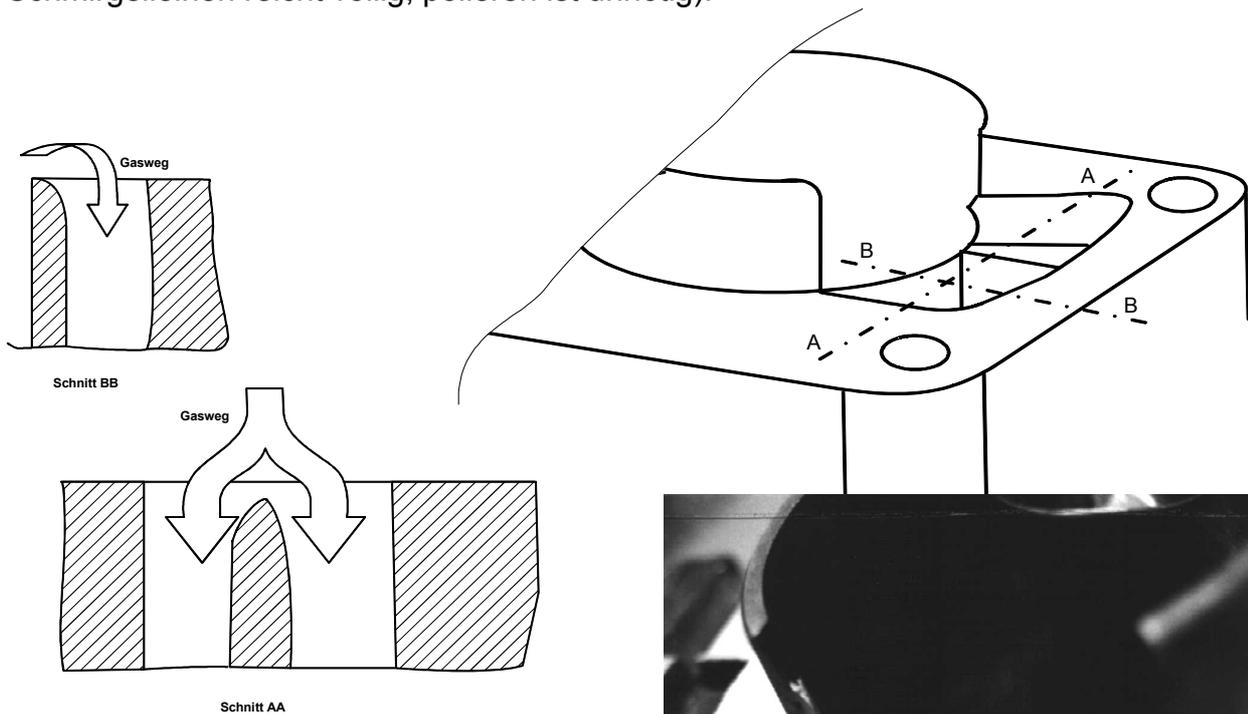


Bild 56 : Kanaleinlauf der Überströmkanäle

Eine früher sehr beliebte Tuning-Methode war, die Zylinder durch Unterlegen von Anstands-Platten oder dickeren Dichtungen höher zu bekommen.

Die 1WW (Kennzeichnung außen am Einlaß: 1UA) hat z.B. serienmäßig 1mm höhere Kanäle.

Das ist heute nicht mehr zeitgemäß. Man hat durch Zusammenwirken von Versuch und Simulation erkannt, dass nicht die höchstmöglichen Steuerzeiten das Ei des Kolumbus sind.

Beim Überströmer peilt man um die 120-125 Grad an. In Serie hat die 31K 120 Grad und die 1WW ca. 125 Grad . Eine Erhöhung um 1 mm entspricht ca. 5,5 Grad Verlängerung der ÜS-Steuerzeit.

Grundsätzlich ist es besser, **breitere** statt höhere Kanäle anzustreben, weil das die Resonanzverhältnisse am wenigsten beeinflusst, und so das Drehmoment bei mittleren Drehzahlen verbessert.

Armin Collet hat in seinen Zylindern die Überströmer nur an den Auslass-Abgewandten Seiten hoch gezogen.

Damit erreichte er einen weniger steilen Druck-Puls beim Öffnen der Kanäle und damit eine weniger hohe Resonanz, dafür aber eine in breiterem Drehzahlband.

Ich habe einen Satz Zylinder so ausgeführt und der hatte ein sehr breites Leistungsband.

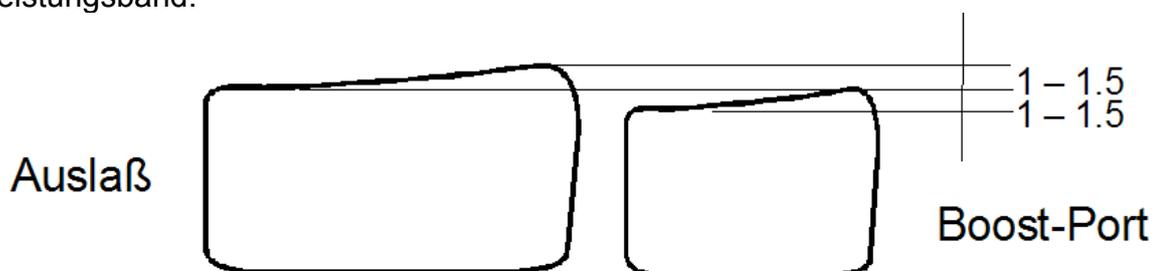


Bild 57 : Überströmer nach Collet

### 2.9 Zylinderkopf

Eine höhere Verdichtung bewirkt vorwiegend im unteren und mittleren Drehzahlbereich ein erhöhtes Drehmoment. Der Motor wird spürbar "bissiger" von unten rausbeschleunigen. Ein durchaus erwünschter Nebeneffekt ist ein verringerter Benzinverbrauch.

Die Grenze der Verdichtungserhöhung ist über den Kraftstoff und den Zündwinkel gegeben. Bei zu hoher Verdichtung kann das Gemisch unkontrolliert (und sehr viel

schneller = "klopfend") verbrennen und so zu Motorschäden führen. Die Klopfestigkeit gibt das Vermögen des Kraftstoffs an, dieses zu verhindern. Das beste was man so an der Tankstelle bekommen kann, ist Aral Ultimate bleifrei mit 102 Oktan.

Das Verdichtungsverhältnis wird im allgemeinen auf zwei Arten berechnet. Bei Viertaktern bezieht man  $V_k$  auf den gesamten Zylinderhubraum, bei Zweitaktern japanischer Hersteller auf den verbleibenden Hubraum ab Schließen der Auslassoberkante (vorher wird ja nicht verdichtet, da der Auslaß noch offen ist).

$$\varepsilon = \frac{V_k + V_h}{V_k}$$

$V_k$  = Kompressionsraum (über Kolben in OT)

$V_h$  = Hubraum ab Schließen der Auslassoberkante bzw. Zylinderhubraum

$\varepsilon$  = Verdichtungsverhältnis

Yamaha gibt die Verdichtung für alle Modelle mit 1:6 ( $\varepsilon = 6$ ) an; der Kompressionsraum soll 21,3 cm<sup>3</sup> bis 21,9 cm<sup>3</sup> sein.

Diese Angaben stimmen nach meiner Messung nicht. Die 31K-Modelle (Kennzeichnung am Kopf: **31K Y-1**) haben **mit Prox-Kolben** ( $\varnothing$  65,25 mm) einen Kompressionsraum von 18,2 cm<sup>3</sup>. Die 1WW (und auch die 31K vom Baujahr '85) mit dem Kopf **31K Y-2** habe ich mit 17,2 cm<sup>3</sup> ausgeliefert (Kompressionsraum in OT bis zum ersten Gewindegang mit Öl füllen und Füllmenge messen).

Da das Verdichtungsverhältnis von der Auslaßhöhe abhängig ist, sollte man den Zustand mit geschlossenen Walzen voraussetzen. Damit ergibt sich für die 31K eine Verdichtung von 1:6,92 ( $\Rightarrow$  33,5 mm) und für die 1WW 1:7,04 ( $\Rightarrow$  32,5 mm).

Nach dem Planen sollte man dann den neuen Kompressionsraum auslietern und das Kompressionsverhältnis anhand Tabelle 8 / Tabelle 9 prüfen. Dabei ist eine bearbeitete Auslaßhöhe von 25,5 mm bei offenen Walzen vorausgesetzt (entspricht 32 mm geschlossen). Dadurch würde ohne

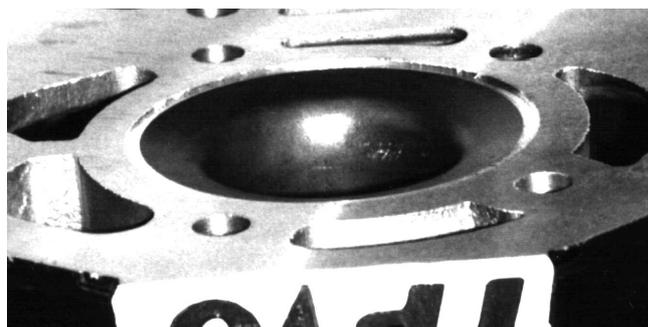


Bild 58 : Zylinderkopf nach der Bearbeitung

Maßnahmen am Zylinderkopf die Verdichtung, bezogen auf den Raum ab Schließen des Auslaßkanals, kleiner. Deswegen sinkt der Wert z.B. bei der 31K für den ungeplanten Kopf auf 1:6,66.

Die maximale Verdichtung für Super Plus würde ich ohne Zündungsanpassung bei ca. 7,5 - 7,7 sehen. Normale Serienzweitakter à la TZR oder RGV haben um 7 - 7,5; die TZ-Rennmaschinen 12,5 bzw. 8,3 ab Auslaß-Oberkante. Italienische 125'er sind bis 1:15 verdichtet, was aber nicht auf einen Einzelhubraum von 175 cm<sup>3</sup> übertragbar ist. Die Verdichtung kann nämlich höher gewählt werden, wenn der Verbrennungsraum kleiner ist (125'er Bohrungen liegen bei ca. 56 mm).

Für eine relativ große 64'er Bohrung sollte man sich noch Reserven lassen. Ich selbst habe den Y-1 Kopf um 0,6 mm geplant und nachbearbeitet (Beim Y-2 Kopf müßte man dann um ca. 0,33 mm planen.), was ca. eine Verdichtung von 7,29 ergibt (entspricht + 5,34 % gegenüber Serie). Auf den ganzen Hubraum bezogen ergeben sich 1:11,62 gegenüber 1:10,54 in Serie. (Moderne Viertakter vom Typ CBR & Co. verdichten um 1:12).

Die Tabellen zur Verdichtungsberechnung setzten eine Auslaßhöhe von 25,5 mm und eine Kopfbearbeitung nach Bild 60 / Bild 61 voraus.

Bis zu einer Abtragung von 0,7 mm reicht es aus, vom Kompressionsraum einen Zylinder von 65,5 mm Durchmesser und z.B. 0,6 mm Höhe abzuziehen. Durch die Nachbearbeitung wird jedoch der Verdichtungsraum wieder ein wenig größer; in diesem Beispiel um das Volumen eines Kreisrings mit Dreiecksquerschnitt (Höhe 0,6 mm, Breite 2,4 mm, Winkel 15°).

Alle Tabellenwerte enthalten die nötigen Korrekturen für die Abtragung an der schrägen Fläche des Verbrennungsraums und die anschließende Nachbearbeitung. Leichte Ungenauigkeiten können sich durch Schwankungen der Bearbeitungsmaße  $\varnothing 65,5$  und  $0,7^{+0,1}$  ergeben.

Die Lage der 15 Grad Schräge bestimmt die Dicke der Quetschkante (Maß X in Bild 59).

In Serie ist das mit ca. 1.4 mm viel zu groß und so gut wie unwirksam.

Für die RD Motoren peile ich ca. 0.8 – 0.9 mm an.

Ein Fast-Null-Maß klappt nicht, da durch die dynamischen Beanspruchungen bei hoher Drehzahl und Last der Kolben weiter hochgehen kann, als es „statisch“ der Fall ist (z.b. Biegung der Kurbelwelle durch die hohen Fliehkräfte am Kolben)

Bei 0.6 mm Quetschkante sind Schäden bekannt geworden.

Planen um [mm]	Kompressionsraum [ccm]	Verdichtung (auf 173 ccm)	Verdichtung (auf 102,94 ccm)
0		18,20	10,54
0,1		17,87	10,72
0,2		17,55	10,90
0,3		17,24	11,08
0,4		16,94	11,26
0,5		16,64	11,44
<b>0,6</b>		<b>16,35</b>	<b>11,62</b>
<b>0,7</b>		<b>16,07</b>	<b>11,81</b>
0,8		16,07	11,81
0,9		16,06	11,82
1		16,04	11,83
1,1		16,01	11,85
1,2		15,97	11,88
1,3		15,93	11,91
1,4		15,88	11,94
1,5		15,82	11,98

Tabelle 8: Verdichtungserhöhung für den **Y-1 Kopf** (31K)

Planen um [mm]	Kompressionsraum [ccm]	Verdichtung (auf 173 ccm)	Verdichtung (auf 102,94 ccm)
0		17,20	11,10
0,1		16,87	11,30
0,2		16,55	11,49
<b>0,3</b>		<b>16,24</b>	<b>11,70</b>
<b>0,4</b>		<b>15,94</b>	<b>11,90</b>
0,5		15,64	12,11
0,6		15,35	12,32
0,7		15,07	12,53
0,8		15,07	12,53
0,9		15,06	12,54
1		15,04	12,55
1,1		15,01	12,58
1,2		14,97	12,60
1,3		14,93	12,64
1,4		14,88	12,68
1,5		14,82	12,72

Tabelle 9: Verdichtungserhöhung für den **Y-2 Kopf** (1WW und 31K '85)

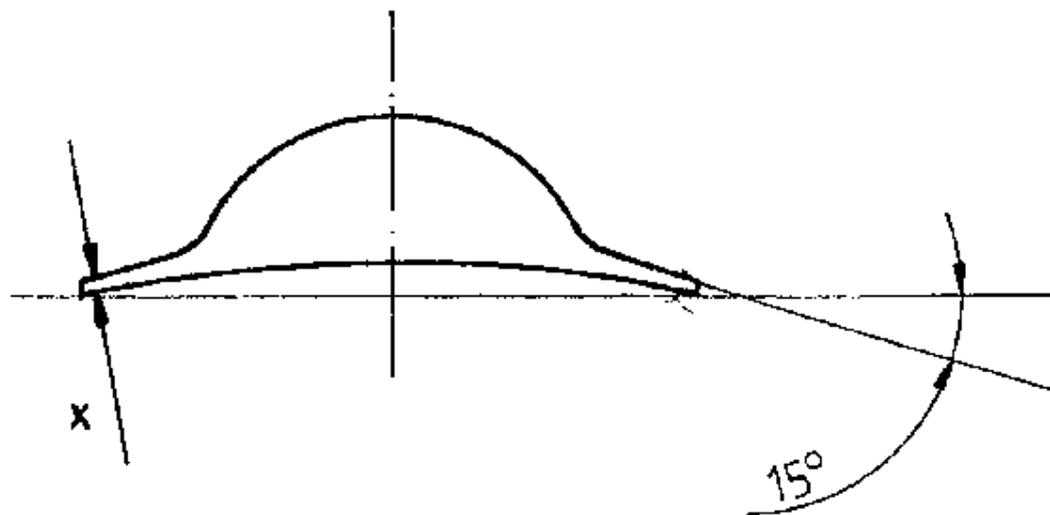


Bild 59 : Querschnitt durch den Original-Verbrennungsraum in OT-Position des Kolbens (Maß x = Quetschkante)

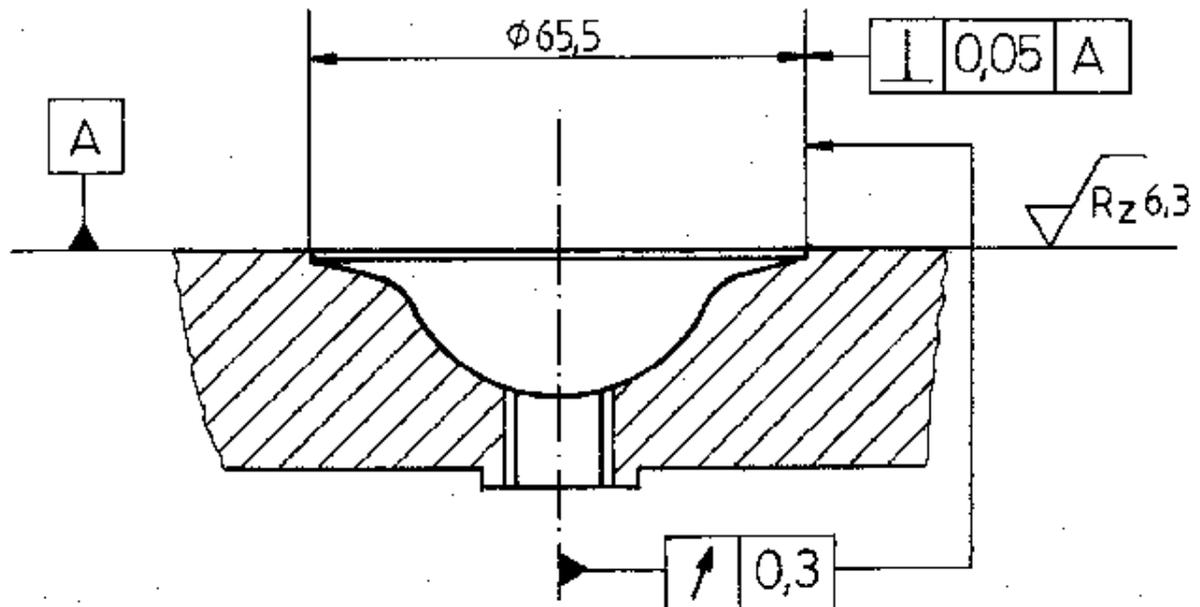


Bild 60 : Schnitt durch den Verbrennungsraum nach Planen des Kopfes um 0,6 bis 0,7 mm (31K) (bzw. 0,3 bis 0,4 mm 1WW)

Sehr wichtig für die Abdichtung des Verbrennungsraums ist die Oberflächengüte der Dichtfläche. Sie muss **unbedingt feingeschliffen** sein, da sonst die Kopfdichtung die Unebenheiten nicht ausgleicht und undicht wird!

Es gibt dazu Werkzeuge mit Diamant-Schneiden, die extrem saubere Oberflächen herstellen können.

Die Versionen A) und B) der Quetschkante bleiben den Möglichkeiten der Werkstatt überlassen, da es nicht ganz einfach ist, den 15° Winkel beizubehalten. Version A) funktioniert aber auch genauso gut und dürfte auch noch preiswerter sein.

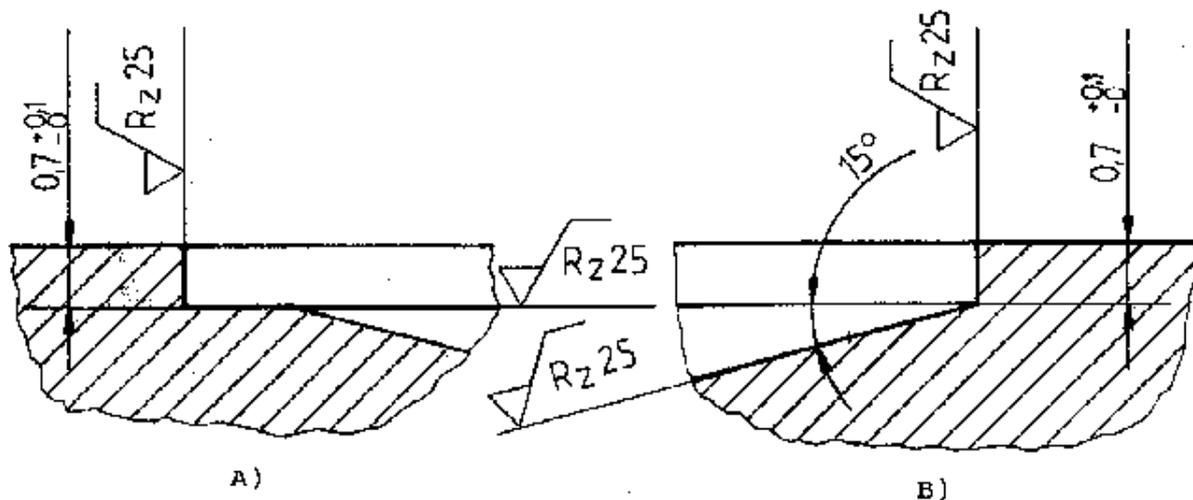


Bild 61 : Nachbearbeitung der Quetschkante im Verbrennungsraum  
 A) Einfache Version: Kante mit  $90^\circ$  auf 0,7 mm nacharbeiten.  
 b) Besser: Winkel von  $15^\circ$  bleibt erhalten.

Ich möchte an dieser Stelle nochmal ausdrücklich davor warnen, die Verdichtung zu hoch zu wählen. Bei auftretendem Klopfen teilt der Motor harte Schläge an den gesamten Kurbeltrieb aus, was sehr schnell zu Kolben- und/oder Pleuel- bzw. Kurbelwellenlagerschäden führt. Weiterhin sollte man nach einer Verdichtungs-erhöhung vorsichtiger mit der Gemischbildung umgehen, da ein mageres Gemisch empfindlicher gegen Klopfen ist, als ein fettes.

Als Kraftstoff darf jetzt auch nur noch Sprit mit 98 bzw. 102 Oktan verwendet werden. Sollte dieser mal nicht erhältlich sein, kann man als Notbehelf auch Super bleifrei (95 Oktan) tanken und vorsichtig bis zur nächsten Tanke fahren, wo's den geeigneten Sprit gibt.

Die Serien-RD's (alle 31K und 1WW in allen Leistungsstufen) laufen nach Yamaha-Angaben am sichersten mit Super bleifrei.

## 2.10 Auslaßsystem

### 2.10.1 Kanalbearbeitung

Ein wichtiger Faktor für die Auslegung der Gasresonanzen ist die Höhe des Auslaßschlitzes. Ein Aufweiten nach oben bewirkt eine Verlängerung der Steuerzeit, was den Drehmomentverlauf in höhere Drehzahlen verschiebt.

Die genaue Formel für die Auslegungslänge ist:

$$L_A = \frac{\alpha_0 \cdot c_s \cdot 1000}{12n}$$

$L_A$ : Auslegungslänge in mm  
 $\alpha_0$ : Auslaßöffnungswinkel in ° (Serie 193°)  
 $c_s$ : Schallgeschwindigkeit im Auspuff (ca. 520 m/s)  
 $n$ : Gewünschte Drehzahl in U/min (Serie 9200 min<sup>-1</sup>)

Der Auslaßöffnungswinkel beträgt mit 27 mm Auslaßhöhe ca. 193°, womit sich für den Originalauspuff eine Auslegungslänge von ca. 909 mm ergibt (was ziemlich genau der Länge des Auspuffs (900 mm) bis zum zweiten Prallblech entspricht!).

An dieser Stelle muss man entscheiden, ob die Zylinder mit Rennauspuff oder Serien-Teilen gefahren werden.

Für Renn-Anlagen mit deutlich erhöhten Drehzahlen wäre es kontraproduktiv zusätzlich den Auslass höher zu machen. Hier bleibt die Höhe wie Serie und man macht ihn nur breiter.

Mit dem 1WW-Auspuff benötigt man relativ hohe Auslass-Steuerzeit, damit das Ganze ausreichend hoch dreht.

Hier habe ich ausgehend von den 31K Zylindern eine Erhöhung um 1 bis 1,5 mm angepeilt. Die neue Auslaßhöhe beträgt jetzt 26 bis 25,5 mm (statt originaler 27 mm bei der 31K und 26 mm bei der 1WW).

Diese Erhöhung bringt ein Drehzahlplus von ca. 350 min<sup>-1</sup>. Anhand der Formel lässt sich das durch Umstellen überprüfen: Der Öffnungswinkel steigt mit 25,5 mm Auslaßhöhe auf ca. 200°; die Auslegungslänge bleibt gleich (909 mm). Damit steigt die Resonanzdrehzahl auf ziemlich genau 9550 min<sup>-1</sup>.

Das Hauptproblem der RD Zylinder ist ein relativ geringer Vorauslass; d.h. Die Fläche des Auslass-Kanals, die offen ist, wenn die Überströmer öffnen.

Eine Erhöhung des Kanals nach oben schafft hier Abhilfe, aber auch eine Verbreiterung.

Als maximale Breite des Kanals setzt man ca. 70% der Bohrung an.

Bei 64 mm entspricht das einer Kanal-Breite von max. 45 mm (bei 66 mm Übermaß wären es 46,2 mm)

Um weitgehend nur den Bereich des Vorauslasses zu modifizieren, verbreitert man den Kanal nur an der Oberseite, so dass eine Trapez-Form entsteht.

Wichtig für die Haltbarkeit der Ringe ist der Radius der Oberkante von ca. 50-100 mm (auf keinen Fall eine gerade Kante erzeugen). Ich selbst habe schon öfter Radien in der 100'er Gegend verwendet, Frits in Bild 62 empfiehlt etwas deutlich kleineres.

Die seitlichen Radien sollte man aus dem gleichen Grund nicht zu klein wählen.

Den unteren Bereich des Kanals lässt man in Breite und den seitlichen Radien wie Serie. (Bild 63).

Die Form entstammt einem Kanal-Konzept von Frits Overmars (Niederlande). Er empfiehlt folgende Gestaltung:

### Theoretical elliptical port shape and practical multi-radius port shape

$$\text{minimum safe vertical half-axis} = 0,7 * (\text{port width} / \text{cylinder bore}) ^ 4,57 * \text{cylinder bore}$$

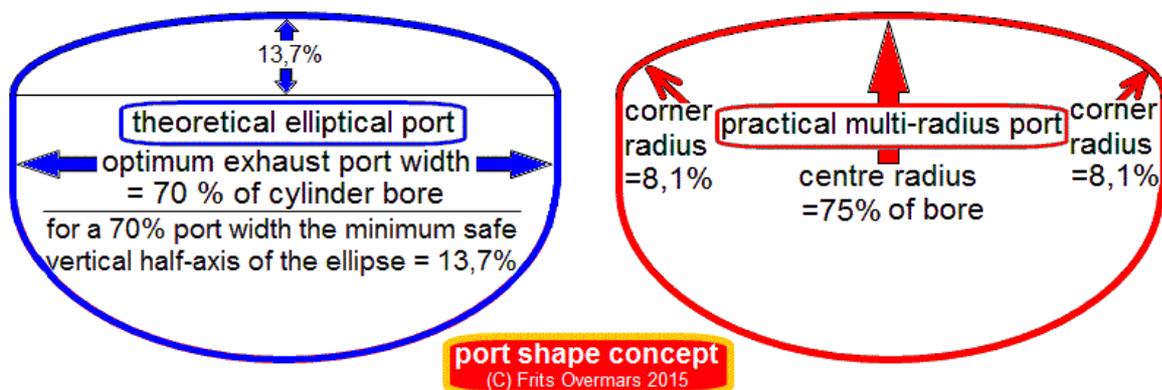


Bild62 : FOS Port Concept (RD350 mit 65 mm Bohrung : exhaust port width = 45.5 mm, vertical half-axis = 8,91 mm, corner radius = 5,.7 mm, centre radius = 48.75 mm)

Nach der Grobbearbeitung der Kanalform, muss die Auslassoberkante eine ausgeprägte Fase erhalten (Bild 65. Einzelheit X). Diese dient dazu, beim Vorbeigehen des Kolbens die Kolbenringe sanft wieder in die Nut zu drücken. Die seitlichen Kanalkanten an der Laufbuchse erhalten zur Vermeidung von Wirbeln einen Radius (Bild 65. Einzelheit Y).

Der Übergang des Kanals in die Auspuffdichtung sollte auf eine kreisrunde Form erweitert werden.

Der nötige Durchmesser lässt sich durch Einsetzen der Dichtung gut anzeichnen (Bild 64).

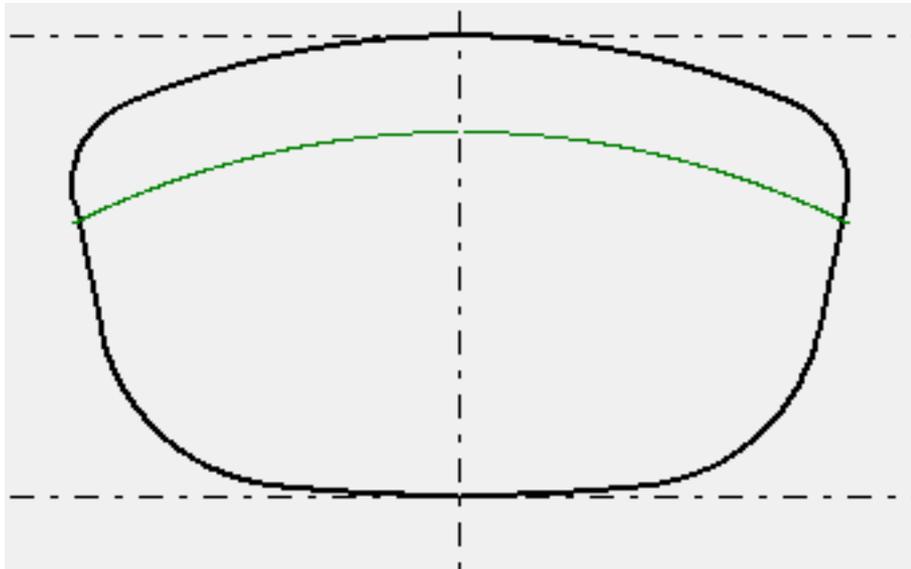


Bild 63 : Auslaßkanal vom Zylinderinneren gesehen

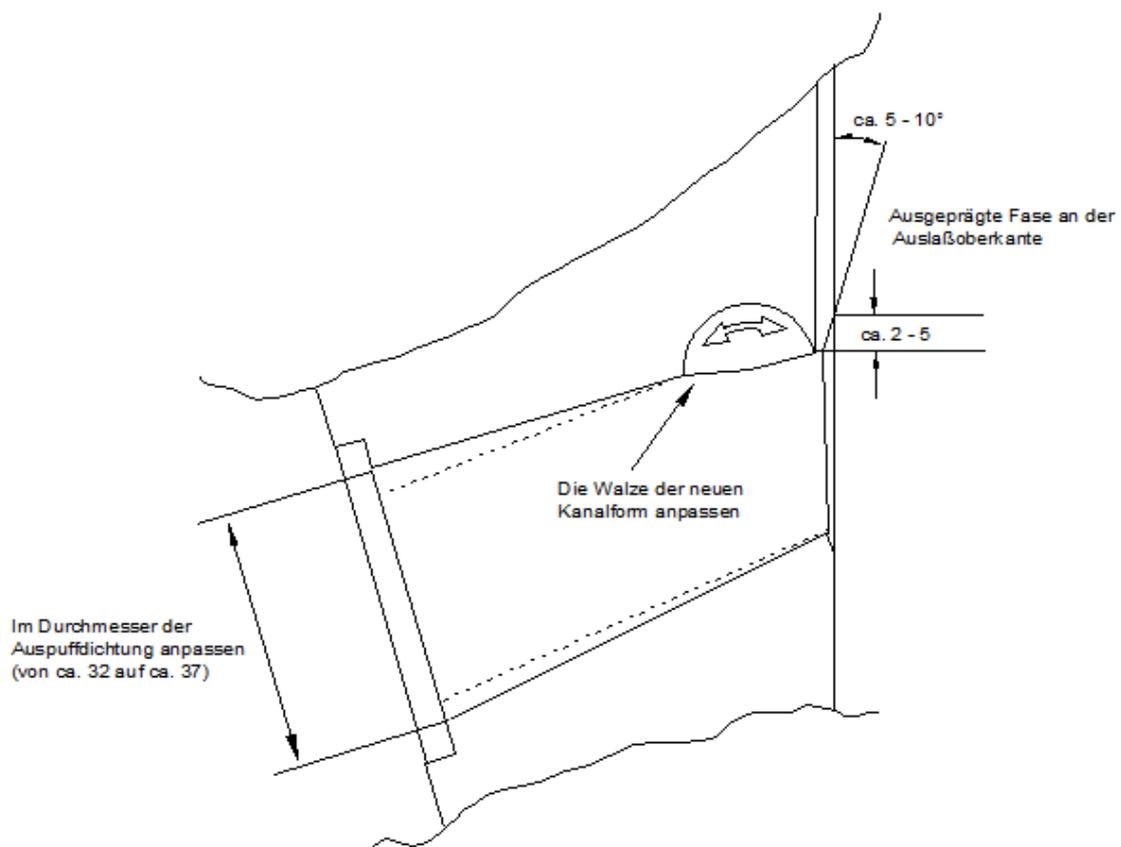


Bild 64 : Schnitt längs des Auslasskanals

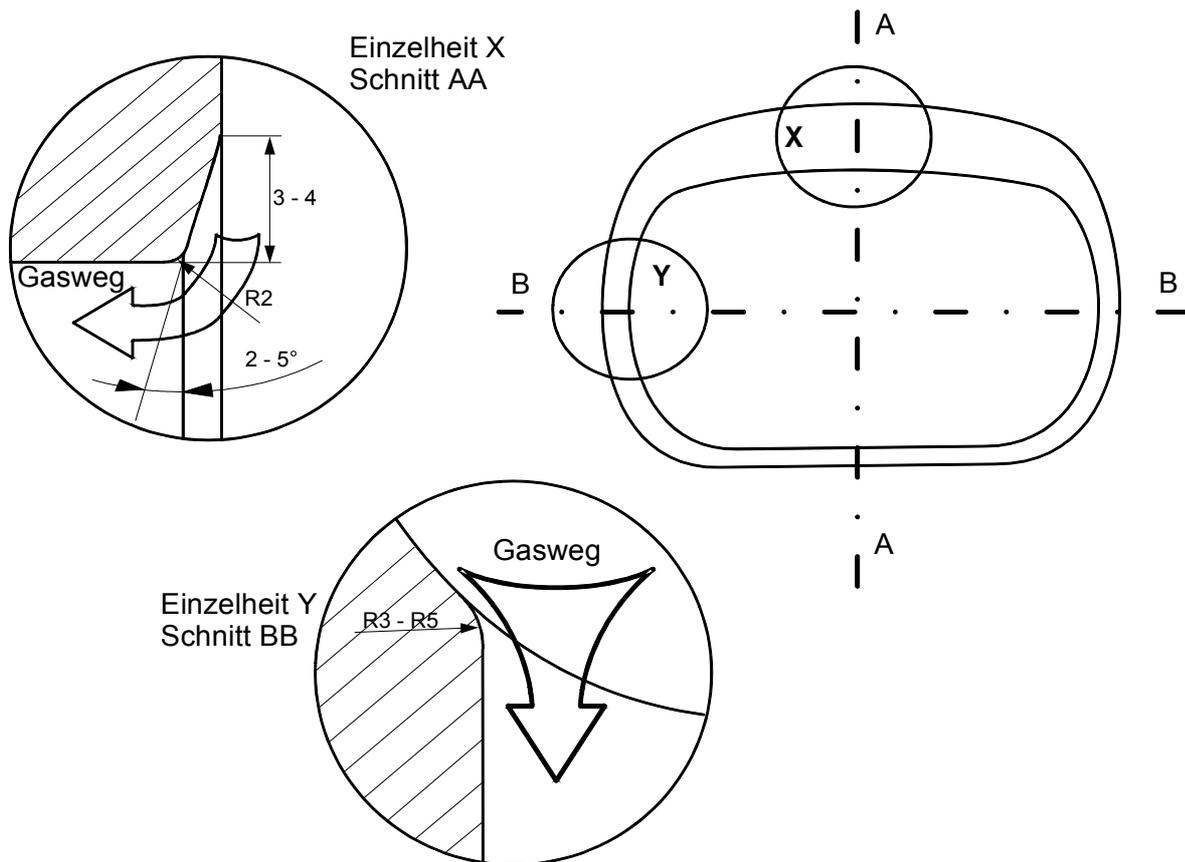


Bild 65 : Gestaltung des Auslassschlitzes an der Laufbuchse

Danach muss man die Power-Valves an die vergrößerte Kanalform und die höhere Auslassoberkante anpassen. Es wäre allerdings falsch, jedes Ventil für sich allein zu bearbeiten, denn dann kann es passieren, dass im Montagezustand die Walzen gegeneinander verdreht sind und ein Kanal nicht ganz öffnet.

Man setze also beide Zylinder mit Walzen und Klemmstück (zur Walzenverbindung) auf den Zylinderkopf und ziehe je ein oder zwei Zylinderkopfschrauben fest. Dann erst lassen sich die Paßungenauigkeiten erkennen und beheben!

Während der Bearbeitung sollte man immer mal den Fortschritt kontrollieren. Am Ende sollten beide Walzen synchron in die Kanalform passen und gleichzeitig öffnen und schließen.

Nach dem Einbau der Zylinder müssen die Seilzüge so eingestellt werden, dass diese Passform sich bei eingeschalteter Zündung (offene Walzen) ergibt. Das lässt sich vor Anbringen der Auspuffanlage gut mit dem Finger oder durch einen Blick in den Auslass kontrollieren.

Die Seilzüge sollten dabei gerade so straff gespannt sein, dass der Servomotor die Walzen noch ohne hörbare Anstrengung bewegen kann. Bei zu kleinem Spiel der Bowdenzüge fängt der Motor an zu leiern, bzw. er läuft deutlich langsamer.

Die Walzen bleiben bei stehendem Motor auf der oberen Stellung (Ruhestellung = offen). Beim Einschaltvorgang sollten sich die Walzen (auf der Seilzugseite) erst im Uhrzeigersinn und dann wieder zurück in die obere Stellung bewegen.

Als krönender Abschluss sind alle bearbeiteten Flächen auf Hochglanz zu polieren. Das geschieht zweckmäßigerweise mit der hochtourigen Kleinbohrmaschine in mehreren Stufen. Die erste Glättung geht mit 60'er Schmirgelleinen noch recht fix, aber je feiner das Papier, desto länger dauert die Bearbeitung. Der letzte Arbeitsgang erfolgt dann mit feiner Stahlwolle.



Bild 66 : Blick in den Auslasskanal (Walze angeglichen und poliert)

### 2.10.2 Walzenlagerung

Die Walzenlagerbuchsen werden im Serienzustand mit MoS<sub>2</sub>-Fett in die Bohrung im Zylinder eingesetzt. Eine bessere Methode ist, die Buchsen mit Dirko einzukleben: Zunächst müssen die Buchsen und die Bohrungen im Zylinder mit Spiritus entfettet werden. Als nächstes müssen jetzt die Walzen an den Lagerstellen gefettet und in den Zylinder eingesetzt werden. Dann trägt man am Außendurchmesser der Lagerbuchsen Dirko auf (Lagerflächen fetten!) und setzt die Buchsen in den Zylinder ein. Die Schraube für das Halteblech (M5x12) wird mit Schraubensicherung eingesetzt! Das verhindert erstens das Verlieren der Schraube und zweitens das Ausschlagen der Bohrung, wenn das Halteblech sich doch löst (und hält auch noch 100% -ig dicht).

Beim Yamaha Händler gibt es für die Buchsen O-Ringe in zwei Farben: Orange und Schwarz. Die schwarzen Ringe haben ein leicht größeres Maß und sind für die inneren Buchsen gedacht. Die Orangen sind für die beiden Buchsen außen vorgesehen.

Buchsen mit integrierter Halterung (ca. 80,- Eur.) liefert Emil Schwarz aus Schorndorf. Diese Buchsen können das Blech nicht verlieren und haben geringeres Laufspiel als die Serienteile.

Achtung: „Spielfrei“ darf es nicht sein, denn die Bohrrunden der Walzen fluchten nicht und wenn kein Spiel vorhanden ist, klemmt es beim Anziehen der Verbindung.

Bei der Demontage muss man die Buchsen mit zwei Schraubendrehern aushebeln oder, nach Entfernen der äußeren Walzenhälfte, die innere mit einem Stück Holz austreiben.



Bild 67 : Innere Lagerbuchsen der Walzen (Links: Original mit Halteblech und Adapter für Jolly-Moto-Auspuff; Rechts: Schwarz-Buchse mit Halter)

### 2.10.3 Auspuffanlagen

Wenn man schon das Geld für einen Auspuff in die Hand nimmt, dann aber bitte für einen, der auch Leistung bringt.

Vorweg: Die Flansche aller Anlagen sind am Zylinder mit Federn befestigt und da suppt dann nach mehr oder weniger kurzer Zeit immer die schwarze Brühe raus. Egal ob Einrohr, Zweirohr, O-Ring oder wie auch immer abgedichtet.

So ganz schrauberfreundlich ist das mit den Federn auch nicht; jeder, der hier bei der Montage schon mal mit der Zange oder dem Schraubendreher abgerutscht ist, weiß, was ich meine!

Weiteres Manko ist oft die Passform, denn Yamaha hat Toleranzen und je nachdem für welche RD die Anlage genau angepasst ist, kann sie bei einer anderen hier und da „klemmen“. Man muss dann ggf. mit einem Hammer die Anlagen eindellen, damit sie genügend Freigang haben.

Die bekanntesten und am längsten am Markt befindlichen wären die Jolly Moto Anlagen aus Italien.

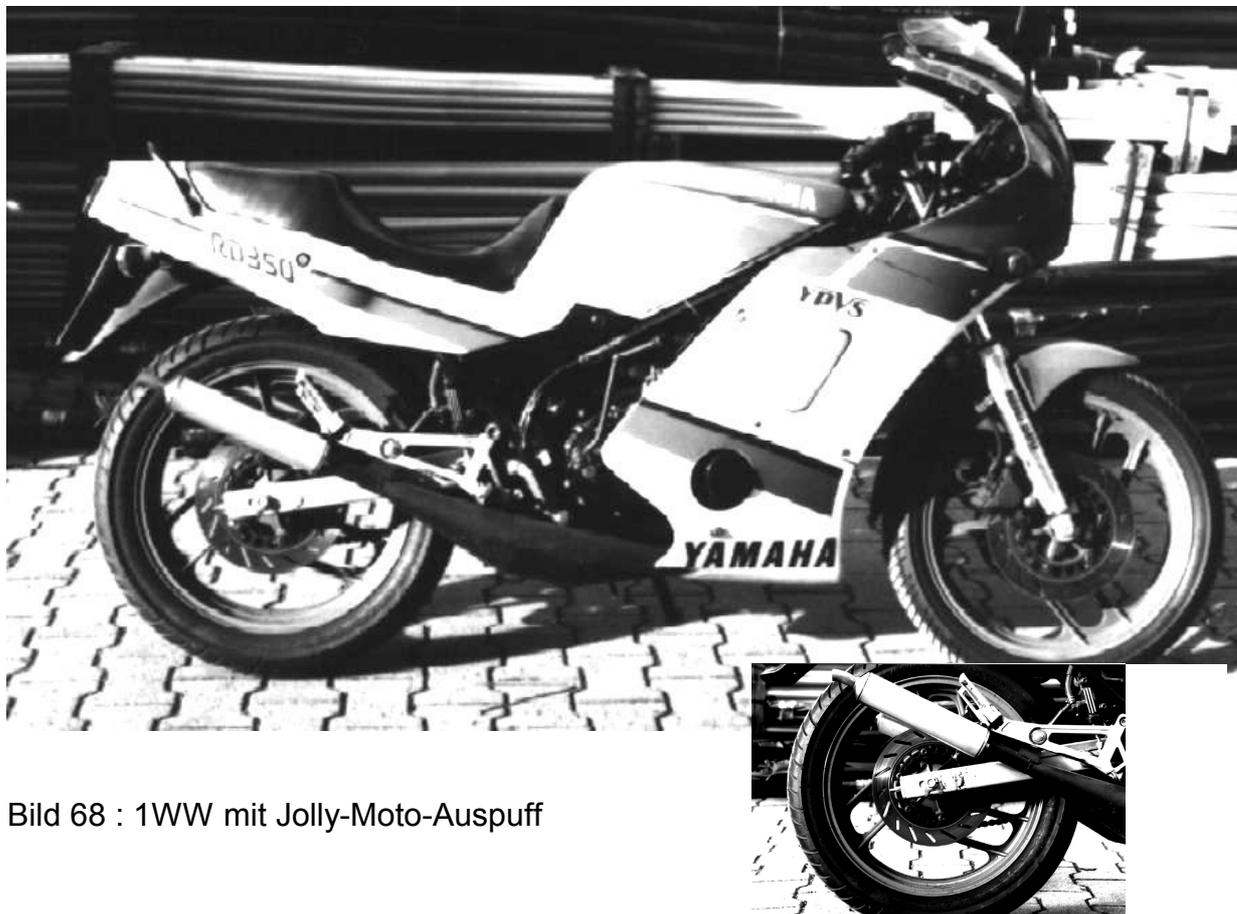


Bild 68 : 1WW mit Jolly-Moto-Auspuff

Sie sind aus Normalstahl (= muss lackiert werden) und haben über die Jahre Überarbeitungen am Schalldämpfer und den Abmaßen bekommen.

Es gibt sie auch in einer GP-Ausführung mit beiden Schalldämpfern auf der rechten Seite.

Untenrum geht nicht zu viel verloren, und für Rennbirnen ist die Anlage recht leise. Die Töpfe passen allerdings nicht so ganz sauber an das Motorrad (Original-Haltepunkte)

Der Seitenständer geht mit seiner Feder nur knapp an der linken Birne vorbei; ich habe eine dünnere eingebaut. Zusätzlich muss man entweder den Hauptständer weglassen, oder eine Lasche an den Auspuff braten, damit der Ständer nicht an die Federbein-Hebelelei schlägt.

Von Marco Böhmer ([www.sonic-speed.net](http://www.sonic-speed.net)) gibt es unter dem Label Soni-X die Evo III. Sie soll eine sehr gute Passform haben und ist hochwertig verarbeitet (Verstärkungsbleche, austauschbarer Stinger-Einsatz, EGT-Anschluss).

Leistungsmäßig soll sie zu den besten gehören.



Bild 69 : SoniX Evo III

In 2013 hat [www.dn-performance.de](http://www.dn-performance.de) einen RD Auspuff heraus gebracht, der alles bis dahin vorhandene in den Schatten stellen sollte. Der Auspuff hat über das gesamte Drehzahlband Leistung; davon konnte ich mich persönlich im Rahmen einer Probefahrt überzeugen.

Er ist von der Abstimmung her als Plug&Play konzipiert und funktioniert an vielen RD's ohne zusätzliche Maßnahmen. (Das Test-Moped war z.B. nicht auf den Pott abgestimmt, sondern er wurde von einem anderen umgeschraubt.)

Leider gab es mit den fertigen Anlagen Probleme mit der Passform (z.B. unsymmetrische Schalldämpfer) und einen sehr unerfreulichen Forums-Hickhack. In der Folge gibt es diese Anlage nur noch direkt vor Ort incl. Anbau und Abstimm-Service.



Bild 70 : DN Prototyp beim RD Treffen Lichtenberg 2012

In England vertreibt Ken Gubbins selbst berechnete und gefertigte Auspuffe unter dem Label TSA ([www.twostrokeaddicts.co.uk](http://www.twostrokeaddicts.co.uk)). Es gibt sie für RD350YPVS und LC und Kundenmeinungen sowie Leistungsmessungen bestätigen dass sie gut funktionieren.

Die Philosophie ist nicht mgl. hohe Drehzahl, sondern Druck von unten.  
 Seine Spezialität: Er verwendet verzinktes Stahlblech, so dass die Anlagen nicht so rosten wie mit dem üblichen unbehandeltem Tiefziehblech.  
 Wahlweise sind die Anlagen auch in Edelstahl erhältlich.



Bild 71 : TSA Auspuff

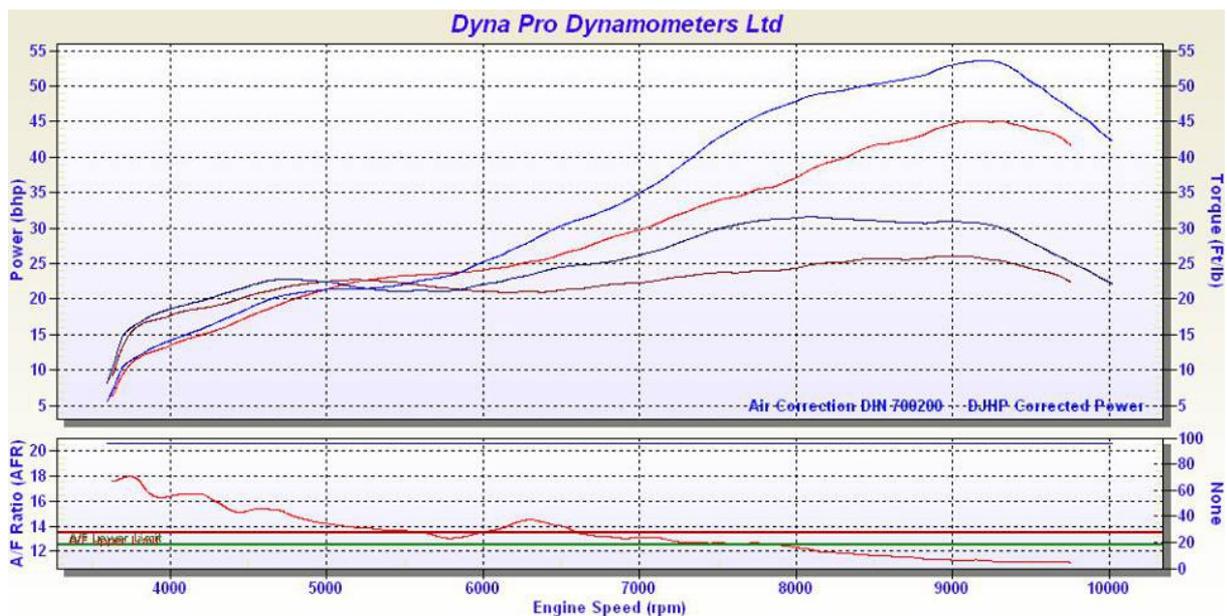


Bild 72 : Leistungsmessung TSA Auspuff (Vorher / Nachher)

Seit ca. 2000 kann man JL Auspuffanlagen ([www.jl-exhausts.com](http://www.jl-exhausts.com)) in Deutschland bekommen.

Jim Lomas war in den 80'ern bekannt für seine sehr guten TZ-Auspuffanlagen.

Was mir persönlich am besten gefällt, ist die Variantenvielfalt. Es gibt die Anlagen in Normal oder GP-Ausführung, Stahl oder Edelstahl und mit VA oder Carbon-Dämpfer. Alle Anlagen sind sehr gut verarbeitet – besonders in VA eine echte Augenweide!

Leistungsmäßig schwanken die Anlagen leider etwas, so dass man eine erwischen kann, die gut funktioniert, aber leider auch eine, die nicht so gut funktioniert.



Bild 73 : JL (SoniX) GP-Anlage in Edelstahl mit Carbondämpfer



Bild 74 :Micron Hypower-Auspuff an der RD 350 LC

Bei der RD 350 LC ist der Original-Auspuff so schlecht, dass fast jeder Auspuff mehr Durchzug und / oder mehr Spitzenleistung bringt. So z.B. die 31K / 1WW-Anlagen, die Figaroli von Dörr oder die Sebring. Bei der 250'er ist die Sebring sogar für die Entdrosselung auf 38 PS geeignet und hat zudem eine ABE. Mit den Racing-Dämpfern entlockt sie beiden Modellen mehr Leistung (und leider auch mehr Lärm)

Eine kleine, aber doch spürbare Verbesserung kann man bei der 31K und bei der RD 350 LC erreichen, wenn man die originalen Schalldämpfereinsätze mit dämpfendem Material umwickelt. Im dünneren Teil kann man den Dämpfer mit Blumendraht und z.B. Glas- oder Steinwolle (Baumarkt, Götz) sehr fest umwickeln, so dass sich ein gleichmäßiger Außendurchmesser ergibt.

Das verringert das Auspuffgeräusch und bewirkt einen besseren Drehmomentverlauf im mittleren Drehzahlbereich.



Bild 75 : Schalldämpfer 31K (mit Glaswolle umwickelt)

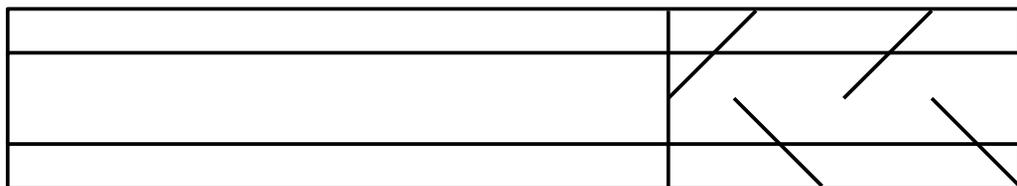
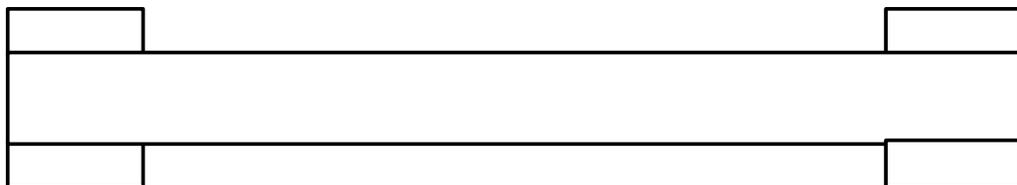
Wer es ein klein wenig lauter mag, kann die Schalldämpfer der LC bzw. 31K mit ein wenig Geschick leicht abändern bzw. neu anfertigen. Man entfernt das perforierte Rohr und das Interferenzteil und ersetzt das Ganze durch ein durchgehendes perforiertes Rohr (aus Lochblech biegen, Innen- $\emptyset$  wie gehabt ca. 21-22 mm). An das

hintere Ende muss noch eine Verdickung, damit der neue Dämpfer nicht im Auspuff klappert.

Zur Senkung des Geräuschpegels muss man aber noch mit Steinwolle arbeiten. Sie wird mit Draht **fest** um das perforierte Rohr gewickelt.

Als Ergebnis hat man dann einen etwas dumpferen Sound, der beim (jetzt spritzigeren) Beschleunigen erst richtig gut klingt. Vor allem im mittleren und oberen Drehzahlbereich macht sich der größere Durchsatz bemerkbar. Zusätzlich senkt diese Maßnahme die Abgastemperatur, was besonders bei der 31K wichtig ist.

### Modifiziert



### Serie

Bild 76 : Schalldämpfermodifikation 31K/4L0

An mehreren 1WW's habe ich beobachtet, dass Maschinen, die im Neuzustand bis  $9500 \text{ min}^{-1}$  gedreht hatten, nach gewisser Kilometerleistung nur noch bis  $9000 \text{ min}^{-1}$  drehen. Abhilfe schaffte ein 31K-Auspuff, mit dem der Motor sofort bis  $10000 \text{ min}^{-1}$  hochdrehte; mit der Jolly-Moto sogar über  $11000 \text{ min}^{-1}$ .

Meiner Meinung nach, ist das Folge von Ölkohleablagerungen im Endrohr der Auspuffbirnen, die leider durch Ausbrennen nicht beseitigt werden konnten. Der Auspuff wird in der Fertigung aus zwei Hälften zusammengesetzt und dann verschweißt. Das Endrohr hat dadurch einen Sechseckquerschnitt (In der Zeichnung ist das der  $\varnothing 20$ ) und die Querschnittsfläche ist durch die Toleranzen beim Schweißen mal größer und mal kleiner. Im Lauf der Zeit setzt sich genau an diesem kleinsten Querschnitt Ölkohle ab; bei einem 1WW Auspuff mit ca. 40.000 km war es ringsum gut ein Millimeter!

Mein Vorschlag zum Recycling zugesetzter bzw. zerschrammter 1WW-Anlagen: Man trenne die Schalldämpfer ab (siehe ) und erweitere das Endrohr mit einem selbstgefertigten Dorn ( $\varnothing$  22 mm). Als Alternative kann man auch eine M22 Schraube mit einem Hammer in das Endrohr eintreiben und anschließend einfach wieder herausschrauben.

Danach schweißt man entweder die Originaldämpfer wieder an, oder montiert z.B. Carbondämpfer aus dem Rennsport. Ich habe beide Varianten ausprobiert; jede hat ihr Einsatzgebiet.

Die Variante mit Originalschalldämpfern erzeugte bei einer serienmäßigen 31K mit über 70.000 km auf der Uhr bei der ersten Fahrt den „Boaahh Ehy“ Effekt. Der Motor wurde ungemein spritzig beim Beschleunigen und im Durchzug. Die Enddrehzahl stieg von vorher  $8.500 \text{ min}^{-1}$  auf jetzt  $9.500 \text{ min}^{-1}$ .

Das hat mich überzeugt auch meine – eigentlich ganz gut laufende – 1WW Anlage zu bearbeiten. Der Effekt war ähnlich gut: Im mittleren Drehzahlbereich lief sie wesentlich spritziger, die Enddrehzahl blieb in etwa gleich (ca.  $10.000 \text{ min}^{-1}$ ).

Dickes ABER: Alle Modifikationen der 1WW Anlage haben aber einen großen Nachteil. Sie vertragen sich bzgl. der Standfestigkeit nicht wirklich mit großen Vergasern. Marco Böhmer hat so ziemlich alle Varianten durch, aber sowohl die 30'er als auch die 34'er Mikunis liefen mit der Jolly bzw. Sonix deutlich besser d.h. sie waren Vollgasfest.

Mit den 1WW Anlagen traten entweder Kolbenschäden aufgrund höherer Abgastemperatur auf, oder der Vergaser ließ sich nicht auf die Auspuffe abdüsen.

Mein Tip: Gleich eine komplette Rennbirne dran und ab zum TÜV zum Eintragen. Bei RD's vor 1989 ist es in der Regel kein Problem – es haben schon viele die Fahr/Standgeräuschmessung machen lassen und viele Auspuffe erfüllen die damals geltenden Grenzwerte. Zusätzlich kann man sich dann auch gleich die Vergaser und höhere Leistung eintragen lassen. Danach entfällt jegliches schlechte Gewissen bei der Polizeikontrolle ...

Mein Eigenbau-Auspuff ist z.B. mit Dämpfern einer Aprilia RS250 (mit e-Zeichen) in der Fahrgeräuschmessung mit 82 dB gemessen worden. 83 dB ist der Grenzwert, bis zu 84 dB wären in der Messung toleriert worden.

Jolly-Dämpfer waren nur 1-2 dB lauter als die Aprilias, aber die wollte mein TÜV Prüfer wg. fehlender Kennzeichnung nichts eintragen.

### 2.10.4 Auspuff-Bau

Dieses Kapitel beschäftigt sich primär mit der Fertigungstechnik zum Bau von 2-Takt Auspuffanlagen und soll Einsteigern die Angst nehmen es selbst zu versuchen. Seit Mitte 2011 habe ich mich mit dem Bau von Auspuffanlagen beschäftigt und seitdem selbst ein halbes dutzend Anlagen für diverse RD350 & RD500 gebaut.

Ich selbst bin in dieser Sparte kompletter Autodidakt und habe nach dem Kauf eines einfachen & günstigen WIG-Gerätes einfach mal losgelegt.

Um am Anfang das „Problem“ der richtigen Auslegung zu umgehen habe ich die Maße einer bestehenden Anlage zur Absenkung der Drehzahlen verlängert.

(Diese Verlängerung wurde vorher an einer Testmaschine im Versuch beurteilt und sie hatte dort die gewünschte Wirkung.)

#### 2.10.4.1 Mögliche Ergebnisse

Die hier beschriebene Anlage wurde an mehreren RD's (YPVS & LC mit YPVS Motor) gemessen und sie lagen zwischen 64 und 70 PS am Hinterrad.

Zum Vergleich: Eine Serien-RD hat ca. 45-50 PS am Hinterrad.

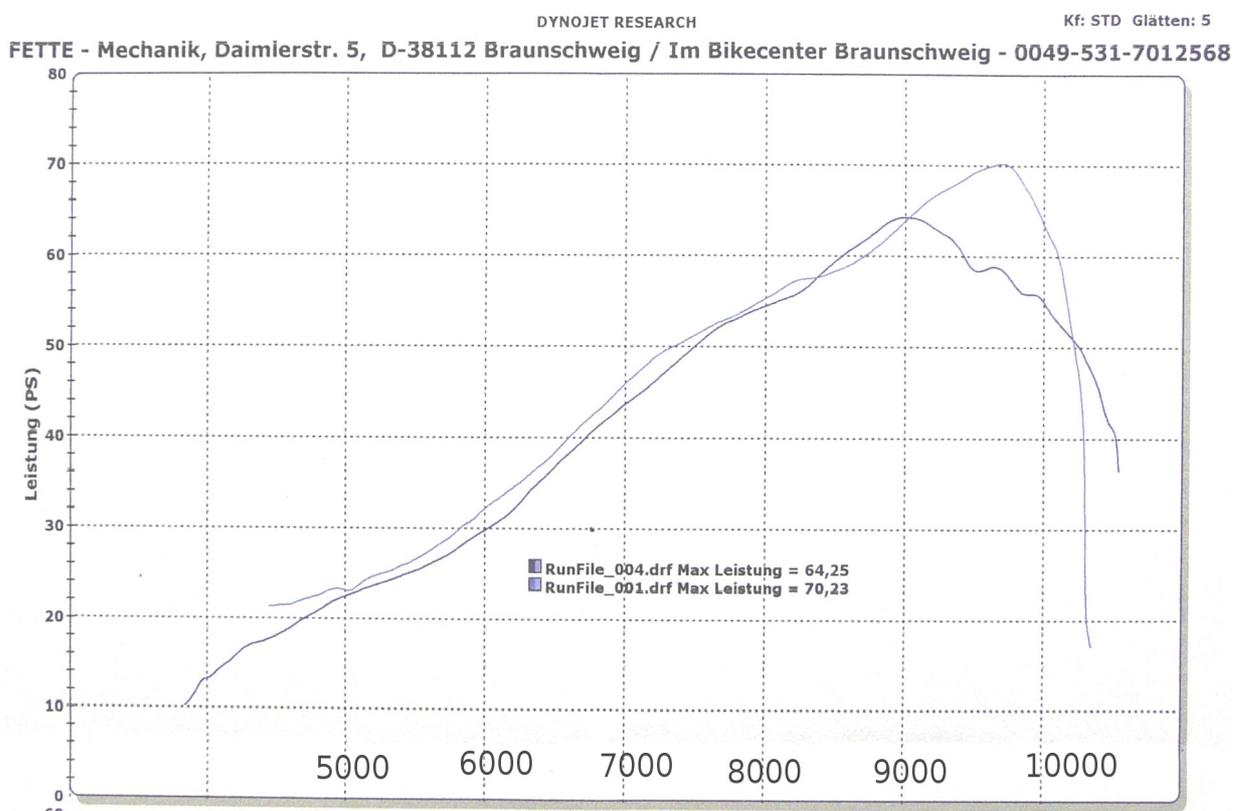


Bild 77 : Leistungsmessung von 2 RD350YPVS aus 10/2011

Durch das Alter der RD's ist das durchaus TÜV-fähig. Meine RD bestand die vorgeschriebene Fahrgeräuschmessung sogar 2dB unterhalb der zulässigen Grenze. Allerdings nur, wenn man den originalen Luftfilterkasten mit allem Innenleben verwendet.

Dafür muss man dann ca. 250-300 Eur an Kosten einplanen.

#### *2.10.4.2 Werkzeuge*

Für den Auspuffbau sind folgende Werkzeuge/Hilfsmittel nötig:

- Computer & Software zum Layout & Drucken der schräg angeschnittenen Konen.
- Geeignetes Schweißgerät (Bevorzugt WIG, MAG & Autogen geht eingeschränkt)
- Passenden Schweißzusatzwerkstoff (Draht ca. in Blechstärke)
- Schweißhelm mit Automatik-Glas (= beide Hände frei !)
- Blechschere (bevorzugt auch elektrisch)
- Rollenbiegemaschine
- Schleifteller bzw. Bandschleifer
- Stangenmaterial mit angeschweißten Kugeln in verschiedenen Größen
- Hammer, Zangen

Hilfsmittel:

- Schmirgelleinen Körnung 60 ... 1000
- Blaupapier & Zeichenkarton
- Übungsbleche (gerade & gerollt)
- Reichlich Schutzgas (2 Auspuffanlagen = ca. 10-15 l Argon)

#### *2.10.4.3 Das Konzept*

Zuerst benötigt man ein brauchbares Auspuff-Design. Das kann von einer bestehenden Anlage schlicht mit dem Maßband abgenommen werden (ich nenne das „die chinesische Methode“) oder aus anderen Quellen wie z.B. Internet, Tuning-Software oder eigene Ideen.

Dieses Layout ist im Normalfall „gerade“, d.h. Man muss die nötigen Radien durch aufteilen in kleinere Segmente und anschrägen an den Enden erreichen.

Eine brauchbare Methode für ein erstes Papierlayout ist folgende:

Man schneide einen Kupferdraht (z.B. 2.5 mm Erdungsleitung) aus die Länge die der Auspuff insgesamt bekommen soll. Durch Anhalten ans Moped und Biegen bringt man den in die richtige Form.

Diese 3D Form kann man in mehreren Teilen auf einen großen Bogen Papier übertragen und dort die nötigen Winkel messen.

Beispiel: Der Header des Auspuffs soll 288 mm lang werden, also markiert man die Stelle auf dem Draht bei 288 mm. An dieser Stelle misst man den Winkel bezogen auf die Start-Richtung. In unserem Beispiel lassen wir es mal 111 Grad sein.

Jetzt muss man entscheiden wie viele Abschnitte man braucht. Als Faustregel kann man nehmen, dass pro Trennstelle nicht mehr als 20 Grad anliegen sollten – hier kämen wir also mit 6 Segmenten aus.

Sanftere Übergänge bekommt man aber wenn man weniger Winkel pro Trennstelle hat – d.h. in mehr Segmente aufteilt (hier wurden 8 gewählt).

Das trägt man in eine Tabellenkalkulation ein und rechnet mit Hilfe des Strahlensatzes aus in welchem Abstand welche Durchmesser genommen werden müssen.

(Wer das nicht hinbekommt, kann sich den Gesamt-Kegel in der Seitenansicht auf ein Blatt aufzeichnen, in den gewünschten Abständen Trennlinien einzeichnen und dort einfach die nötigen Durchmesser mit dem Lineal ermitteln ....)

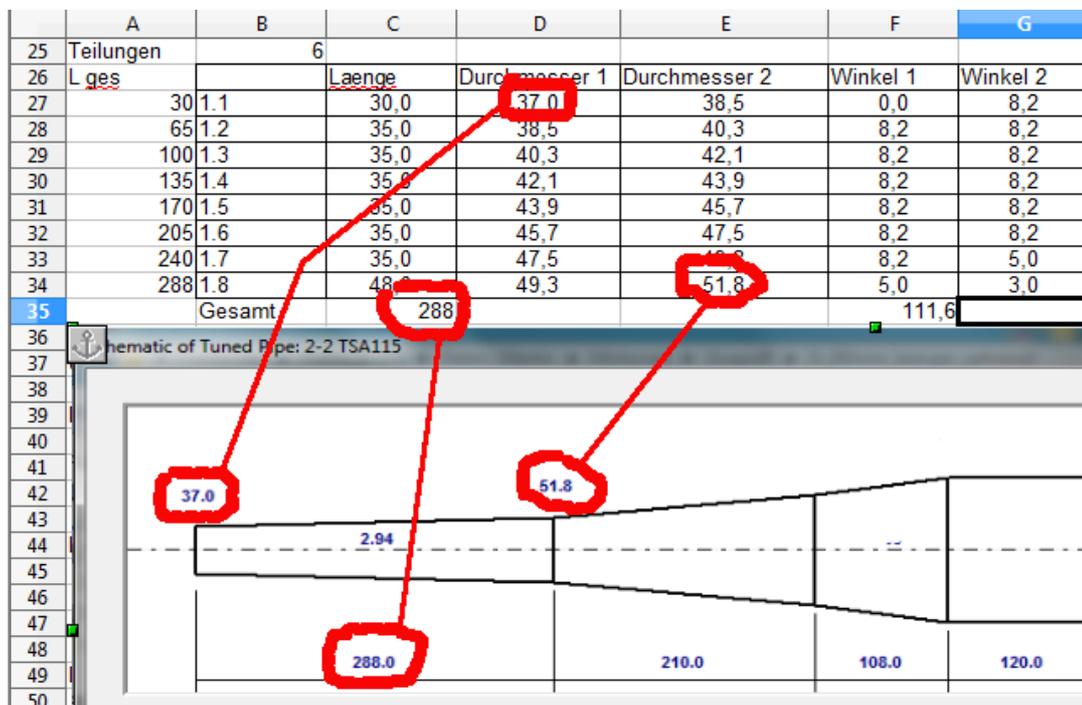


Bild 78 : Layout-Tabelle zur Ermittlung der Einzel-Konen.

Achtung: Jede Trennstelle muss auf jeder Seite den gleichen Winkel haben. Der Grund ist ganz einfach, dass die Trennfläche eine Ellipse ist, die vom Winkel abhängt. Unterschiedliche Winkel = unterschiedliche Ellipsen = Problem beim Verschweißen weil Spalt verbleibt ...

An diesem Punkt hat man die Maße seiner Kegel und muss die „nur“ noch auf Papier / Pappe bringen.

Das Layout der Kegel geht mit der Software „cone“ für lau: <http://www.pulserate.com/> Maße eintragen, auf Papier drucken und mit Blaupause auf Pappe übertragen. Anschließend „biegen“, kleben und am Motorrad testen ob es passt..

Bei der Modellierung der RD350 Anlage in Pappe ist mir unangenehm aufgefallen, dass die linke Seite entweder an der Kette oder auf der Straße schleift.

Beides ist irgendwie unerwünscht.

Eine mögliche Lösung: Man kreuze die Anlagen, so dass der linke Auspuff einen „Umweg“ um den Rechten machen muss.

Durch den längeren Weg am anderen Krümmer vorbei (ca. 160 mm) kann der linke Pott sehr lange unter dem Motor bleiben. So kommt man erst mit dem Gegenkonus im Bereich der Kette an und das passt dann sowohl von der Schräglage als auch mit der Kette.



Bild 79 : Krümmer in Pappe und original Yamaha

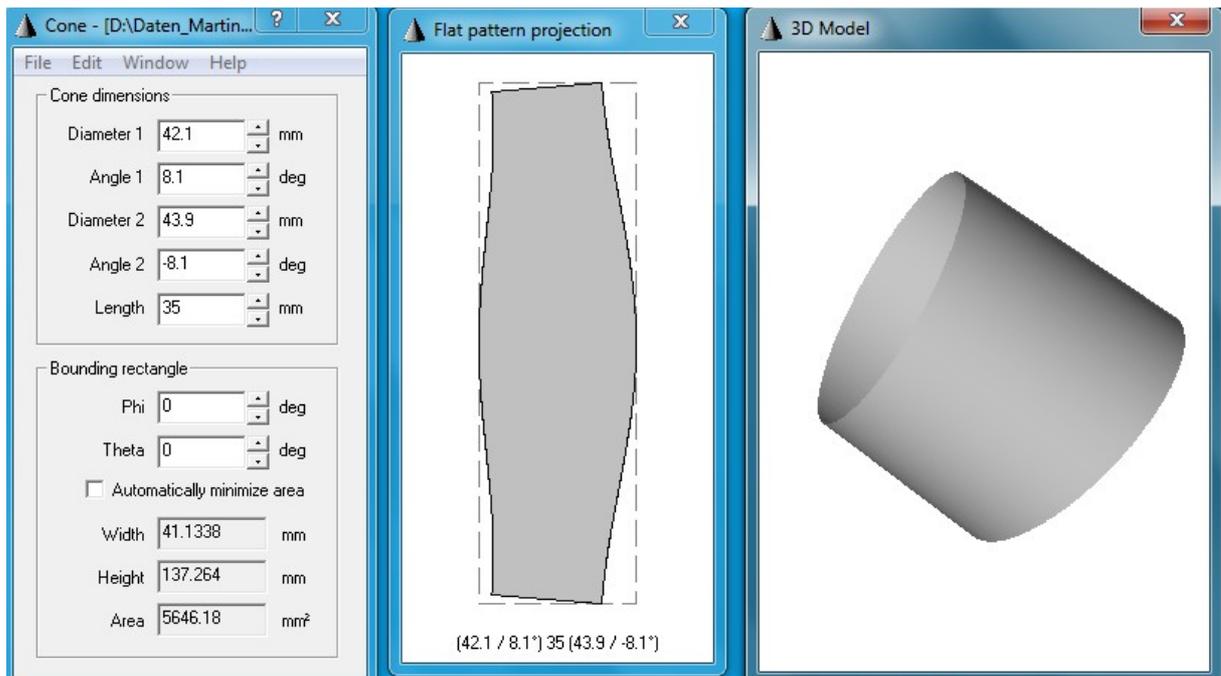
Bild 80 : Screenshot Software „Cone“ von <http://www.pulserate.com/>

Bild 81 : Auspuff-Konzeptmodelle in Pappe bzw. Stahl/Pappe-Mix

Die gewünschte Richtung des Verlaufes kann man auch durch Verdrehen der einzelnen Konen gegeneinander bekommen.

Die Papp-Konen haben übrigens noch einen entscheidenden Vorteil: Man kann sehr leicht sie mit der Schere passend schneiden, wenn es noch nicht so passt wie es soll.

Der „Verlauf“ der Anlage ist übrigens nicht die einzige Problemzone. Man muss z.B. auf die Schräglagenfreiheit achten oder auch auf im Weg stehende Umlenkhebel, Ständer und Ähnliches.

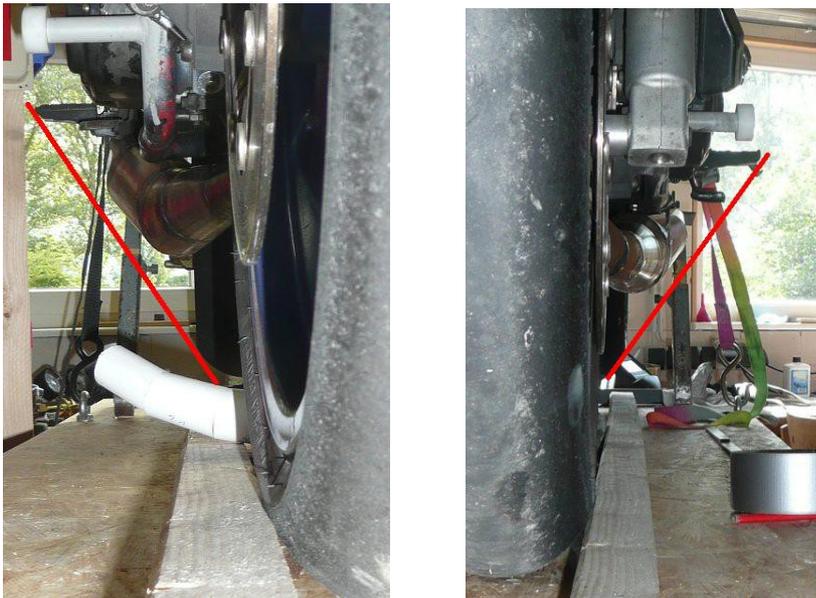


Bild 82 : Schräglage Rechts/Links



Bild 83 : Problemzonen Umlenkung & Seitenständer

Die nötigen Winkel-Änderungen überträgt man am Ende ins Cone, so dass das digitale Modell aktuell bleibt.

#### 2.10.4.4 Blecharbeiten

Nachdem die Konzept-Daten stehen, hat man zwei Möglichkeiten die Anlage „in Blech“ zu bekommen.

- 1) Mit Cone dxf-Dateien exportieren und zu einem Betrieb für Laserschneiden bringen.
- 2) Ausdrucken, auf Blech übertragen und mit Blechschere ausschneiden.

Punkt 2) ist einfach. Das hat man schon beim Konzept gemacht, nur das diesmal eine Tafel Blech drunter liegt.

Das Ausschneiden muss sehr sauber erfolgen, weil sonst später kleine Spalte verbleiben, die beim Schweißen Löcher verursachen können.

Die gerade Kante der geschnittenen Stücke muss wirklich sehr gerade sein, damit nach dem Biegen das ganze auf der ganzen Strecke eben und ohne großen Spalt anliegt.

Für Punkt 1) kann es ggf. nötig sein mehrere Teile auf ein Blech zu bekommen oder z.B. kleine Stege einzubauen, damit die Teile nicht raus fallen.

Das geht z.B. mit der Software „DraftSight“ - eine freies CAD des renommierten Anbieters Dassault (Catia)

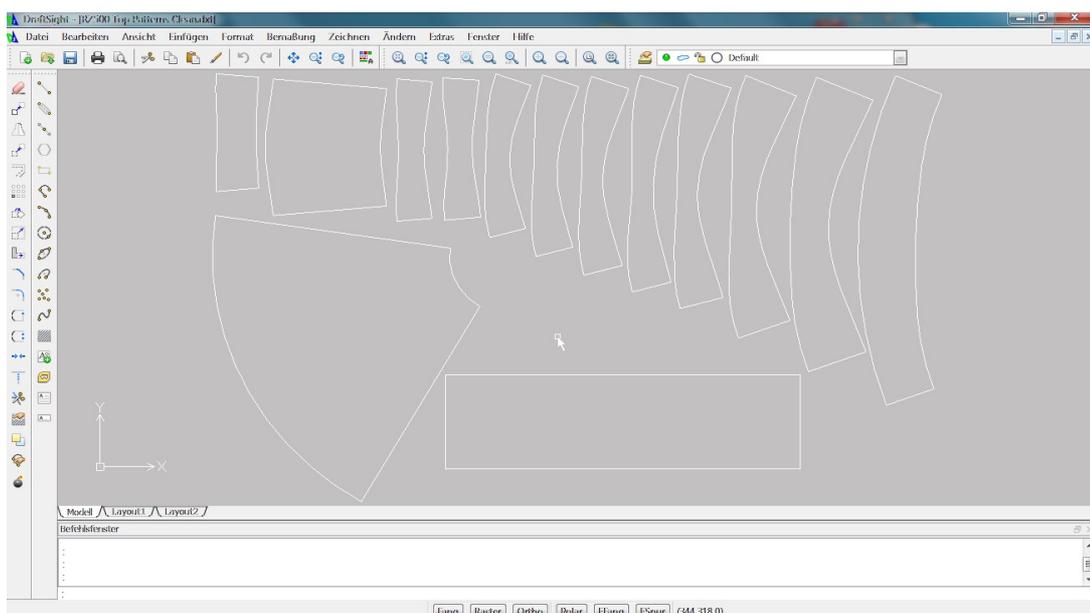


Bild 84 : Screenshot Software DraftSight



Bild 85 : Handgeschnittene Bleche



Bild 86 : Laser-geschnittene Bleche

In beiden Fällen sollte das Material der Wahl DC01 („Tiefziehblech“) in ca. 0.8 – 1.0 mm Dicke sein.

Das lässt sich gut biegen, verformen und schweißen. Der fertige Auspuff ist ausreichend stabil und trotzdem sehr leicht.

Beispiel: Ein JL-Auspuff für die RD350 wiegt ca. 5 kg. Mein Eigenbau hatte 5,5 kg; der originale 1WW Auspuff wiegt ca. 11 kg.

Edelstahl in der gleichen Dicke weist eine erheblich höhere Materialfestigkeit auf. Damit lässt es sich schon mal deutlich schlechter biegen (federt nach Biegevorgang wieder um einen Betrag zurück).

Außerdem ist die Edelstahl-Schmelze beim Schweißen „dünnflüssiger“, d.h. man hat schneller Löcher fabriziert.

Das Biegen der Konen geht mit einer Biegemaschine am besten. Diese gibt es ab 150 Eur günstig beim eBay.



Bild 87 : Rollenbiegemaschine

Sie besteht aus drei Rollen – zwei zur Führung und eine zur Einstellung des Biegeradius. Die Führungsrollen werden entsprechend der Blechdicke eingestellt, damit man per Drehung der Kurbel das Blech zwischen den Rollen auch transportieren kann.

Danach stellt man die hintere Rolle so ein, dass sich eine leichte Biegung ergibt. Wenn man das Stück 1-2 mal durchgekurbelt hat, dann stellt man die hintere Rolle nach und wiederholt den Prozess bis das Teil rund ist und die Enden anliegen.

Bei VA muss es noch etwas weiter gebogen werden, weil das danach wieder zurückfedert.

Je konischer der Kegel, desto problematischer ist allerdings das Rollen.

Parallele Rollen erzeugen nämlich eigentlich nur einen Zylinder und keinen Kegel. Das kegelige bekommt man a) durch leichte Schiefstellung der hinteren Rolle und/oder b) durch manuelles Ausrichten des Teils während man es durchzieht. Das Teil wird dabei mgl. senkrecht zur Rolle geführt, so dass die Mantelfläche des fertigen Teils immer parallel zur Rolle steht.

Bei großen Teilen mit großem Durchmesser-Unterschied kann das recht anspruchsvoll sein. Der einteilige Gegenkonus bei meinen RD-Anlagen hat auf der einen Seite 30 mm und auf der anderen 103 mm.

Da kann man z.B. am kleinen Durchmesser mit einer Zange „bremsen“, so dass das Blech am einen Ende mehr eingezogen wird als am anderen.

Dazu sollte man die Führungsrollen recht straff einstellen, damit man mehr Kraft auf das Blech übertragen kann.



Bild 88 : Gerollte Rohteile

Die andere Methode wäre z.B. mit der Hand am größeren Durchmesser zu drücken, so dass es dort mehr eingezogen wird als am anderen Ende. Hierbei müssen die Rollen eher etwas loser eingestellt sein, da man das Blech sonst nicht per Hand durchgeschoben bekommt.

Als ideales Ergebnis ist der Konus schön rund und die Trennfuge parallel und unter leichter Spannung anliegend.

#### 2.10.4.2 Schweißtechnik

Das Schweißen der Bleche geht im Prinzip mit vielen Methoden wie z.B. MAG oder Autogen. Das definitiv beste Ergebnis erreicht man aber mit WIG-Schweißen (Wolfram-Inert-Gas)

Für Einsteiger findet man unter <http://www.weldingtipsandtricks.com> massenhaft Material (dort läuft es allerdings unter TIG welding = Tungsten Inert Gas).

Mich hat es z.B. darauf gebracht entgegen der üblichen Literatur die Nadel relativ weit heraus schauen zu lassen. Meist wird eine Nadelbreite empfohlen, also z.B. 2.4 mm bei einer 2.4 mm Nadel – mit gut 5 mm sieht man aber viel besser die Spitze und den Lichtbogen.

Auch mit der Brenner/Handhaltung sollte man experimentieren. Ich halte den Brenner schon mal eher wie einen großen Filzstift zwischen den Fingern und nutze ein Fußpedal weil man so sehr gute Kontrolle über den Lichtbogen hat.

Bevor man an seine guten gebogenen Bleche geht sollte man zunächst an Materialproben seine Einstellungen testen. Löcher gibt es sonst schneller als einem lieb ist ...

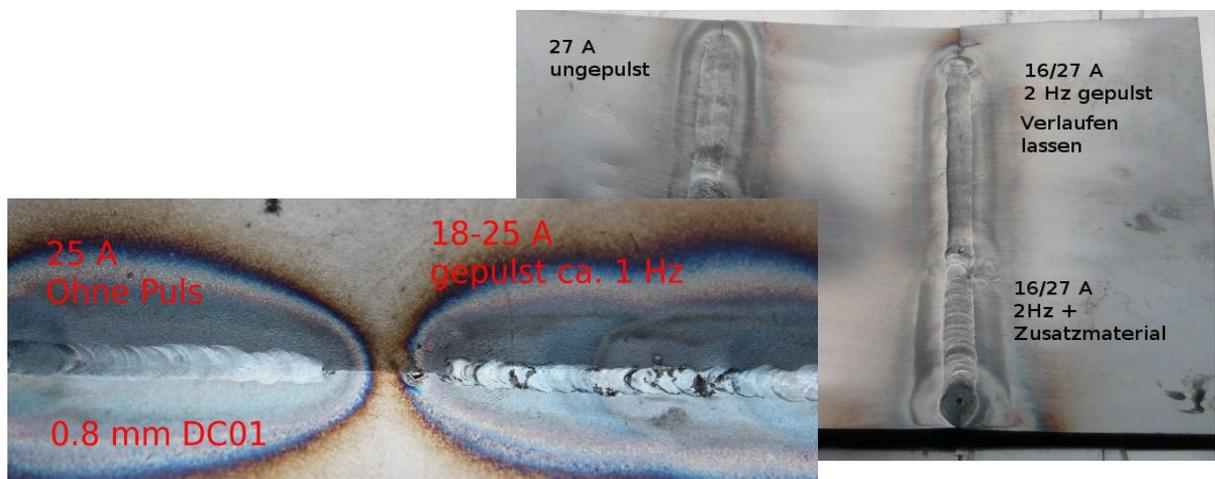


Bild 89 : Materialproben

Von den sonstigen Parametern wäre eine sehr geringe Stromstärke zu nennen. Für die o.g. Bleche lag es zwischen 15-35 A, teilweise auch gepulst (also zwischen einem geringeren und einem höheren Wert schwankend).

Die verwendeten Nadeln waren 1.0 - 2.4 mm. Je dünner die Nadel desto bessere Kontrolle des Lichtbogens und desto feinere Naht.

Für Stahl bevorzuge ich nach diversen Versuchen Nadeln vom Typ WL15 (Gold).

Bei hochwertigeren WIG-Geräten kann man 2-Takt und 4-Takt-Verfahren einstellen.

2-Takt: Drücken des Brennerknopfs = Lichtbogen aktiv, Loslassen = Abschalten

4-Takt: Drücken des Brennerknopfs = Lichtbogen aktiv, Loslassen = Lichtbogen bleibt aktiv, nochmaliges Drücken = Abschalten

Ich nutze für Heften und kurze Nähte das 2\_Takt Verfahren, für lange Nähte jedoch das 4-Takt. Insbesondere ist es bei 4T leichter den Brenner anders zu halten, weil man nicht dauernd mit einem Finger den Taster halten muss.

Als Gas wird Argon 4.6 mit ca. 5-7 l/min verwendet; das Ganze geht dann durch eine Düse der Größe 5-7.

Wenn man in Edelstahl oder gar Titan fertigen möchte, dann ist eine sogenannte Gaslinse sinnvoll. Diese gibt es in verschiedenen Größen und nach meinen Erfahrungen hat das auch Vorteile. Faustregel: Je größer, desto hübsch (= weniger Wärmeeinflusszone und Anlauffarben).

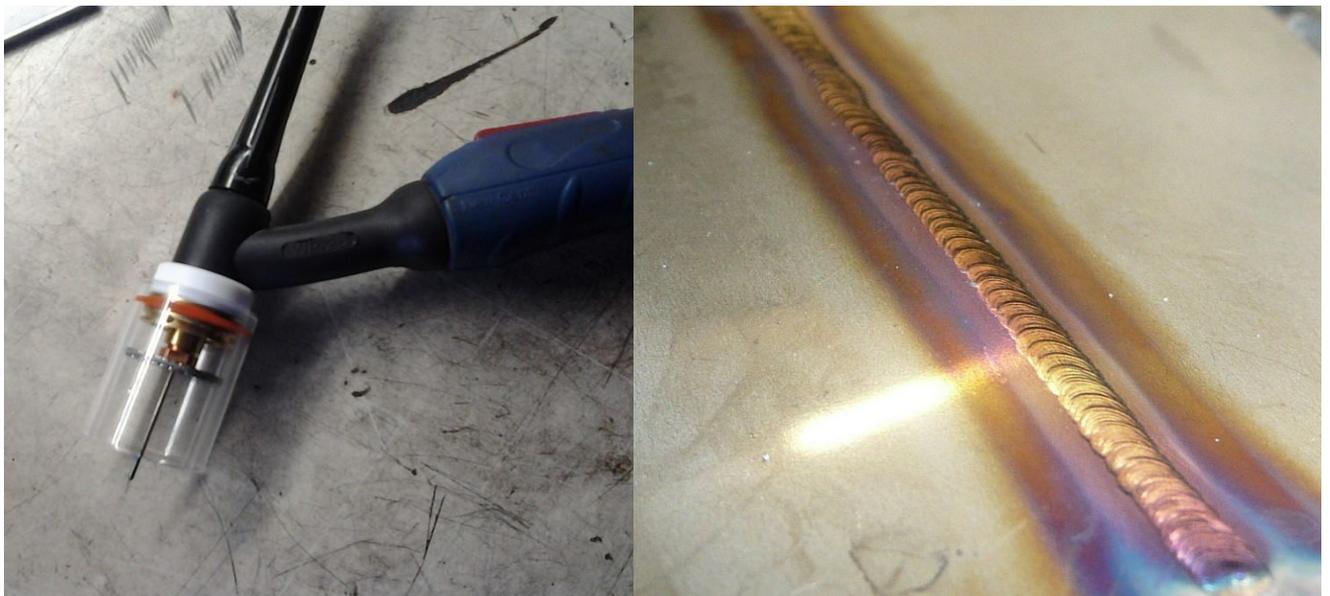


Bild 90 : Gaslinse XXL und zugehörige Materialprobe (VA)

Sehr wichtig für diese beiden Materialien ist das sogenannte Formieren, also das Fernhalten von Sauerstoff von der Rückseite der Naht.

Macht man das nicht, bildet sich auf der Rückseite von Edelstahl eine Blumenkohlartige Struktur, von der später Risse ausgehen. Zudem verschlechtert sie die Leistung, wenn man sie im vorderen Teil des Auspuffes nicht beseitigt.

Es verschiedene professionelle Wege (Formiergase, Formierpasten, Formierband), die alle sehr teuer sind. Für den Heimwerker ist es das einfachste die zu schweißende Anlage innen mit Argon zu fluten.

Ich habe dazu ein schlichtes T-Stück in den Gas-Zulauf des Brenners gesetzt und einen Teil des Argons in den Auspuff geleitet.

Erstaunlicherweise hat das Formieren der Rückseite auch einen positiven Einfluss auf die sichtbare Vorderseite. Sie wird glatter und die Anlauffarben sind weniger ausgeprägt.



Bild 91 : Innenseite in VA mit Formiergas (links) und „Blumenkohl-Bildung“ ohne Formiergas (rechts)

Mehr aus Interesse habe ich mich auch mal an Titan-Blech versucht, weil man immer liest, dass das so aufwendig sein soll.

Bzgl. Des Schweißens finde ich es sogar angenehmer als Stahl oder Alu, weil es sehr gut fließt und fast von alleine schöne Nähte entstehen.

Praxis-Tip zur Kostendämpfung: Titan-WIG Stäbe sind irre teuer. Ein in dünne Streifen geschnittener Blech-Rest tut es auch und kostet nix extra ...

Wichtig ist, dass man auf Anzeichen von Überhitzung achtet (blaue Anlauffarben), denn hier entstehen im Gefüge unerwünschte Strukturen, die später zu Rissen führen.



Bild 92 : Header in Titan

Der Haupt-Trick bei allen dünnen Blechen ist dass man die Naht so vorbereitet, das MÖGLICHST WENIG Spalt verbleibt.

Jeder sichtbare Spalt führt beim Schweißen leicht zu Löchern und man sollte das lieber mit mehr Vorarbeit verhindern, als später Löcher zu füllen. Falls man doch hier und dort einen Klecks benötigt, dann mit WIG Stäben mit kleinem Durchmesser wie z.B. 1.6 mm.

Wenn man ein Segment heftet, dann legt man es auf eine flache Unterlage so dass die Kreisfläche zum nächsten Segment dort aufliegt. Am Umfang drückt man es mit der einen Hand zusammen, die andere Hand setzt dann auf der Trennfuge mit dem Brenner 2 Punkte – bei langen Trennfugen auch mehr.

Anschließend wird das Segment über einen Dorn geschoben und die Naht mit dem Hammer exakt zusammen geklopft.

Danach kann man den Abschnitt sauber verschweißen – Am Anfang & Ende der Naht lässt man einige mm Platz, weil es sonst dort ein Loch gibt. Das macht man dann fertig, wenn das folgende Segment angeschweißt wird.

Danach schleift man die Trennflächen zu den angrenzenden Segmenten flach. Das geht z.B. mit auf den Tisch gelegten Schleifleinen und hin und her bewegen des Teils. Auch ein Bandschleifer leistet bei den kleineren Segmenten gute Dienste.

Für die großen Durchmesser eignet sich eine selbst gefertigte Schleifplatte (Rundes Al-Blech mit Schraube in Bohrmaschine gespannt)

Als Körnung eignet sich ca. 80 – 120 recht gut.

Wenn man die Segmente verbinden will, dann setzt man sie zunächst per Hand aufeinander und punktet sie dort an, wo die Kanten besonders gut zusammenpassen.

Dann hämmert man wie bei der geraden Trennfuge die Naht passend; nur dass hier die Kante einen Kreis beschreibt.



Bild 93 : Schleifplatte

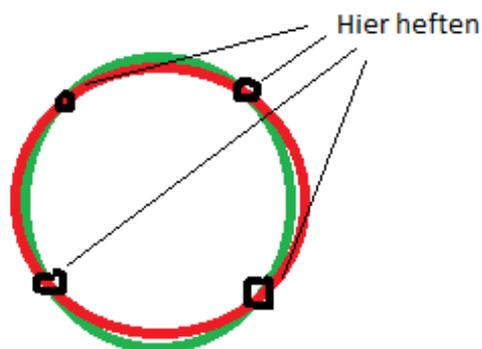


Bild 94 : Abschnitte heften



Bild 95 : Hämmern nach dem Heften und Ergebnis

Das geht am besten auf einer selbst gefertigten Vorrichtung: Auf ein 30'er Stangenmaterial verschweißt man Kugeln verschiedener Größen. Hier kann man die Abschnitte so drüber schieben, so dass die zu hämmernde Naht genau auf der Kugel liegt.



Bild 96 : „Zepter“ zum Hämmern der umlaufenden Nähte



Bild 97 : Fertige Schweißnaht vor/nach dem Hämmern

Heißer Tip: Kreuzfugen vermeiden; die geben hässliche Löcher. Dazu muss man die Segmente nur je einige mm nach rechts/links verdrehen.

Erst dann wird das Ganze wie gehabt verschweißt. Nur an den Stellen, wo Fugen sind, muss man ggf. kurz Zusatzmaterial zugeben.



Bild 98 : Verschweißte Segmente

Damit man eine reproduzierbare Referenz hat empfiehlt es sich zuerst den Flansch am Zylinder zu fertigen und von dort startend die Abschnitte zu verschweißen. Damit kann man auch den Verlauf noch feintunen.

Am einfachsten ist es, fertige Flansche von bestehenden Anlagen zu kaufen. Von Jolly-Moto gibt es z.B. Alu-Flansche mit O-Ring-Abdichtung für ca. 25 Eur/Stk.

Auch JL hat seine Flansche zum einzeln bestellen – das sind dann welche mit doppeltem Rohr (ohne Dichtring)

Meine eigene Version war die ganz einfache mit zwei ineinander passenden Rohrabschnitten.

Bei allen Flanschen wird der Auspuff durch je ein bis 2 Federn gehalten. Dieser Konstrukt sorgt für eine Schwingungs-Entkopplung von Zylinder und Auspuff.

Ein direktes Verschweißen des Auspuffs auf dem Flansch ist nicht ratsam. Die Vibrationen des Motors würden das in kürzester Zeit zum reißen bekommen.



Bild 99 : Zylinderflansche (Eigenbau)



Bild 100 : Zylinderflansche mit O-Ring (Oben: Jolly-Moto, Unten: JL)

Mit der o.g. Methode würde der Auspuff von Vorne nach Hinten wachsen.

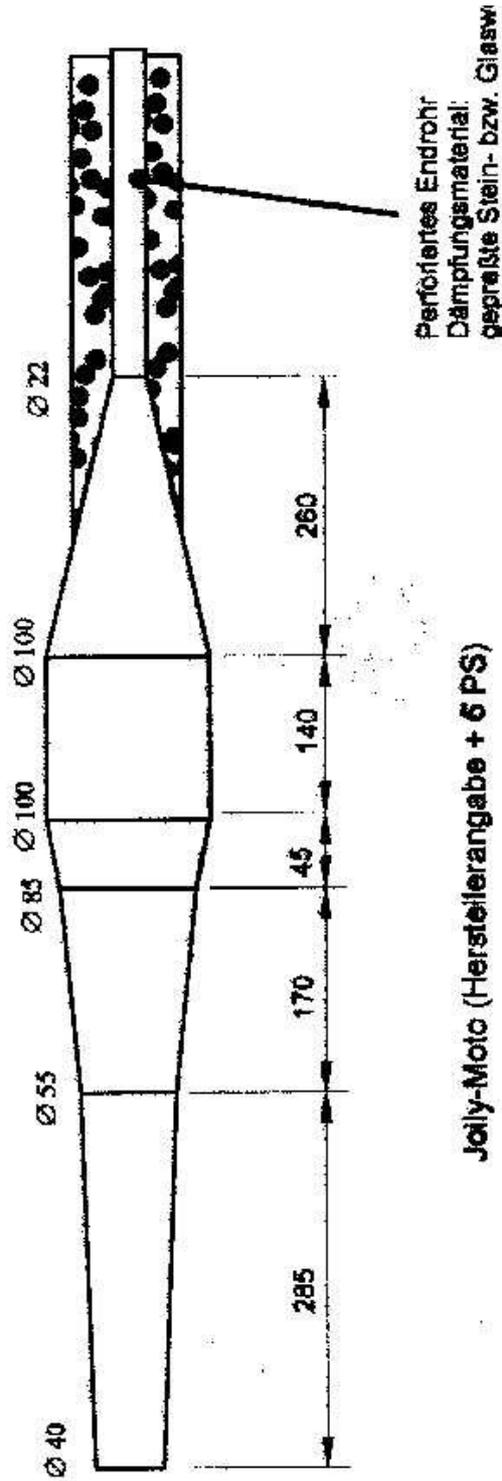
Nur beim letzten Konus hätte man dann die Herausforderung, dass man die Naht nach dem Heften nicht mehr hämmern könnte, da in das enge Endrohr keine große Kugel hinein passt ....

Wäre nicht so schlimm, aber gerade die großen Durchmesser sind nicht so exakt rund wie man es sich wünscht und zudem verzieht sich das Ganze beim schweißen auch noch. Folge: Die Nähte brauchen Zusatzmaterial und/oder sehen bescheiden aus. Dumm nur, dass das genau die Naht ist, die man von Außen sehr gut sehen kann.

Dieses Problem kann man umgehen, wenn man am Ende des Krümmers bei ca. 1/3 der Gesamtlänge die Fuge nur markiert (Reißnadel, Filzer, o.ä.), aber nicht verschweißt. Die folgenden Abschnitte werden wie gehabt geschweißt.

So hat man bis zum letzten Konus die Möglichkeit von vorne mit einer mittleren Kugel in den Nahtbereich zu kommen.

**Eigenbau Harting Zweiradtechnik (Angeblich gemessene Mehrleistung 5 PS)**



**Jolly-Moto (Herstellerangabe + 6 PS)**

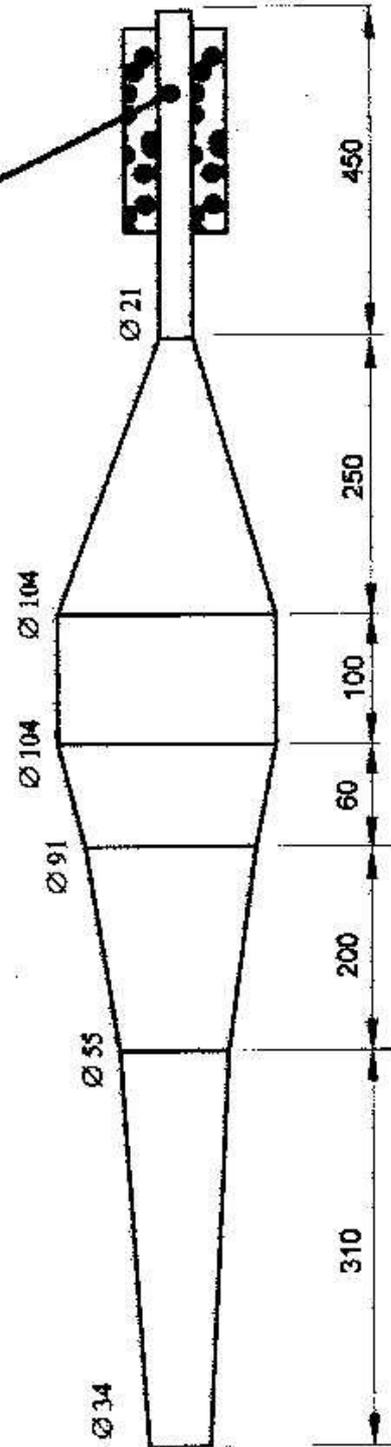


Bild 101 : Maße Auspuffanlagen Harting-Eigenbau und Jolly-Moto für RD350YPVS

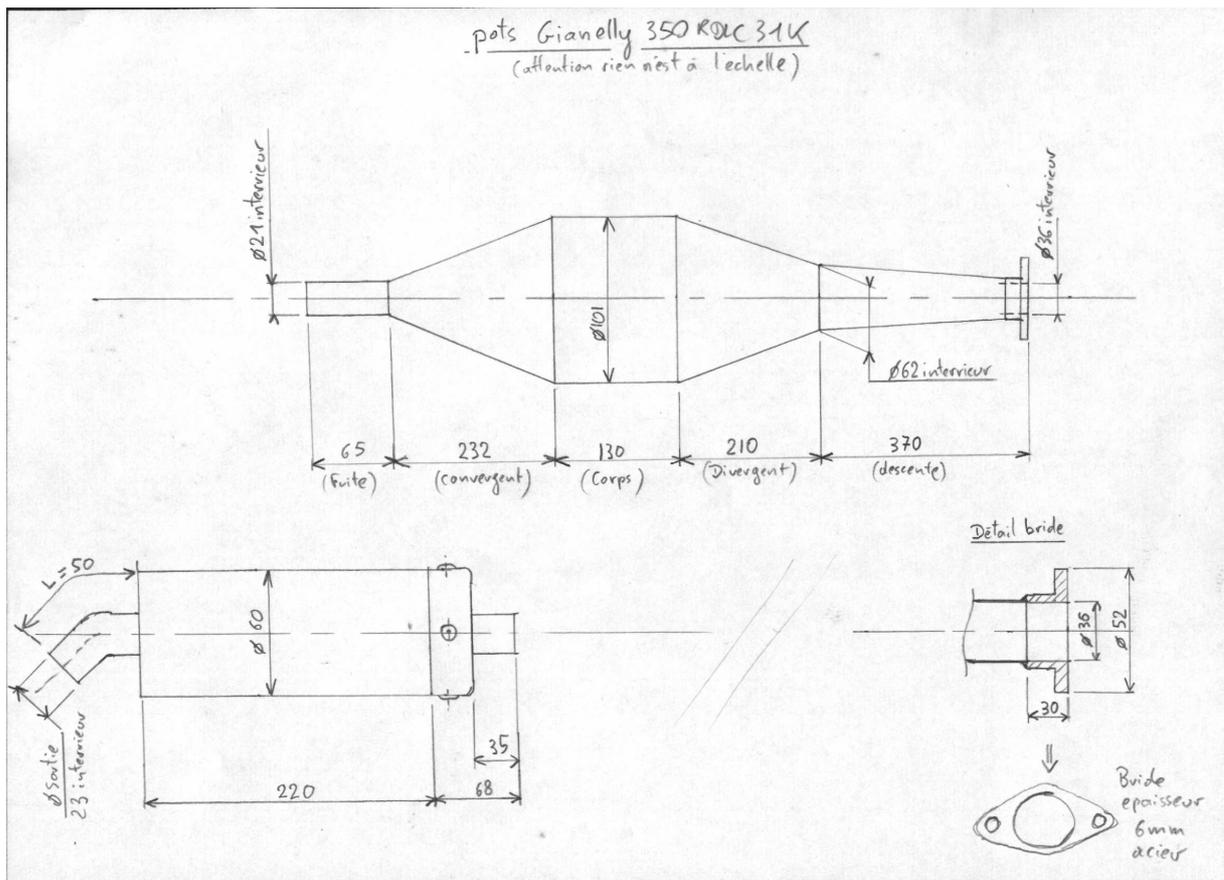


Bild 102 : Maße Gianelli für RD350YPVS



Bild 103 : Eigenbau mit gekreuztem Layout in Edelstahl

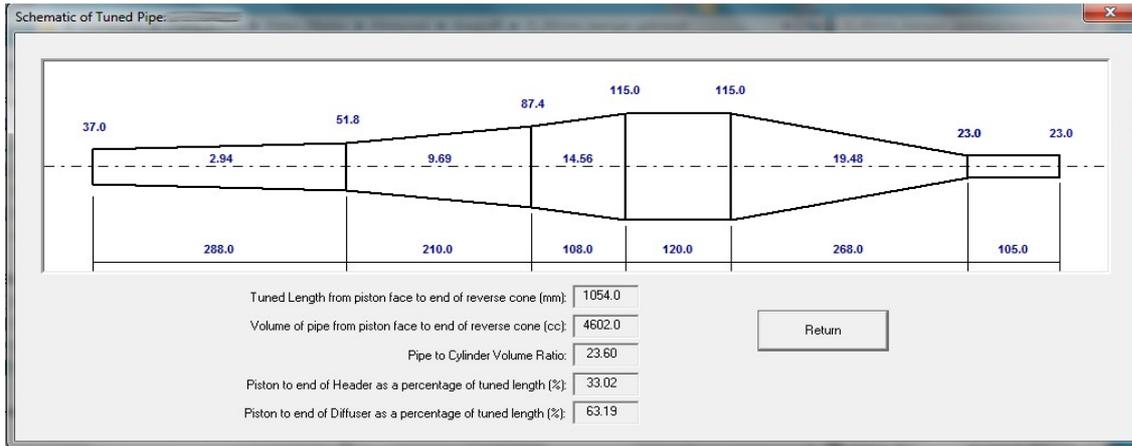


Bild 104 : Maße Eigenbau für RD350YPVS

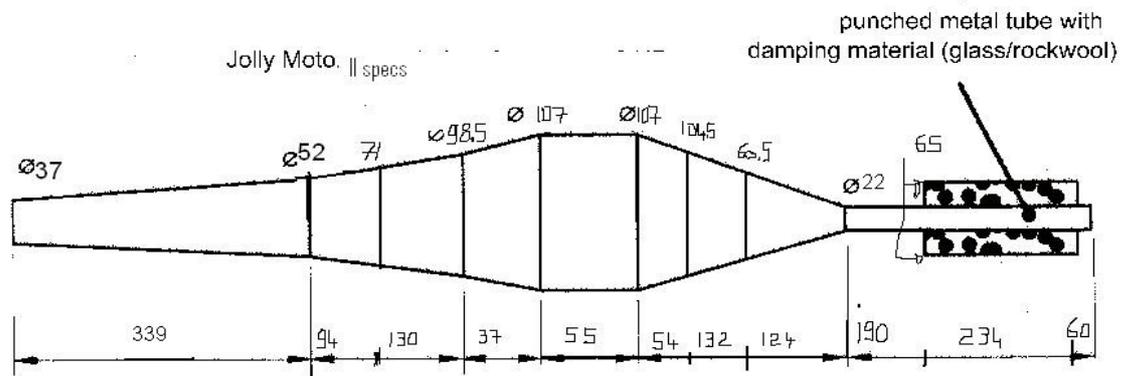


Bild 105 : Maße Jolly Moto II für RD350YPVS

Als Startpunkt für eigene Experimente kann die folgende Formel von Frits Overmars (Niederlande) dienen. Achtung: Der Durchmesser am Ende des Gegenkonus (tailrestrictor) ist in diesem Ansatz sehr eng und Frits schränkt selbst ein, dass der Motor thermisch gesund sein muss um das auszuhalten. Ein luftgekühlter Motor ist das seiner Ansicht nach z.B. nicht.

Mit der Formel kommen z.b. Durchmesser von 18-20 mm heraus, wogegen ich in meinen Anlagen 22-27 mm verwendet habe.

$$Dx = (407 - \text{exhaust timing}) / 7100 \cdot \sqrt{\text{cubic capacity} \cdot \text{rpm of maximum power}}$$

for cylindrical headers  $D_{\text{header}} = 1.17 \cdot Dx$  and  $D_{\text{diff}} = 1.17 \cdot Dx$

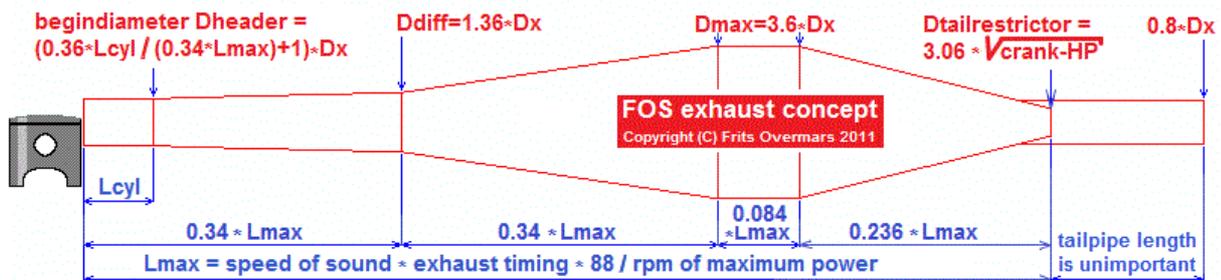


Bild 106 : Konzept-Maße nach Frits Overmars

## 2.11 Kühlsystem

Bei etwas höheren Außentemperaturen und forcierter Fahrweise, kann die Wassertemperatur schon mal bis über 90°C hochgehen. Wenn man unter Last relativ langsam fährt, z.B. im Stau oder bei Paßfahrten im Urlaub, können auch noch höhere Temperaturen bis über 100 °C auftreten! Eine gesundes Maß wären jedoch max. 60 – 70°C. Für den Alltagsbetrieb peilt man eher 55 +/- 5 °C an, was bedeutet, dass die Leistungsfähigkeit des Kühlsystems extrem verbesserungsbedürftig ist.

Wer jetzt meint, seine RD hat doch laut Temperturanzeige nie so hohe Temperaturen erreicht, der sollte sich mal eine digitale Anzeige (ca. 25,- Eur.) in's Cockpit bauen. Danach diskutieren wir nochmal ...

### *2.11.1 Kühler*

Weglassen des Thermostats oder Kühlwasser mit nur 2% Frostschutz sind nur Kosmetikmaßnahmen - hier hilft hier eigentlich nur noch ein großer Kühler.

Da es bei Rennteilen naturgemäß Beschaffungs- und Preisprobleme gibt, habe ich mich im Teilemarkt (bzw. auf der IFMA) nach in etwa passenden Serien-Kühlern umgesehen. Hier sind allerdings einige Bastelaktionen (Anpassung der Halterungen / Schläuche) nötig. Wichtig ist, dass die Schlauchanschlüsse in etwa passen, d.h. unten Rechts muss der Schlauch zur Wasserpumpe abgehen – wenn er links liegt, dann braucht man ein zusätzliches Querrohr; oben ist es relativ unwichtig wo der Schlauchanschluß liegt.

Für die verkleideten Versionen muss man die max. zulässige Breite von ca. 350 mm beachten, da der Kühler sonst an die Verkleidung stößt, bzw. Löcher eingeschnitten werden müssen.

Hier bietet sich der RD500 Kühler an. Er ist nur wenig größer passt aber gut in die Verkleidung.

Seit Anfang 2001 bekommt Marco Böhmer die Rohmaterialien zum Kühlerbau und bietet hier vergleichsweise preisgünstige Maßanfertigung an (ca. 350 – 400 €). Das bietet sich besonders bei Modellen mit Verkleidung an. Die Kühler sind aus Aluminium und verwenden Kühlgitter bis zu ca. 54 mm dicke (31K Serie = 16 mm). Damit erzielt man trotz gleicher Größe wie Original deutlich höhere Kühlleistung.

An jeder Seite ca. 5 cm breiter, 180 mm hoch und etwas dicker wäre der Mito-Kühler. Die Haltetaschen mit den YPVS-Maßen können, nach Abtrennen der

originalen Laschen, mit Blindnieten am Außenrand des Kühlers angebracht werden (Schweißen ist natürlich auch möglich). Der Platz zwischen Kühleroberkante und Rahmen ist so groß, dass der Kabelbaum und ein Kühlschlauch hier durchgeführt werden können.

Die sonstige Schlauchführung sieht so aus, dass der Kühler die Anschlüsse rechts oben und unten hat. Das bedeutet, man braucht unten einen 90°-Bogen zur Wasserpumpe. Am Thermostatgehäuse muss ein Y-Stück angebracht werden, damit man eine Verbindung zum Einfüllstutzen (Kühlerdeckel) und eine zum oberen Kühleranschluß legen kann. Der Ausgleichsbehälter kann angeschlossen bleiben.

Da dieser Kühler wesentlich breiter als der YPVS-Kühler ist, eignet sich der Mito-Kühler nicht ohne weiteres für die verkleideten RD's; man müßte die Verkleidung aufsägen, oder die Haltepunkte so modifizieren, dass die Verkleidungsseitentteile ca. 2 cm weiter nach außen kommen. Die Temperaturen sinken damit relativ zum LC-Kühler nochmals um satte 10°C, womit der Idealwert erreicht wäre. (Mito-Kühler: 10°C Außentemperatur, Kühlwasser ca. 50°C bei konstant 130 km/h, 53°C bei Vollast)



Bild 107 : Mito-Kühler an YPVS-Rahmen

Etwas schmaler als der Mito-Kühler ist das RGV-Pendant; Er ist aber dafür ca. 25 mm höher. (370 mm x 225 mm x 24 mm; die älteren Baujahre vor 91' sind etwas dünner). Die Haltelaschen mit den YPVS-Maßen können, (wie gehabt) mit Blindnieten oder per Schweißnaht am Außenrand des Kühlers angebracht werden. Die unteren Original-Halterungen kann man entfernen. Anstatt des Haltezapfens habe ich an der Oberseite das Gewinde der Kühlerabdeckung (M5) als Halterung genutzt. Die Verbindung zum Kühler besorgt dabei eine angenietete Lasche. Der Platz zwischen Kühleroberkante und Rahmen ist in dieser Version ausreichend für den Kabelbaum.

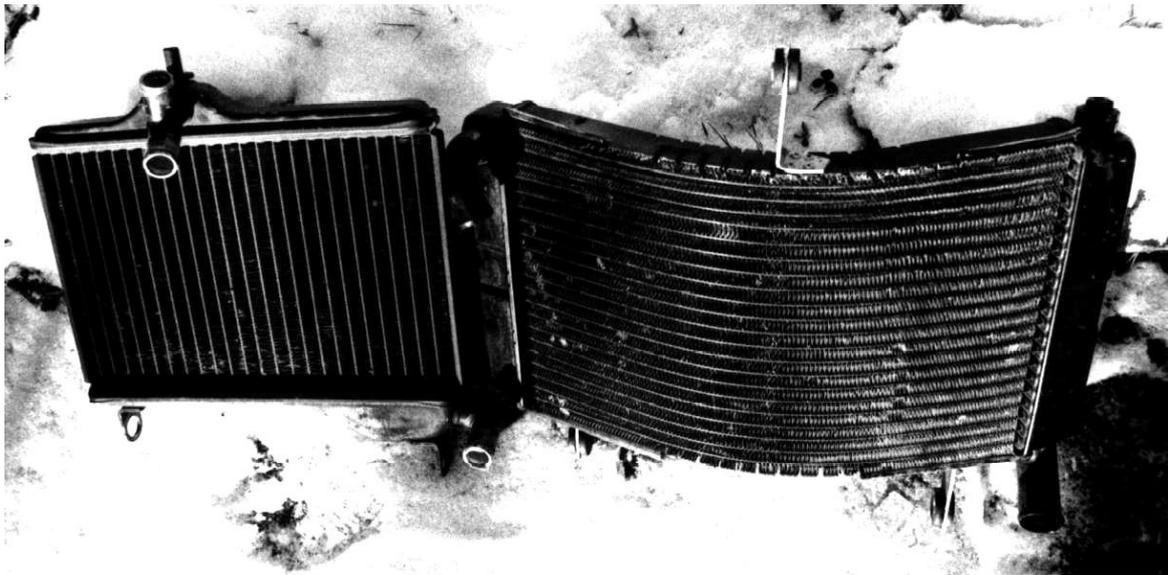


Bild 108 : RGV-Kühler mit YPVS-Halterungen (Serienkühler zum Vergleich)



Bild 109 : RD mit RGV-Kühler

Die Schlauchführung sieht so aus, dass dieser Kühler die Anschlüsse links oben und rechts unten hat. Man braucht unten ein kurzes Geradenstück zur Wasserpumpe. Am Thermostatgehäuse muss ein T-Stück angebracht werden, damit man eine Verbindung nach oben zum Einfüllstutzen (Kühlerdeckel) und eine nach links zum oberen Kühleranschluß legen kann. Der Schlauch wird am günstigsten in einem Bogen unter der Rahmenversteifung (am Ausgleichsbehälter) zwischen den Power-Valve-Bowdenzügen durchgeführt.

Das T-Stück mit 3/4 Zoll Anschlüssen bekommt man als Gartenteich- bzw. Aquariumszubehör im Baumarkt oder in der Tierhandlung. Natürlich kann man sich auch eines von der RGV besorgen, die in Serie damit das Wasser nach der Pumpe auf die Zylinder verteilt. Alle Schläuche sollten mit Schlauchschellen vor dem Abrutschen gesichert werden, zumal nicht alle Schlauchverbindungen die gleichen Anschlussdurchmesser haben! Zusätzlich empfiehlt sich die Abdichtung mit Dirko.

Außerdem besteht die Möglichkeit, dass man mit einer leichten Änderung der Verkleidungshalter diesen Kühler verwenden kann; Die auftretenden Temperaturen bewegen sich in etwa im selben idealen Bereich; in der Tendenz eher noch niedriger, da die RGV-Kühlfläche ein wenig größer ist! (Max. 74°C auf der Rennstrecke bei 30°C im Schatten)

Bei sehr stark bearbeiteten Motoren bzw. Einsatz auf der Kart-Bahn (wenig Geschwindigkeit, aber hohe Belastung) ist selbst der RGV-Kühler zu klein. Dann muss was richtig Großes her! Im Big-Bike Segment findet man allerlei große gebogene Kühler, z.B. bei Suzuki (GSXR 750/1100 W Breite ca. 380 mm, Höhe ca. 320 mm, RF600/900) oder Kawasaki (ZZR & GPZ1100, ZX 6/7/9 R, ZXR400/750 Breite ca. 400 mm, Höhe ca. 330 mm).

Alle o.g. Kühler haben die Wasseranschlüsse Ausgang unten links und Eingang oben rechts, was an der RD die Schlauchführung nicht gerade einfach macht.

Zudem sind sie sehr hoch und kommen dann an der Unterseite ggf. an die Auspuffkrümmer.

Ich habe den Kühler deswegen oben soweit wie möglich hochgeschoben (Check, ob beim Lenken keine Kollision mit der Gabel stattfindet) und an der Unterseite nach vorne gezogen (Check, ob beim Einfedern keine Kollision mit dem Vorderrad stattfindet). Das ermöglicht auch die Schlauchführung aus dem Kühler raus quer hinter dem Kühler zur Wasserpumpe. Wenn ihr hinter dem Kühler ein Stück Rohr verwenden möchtet, dann nur Kunststoff, Alu oder Edelstahl, alles andere gammelt irgendwann!

Die Befestigung erfolgt an der an der Oberseite über einen originalen Querträger, der mit Gummibuchsen am Kühler verschraubt ist. Diese Träger müssen dann nur mit dem RD-Haltepunkt verbunden werden.

Unten muss nach Freistil-Methode gearbeitet werden, da sich die Kühler hier unterscheiden. Im Bild ist z.B. der GSXR-Kühler - Der hat Gewindebuchsen am Wasserkasten, die man auch zur Befestigung nutzen kann (Man beachte die formschöne DirkoHT-Abdichtung an der rechten unteren Halterung; die kann man weglassen, wenn man einen Kühler kauft, der auch dicht ist ...)

Seit Anfang 2004 verwende ich den GSXR1100W Kühler, womit dann die Wassertemperatur auch im Rennbetrieb die 70° nicht überschreitet. Das ist gerade bei Verwendung von Wiseco Kolben wichtig, denn die haben die Unsitte bei hoher Temperatur schlagartig die Festigkeit zu verlieren, sich dadurch zu verformen und dann zu klemmen.

Im Straßenbetrieb tritt nach dem Umbau ggf. das Problem auf, das der Motor im Winter nicht auf Temperatur kommt – man muss dann z.B. ein RGV Thermostat (52° Schalt-Temperatur) verwenden.

Es schadet aber auch nicht, wenn man mit niedriger Wassertemperatur fährt und so habe ich auch hier kein Thermostat drin.



Bild 110 : RD mit GSXR 1100W-Kühler (High-End Lösung f. Extremlastungen)

Zur Beschaffung sei das Stichwort „eBay“ erwähnt. Dort gibt es diverse Kühler teilweise sehr günstig (50 - 100,- Eur). Vorteil: Meist ist ein Foto dabei und man kann sehen, ob die Anschlüsse passen bzw. wo Halter sitzen. Wichtig: Man sollte darauf achten, dass alle Verschluß-Schrauben (z.B. Temperaturegeber) dabei sind. Oft ist

die nachträgliche Beschaffung eines M22x1,25 Stopfens teurer als der ganze Kühler

...

So bin ich auch auf die nächste Möglichkeit gekommen: Die ersten R6 ab Bj 99 haben relativ gut passende Abgänge, sind nicht allzu groß (400 x 290 x 25 mm) und man bekommt sie sehr günstig ab 30 Eur.

Zudem ist oben rechts am Kühler der Deckel mit dran, so dass man das originale Plastik-Gedöns entsorgen kann.

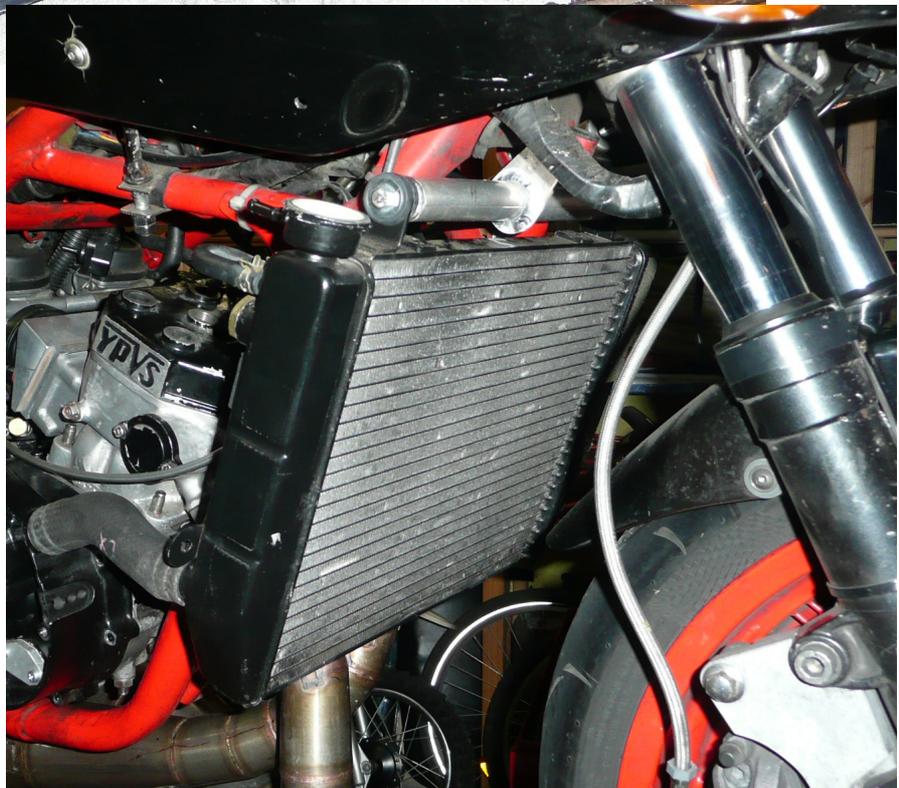
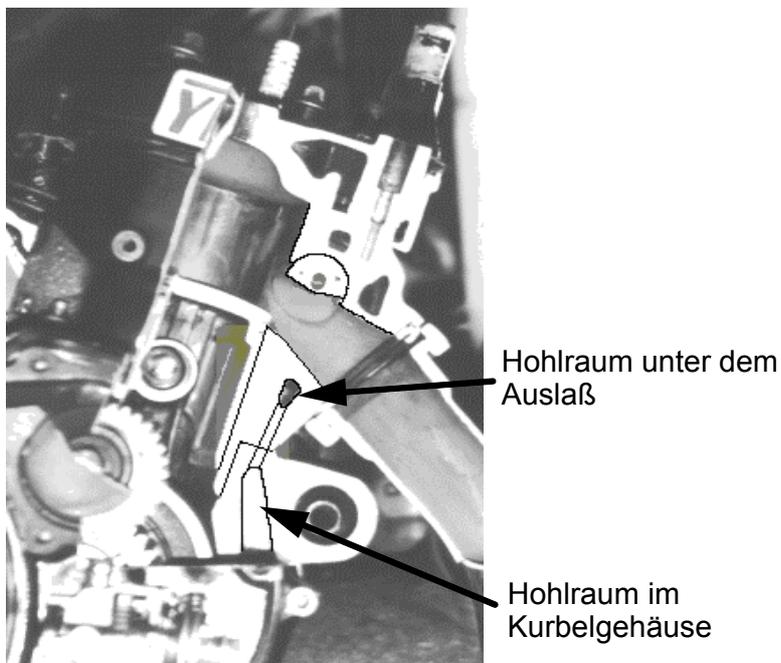


Bild 111 : RD mit R6 Kühler (gute Low-Cost Lösung)

### 2.11.2 Sonstiges

Wer schlossermäßig sehr gut drauf ist, kann sich überlegen, den Raum unter dem Auslaßkanal irgendwie mit Kühlwasser zu versorgen.

Hauptgrund für die YPVS typischen, auslaßseitig angeschmolzenen Kolben ist nämlich, dass die Zylinder in dieser Hinsicht leider schlecht konstruiert sind. Bei der TZR250 oder der RD500 ist der Raum unter dem Auslaßkanal mit Wasser gekühlt, um es dem Kolben auch an UT zu ermöglichen seine Wärme loszuwerden. Bei der RD350YPVS (nicht bei der LC) kann der Kolben nur an OT Wärme abgeben und dort ist auch noch ein großes Hindernis für den Wärmefluß: Die YPVS-Walze. Resultat: Die Auslaßseite des Kolbens ist heißer als nötig und der „grüne Bereich“ der zulässigen Temperatur ist schon bei Kleinigkeiten (z.B. Reserve) überschritten.



Ein gangbarer Weg wäre, die Hohlräume unter dem Auslaß rechts und links zu verschließen (Kaltmetall oder Schweißen) und durch die Fußdichtung von unten mit Wasser zu versorgen. Dazu muss man natürlich das Kurbelgehäuse im vorderen Bereich stark umarbeiten.

Die nötigen Zu- und Abläufe kann man z.B. über Bohrungen mit O-Ringen in der Dichtfläche am Zylinderfuß realisieren. Das hätte den Vorteil, dass man

Bild 112 : Kurbelgehäuse/Auslaßkanal mit YPVS im Schnitt

Position und Passung der Bohrungen in Zylinder und Kurbelgehäuse nicht so genau fertigen muss.

Der Hohlraum im Kurbelgehäuse wird mit Kaltmetall verfüllt und lange Querbohrungen bilden Vor- und Rücklaufkanäle. Diese kann man dann an Stellen mit mehr Platz (z.B. vorne am Kurbelgehäuse hinter der Wasserpumpe) über Stutzen an Schläuche ( $\varnothing$  ca. 8 - 10 mm) angeschlossen werden.

Diese Schläuche muss man dann über selbst gefertigte Adapter an das restliche Kühlsystem anschließen.

Sinnvoll wäre auch eine gesonderte, elektrisch betriebene Wasserpumpe für diesen Zweig des Kühlkreislaufs.

Alternativ kann man über und unter dem Auslass mit Auftrags-Schweißen arbeiten und einen Auspuff-Flansch anfertigen, der den Wasserzulauf aus Richtung Auspuff enthält.

Dieses Konzept hätte den Vorteil, dass man der Zulauf sehr gut zugänglich an diesen Flanschen anbringen kann.

Wenn man schon mal solche Maßnahmen macht, sollte man auch gleich die Durchströmungsrichtung des Zylinderkopfs ändern (Tauschen der Anschlüsse für Zu- und Ablauf). So kann nämlich das „kühle“ Wasser aus der Pumpe direkt an die heißeste Stelle, die Auslaßseite. Durch die größeren Temperaturdifferenzen wird bei gleichem Durchsatz an Wasser die Kühlleistung erhöht. Mögliche Nachteile sind Rißbildungen an Zylinder bzw. Kopf durch erhöhte Wärmespannungen.

An einem Motor von Armin Collet habe ich bemerkt, dass am Zylinder Versteifungen angeschweißt waren, um den Verzug durch diese Wärmespannungen zu vermindern.

Was ich zu diesem Themenbereich in diversen englischen Zeitungen gesehen habe, ist ein Umbau der Wasserpumpe auf TZ-Teile. Vermutlich hat diese einen größeren Durchsatz; nähere Angaben konnte ich leider noch nicht bekommen.

## 2.12 Kupplung

Die Kupplung der RD neigt ja bei schlechter Pflege schon im Originalzustand zum Durchrutschen, das tritt natürlich nach einer Leistungserhöhung besonders Zutage.

Die Abhilfe ist aber sehr einfach:

Zuerst füllt man einmal spezielles dünnflüssiges Getriebeöl wie z.B. Bel Ray MC-4 ein. Das Kupplungsrutschen bei kaltem Motor wird damit im Normalfall beseitigt.

Falls es nicht 100% hilft, besorge man sich 6 Unterlegscheiben von 1,5 bis 2 mm Dicke, die im Außendurchmesser nur wenig größer als die Kupplungsfedern sein sollten. Die Bohrungen der Scheiben sollten dann auf ca. 14 mm erweitert werden.

Bei der Kupplungsmontage legt man diese Scheiben zusätzlich unter die Karoseriescheibe der M6-Befestigungsschrauben für die Federn.

Der Effekt: Die zusätzliche Vorspannung der Federn erhöht die Anpresskraft jeder einzelnen Feder um ca. 15 - 20 N (Das entspricht ca. + 20% Anpresskraft). Damit kann die Kupplung dann ein höheres Drehmoment übertragen, ohne durchzurutschen.

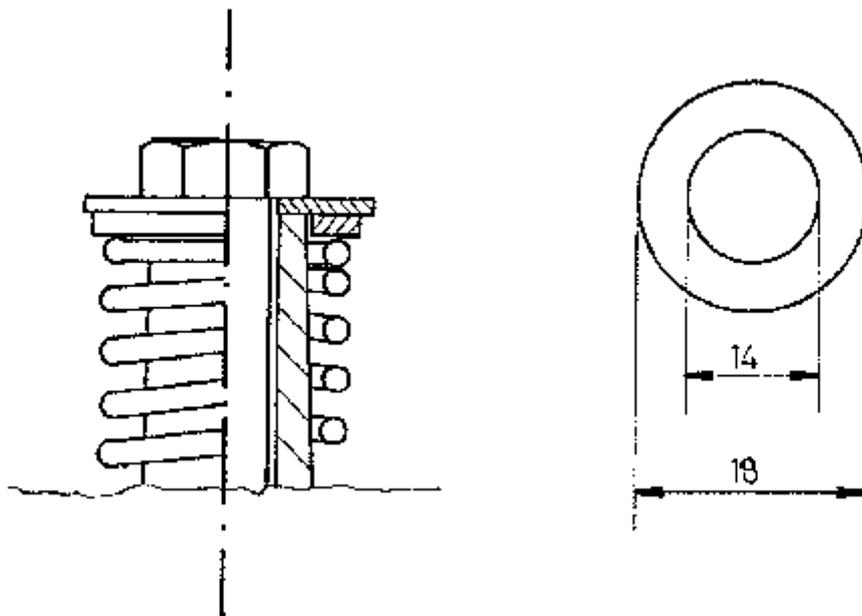


Bild 113 : Kupplungsfeder mit Unterlegscheibe

Länge der ungespannten Feder: max. 36,4 mm ; min. 34,4 mm

Dicke der Reibscheiben: max. 3,0 mm ; min. 2,7 mm

Es gibt auch von fast allen Zubehör-Läden verstärkte Federn (ca. 15,- Eur.). Diese haben einen etwas stärkeren Effekt als die Unterlegscheiben.

Nur ist „verstärkt“ nicht immer gleich „verstärkt“ - Im Seriomotor ist das nicht weiter tragisch, aber bei hoher Leistung kann die Kupplung ev. doch rutschen, bzw. die Betätigungskraft wird unerwünscht hoch. In letzterem Fall kann man ggf. 4 Neue und 2 Alte Federn verwenden.

Was das in Zahlen bedeutet veranschaulicht folgende Tabelle:

Federnde Windungen	7	6	5	
Draht-Durchmesser	2,3	2,38	2,34	mm
Mittlerer Durchmesser	14,6	14,42	14,21	mm
	<b>Serie</b>			
	<b>(31K)</b>	<b>Unbekannt</b>	<b>Lucas</b>	
Steifigkeit=	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>N/mm</b>
	<b>100</b>	<b>139</b>	<b>163</b>	<b>%</b>
Kraft in Kg für 2 mm	2,72	3,77	4,42	

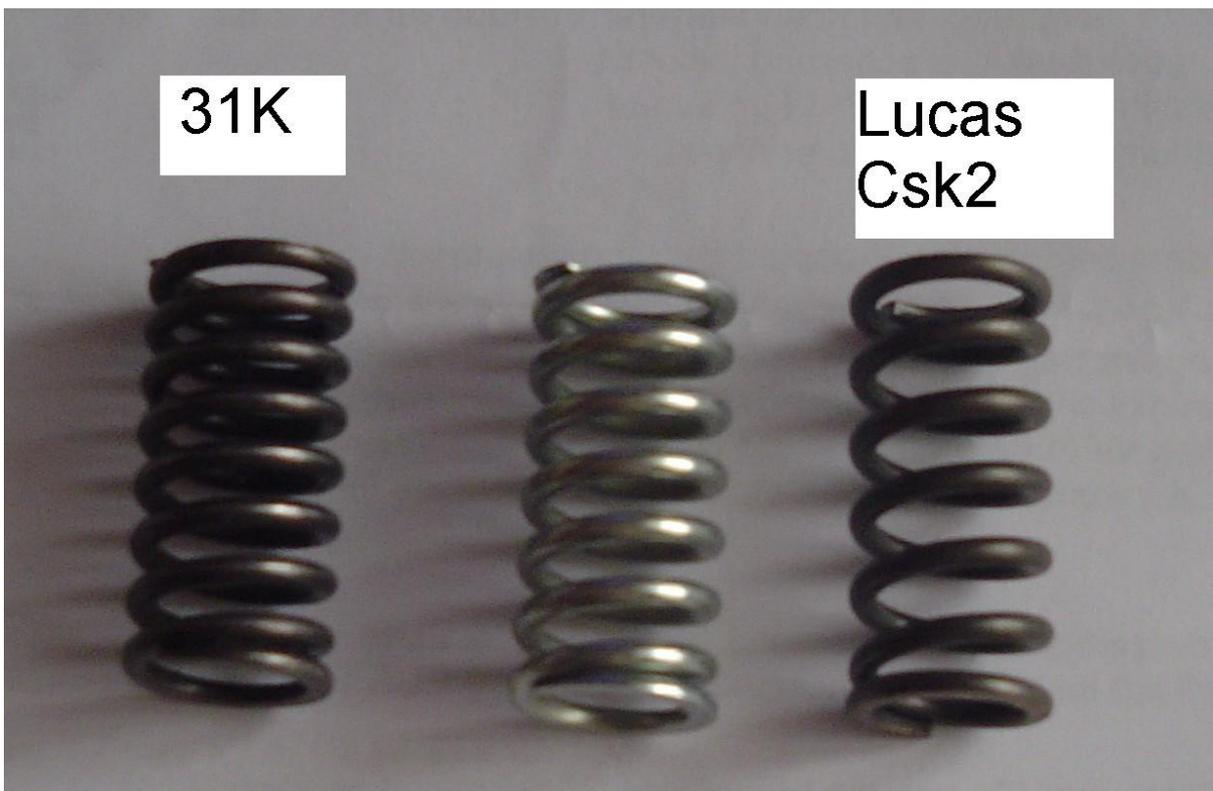


Bild 114 : Kupplungsfedern Original, „verstärkt“ und Lucas

Die Methode mit den Unterlegscheiben bzw. stärkere Federn hat wie weiter oben schon erwähnt den entscheidenden Nachteil, dass die Handkraft am Hebel auch zunimmt .

Eine Methode um mehr Drehmoment ohne stärkere Federn zu übertragen ist eine zusätzliche Reibscheibe zu verbauen, denn damit kann man das maximale Moment um den Faktor  $\frac{8}{7}$  (= + 14%) steigern.

Der nötige Platz berechnet sich aus der Dicke einer Stahl-Lamelle = 1,2 mm + Reibscheibe = 3 mm = 4,2 mm Gesamt.

Damit die Druckplatte (oben) und die Nabe (unten) relativ zueinander in der gleichen Position bleiben muss man an der Druckplatte 3 mm abnehmen und an der Nabe 1,2 mm. Diese Relativposition ist deshalb wichtig, weil in der Druckplatte dieselben Nuten wie in der Nabe sind. Beim Betätigen der Kupplung muss die Druckplatte in diesen Nuten noch ein wenig nach oben gleiten können.

Außerdem hat die Relativposition Einfluss auf die Federvorspannung.

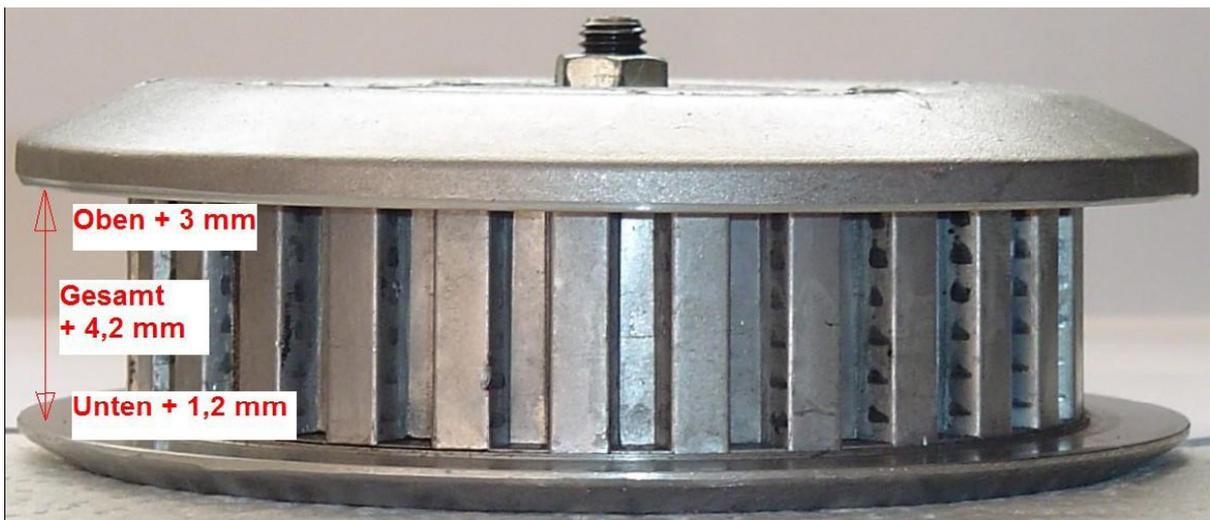


Bild 115 : Konzept der Bearbeitung der Kupplung



Bild 116 : Bearbeitung der Nabe

Man kann noch etwas Platz sparen, wenn man die Stahl-Lamellen beidseitig anschleift (Das bringt über alle Scheiben ca. 0,5 – 1 mm, je nach Abtrag). Dieses Maß muss aber dem Bearbeiten der Druckplatte mit berücksichtigt werden! D.h. 6 x 0.1 mm Abtrag = Statt 3 mm nur noch 2.4 mm abnehmen.

Macht man das nicht, so sind die Kupplungsfedern genau um diesen Betrag weniger vorgespannt!

**Achtung:** Bei der Druckplatte darf nach der Bearbeitung nur eine Kante kleiner als 3 mm überbleiben, sonst schleift das Alu an der ersten Stahlscheibe.

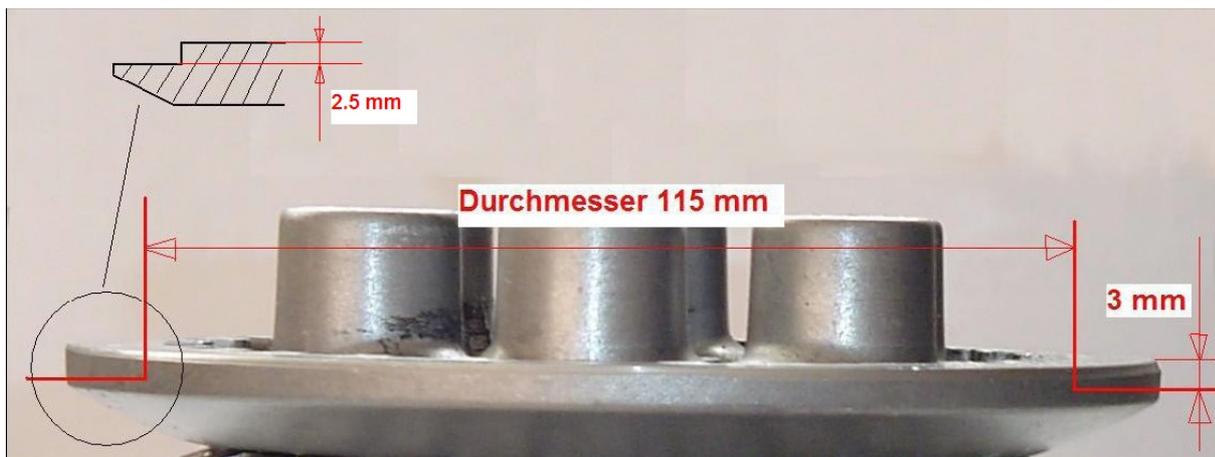
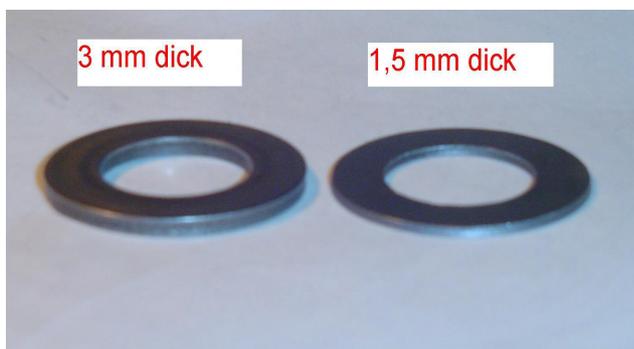
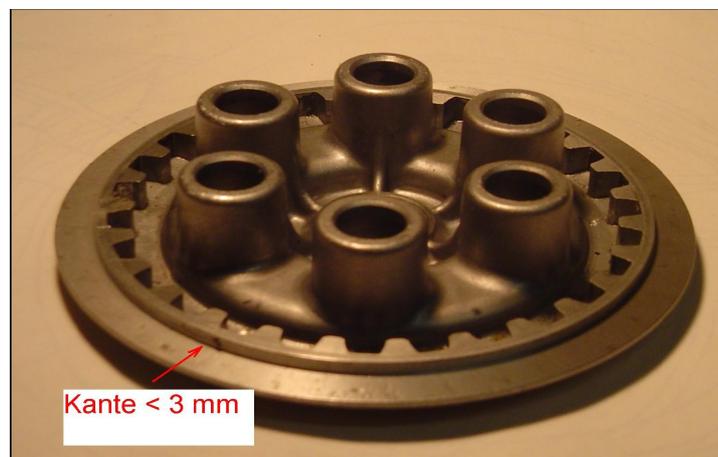


Bild 117 : Oben: Bearbeitung der Druckplatte  
Rechts: Fertige Version



Jetzt hat man nur noch das Problem, dass das ganze Paket beim Ausrücken der Kupplung oben aus den Nuten des Korbs herauskommt. Um das zu verbessern, muss die ganze Nabe ca. 1.5 mm nach innen wandern. Das erreicht man über Abschleifen der dicken Unterlegscheibe unterhalb der Nabe (von 3 mm auf 1.5 mm)

Bild 118: Bearbeitung der Anlaufscheibe

Danach müssen die Nuten im Korb unten um ca. 0.5 – 1 mm angepasst werden. Das geht daheim am einfachsten mit dem Drehmel bzw. mit der Feile.

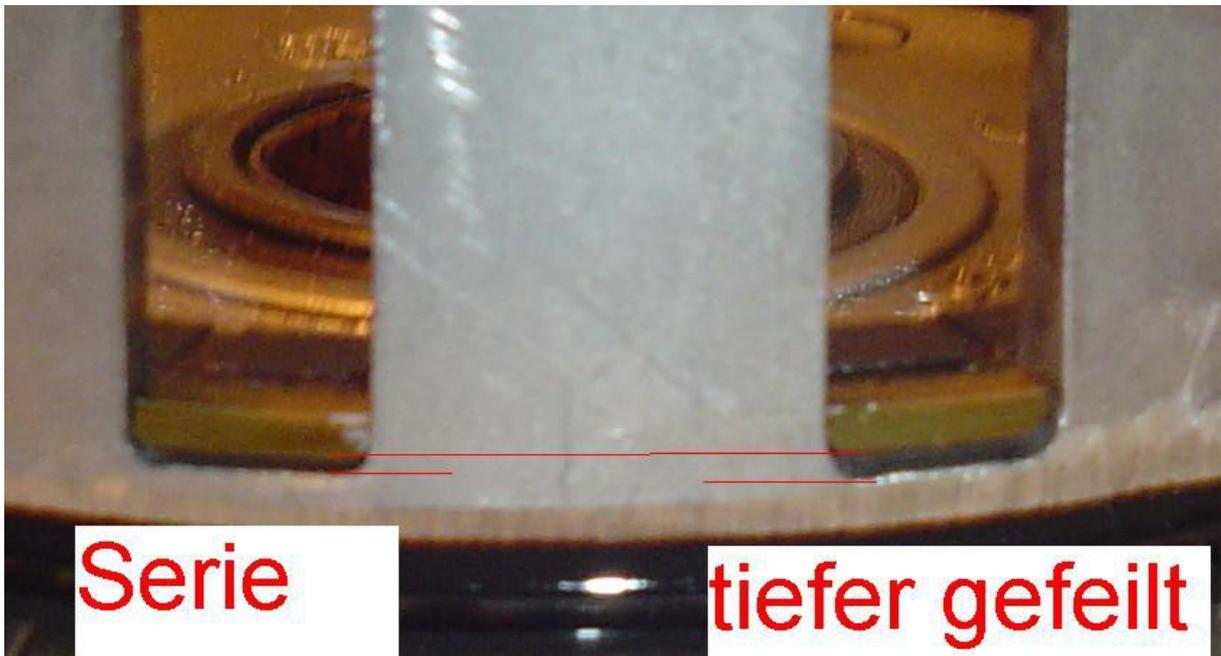


Bild 119 : Oben: Bearbeitung der Nuten im Kupplungskorb

Da die Nut unten Radien hat, muss die unterste Reibscheibe eine kleine Fase bzw. Einen Radius erhalten um dort hinein zu passen.

Bitte nicht auf die Idee kommen und stattdessen in die Nut im Korb unten einfach Ecken reinzufilen – das gibt eine kräftige Kerbwirkung und birgt die Gefahr von Rissbildung.

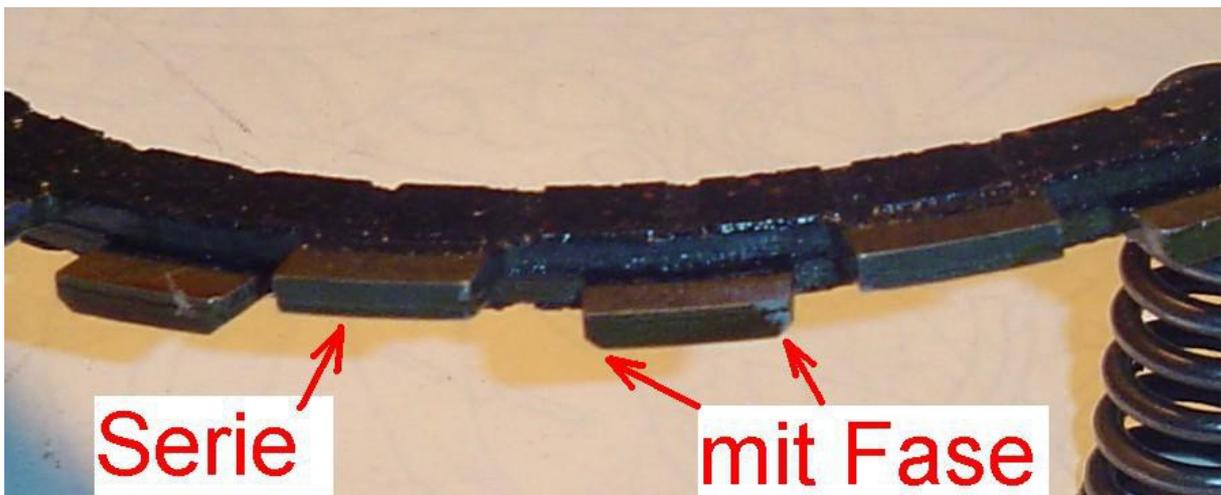


Bild 120 : Oben: Bearbeitung der untersten Reibscheibe

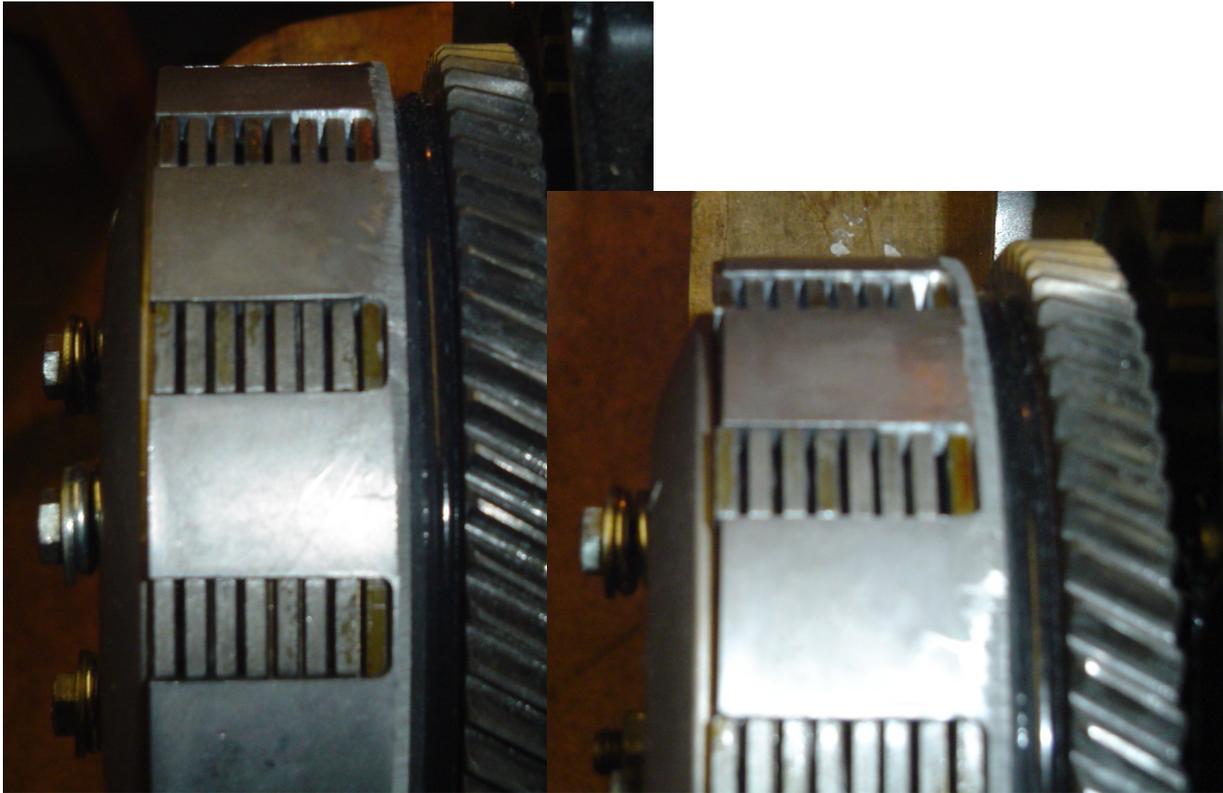


Bild 121 : Fertige Kupplung.

Links Kupplung eingerückt, Rechts: Kupplung ausgerückt.

Beim Zusammenbau sollte man die wichtigen Punkte nochmal checken:

- Die unterste Reibscheibe ist freigängig und nicht „verklemmt“
- Mit ausgerückter Kupplung soll die oberste Reibscheibe nicht aus den Nuten heraus kommen:

Wer die Möglichkeiten hat kann sich natürlich den Kupplungskorb neu anfertigen und die Nuten gleich um 3 mm länger machen. Dann kann man sich die restliche Bearbeitung sparen und direkt eine Scheibe mehr verbauen.

Für eine zweite zusätzliche Scheibe muss die Druckscheibe auch neu angefertigt werden bzw. Man sorgt anderweitig dafür dass die Vorspannung der Federn in eingerücktem Zustand gleich bleibt.

Im Internet gibt es für das Quad Yamaha Banshee reichlich Angebote an Körben und speziellen Stahl & Reibscheiben. Diese passen auch für die RD350YPVS.

Sehr empfehlenswert sind z.B. Reibscheiben mit Carbon-Anteilen von der Fa. Barnett; Die haben auch Körbe für ein bzw. zwei zusätzliche Scheiben.

Von der Fa. EBC gibt es den Kit DRC43EP; Er hat dünnere Scheiben und so passt eine Scheibe Extra rein (EP = extra Plate).

Eine bei den Banshees sehr beliebte Methode der Kupplung mehr Sicherheit gegen Durchrutschen zu verpassen ist eine sogenannte Lock-Up Clutch – eine Alu-Platte, die mit Fliehkraft-Gewichten bei Rotation der inneren Nabe zusätzliche Anpresskraft auf die Kupplung bringt.

Dazu benötigt man leider mehr Platz unter dem Deckel was bedeutet entweder tief in die Tasche greifen und einen fertigen Seitendeckel kaufen (ca. 300 Eur) oder die low-budget Methode: Selber bauen.

Das Alu des Seitendeckels lässt sich nämlich halbwegs gut schweißen und so kann man mit 3mm Alu-Blech eine Gehäuse-Erweiterung anfertigen und aufschweißen. In meinem Fall habe ich einen separaten Deckel vorgesehen, damit man an die Lock-Up Platte leichter dran kommt.



Bild 122 : Seitendeckel mit Lock-Up Clutch

Im Straßenbetrieb kann man mit einer Lock-Up Clutch einige Kupplungsfedern weglassen.

Ich fahre z.B. mit drei verstärkten Federn, statt mit 6. Effekt: Bei niedriger Drehzahl sehr geringe Handkraft – bei hoher Drehzahl trotzdem kein Kupplungsrutschen.

Bei der Gelegenheit kann man gleich auch einen gerade verzahnten Primärtrieb einbauen. Vorteil: ca. 2-3 PS weniger Verlustleistung (= 2-3 PS mehr am Hinterrad), z.T. weniger Trägheit = schnelleres Hochdrehen und keine Seitenkraft auf das rechte Kurbelwellenlager. Nachteil: vergleichsweise teuer (350-600 Eur); lohnt eher wenn der Kupplungskorb hinüber ist und ein neuer her muss.

Es gibt diese von verschiedenen Herstellern mit verschiedenen Übersetzungen. Hier z.B. einer von Hinson mit längerer Übersetzung und Gummi-Dämpfern (von Hinson gibt es auch mit Stahlfedern). Der Korb wird verschraubt und mit Schraubensicherung hochfest montiert.



Bild 123 : Hinson geradeverzahnter Primärtrieb.

Bei den Körben gibt es - Banshee sei dank - eine große Auswahl an Anbietern und Ausführungen. In der Hauptsache unterscheiden sie sich in Anzahl der Reibscheiben (7 bis 10) und Material / Hartbeschichtung.

Ein neuer Korb macht sich im Vergleich zu einem verschlissenen Original-Korb sofort positiv bemerkbar.

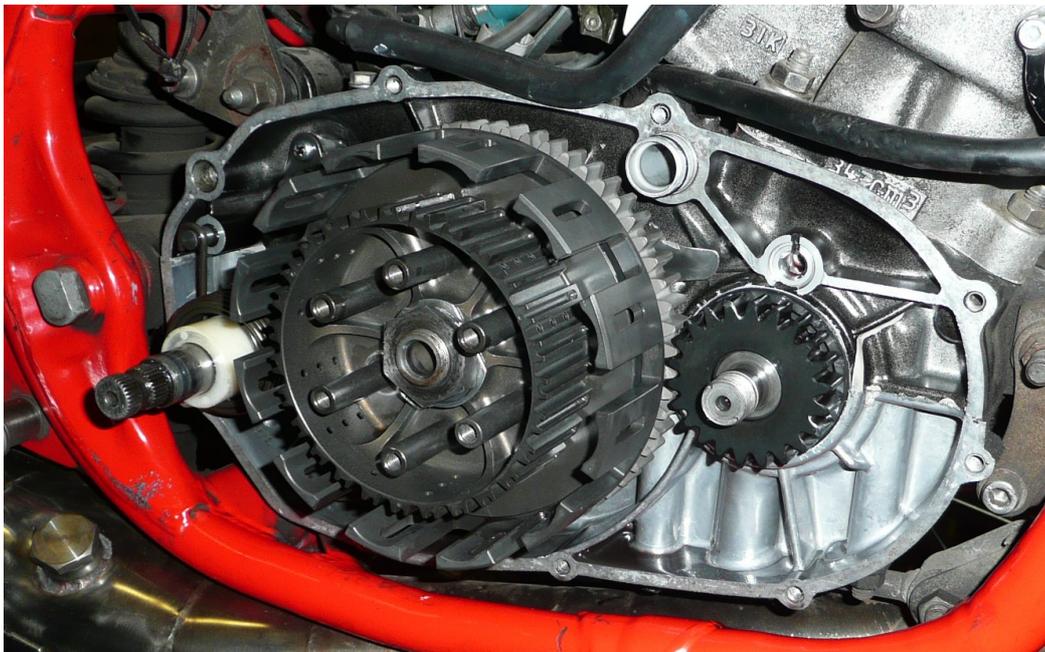


Bild 124 : Hinson 8-Scheiben Kupplungskorb

Die Dämpfungs-Gummis aus Bild 123 gibt es übrigens auch einzeln um Serien-Körbe zu reparieren.

In USA laufen die Gummis unter dem Namen „Cushion-Kit“ für die Banshee, beim Horst Meise ist ein kompletter Reparatursatz (Gummis & spezielle Schrauben) erhältlich.

## 2.13 Elektronik

### *2.13.1 Serien-Zündung*

Die Zündverstellung ist deshalb notwendig, weil die „Brenngeschwindigkeit“ des Kraftstoff/Luft Gemischs nicht konstant ist. Sie hängt ab von

- fettem/magerem Gemisch
- Verdichtung
- Turbulenzen im Verdichtungsraum
- Zündenergie (CDI, Zündkerze, Kabel, usw.)
- Drehzahl

Als optimal gilt es, wenn im Bereich 10 - 15° nach OT der max. Druck im Verbrennungsraum herrscht. Deswegen muss man über eine Zündverstellung dafür sorgen, dass zum passenden Zeitpunkt die Verbrennung gestartet wurde.

Liegt der Druck früher an, kann es zum Klopfen kommen, liegt er später an, verschenkt man Leistung und erzeugt heißere Abgase.

Bei **stark erhöhter Verdichtung**, muss deshalb der **Zündwinkel zurückgenommen** werden, weil hier das Durchbrennen schneller vonstatten geht.

Faustregel: Lieber weniger Verdichtung und mehr Vorzündung als hohe Verdichtung und weniger Vorzündung.

In einer englischen Fachzeitschrift fand ich für die **serienmäßige** 31K eine Angabe zur Vergrößerung des Zündwinkels auf 20° v. OT (statt 17° v. OT in Serie bei 1500 min<sup>-1</sup>). Die Umrechnung in mm vor OT ergibt 1,46 mm (17°) bzw. 2 mm (20°). Um das zu erreichen, müssen die drei Befestigungsbohrungen um 3° **gegen den Uhrzeigersinn** aufgeweitet werden. Die Schraubensenkungen müssen dabei natürlich auch nachgearbeitet werden. Diese Bearbeitung kann noch mit einer Feile erfolgen; zweckmäßiger ist natürlich eine Fräse mit Teiltisch, um die Bohrungen zu Langlöchern zu erweitern.

Im Banshee-Bereich arbeitet man mit 4 Grad versetzten Federkeilen für das Polrad. Damit wird es um den entsprechenden Winkel vor gedreht und man verschiebt damit die gesamte Zündkurve nach oben. Diese passen auch an die YPVS Motoren.

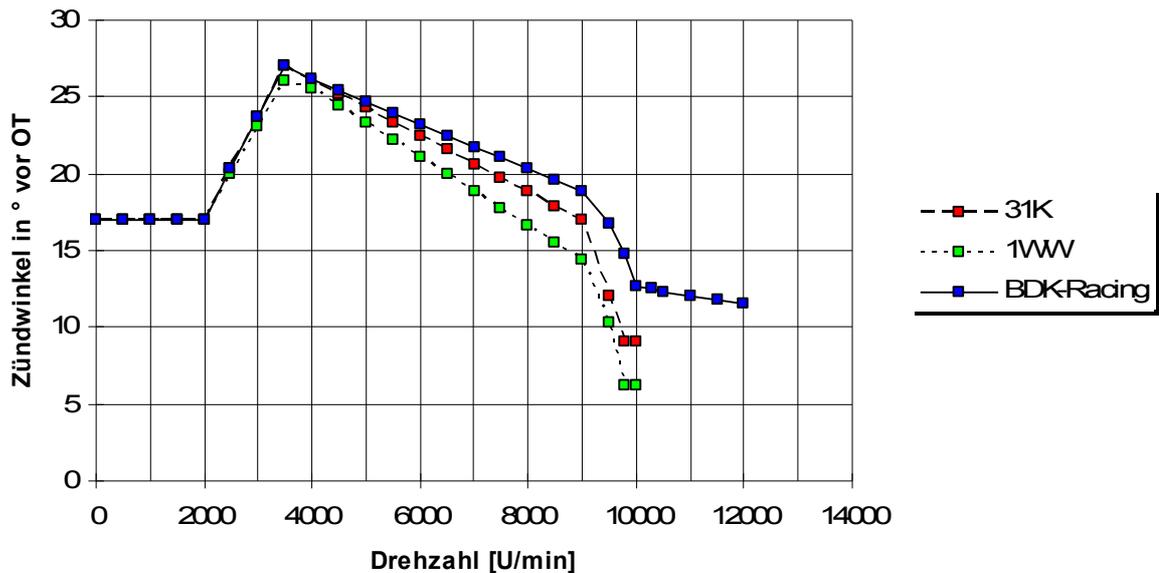


Bild 125 : Zündverstellkurven 1WW/31K-Serie und max. Verstellbereich BDK-Racing

Die Serien-RD hat zwar keine Drehzahlbegrenzung, aber die Kennlinie unterstützt höhere Drehzahlen nicht mehr durch kontinuierliches Zurücknehmen des Zündwinkels, sondern hält ab ca.  $9800 \text{ min}^{-1}$  den Winkel konstant. Der Zündfunken selbst ist auch bis über  $12000 \text{ min}^{-1}$  vorhanden, aber es fehlt die richtige Kraft.

Ein unangenehmer Nebeneffekt dieses sanften Drehzahlbegrenzers ist, dass ab  $9000 \text{ U/min}$  die Abgastemperatur stark zunimmt, da bei späterer Zündung ein größerer Teil der Verbrennungsenergie in den Auspuff geblasen wird anstatt den Kolben nach unten zu drücken.

### 2.13.2 Programmierbare Zündungen

Auf dem Markt gibt es diverse Zündanlagen, die auch an die RD passen. In diesem Kapitel möchte ich auf Angebote mit Ausgang fürs Power-Valve eingehen. Im wesentlichen teilen sich den Markt hier zwei Anbieter mit den wichtigsten Features

- Programmierbare Zündkurven & PV-Steuerung
- Eingang für Drosselklappen-Poti (TPS)
- Drehzahlbegrenzer einstellbar
- Schaltautomat
- Ausgang für Serien-Drehzahlmesser und PV
- Sehr Preisgünstig (200 – 300 Eur)

www.zeeltronics.com (aka „Borut Zündung“)

In 2005 bekam ich Kontakt zu Borut Zemljic aus Slowenien, der damals für die luftgekühlten RD's programmierbare Zündungen baute. Seine damaliges Konzept bestand aus mehreren einzelnen Boxen, die jeweils einzelne Funktionen abdecken: Es gibt eine CDI, die den Zündstrom aus der serienmäßigen Lichtmaschine bekommt Diese CDI zündet immer dann, wenn ein Pick-Up Impuls kommt und ist quasi das „Leistungsteil“

Wenn man jetzt den Zündzeitpunkt verändern möchte schaltet man zwischen den Pick-Up und die CDI ein Zusatz-Steuergerät. Diese so genannte VCDI verzögert den Pick-Up Impuls drehzahlabhängig – sie steuert damit welche Zündkurve gefahren wird.

Wenn man das PV mit steuern möchte kommt eine dritte Box dazu (PPV).

Im Laufe der Jahre kamen weitere Typen von Boxen dazu, die z.B. die 3 o.g. Boxen in vereinen. Grundsätzlicher Unterschied: Die PCDI-Familie bezieht den Zündstrom aus der Lichtmaschine – diese muss dazu vorhanden und intakt sein.

Die PDCI-Familie erzeugt die Zündenergie aus den 12V der Batterie („DC-CDI“) und benötigt theoretisch nur eine Batterie und einen Pick-Up („total-loss“).

Dieser Typ ist gut geeignet um bei Lima-Defekt der Ladespule (Braun/Grün/Rot) um das neu wickeln herum zu kommen und stattdessen auf eine DC-CDI zu gehen.



Bild 126 : CDI (links), VCDI (mitte) & Programmiergerät (rechts) (Prototypen aus 2005 von www.zeeltronic.com)

Die Programmierung läuft über ein separates Handheld, was das Arbeiten an der Rennstrecke oder Unterwegs sehr einfach macht.

Im Gegensatz zu einem Laptop macht es dem Teil nichts aus, wenn es mal runter fällt und man kann es auch in praller Sonne ablesen. Strom bekommt es aus der Zündung, so dass auch kein Akku alle werden kann. (Nachteil: Zusatz-Kosten)

Inzwischen gibt es auch eine PC-Software, mit der man die Programmierung erledigen kann. Leider ist dazu ein spezielles Kabel nötig, das ähnlich viel kostet wie das Handheld.

Alle Zeeltronic Boxen haben lose Kabel, die aus der CDI kommen. Der Anschluss an den eigenen Kabelbaum ist so vergleichsweise einfach machbar. Wer bestimmte Stecker braucht, kann sich die selber ancrimpen.

Die Ergebnisse waren sehr imposant. Marco Böhmer hatte zwei RD's auf dem Prüfstand. Eine Serien 1WW und eine bereits bearbeitete RD mit SoniX-Auspuffen, TM30 und Serien-Luftfilter. Verwendet wurde eine Zündkurve mit hoher Vorzündung. Die „gemachte“ RD ging **von 47kW** mit Borut's CDI **auf 54 kW** am Hinterrad (= gute **9,5 PS mehr**)

Die Serienmaschine hatte durch die CDI **4 kW mehr** (= knappe **5,5 PS**) !

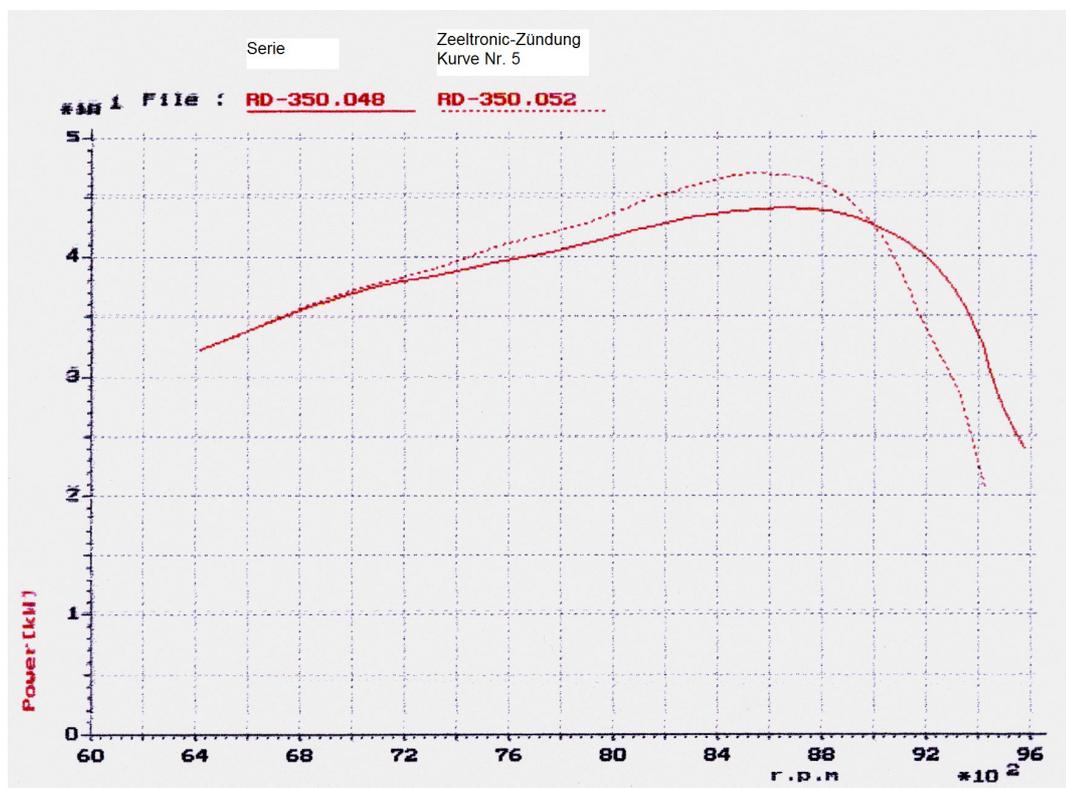


Bild 127 : Leistungsmessung Serien 1WW mit relativ „zahmer“ Zündkurve

Die Serien-1WW musste nicht umbedüst werden. Die Drehzahl f. die max. Leistung ist gute 800 U/Min runter gegangen, d.h. eine längere Übersetzung wäre nötig um nicht ein langsames Moped als vorher zu haben.

Seit Mitte 2007 gibt es von zeeltronic.com einen Eingang für ein Potentiometer, dass die Gasstellung angibt. Dazu kann man z.B. den Gaszugverteiler der RGV250 verwenden, der so einen Poti dran hat.

Die VCDI hat dann anstatt nur einer einzigen Zündkurve ein Zündkennfeld (Zündwinkel über Drehzahl und Gasstellung), dass aus drei Stützkurven besteht (für 0-33%, 66% und 100%). Damit kann man bei Vollgas den „vollen“ Zündwinkel fahren und bei Teillast einen „lascheren“.

Insbesondere bei 1WW Auspuffen kann man damit sehr positiv das ruckelige Verhalten um 4500 U/min in den Griff bekommen (siehe dazu auch das Einspritz-Kapitel, Bild 31).

Grundsätzlich kann man sagen, dass ein kleinerer Zündwinkel einen ruhigeren Motorlauf ergibt, aber ggf. die Abgastemperatur erhöhen kann.

[www.ignitech.cz](http://www.ignitech.cz)

Von Ignitech gibt es 2 RD-taugliche DC-CDI's; einmal die DC-CDI P2 und die CD-CDI P2 race.

Letztere würde ich für den normalen Straßen-Einsatz nicht empfehlen, weil die Verkabelung und Programmierung aufwendiger ist.



Bild 128 : Ignitech DC-CDI P2 mit fertigem Kabel

Im wesentlichen sind die Features identisch mit der Zeeltronic, außer dass die Programmierung über ein USB2Serial Kabel und PC/Laptop läuft.

In der Software kann man die Kurven auch grafisch darstellen, was etwas angenehmer ist, als nur die Zahlen zu sehen.

Die Einstellungen können in einer .ign-Datei gespeichert werden und so ist z.B. auch eine Ferndiagnose möglich, wenn man das File per email an Fachleute verschickt.

Ein Vorteil der Ignitech ist, dass es eine Modifikation gibt, mit der man den sogenannten wasted spark weg bekommt. Dazu muss aber eine der Erhöhungen auf dem Polrad geschlitzt werden und die Zündung spezielle Einstellungen bekommen. Danach kann man zwei einzelne Zündspulen fahren und die zünden jeweils nur einmal pro Umdrehung.

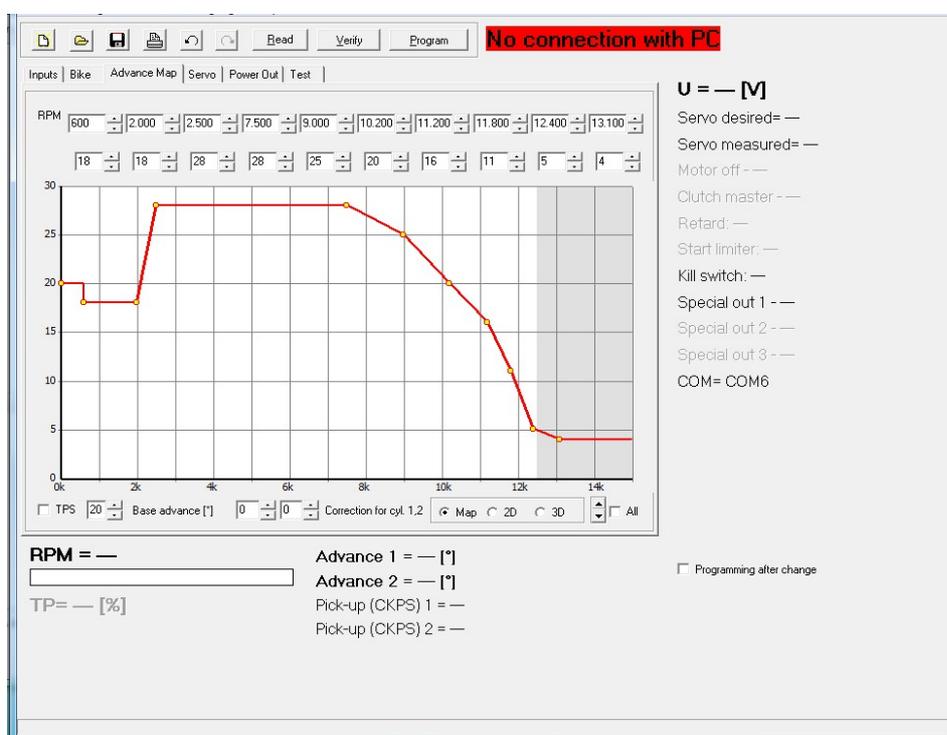


Bild 129 : Screenshot Ignitech-Software

Leider ist das mit dem Kabel & Laptop „unterwegs“ auch ein Nachteil (Diebstahl, Akku leer, Ablesbarkeit bei Sonne). Und einfach „irgendein“ Laptop nehmen, geht auch nicht ohne weiteres, da das Kabel einen speziellen Treiber und die Einstell-Software benötigt. (Ich hatte das auf Treffen/Rennstrecken schon mehrfach )

In der Standard-Ausführung wird nur ein passender Stecker mit Innenleben geliefert. Diesen fertig zu bauen erfordert gewisse Expertise in KFZ-Elektrik und eine spezielle Crimp-Zange.

Gegen Aufpreis (ca. 10 Eur) gibt es den Stecker mit 1.5 m Kabeln fertig gebaut. Das ist dann deutlich einfacher zu Handhaben und ich empfehle dringend das mit zu bestellen.

Preislich hat Ignitech die Nase vorne, von der Leistung gibt es keinen Unterschied

### 2.13.3 Nötige Einstellungen

Alle CDI's brauchen einen Referenz-Punkt, nämlich bei welchem Winkel der KW das Pick-Up Signal kommt. Bei Zeeltronic heißt das Static-Angle bzw. Base-Advance bei Ignitech.

Bei meinen Motoren (alles 31K Limas) waren das bei der Zeeltronic ca.  $34,6^\circ \pm 0,75^\circ$  vor OT.

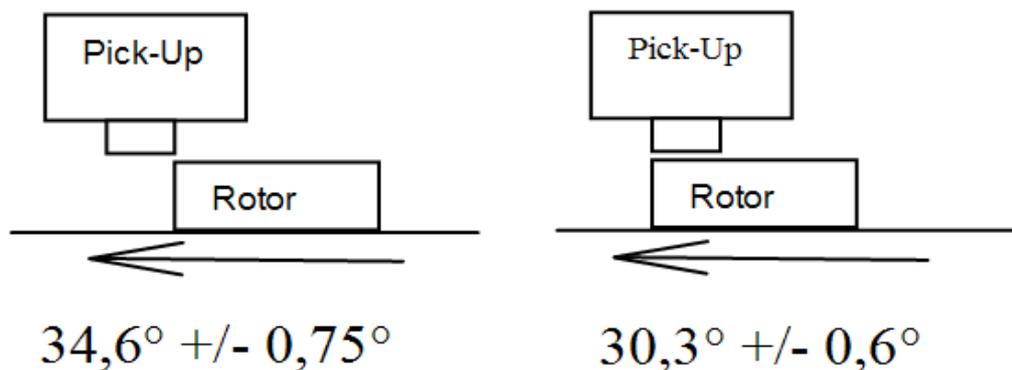


Bild 130 : Stellung Polrad/Pick-up in Grad vor OT am Referenzpunkt (links)

Die Ignitech möchte eine andere Stellung, nämlich die bei der der der Mitte Pick-Up an der hinteren Kante steht. In meinen Motoren war das im Bereich 18-20 Grad.

Da die Winkel je nach Motor leicht schwanken, benötigt man ein Zünd-Stroboskop und eine Messuhr bzw. OT-Sucher um das zu prüfen. (Anleitung auch in Deutsch unter [www.zeeltronic.com](http://www.zeeltronic.com)).

Mit dem OT-Finder von Delo den Kolben auf 2 mm vor OT stellen =  $20^\circ$  v. OT und am Polrad eine Markierung machen. Kurve in der CDI auf konstant  $20^\circ$  eingeben, Motor an und Strobo drauf. Jetzt kann man an der Markierung sehen, ob's stimmt. Wenn nicht, muss der Wert für Static-Angle bzw. Base-Advance korrigiert werden, bis die Markierung überein stimmt.

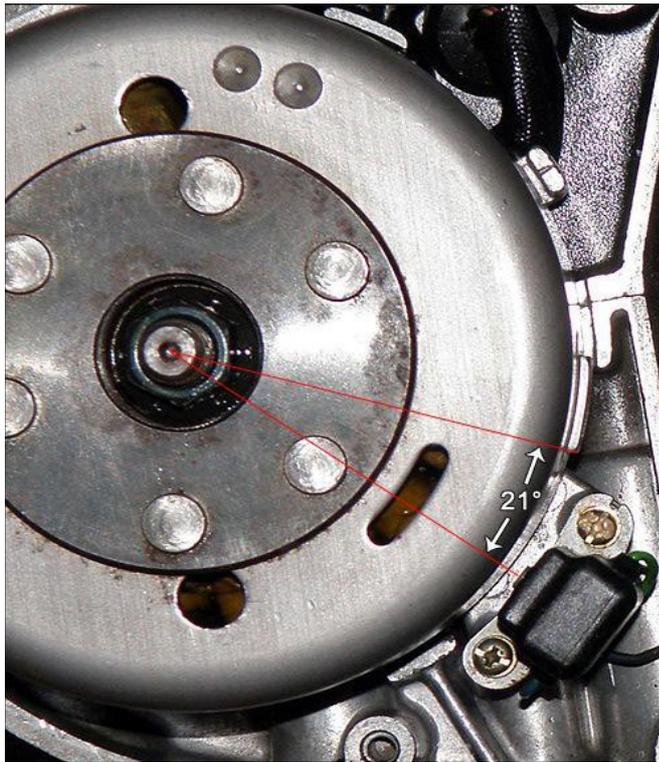


Bild 131 : Base-Advance Ignitech.

#### 2.13.4 Zündkurven

Bzgl. einer „guten“ Zündkurve habe ich hier eine Anleitung des US Kart-Tuners Bill Givens übersetzt, der leider schon vor einigen Jahren verstorben ist.

Ziel der Zündung ist es ca. 10-15 Grad nach OT den maximalen Verbrennungsdruck anliegen zu haben.

Da die Verbrennung nicht unendlich schnell stattfindet bedeutet es, dass man „langsame“ Verbrennung durch höheren Zündwinkel kompensiert und anders herum. Leider haben diverse Größen Einfluss auf die Verbrennungsgeschwindigkeit:

- Brenngesetz des verwendeten Kraftstoffs
- Verdichtung
- Turbulenz / Zerstäubung des Kraftstoff/Luft Gemischs
- Fetttes/mageres Gemisch
- Geometrie des Verbrennungsraums

Grundsätzliches Ziel ist eine mgl. schnelle Verbrennung und mgl. geringe Vorzündung, denn damit muss der Kolben beim Aufwärtshub weniger Arbeit „verschwenden“.

Die Kompression wird so hoch wie nötig gewählt, damit der Motor die Temperaturen noch weg bekommt und die verfügbare Oktan-Zahl noch hinhaut.

Ausgangskurve:

Damit der Motor kein Kickback hat und, leicht startet und im Standgas sauber & ruhig läuft sind nur 3-6 °vOT nötig.

(Bei sehr großer Verdichtung sogar noch weniger)

Dieser Bereich geht von 0 – ca. 2500 rpm.

Die „alten“ geraden Zündkurven sind immer ein Kompromiss, damit der Motor im ganzen Drehzahlband sauber & ruhig läuft und auch hält.

Als Basiswert erhöht man diese Vorzündung um einen Faktor von 1.5

Bei 20 Grad S3erien-Vorzündung (RD350LC) wären wir dann bei 30 °vOT.

Diesen Wert hält man bis ca. 75% der Drehzahl des max. Moments.

Bei meiner EFI RD wären das ca. 9000 rpm – 75% davon sind 6750 rpm.

Damit sind wir von 0-2500 bei 3-6 Grad, dann geht's hoch auf 30 Grad bis 6750 rpm.

Jetzt kommt der interessante Teil der kritisch für Leistung und Haltbarkeit ist.

In diesem Bereich kommt der Auspuff ins Spiel und er geht von ca. 75% bis 110% der Drehzahl des max. Moments.

In unserem Beispiel wären das 6750 bis 9900 rpm.

Die Steuerzeiten und das Auspufflayout haben Einfluss auf die nötigen Grenzen, aber für die meisten Motoren passen diese Werte ganz gut.

Die nötige Vorzündung an diesem Punkt liegt bei ca. 0.75 – fachen des „statischen“ Wertes, für unser Beispiel also  $0.75 * 20 \text{ Grad} = 15 \text{ Grad}$

Im Allgemeinen ist die Verbindung der letzten beiden Punkte eine gerade, kann aber motorspezifisch auch „ausgebeult“ sein; speziell im Bereich um die Drehzahl des max. Moments.

Dieses Feintuning macht man am besten auf dem Prüfstand, denn eine nicht optimale Vorzündung sieht man direkt an Dellen in der Leistungskurve.

Im Bereich  $> 110 \%$  bis ca.  $125 \%$  der Drehzahl max. Moments macht es Sinn den Zündwinkel konstant zu halten. Das ergibt ein breiteres Leistungsband ohne Verlust an Spitzenleistung

Ab ca. 125% der Drehzahl max. Moments hat man das Ende des Überdrehens erreicht.

Hier kann man den Winkel konstant halten oder als sanften Drehzahlbegrenzer die Vorzündung wieder leicht ansteigen lassen.

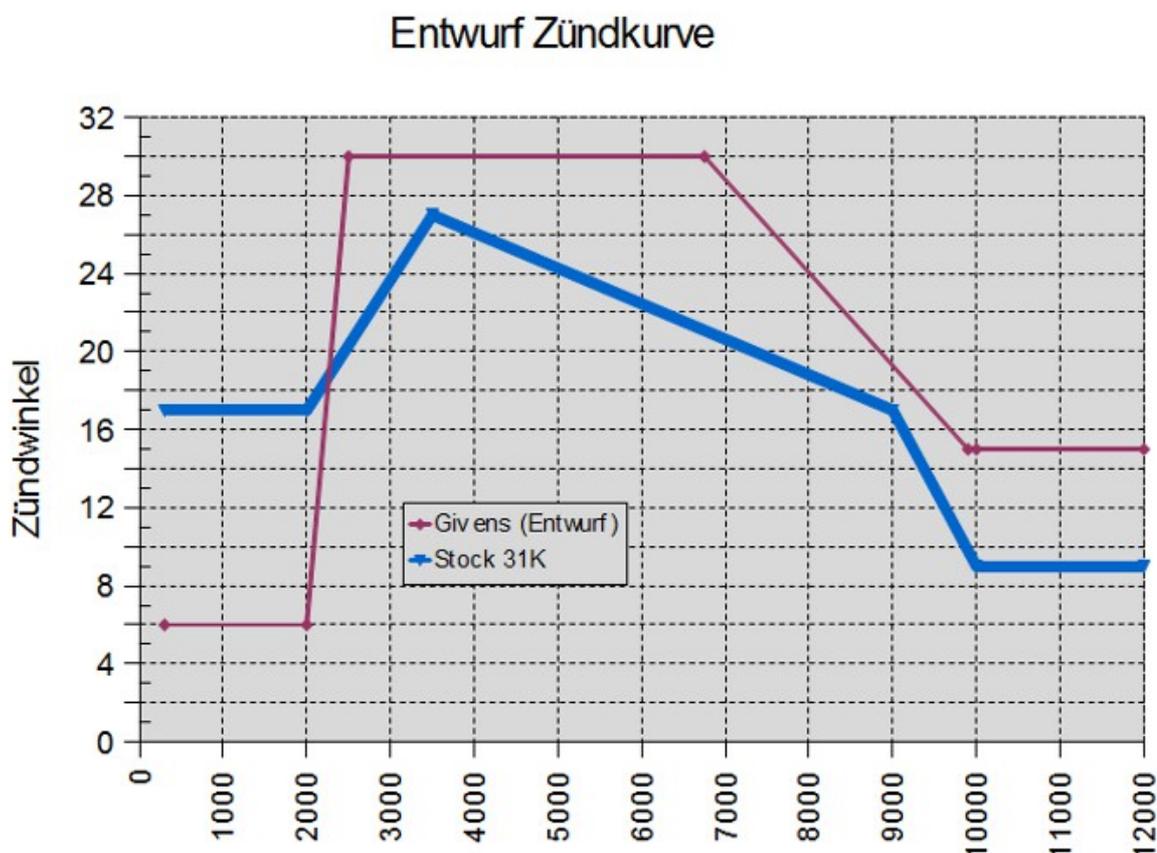


Bild 132 : Basis-Zündkurve nach Givens

Diese Kurve ist eine Basis für Prüfstandsläufe, wo sie dann an den Motor angepasst wird.

Zunächst stellt man sicher, dass die Bedüsung passt; nach Möglichkeit beobachtet man Abgastemperatur & nutzt einen Klopfsensor.

Dann verstellt man den Punkt bei 110% Drehzahl max. Moments so lange nach oben bis sich Klopfen einstellt – dann nimmt man es 1-2 Grad zurück.

Eine unter größerer Last & Vorzündung fallende Abgastemperatur ist dabei ein Indikator für Detonationen.

Dieser Wert kann am Ende durchaus auch bis zu 0° Vorzündung gehen.

**Wichtiger Hinweis:**

Wenn man aus Erfahrung weiß, dass im mittleren Bereich bis 75% der Drehzahl max. Moments eine große Vorzündung nicht möglich ist, nimmt man die natürlich entsprechend zurück.

Diese Anleitung habe ich sehr frei übersetzt und sie stellt nicht überall meine persönliche Meinung/Erfahrung dar. Trotzdem ist sie als Basis für eigene Experimente das beste was ich kenne.

Das mit den ca. 20 Grad als „statischer“ Zündwinkel deckt sich jedenfalls mit den Angaben von PVL zu deren digitaler Zündung. Für ein digitales System und 175 ccm käme ca. 2 - 2.2 mm vor OT raus (= ca. 20 Grad)

	Analoges System	Digitales System
50 ccm / 60 ccm / 80 ccm	1,4 bis 1,6 mm	1,2 bis 1,4 mm
125 ccm	1,2 bis 1,4 mm	1,0 bis 1,2 mm
175 ccm	2,2 bis 2,4 mm	2,0 bis 2,2 mm
250 ccm	1,8 bis 2,2 mm	0,8 bis 1,0 mm
Motoren offener Klasse	2,2 bis 2,4 mm	

Tabelle 10: Vorzündungen aus dem Kartsport (Quelle: Fa. PVL)

Zitat: „Modifizierte Motoren (höhere Kompression) müssen eine Zündeneinstellung verwenden, die hinter den Werten zurückliegt.“

D.h. eine Zündung mit „besserem“ Zündfunken benötigt weniger Vorzündung, was erklärt warum die digitale Zündung mit der Serien-RD Kurve besser lief als vorher. Die TDR250 hat übrigens im Vergleich zur TZR250 auch eine verringerte Vorzündung, aber dafür eine digitale CDI mit integrierter Power-Valve Steuerung.

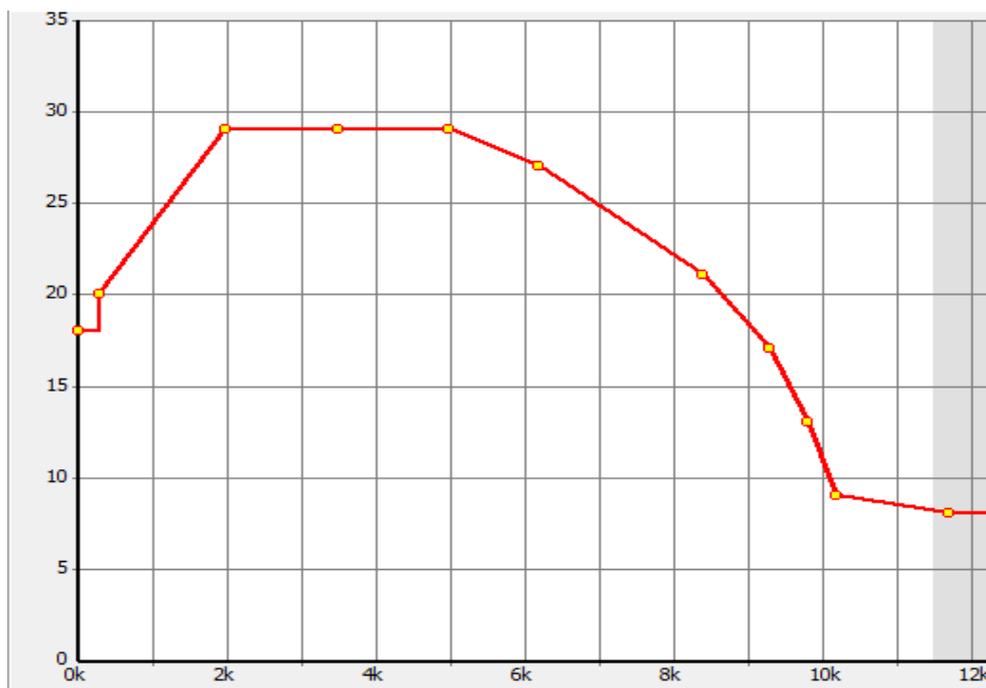


Bild 133 : Eigene Zündkurve für Eigenbau-Auspuff

### 2.13.5 Power-Valve Modifikationen

Wie bereits im Auslaß-Kapitel erwähnt hängt die Drehzahl der max. Leistung von der Höhe des Auslasskanals ab. Das Power-Valve-System kann diese Höhe drehzahlabhängig verändern, was man zur Verbesserung des Drehmoments bei niedriger Drehzahl nutzt. Für niedrige Drehzahlen wird die Walze geschlossen und bei hohen Drehzahlen geöffnet.

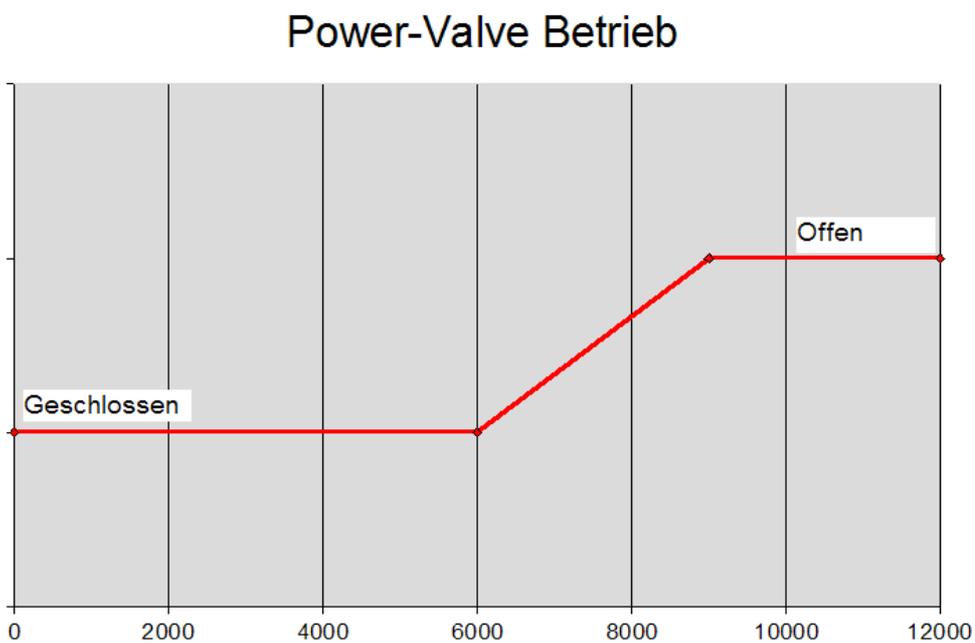


Bild 134 : Power-Valve Betrieb

Die Drehzahlen bei der man das Öffnen beginnt und bei der ganz offen ist, sind Modellabhängig unterschiedlich.

Die Codierung erfolgt über die Platine der Power-Valve Steuerung und das kann man nachträglich verändern (siehe nächstes Kapitel)

Modell	Öffnung startet bei	ganz offen bei
RD350 (31K)	5550 U/min	9450 U/min
RD350 1WW	6000 U/min	10200 U/min
TZR250 (1KT, 2MA)	5850 U/min	10050 U/min
RD500 (47X, 1GE)	6150 U/min	7950 U/min
Kurve 14	6000 U/min	8550 U/min
TZR MOD1	5700 U/min	9000 U/min

Tabelle 11: Betätigungsdrehzahlen des Power-Valve (Quelle: BDK)

Wenn man sich mal die Werte der 1WW anschaut, braucht man sich nicht zu wundern, dass manche Exemplare nicht ausdrehen. Wenn nämlich das Moped nur 9000 dreht, aber die Walzen erst bei 10200 ganz offen sind ist das nicht gerade optimal! Hier sollte man eine Einstellung wählen, bei der die Walzen früher ganz offen sind.

Die Methode zum Rausfinden des Optimums ist eigentlich ganz einfach.

- PV offen abklemmen und Fahrtst machen.
- Aufschreiben des nutzbaren Drehzahlbandes (z.B. von 6.500 bis 10000)
- PV in geschlossener Stellung abklemmen und Fahrtst machen.
- Aufschreiben des nutzbaren Drehzahlbandes (z.B. von 3.000 bis 7000)

Im Beispiel müsste dann irgendwo im Übergangsbereich von 6 - 7 das PV aufgehen und bei um 9500 ganz offen sein. Ist ein wenig Abstimmungssache, weil z.B. bei schnellem Hochdrehen die Steuerung ja auch eine Zeitverzögerung hat.

Nachdem ich einige verschiedene Strategien an meiner RD ausprobiert habe, hat Kurve 14 am besten funktioniert.

Die modifizierten 1WW's sind im ganzen Drehzahlbereich spritziger, heben im ersten Gang das Vorderrad und drehen oben viel besser aus.

Marco Böhmer hat diese Modifikation am Prüfstand getestet und festgestellt, dass es über den ganzen Drehzahlbereich 3 – 4 kW mehr Leistung bringt. Er hat Kurve 14 bzw. TZR MOD1 als optimal ermittelt. Die 31K Werte waren auch nicht schlecht.

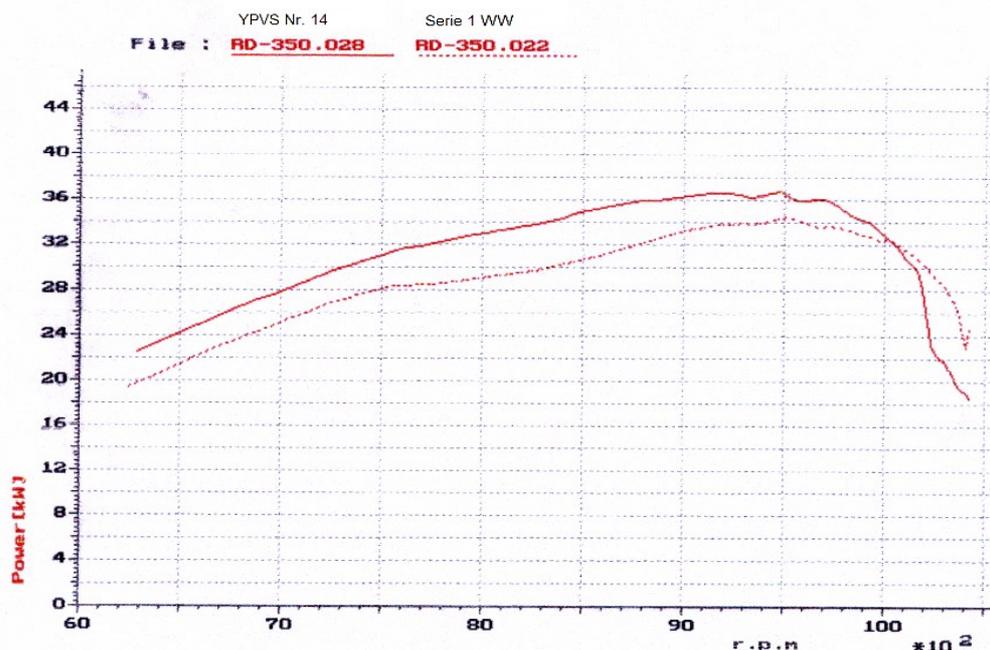


Bild 135 : Leistungsmessung Serien RD mit YPVS Einstellung 1WW und BDK Nr. 14

Die nötige Modifikation der Power-Valve Steuerung funktioniert wie folgt:

Die separaten Steuergeräte der Yamahas von ca. 1983 – ca. 1989 haben alle einen großen IC, der über Brücken codiert die Anfangs-, Enddrehzahl und den Drehwinkel steuert.

Das 31K Steuergerät aus 1983 ist für einen Umbau weniger gut geeignet, da die Platine auf der Rückseite lackiert ist. Erkennungszeichen: Das Gehäuse ist relativ dick und hat einseitig eine Abschrägung

Die späteren Platinen haben eine ca. 2-3 mm dicke Verguss-Masse, die man gut entfernen kann. Erkennungszeichen: Pultförmiges Gehäuse (Ober- und Unterseite flach mit leichtem Winkel zwischen den Ebenen)

Beim eBay kann man also suchen nach TZR250, RD350YPVS, RD500. Die sind elektrisch kompatibel, unterscheiden sich aber am Stecker und Z.T. in einzelnen Kabel-Farben.

Auf der Rückseite der Platine kann man die Pins des Haupt-IC's erkennen. Er hat 12 Pins, die von links nach rechts nummeriert werden.

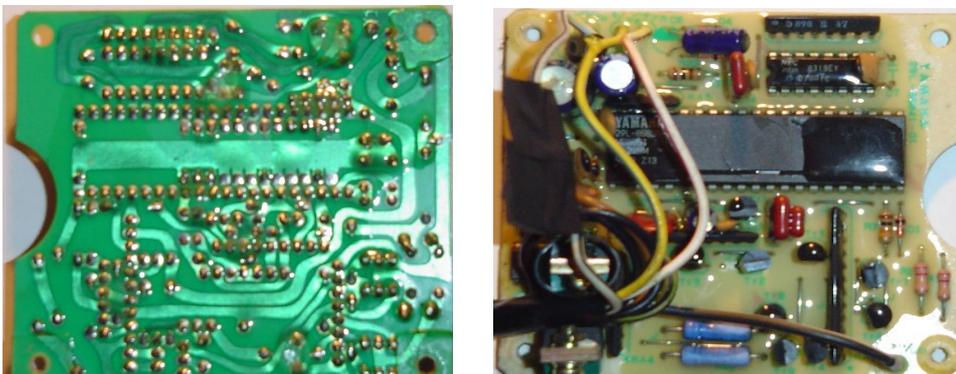


Bild 136 : 31K: (Brücken bei 1,2,3,7 und 11)

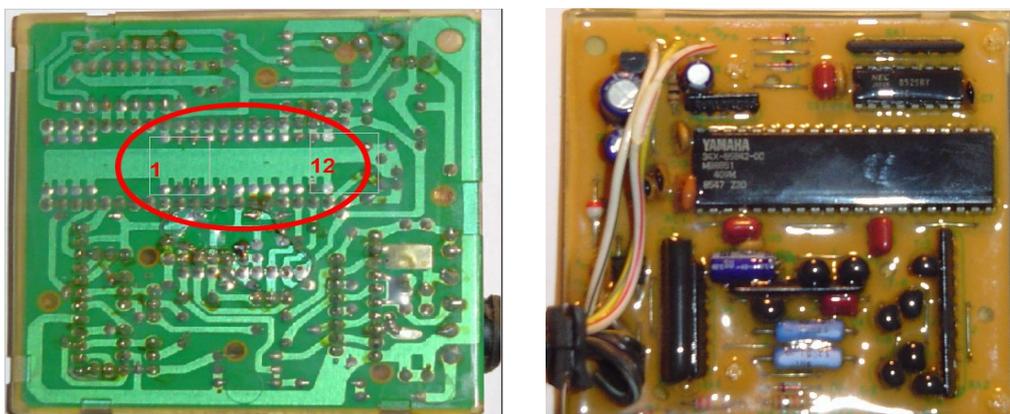


Bild 137 : 1WW: (Brücken bei 2,3,5 und 11)

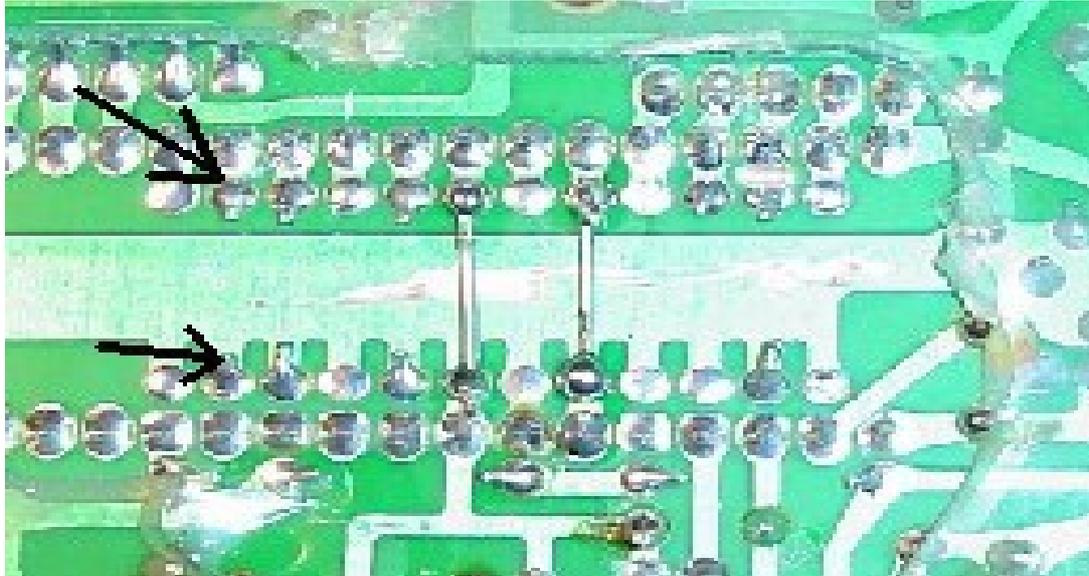


Bild 138 : Brücken modifizieren

Ob eine Brücke aktiv ist, oder nicht erkennt man an vorstehenden Draht-Enden in der 2. und 3. Reihe der Pins. Wo ein Draht drin ist, ist die Brücke aktiv (= 1)

Wo nichts drin ist, ist die Brücke nicht aktiv (= 0)

Brücken trennen (um aus einer 1 eine 0 zu machen) kann man an 2 Stellen (mit Pfeil gekennzeichnet). Dazu geht man mit dem Drehmel leicht über die Leiterbahn, so dass die Kupferschicht unterbrochen wird.

Neue Brücken (um aus einer 0 eine 1 zu machen) setze ich so wie auf dem Bild zu sehen. Wichtig ist, dass an dem Pin in der ersten Reihe "Masse" ankommt; das ist der breite Streifen in der Mitte.



Vom Rastermaß passen auch gängige DIP Schalter. So kann man verschiedene Einstellungen ausprobieren und hat für kleines Geld eine programmierbare Box.

Der Trick ist, dass man vorher alle Brücken trennt, so dass nur noch der DIP-Schalter die Brücke schaltet.

Bild 139 : PV-Box 1WW auf DIP-Schalter umgebaut.



Wie man sieht passt das schon ganz gut – natürlich hatten sowohl BDK als auch der Stefan Rempfer Messungenauigkeiten, weshalb die Angaben nicht 100% identisch sind.

Brücke 1	Brücke 2	Brücke 3	Brücke 4	Wert	Start-Drehzahl	End-Drehzahl	Drehwinkel
0	0	0	0	0	7486	10457	30,6
1	0	0	0	1	7230	10204	31,6
0	1	0	0	2	6975	9951	32,7
1	1	0	0	3	6720	9699	33,8
0	0	1	0	4	6465	9446	34,9
1	0	1	0	5	6209	9193	35,9
0	1	1	0	6	5954	8940	37,0
1	1	1	0	7	5699	8687	38,1
0	0	0	1	8	5444	8435	39,2
1	0	0	1	9	5188	8182	40,2
0	1	0	1	10	4933	7929	41,3
1	1	0	1	11	4678	7676	42,4
0	0	1	1	12	4423	7424	43,5
1	0	1	1	13	4167	7171	44,5
0	1	1	1	14	3912	6918	45,6
1	1	1	1	15	3657	6665	46,7

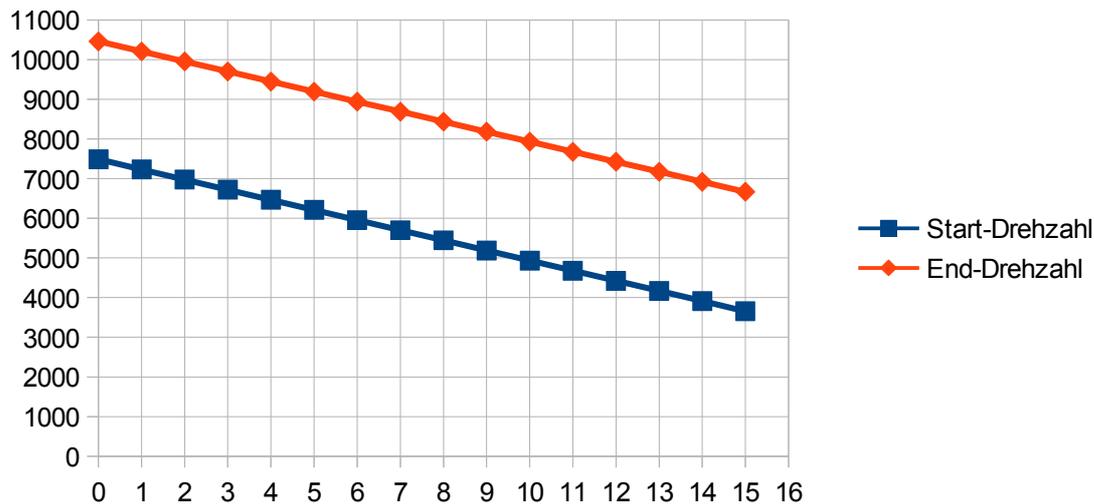


Bild 141 : Näherungsfunktion für Start/Enddrehzahl

Ich habe die Rempfer Tabelle auch mit einem eigenen DIP-Umbau und einem YPVS Tester geprüft. Die eingestellten Werte passten zu dem was man danach an Start/End-Drehzahl messen kann.

## Praxis-Tipps:

- Beim Löten vorsichtig vorgehen und ggf. Pausen machen.  
Der IC mag keine große Hitze; ich habe bei einem DIP-Umbau schon einen geschrottet
- Der 1WW Auspuff hat höchste Leistung bei ca. 8500 – 9000 U/min (je nach Zylinder).  
Sinnvoll ist hier eine End-Drehzahl von ca. 8200-8500.
- Der 31K Auspuff dreht prinzipiell etwas höher.  
Sinnvoll ist hier eine End-Drehzahl von ca. 8500-9000.
- Die RD500 ist in Serie viel zu früh voll offen. Hier profitiert man von deutlich späterer End-Drehzahl.  
Ich hatte seinerzeit an einer Serien-RD500 mit gutem Erfolg eine TZR250 Box der 2MA verbaut. Leider kann ich nicht genau sagen, welche End-Drehzahl die hatte; dürfte bei 9-10.000 U/min gelegen haben.  
Bei Auspuffen mit deutlich erhöhter Drehzahl (z.B. JL) läuft es auf die Werte Start bei 7.500, Ende bei 10.500 hinaus.
- Bei der TZR250 bringt es lt. BDK etwas das PV früher ganz zu öffnen (9000 statt 10.000)
- Allgemeine Faustregel bei geänderten Auspuffen, die höher drehen: Drehzahl max. Leistung minus ein paar hundert.  
Bei meinen Eigenbauten lag die höchste Leistung jeweils bei 9300-9700 U/min an, die PV End-Drehzahl war dabei ca. 9000-9300.
- Variation des Drehwinkels habe ich persönlich wenig getestet.  
Es wird berichtet, dass spürbarer Einfluss da ist.  
Bei mir hat ein tieferes Schließen untenrum was gebracht; aber es steigt dadurch ggf. die Empfindlichkeit auf Unsitten wie Ruckeln/Stottern bei unteren/mittleren Drehzahlen.
- Lohnt sich eine programmierbare Steuerung (Zeeltronic PPV, oder komplett CDI/PV von Ignitech bzw. Zeeltronic)?  
Auf jeden Fall, denn über die Form der Kurve kann man nochmal etwas holen und die Zündkurve bringt nochmal zusätzlich Leistung.  
Nachteil: Kosten und man muss den Anbau bewerkstelligen.
- Und last but not least: Kommt bei einer „optimierten“ PV Kurve mehr Leistung raus, als bei „PV auf ganz offen fest gestellt“ ?  
Die Antwort ist ja. Kann man sowohl messen, als auch rechnen.

Hier z.B. eine Simulation von meiner Renn-RD mit PV zu, PV auf und optimierter Kurve.

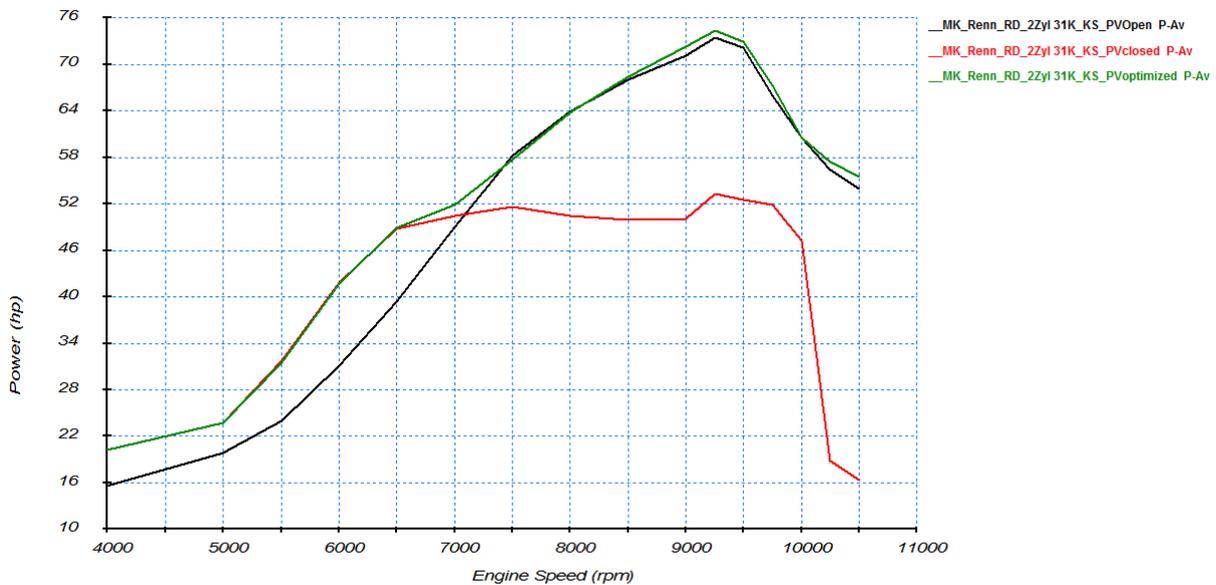


Bild 142 : Auswirkung PV Steuerung auf max. Leistung

Der PV-Motor der RD ist nichts anderes als ein Servomotor, der über ein kleines Getriebe ein Stellrad antreibt und die Position des ganzen über einen Drehwiderstand (= Potentiometer bzw. Poti) an die Elektronik weiter gibt.

Er hat 5 Anschlüsse: +/- 12V und drei für das Potentiometer.

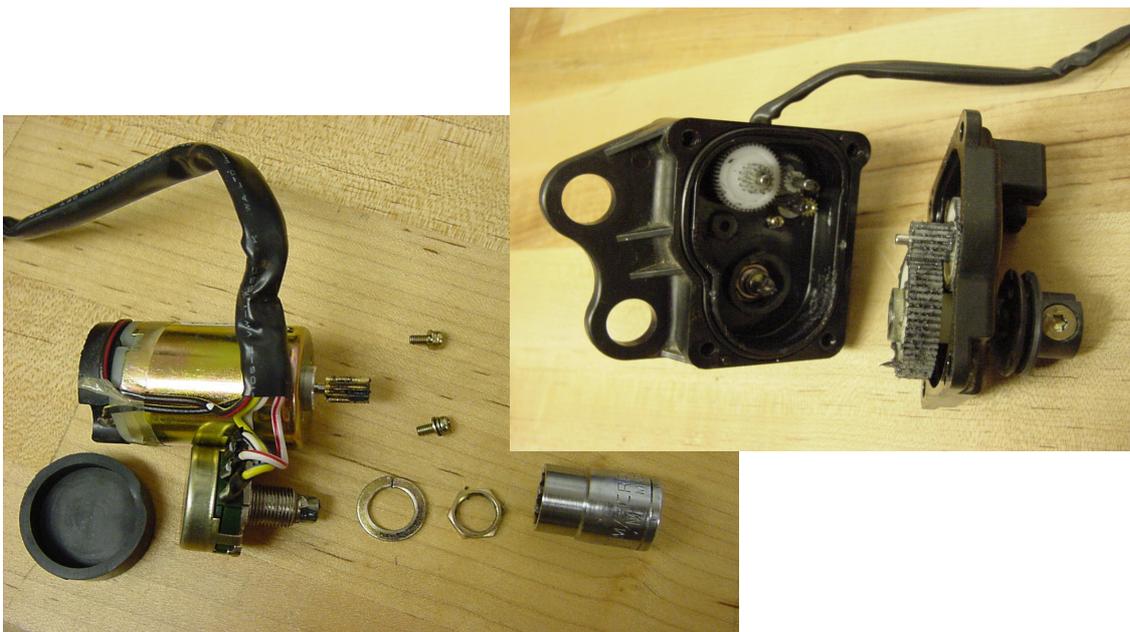


Bild 143 : Servo-Motor Innenleben

Die Defekte, die ich bislang gesehen habe waren

- Beschädigte Laufbahnen am Poti in Mittelstellung (= unsauberes Signal für die Steuerung, „Zittern“, wenn Stellung konstant bleiben soll)
- Defekter Motor (= komplett tot, keine Drehung)

Bei Defekt oder wenn man etwas „leichteres“ sucht, muss man nicht unbedingt auf Yamaha-Teile zurück greifen. Es geht jeder Motor, der nach diesem Prinzip arbeitet und das sind eine ganze Menge:

- RD500
- TZR250
- RGV250
- Modellbau-Servos
- FZR1000 Exup
- Klappensteuerung der R1/R6
- Klappensteuerung bei Ducati

Bei Verwendung solcher Teile muss man sauber messen, welche Anschlüsse was machen und da das Betätigungsrad ggf. einen anderen Durchmesser hat kann es erforderlich werden den Betätigungswinkel zu ändern.

An meiner Renn-RD tut ein RGV250 Servo seinen Dienst, seit der originale nicht mehr wollte.

### *2.13.6 Programmierbare Power-Valve Controller*

Sofern man nicht sowieso eine Zündung mit integrierter PV Steuerung verwendet, gibt es auch Boxen, die „nur Power Valve“ können.

Von [www.zeeltronic.com](http://www.zeeltronic.com) gibt es seit 2006 das sogenannte PPV – Hier kann man die Öffnung in % über der Drehzahl als Kurve programmieren.

Zusätzlich ist die Stellung 0% und 100% frei einstellbar, womit man natürlich auch ein tieferes Schließen erreichen kann. Bei meiner Renn-RD führt das z.B. dazu, dass schon bei 5000 U/min ca. 40 Nm anliegen – das hat eine Serien-RD als Max.Wert!

Die Programmierung wird über ein Handheld oder USB-Programmierkabel + Software erledigt. Beide kosten in etwa das gleiche und funktionieren auch an den Zündungen von Zeeltronic.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn man eine S-förmige Steuerkurve verwendet (Tuning 1). Der Motor wird damit in der Mitte „explosiver“, was auf bestimmten Strecken ein schnelleres Fahren ermöglicht.

Bei mir (1WW Auspuffe) startet diese bei 5000 und ist bei 8100 U/min ganz offen.  
 Die lineare Variante (Tuning 2) erzeugt einen gleichmäßigeren Leistungsverlauf, also eher die langweilige Trecker-Variante.

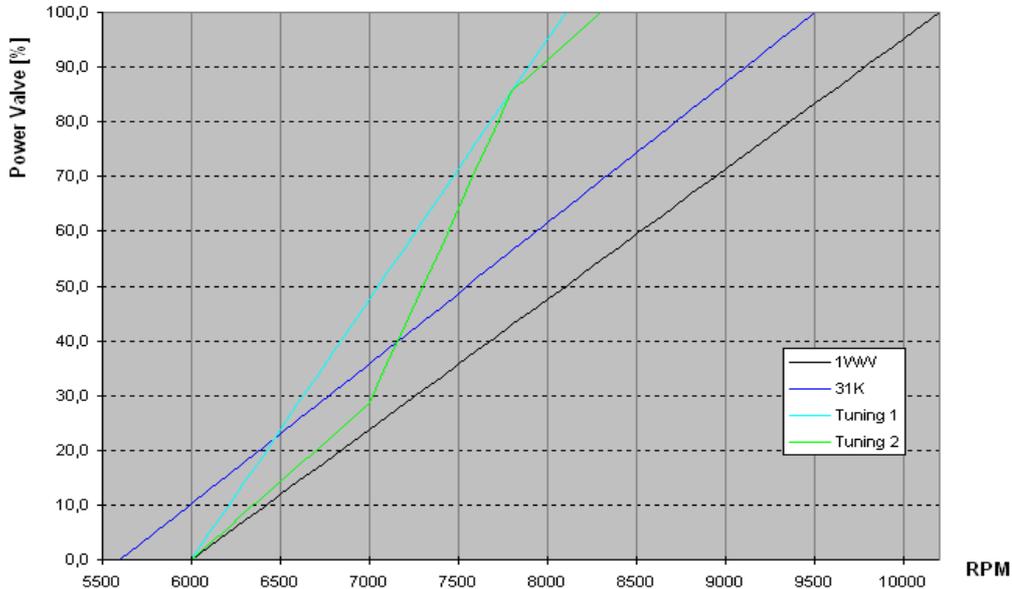


Bild 144 : PV-Kurven (Quelle: Hans Krieger, Aachen)

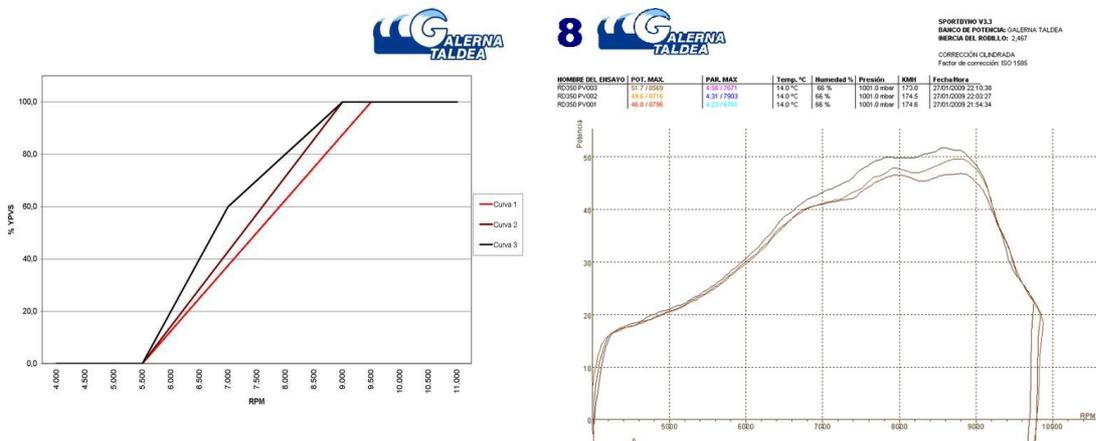


Bild 145 :Messung Galerna Taldea (PV durch Zeeltronic PPV programmierbar)

Ein alternatives Produkt ist das STPS von [www.ignitech.cz](http://www.ignitech.cz), eine ebenfalls frei programmierbare Power-Valve Steuerung. Hier kann man zusätzlich auch die Gasstellung (TPS) mit als Eingang nutzen und hat so ein Kennfeld rpm vs TPS vs PV-Öffnung.

Etwas umständlicher ist, dass in der Software die „Öffnung“ als Spannungs-Wert in mV am Positions-Poti des Motors angegeben wird.

Zum Ausgleich benötigt man nur ein relativ preisgünstiges USB2Serial Kabel um die Box mit einem PC/Laptop zu verbinden.

### 2.13.7 Zubehör-Cockpits

Von Koso gibt es mehrere sehr hübsche und vor allem kleine und leichte Cockpits. Preislich sind sie nicht ganz billig (150-350 Eur), aber die chinesischen No-Name Nachbauten aus dem eBay sind elektrisch nicht gleich und man hat mehr Probiererei.

Gleiches gilt für die Abgastemperaturmessung (EGT). Hier sind allerdings die Koso-Sensoren auch nicht das Wahre und man sollte Mantelthermoelemente aus dem Fachhandel verwenden – die halten länger.



Bild 146 : Koso RX1N und EGT-Anzeige

Koso	RD
Rot	Dauer + von Batterie legen
Braun	Braun (Zündungs +)
Schwarz	Schwarz (Masse)
Gelb	Gelb (Fernlicht – Einzelstecker, Bullet-Connector)
Blau	Dunkelgrün (Blinker R)
Orange	Dunkelbraun (Blinker L)
Weiß	Himmelblau (Neutral)
Grau	Schwarz-Rot (Öl)
Braun	Weiß-Grün (Drehzahlmesser)

Tabelle 12: Anschluss Koso RX1N an 31K Kabelbaum

Zur Verbindung zum RD Kabelbaum gibt es passende Stecker bei Louis als JAPAN-SYSTEMSTECKER-SET( 108-TEILIG, Bestellnr.10003843).

Das 31K-Cockpit hat zwei Stecker: einen Schwarzen und einen Weißen.

Dort finden sich die Farben aus Tabelle 11 überwiegend am schwarzen Stecker.

Wenn man das soweit verbunden hat, muss man noch die Einstellungen programmieren. In der Sparte Drehzahl ist das „2C 2P“ (2 Cylinder , 2 Piston) und Impuls auf "Hi".

Das tut mit dem Signal am lila Kabel aus der Ignitech und mit dem Serien-Signal (Schwarz-Gelb aus der CDI zur PV-Steuerung).

Eines der ekeligen Probleme ist immer irgendwo Magnete anzukleben und den Sensor passig anzuf lanschen. Das kann man sehr elegant umgehen, indem man die Koso Signal-Adapter verwendet, die man in die Tachowelle einschrauben kann.



Bild 147 : Koso Signal-Adapter zum Anschrauben an die Serien-Tachoschnecke

Der gibt pro Umdrehung 6 Signale und wenn die Tachoübersetzung von Drehung Rad zu Drehung Welle sagen wir 3 ist, dann muss man bei der Anzahl der Signale  $3 \cdot 6 = 18$  angeben.

Radumfang war bei meinem 110/70ZR17 auf 2.75 Felge 1836 mm.

Damit kam es dann nicht ganz hin. Eine Reduzierung der Signalanzahl auf 16 plus Feintuning des Radumfangs ergaben dann das gewünschte Resultat.

Der Rest ist dann nur noch "klassische" Mechanik und am Ende hat man ein modernes Mäusekino und grob 1/2 kg weniger Gewicht vorne dran :-)

### 2.14 Fahrtwiderstände

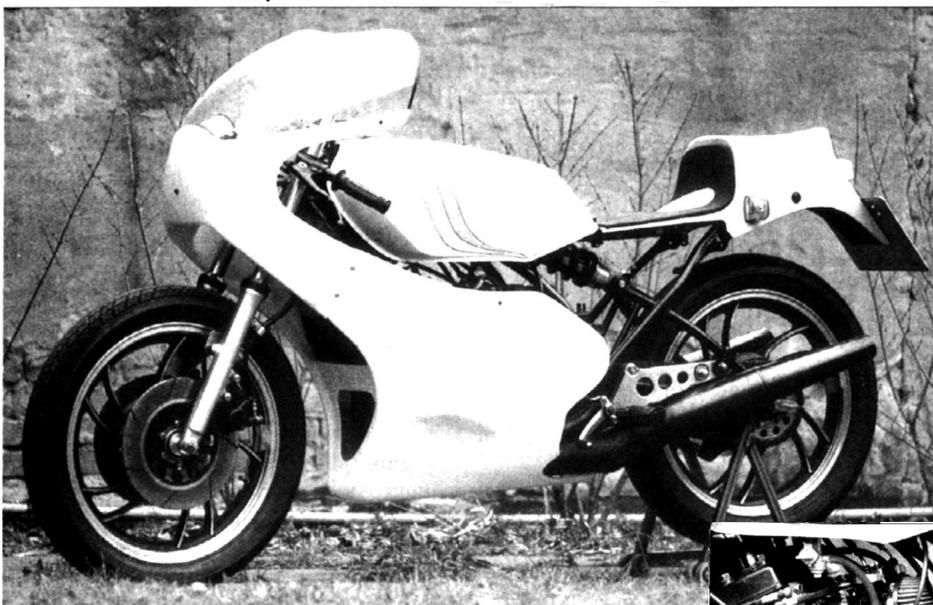
Die Leistung des Motors geht lange nicht voll in Vortrieb über. Wenn man 100% an Energie (=Benzin) reinsteckt, kommen nach einer Messung der Zeitschrift Performance-Bikes am Ritzel einer GPX750 nur ca. 25% an. Diese 25% treiben das Fahrzeug gegen die Fahrtwiderstände an. Aus diesem Grund ist es sinnvoll bei einer Leistungserhöhung auch die Verluste zu senken, damit die nutzbare Leistung noch mehr ansteigt und besser in Vortrieb umgesetzt wird.

Im Wesentlichen handelt es sich bei den Fahrtwiderständen um:

- Luftwiderstand
- Mechanischer Wirkungsgrad des Antriebsstranges
- Rollwiderstand
- "Beschleunigungswiderstand" (Träge Masse, die sich der Beschleunigung widersetzt)

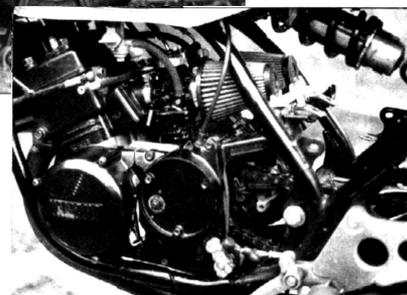
Zu jedem Zeitpunkt der Fahrt halten sich die vom Motor abgegebene Leistung und die Fahrtwiderstände die Waage. Bei niedrigen Geschwindigkeiten ist der Luftwiderstand klein, man kann stark Beschleunigen (=großer Beschleunigungswiderstand); bei hohen Geschwindigkeiten verzehrt der Luftwiderstand fast die ganze Motorleistung und die mögliche Beschleunigung geht gegen Null.

Um einmal zu zeigen, was für ein Potential in diesem Kapitel versteckt ist, möchte ich zuerst ein Beispiel anführen:



*Die Verwandtschaft zur Serienmaschine ist dieser Rennmaschine anzusehen, wenn sie auch mit Verkleidung, Sitzbank, Lenkerstummel und durch Abbau von Straßen-Teilen von 160 auf 137 kg erleichtert wurde. Ein Rennen kann man damit nicht gewinnen, aber viel Spaß haben – und genau darauf kam es dem Besitzer an*

Bild 148 : Hilla-RD350LC (aus MO 9/84)



*Wenig Änderungen, z.B. K + N-Filter, am Motor*

In einem Bericht der Zeitschrift MO (9/84) wurde die RD350LC von Bernd M. Hilla aus Berlin vorgestellt. Da ich mit dem Besitzer auch selber Kontakt hatte, kann ich quasi aus erster Hand die Angaben aus dem Bericht bestätigen – er selber ist leider schon verstorben.

Im Originalzustand läuft eine RD350LC (unverkleidet) gemessene ca. 185 - 190 km/h. Nach sorgfältigster (um nicht zu sagen pedantisch genauer) Feinabstimmung in Bezug auf Vergaser, Zündung, Ölgemisch, usw. hatte sein Motor statt serienmäßiger 43 - 44 PS deren 53,86 bei 8770 min<sup>-1</sup> am Hinterrad (Leistungsmessung bei Mitsui).

Obwohl er eine TZ-Verkleidung angebaut hat, senkte er das Gewicht von 165 kg auf 137 kg. Die nachfolgend genannten Reibungsoptimierungen wurden alle durchgeführt (Unter anderem dreht sich sein Hinterrad nach einmaligen Anstoßen ca. 38 s weiter). Da der Motor nur unwesentlich höher dreht als original, musste er extrem lang übersetzen.

Die gemessene Vmax spricht ohne größere Kommentare für sich: 220 km/h (Ohne Maßnahmen wären mit der Leistung nur bestenfalls 205 km/h drin; bzw. wären für 220 km/h knapp 67 PS nötig).

#### *2.14.1 Luftwiderstand*

Der Luftwiderstand (genauer gesagt die Luftwiderstandsleistung) steigt in der dritten Potenz mit der Geschwindigkeit. Dazu ein Beispiel: Ein Motorrad der Marke Yosukawonda ZXY750 hat bei 100 km/h einen Luftwiderstand, der etwa 10 PS "frisst". Wenn man doppelt so schnell fahren wollte (Geschwindigkeit x 2), würde der Luftwiderstand auf das 2<sup>3</sup>-fache (also auf 80 PS) ansteigen. Damit sollte jedem klar sein, das für eine Optimierung auf Vmax eine Reduzierung des Luftwiderstandes der mit Abstand wichtigste Punkt ist.

Wie allgemein bekannt ist, hängt der Luftwiderstand vom Produkt aus Frontfläche und Cw-Wert (Cw x A) ab. Der Cw-Wert lässt sich z.B. durch eine windschnittigere Verkleidung beeinflussen, wobei das aber mit viel Bastelaufwand verbunden ist.

Bei jedem besseren Verkleidungsheini (z.B. Seimoto) gibt es für gängige Rennmaschinen recht günstige Nachbauverkleidungen, die man sich dann anpassen muss. Zum Teil sind diese sogar in Kohlefaser erhältlich, womit man auch noch Gewicht spart. Bei Seimoto ist z.B. ein kompletter Satz (Verkleidung, Schutzblech und Höcker) für die Ducati 916 für ca. 450,- Eur (GFK) bzw. 800,- Eur (Kohlefaser) erhältlich.

Die Baujahre ab 1985 haben alle bereits die Verkleidungshalter am Lenkkopf, was den Eigenbau von Haltern für andere Verkleidungen extrem erleichtert. Die anderen Haltetaschen am Rahmen können ebenfalls dafür genutzt werden.

Eine Rennverkleidung (z.B. TZ 250/350) erfordert allerdings, dass man den Lenker weit unter die obere Gabelbrücke klemmt. Damit entfällt die Sitzposition "aufrecht" zugunsten der Sitzposition "liegend". Die Frontfläche sinkt; es ergibt sich in Zusammenarbeit mit dem etwas günstigeren Cw-Wert eine deutliche Steigerung der Höchstgeschwindigkeit.

Wem das zu aufwendig ist, der kann für die Serienverkleidung (wenn vorhanden) entsprechende Maßnahmen treffen:

- Kleinere (oder gar keine) Spiegel
- Kleinere (oder gar keine) Blinker vorne und hinten
- Kürzen der Verkleidungsscheibe und tieferes Anbringen der Lenkerstummel

Diese Maßnahmen erhöhen ebenfalls die erzielbare Geschwindigkeit.

Last but not least sollte man das aber nicht zunichte machen, indem der Fahrer eine flatternde Jeansjacke anzieht. Mal abgesehen davon, dass Flatterjacken nach einem Sturz in die Reinigung müssen (na wegen der vielen Blutflecken ...), ist eine enganliegende Lederkombi auch für den Luftwiderstand besser!

### *2.14.2 Antriebsstrang*

Im Antriebsstrang geht die Leistung hauptsächlich über die Reibung der Kette verloren. Besonders wichtig ist eine immer perfekte Schmierung, denn eine trockene Kette verschleißt nicht nur schneller, sondern sie kostet bis zu 5 km/h an Spitzengeschwindigkeit.

Im Rennsport werden Ketten ohne O-Ringe verwendet, da sie einen besseren Wirkungsgrad (= weniger Verluste) haben. Für den Straßenbetrieb hat sich das aber gar nicht bewährt, denn eine Kette ohne O-Ringe verschleißt schneller als man sie spannen kann!

Angeblich sollen die neueren X-Ring Ketten weniger Reibung haben, als normale O-Ring Ketten.

Um Pansch- und Pumpverluste im Getriebe zu vermindern sollte man zusätzlich noch auf möglichst dünnflüssiges Öl (z.B. Bel Ray MC 4) zurückgreifen.

### 2.14.3 Rollwiderstand

Der Rollwiderstand hängt im wesentlichen vom Wirkungsgrad der Radlagerung, von den Bremsen, vom Reifen und von der Radlast (sprich vom Gewicht) ab.

Der dabei größte Anteil geht in das sogenannte "Walken" , d.h. in das Durchkneten des Gummis in der Aufstandsfläche beim Abrollen des Reifens. Abhilfe würde eine härtere Gummimischung schaffen, die sich aber wegen der schlechteren Haftung von selbst verbietet. Eine praktikablere Möglichkeit ist die Erhöhung des Luftdrucks um ca. 0,5 bis 1 bar. Dies hat aber auch zur Folge, dass der Reifen eine andere Kontur bekommt und so in der Mitte schneller verschleißt, weshalb man den Luftdruck z.B. nur für die Verabredung auf der Autobahn kurzzeitig höher wählt.

Ein weiterer Punkt, der zudem noch der möglichen Beschleunigung und Verzögerung zugute kommt, ist die maximale Gewichtsreduzierung. Diese verringert die Radlast und damit den Rollwiderstand.

An Hardware-Tuning bietet sich bei der Radlagerung ein Tausch gegen Lager mit größerem Laufspiel und ohne Abdeckungen an, die einen besseren Wirkungsgrad haben. Man kann das selber prüfen, indem man ein normales Radlager einmal in die Hand nimmt und es dreht; das Lager ohne Abdeckungen dreht wesentlich leichter und länger, wenn es einmal angestoßen ist.

	Serie	Reibungsarm
Radlager Vorne	6301-2RS	6301-C3
Radlager Hinten	6302-2RS	6302-C3
Lager Kettenradträger	6304-2RS	6304-C3

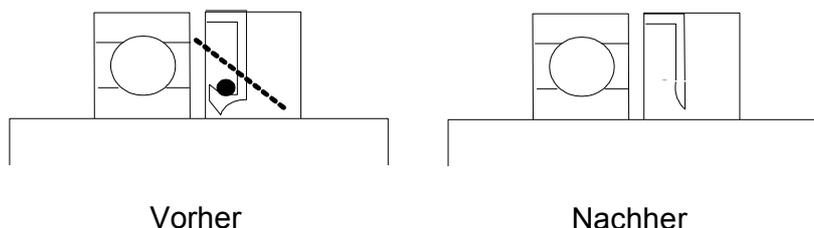


Bild 149 : Modifikation der Dichtringe [4]

Natürlich sollte man dann auch die Staubdichtungen bzw. Dichtringe der Radlagerung weglassen oder zumindest die schleifende Dichtlippe mit einem scharfen Messer entfernen, um den Effekt zu verstärken.

Die Lager werden nicht wie üblich mit Fett gefüllt, sondern nur regelmäßig mit einem Spritzer Öl oder Kettenspray geschmiert, denn ein stark gefettetes Lager rollt ebenfalls schwerer ab.

Wer diesen Weg geht, sollte aber auch bedenken, dass dann Regenfahrten extrem die Lager schädigen, da jetzt Wasser und Dreck ungehindert eindringen können! Deswegen gehört dieser Punkt auch mehr zu den Optimierungen für die Rennstrecke.

Zum Rollwiderstand trägt auch der Zustand bzw. die Bauart der Bremsanlage maßgeblich bei:

Die Kolben im Bremssattel sollten immer leichtgängig sein, damit die Dichtmanschetten sie nach dem Bremsen auch wieder zurückziehen können (Sie sind sozusagen die "Kolbenrückholfeder"). Bei der 83/84-er 31K kann auch die schwimmende Lagerung des Bremssattels schwergängig werden.

Wenn sich hier der Gammel breitmacht, steigen die Reibungsverluste durch die Bremsanlage. YAMAHA gibt für das maximal zulässige Reibmoment bei der 350'er ca. 10 Nm an. Bei diesem Wert beträgt der Leistungsverlust nur durch das Reibmoment ca. 3 PS bei 230 km/h!

In einer Studie über Reibungsverluste an (Auto)Bremsen ist mir eine Reduzierung durch Optimierungsmaßnahmen von ca. 20 auf ca. 4 Nm bekannt, was die Verluste auf ca. 1,2 PS reduziert! Wenn sich das Rad mal schwerer dreht sollte also unbedingt eine Bremsenreinigung/-überholung erfolgen.

Dazu muss man nur den Bremssattel lösen und die Bremsbeläge ausbauen. Dann pumpt man mit dem Bremshebel die Kolben ca. 5 mm aus dem Sattel (nicht zu weit, damit sie nicht aus dem Sattel gedrückt werden!). Nun kann man wunderbar den Außendurchmesser des Kolbens säubern. Zur Reinigung verwende ich feine Stahlwolle, um die Reste, die das Bremsenreinigungsspray nicht wegbekommt, zu entfernen. Um auch die kleinsten Ablagerungen noch zu erwischen, kann man die Kolben mit zwei Wasserpumpenzangen wieder in den Sattel drücken und die Prozedur noch zwei- bis dreimal wiederholen.

Prinzipiell bietet sich für die Rennstrecke bzw. bei sehr sportlichem Einsatz der Austausch gegen Rennteile an. Das Vorderrad einer Cagiva Mito dreht sich beispielsweise sehr viel leichter als das der RD; u.a. weil die Bremse weniger "schleift" (Eine Scheibe, schwimmend gelagert, Zweikolben-Schwimmsattel).

Spiegler bietet neben kompletten schwimmenden Scheiben auch an, die Originalscheiben auf schwimmende Lagerung mit Guß-Reibring umbauen zu lassen (ca. 200,- Eur. pro Scheibe). Von LSL gibt es ebenfalls komplette schwimmende Scheiben.

#### 2.14.4 Gewicht

Die Gewichtsreduzierung ist ein naheliegender Punkt, denn an einem Straßenmotorrad ist immer viel Gerümpel vorhanden, das unnötig schwer ist. Außerdem spielt eine Gewichtsreduzierung immer Hand in Hand mit anderen Maßnahmen.

Ein ganz entscheidender Nachteil der Gewichtsreduktion ist der Kostenfaktor. Die ersten 15-20 kg können fast ohne Kosten entfallen, danach gibt es eine Faustregel aus dem Rennsport, die besagt, dass in der Bilanz jedes weitere gesparte kg mit ca. 500,- Eur. zu Buche schlägt! Erschwerend kommt hinzu, dass die meisten Sachen dann auch nicht mehr straßentauglich sind.

- Für die Rennstrecke können alle überflüssigen Teile entfallen (z.B. Haltebügel, Zündschloss, Hupe, Haupt- und Seitenständer, Kickstarter, Ausgleichsbehälter fürs Kühlwasser, Plastikabdeckungen, Blinker, Spiegel, usw.).
- Cockpit durch kleinere Teile ersetzen (z.B. Koso)
- Eine Renn-Verkleidung und Höcker aus Kohlefaser sind z.B. wesentlich leichter als Serienteile und bringen auch noch einen günstigeren Luftwiderstand mit sich.
- Inbusschrauben können noch konisch abgedreht werden. Schrauben, die nicht zu große Lasten tragen müssen, können durch Aluminium-Schrauben ersetzt werden. Bei wichtigen Verbindungen kann man auf Titan zurückgreifen.
- Halterungen (z.B. für Verkleidung) können in Aluminium ausgeführt werden.
- Der Hilfsrahmen hinten kann abgesägt und in Aluminium ausgeführt werden – das bringt ca. 1.5 – 2 kg
- Ein Alu-Tank in einfacher Form ist schnell gebaut und bringt ca. 2 kg
- Magnesium-Felgen wiegen einige Kilogramm weniger als die Serienfelgen.
- Ein Auspuff von Jolly-Moto oder WIWA bringt pro Rohr ca. 3 - 4 kg Gewichtsparsniss.

- Der Umbau auf Gemischschmierung spart ca. 2 kg und bringt auch zusammen mit K&N-Filtern (Entfall des Luftfilterkastens incl. Seitendeckel!) eine gute "Durchblick"-Optik.
- Eine DC-CDI ermöglicht die komplette Lichtmaschine/Polrad wegzulassen. Tauscht man dazu den Blei-Akku gegen einen ca. 4-5 Ah LiFePo, liegt die Ersparnis bei ca. 4 kg.
- Bleibt die Lima drin, kann man statt der Blei-Batterie einen großen Kondensator verwenden.
- R6 Gabel/Bremse/Vorderrad sind ca. 6 kg leichter als RGV Teile



Bild 150 : Tank und Hilfsrahmen Al-Eigenbau

### 2.15 Übersetzung

Die Übersetzung dient zur Abstimmung der Leistungskurve des Motors auf die auftretenden Fahrtwiderstände. Sie sollte an die **meistgefahrenen** Zustände angepaßt werden.

Eine "kürzere" Übersetzung ist nötig, wenn man viel zu zweit fährt, öfter eine nicht zu schnelle (sprich sehr kurvige) Hausstrecke berast oder einen Auspuff mit wesentlich höherer Enddrehzahl montiert.

Vorteile sind:

- Gute Beschleunigung / guter Durchzug bis  $V_{\max}$
- Hält  $V_{\max}$  auch unter ungünstigen Bedingungen (Gegenwind/Bergauf)
- Wheely's gehen sehr gut

Nachteile wären:

- Hohe Dauerdrehzahl bei Langstreckenfahrten (nervt ungemein)
- Wird bei günstigen Bedingungen (Rückenwind/Windschatten) nicht/kaum schneller
- Dreht auf der Geraden in den roten Bereich

Die "längere" Übersetzung eignet sich nur, wenn man viel und schnell auf der Autobahn unterwegs ist. Außerdem darf man es dabei nicht scheuen, sich öfter mal klein zu machen, um  $V_{\max}$  auch zu erreichen bzw. zu halten!

Vorteile sind analog:

- Überdreht bei günstigen Bedingungen (Rückenwind/Windschatten)
- Dreht auf gerader Strecke nur bis Nenndrehzahl
- Günstiges Drehzahlniveau für Langstreckenfahrten

Nachteile:

- Schlechterer Durchzug (Häufiges Schalten nötig)
- Unter ungünstigen Bedingungen muss auch in den 5. Gang zurückgeschaltet werden, um nicht langsamer zu werden!
- Erschwert lange Wheely's

Das Bild 152. zeigt die Auswirkungen einer Übersetzungsänderung (ohne größere Veränderung der Nenndrehzahl). Aufgetragen sind die Luftwiderstandskurven der unverkleideten Version (ohne und mit Rücken- oder Gegenwind) und die Leistungskurven (kurze und lange Übersetzung). Mit der kurzen Übersetzung fährt das Motorrad bei ca. Nenndrehzahl ( $9900 \text{ min}^{-1}$ )  $187 \text{ km/h}$  (Punkt 3); die Höchstgeschwindigkeit von  $192,5 \text{ km/h}$  wird jedoch bei ca.  $10200 \text{ min}^{-1}$  erreicht (Punkt 4). Mit der langen Übersetzung wird bei Nenndrehzahl auch  $V_{\max}$  erreicht (Punkt 5,  $197 \text{ km/h}$  bei  $9750 \text{ min}^{-1}$ ).

Bei Gegenwind geht mit der langen Übersetzung die Geschwindigkeit auf ca.  $176 \text{ km/h}$  zurück (Punkt 1); d.h. hier müsste zurückgeschaltet werden. Dafür legt man bei Rückenwind (wahlweise auch bergab oder im Windschatten des vorausfahrenden "Opfers") auf ca.  $203 \text{ km/h}$  zu, wobei der Motor dann ca.  $10000 \text{ min}^{-1}$  dreht (Punkt 6).

Mit der kurzen Übersetzung kann man bei Gegenwind ca.  $181 \text{ km/h}$  bei  $9600 \text{ min}^{-1}$  erreichen (Punkt 2); bei Rückenwind sind nur unwesentlich mehr drin als die  $192,5 \text{ km/h}$  ohne Wind, da der Motor an seiner Drehzahlgrenze angelangt ist (Punkt 4).

Natürlich darf man bei der angestrebten  $V_{\max}$  nicht außer acht lassen, dass der Leistungsbedarf in der dritten Potenz mit der Geschwindigkeit steigt. Die Näherungsformel zur Ermittlung des Leistungsbedarfs anhand des Luftwiderstands lautet ohne Berücksichtigung der anderen Fahrtwiderstände:

$$V_{\max}(P_2) = V_{\max}(P_1) * \sqrt[3]{\frac{P_2}{P_1}}$$

$P_1$  = Leistung vorher ;  $P_2$  = Leistung nachher ;  $V_{\max}(P_1) = V_{\max}$  mit Leistung  $P_1$  (Analog  $V_{\max}(P_2)$ )

Als Mittelwert aus Testberichten und aus eigener Erfahrung läuft eine unverkleidete 31K mit 59 PS bei liegendem Fahrer ca. 188 km/h. Die verkleidete 1WW läuft in fast allen Tests ca. 191 bis 192 km/h (Werksangabe 191km/h); dabei beschwerten sich die Tester meist über die kurze Gesamtübersetzung. Mit 18'er Ritzel ist die Werksangabe im Fahrzeugschein der 63PS-Version 197 km/h. Diese Werte wurden für die Tabelle 13 zugrunde gelegt.

Das Bild 153. zeigt die Auswirkungen einer Übersetzungsänderung bei größerer Veränderung der Nenndrehzahl durch einen Rennauspuff. Es wird dabei von ca. 75 PS bei 11000  $\text{min}^{-1}$  ausgegangen; im mittleren Drehzahlbereich sind ca. 3 - 5 PS weniger zu verzeichnen.

Aufgetragen sind wieder die Luftwiderstandskurven (ohne und mit Rücken- bzw. Gegenwind) und die Leistungskurven mit unveränderter (17/39) und wesentlich kürzerer (16/40) Übersetzung. Mit der kurzen Übersetzung fährt das Motorrad bei Nenndrehzahl (11000  $\text{min}^{-1}$ ) ca. 204 km/h (Punkt 4). Mit der Originalübersetzung wird auf der Ebene ohne Wind ca. 201 km/h (Punkt 3) erreicht.

Bei Gegenwind geht mit der Originalübersetzung die Geschwindigkeit auf ca. 168 km/h zurück (Punkt 1); d.h. hier müsste zurückgeschaltet werden.

Dafür legt man bei sehr günstigen Winden auf bis zu ca. 219 km/h zu, wobei der Motor dann ca. 11000  $\text{min}^{-1}$  dreht (Punkt 6).

Mit der kurzen Übersetzung kann man bei Gegenwind ca. 187 km/h bei ca. 10100  $\text{min}^{-1}$  erreichen (Punkt 2); bei Rückenwind überdreht der Motor noch bis ca. 211 km/h (Punkt 5) bei 11500  $\text{min}^{-1}$ .

*Wie man sieht, ist für solch einen Auspuff unbedingt eine kürzere Übersetzung nötig, um das Motorrad noch fahrbar zu halten. Bei zu langer Übersetzung wird das Motorrad die unteren Gänge voll ausdrehen und auch*

*recht gut beschleunigen, aber sie kommt im 6'ten Gang nicht mehr auf Enddrehzahl. Mit einer kürzeren Übersetzung hat man in den unteren Gängen eine wesentlich bessere Beschleunigung und der 6'te Gang kann auch genutzt werden; insgesamt wird die  $V_{max}$  trotz der kürzeren Übersetzung größer.*

*Die höheren Dauerdrehzahlen werden jedoch mit Sicherheit die Lebensdauer der Kurbelwelle und der Kolben stark reduzieren. Für genau diesen Einsatzzweck sind die Wiseco-Kolben (bzw. die TZ-Kolben) geeignet, da sie durch die dünneren Kolbenringe höhere Drehzahlen vertragen. Die Original-Kolbenringe sind bei ca. 10000 - 10500  $\text{min}^{-1}$  an der Grenze der zulässigen Kolbenbeschleunigung angelangt. Sie können dann durch Flattern in der Nut brechen.*

Für die RD's sind im Handel die folgenden Kettenräder und Ritzel zu bekommen:

15, 16, 17	Hein Gericke
18	Yamaha
38 / 39 / 41	Schuh
40	AFAM / PVM
13, 14, 15, 16, 17	Götz
36, 37, 39, 41, 45	

Von der Firma Götz gibt es auch Universal-Kettenblätter ohne Befestigungslöcher (zum Eigenbau) von 40,42, 44, ..., bis 56.

Beim Ritzel hat die RD350 dieselbe Aufnahme wie die Kawasaki KX500 – für die gibt es teilweise auch noch kleiner als 13.

An alle YPVS-RD's passen auch die Kettenräder der TZR / TDR 250, die man als Rennsportzubehör bekommt.

Die Ritzel liegen bei ca. 7,- bis 10,- Eur.; ein Kettenrad schlägt in Stahl mit 15,- bis 20,- Eur. zu Buche, für edle Alu-Teile wechseln ca. 40,- bis 50,- Eur. den Besitzer.

Bei Änderungen der Gesamtzähnezahl um mehr als zwei Zähne muss man die Kette kürzen oder verlängern.

**Beispiel:** Möchte man 18/41 statt der originalen 17/39 übersetzen, müsste die Kette nun 108 Glieder (oder 110 Glieder bei 120'er Hinterreifen) haben, da die Originalkette 106 Glieder lang ist. Für die Übersetzung 16/38 ist eine kürzere Kette mit 104 Gliedern nötig.

V <sub>max</sub> [km/h]	Leistung unverkleidet [PS]	Leistung verkleidet [PS]
188	59	54,7
190	60,9	56,5
192	62,8	58,3
194	64,8	60,1
196	66,8	62
198	68,8	64
200	70,9	65,9
202	73	67,9
204	75,2	70
206	77,4	72
208	79,7	74,1
210	82,2	76,3
212	84,6	78,5
214	87	80,8
216	89,5	83
218	92	85,4
220	94,5	87,8
222	97,1	90,1
224	99,8	92,6

Tabelle 13: Leistungsbedarf 31K/1WW ohne/mit Verkleidung

Zur Berechnung der nötigen Übersetzung eignet sich hervorragend das Freeware-Programm „geardata“. Dort gibt es ein Untermodul namens „chaindata“, das die Kettenlänge für die gewählte Kombination Ritzel/Kettenrad berechnen kann.

Die Fahrleistungen (Beschleunigung, V<sub>max</sub>) kann man mit dem Programm „Dynabike!“ optimieren. Hier kann man schön vergleichen, welche Änderung welche Auswirkungen hat. Beispielsweise hatte ich mal versucht die Power-Valve Steuerkurven per Stoppuhr zu vergleichen. Nur dass die spätere Simulation ergab, dass die Beschleunigungszeit bei dem gewählten Manöver (3000-9000 im 3. Gang) max. einige 1/10 s auseinander lag, so dass ich das mit meiner „Zeitmessung“ per Digi-Tacho gar nicht mitbekommen hätte ....

Beide Programme findet man am aktuellsten über eine Google-Suche.

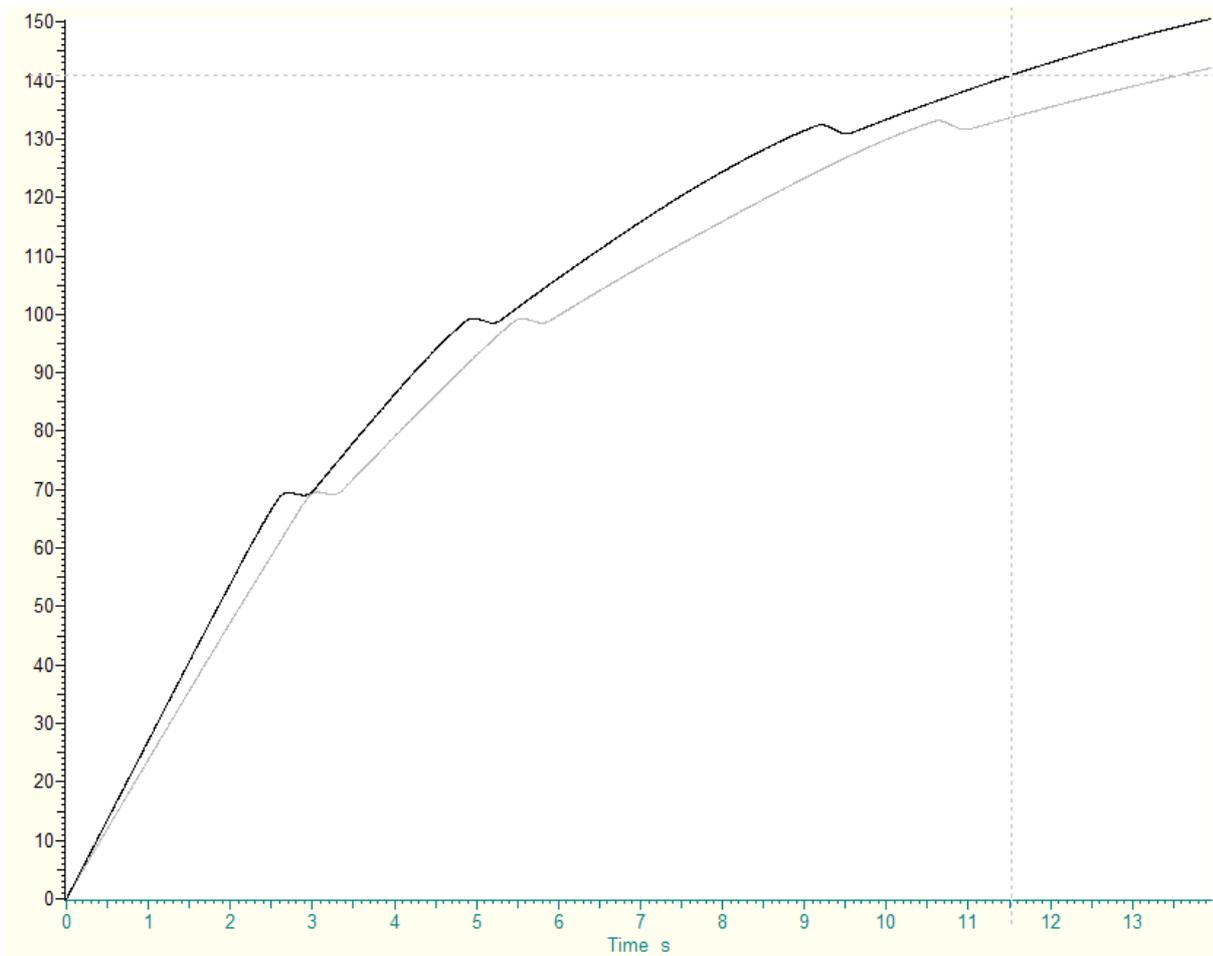


Bild 151 : Dynabike Rechnung für 2 RD's (Beschleunigungstest „Viertelmeile“; Geschwindigkeit über Zeit)

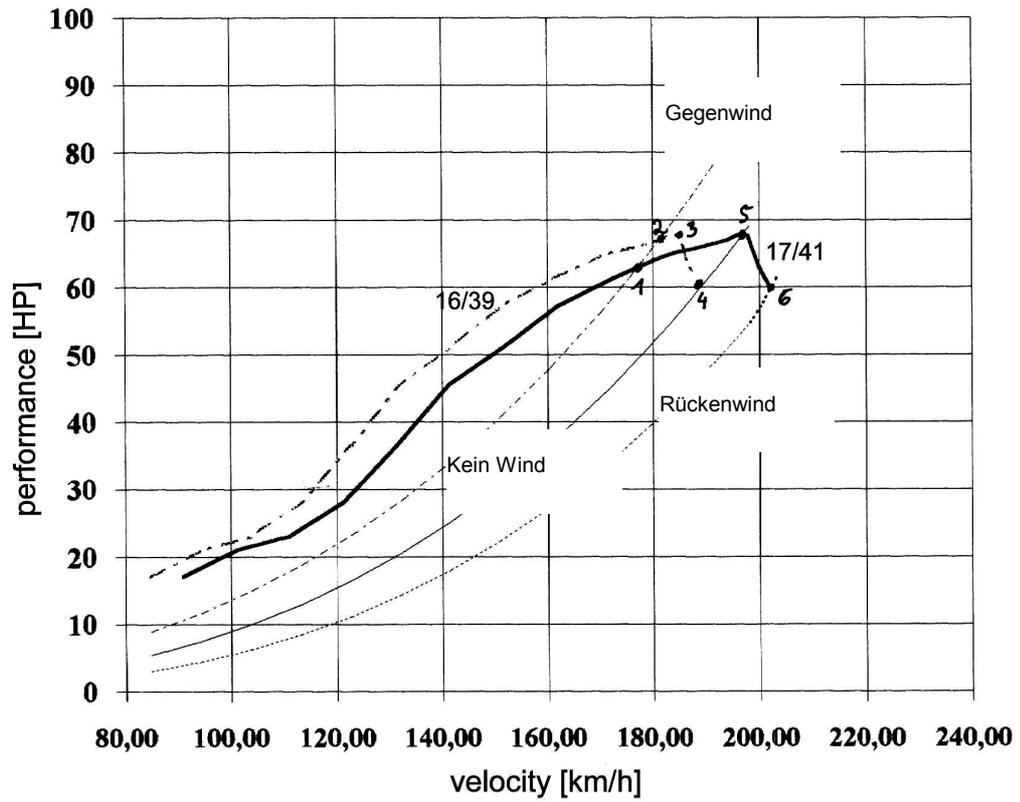


Bild 152 : Auswirkung einer Übersetzungsänderung

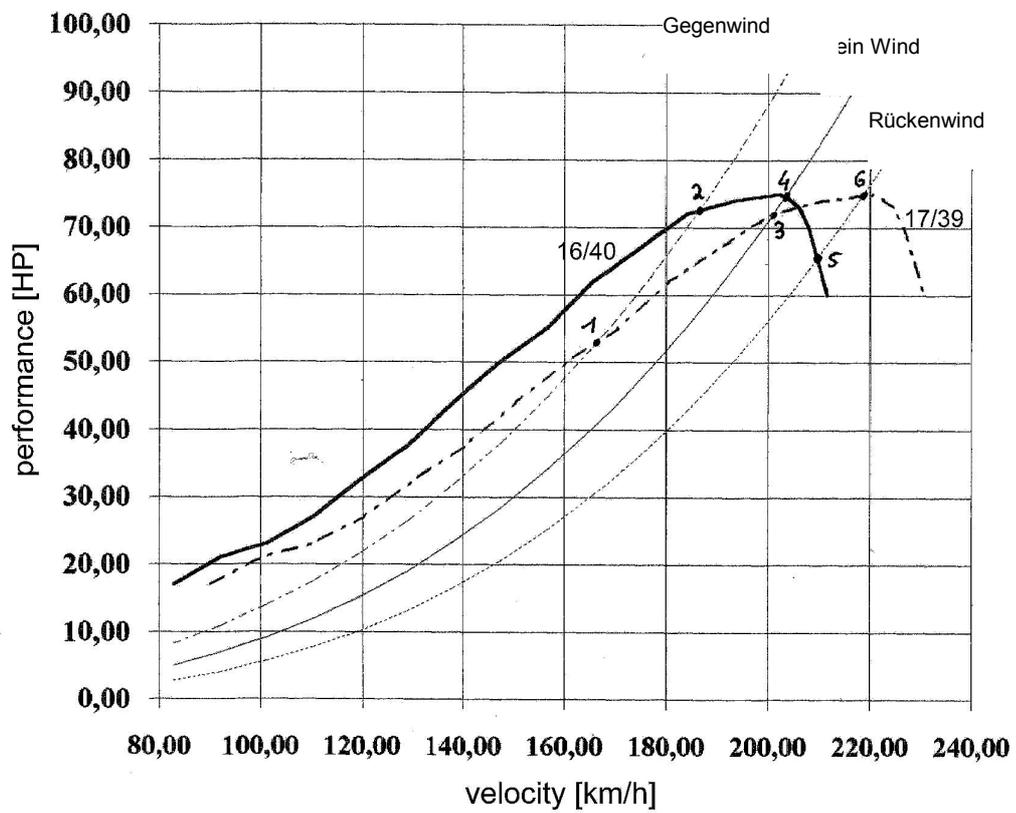


Bild 153 : Übersetzungen bei höherer Nenndrehzahl (mit anderem Auspuff)

	<b>17/39</b>	<b>18/41</b>	<b>17/38</b>	<b>18/40</b>	<b>18/39</b>
Drehzahl	Serie	0,7% länger	2,5% länger	3,1% länger	5,5% länger
3000	60,2	60,6	61,8	62,1	63,7
4000	80,2	80,8	82,4	82,8	85,0
5000	100,3	101,0	102,9	103,5	106,2
6000	120,4	121,2	123,5	124,3	127,4
7000	140,4	141,4	144,1	145,0	148,7
8000	160,5	161,6	164,7	165,7	169,9
9000	180,5	181,8	185,3	186,4	191,2
9100	182,5	183,9	187,3	188,5	193,3
9200	184,6	185,9	189,4	190,5	195,4
9300	186,6	187,9	191,5	192,6	197,5
9400	188,6	189,9	193,5	194,7	199,7
9500	190,6	191,9	195,6	196,7	201,8
9600	192,6	194,0	197,6	198,8	203,9
9700	<b>194,6</b>	<b>196,0</b>	199,7	200,9	206,0
9800	<b>196,6</b>	<b>198,0</b>	201,8	202,9	208,2
9900	198,6	200,0	203,8	205,0	210,3
10000	200,6	202,0	205,9	207,1	212,4
10100	202,6	204,1	207,9	209,2	214,5
10200	204,6	206,1	210,0	211,2	216,6
10300	206,6	208,1	212,1	213,3	218,8
10400	208,6	210,1	214,1	215,4	220,9
10500	210,6	212,1	216,2	217,4	223,0
10600	212,6	214,2	218,2	219,5	225,1
10700	214,6	216,2	220,3	221,6	227,3
10800	216,6	218,2	222,3	223,7	229,4
10900	218,7	220,2	224,4	225,7	231,5
11000	220,7	222,2	226,5	227,8	233,6

	<b>17/39</b>	<b>17/40</b>	<b>16/38</b>	<b>17/41</b>	<b>16/39</b>	<b>15/38</b>
Drehzahl	Serie	2,5% Kürzer	3,5% Kürzer	5,1% Kürzer	6,25% Kürzer	10,4% Kürzer
3000	60,2	58,7	58,1	57,2	56,6	54,5
4000	80,2	78,2	77,5	76,3	75,5	72,7
5000	100,3	97,8	96,9	95,4	94,4	90,8
6000	120,4	117,4	116,3	114,5	113,3	109,0
7000	140,4	136,9	135,6	133,6	132,2	127,2
8000	160,5	156,5	155,0	152,7	151,0	145,3
9000	180,5	176,0	174,4	171,7	169,9	163,5
9100	182,5	178,0	176,3	173,6	171,8	165,3
9200	184,6	179,9	178,3	175,5	173,7	167,1
9300	186,6	181,9	180,2	177,5	175,6	168,9
9400	188,6	183,8	182,1	179,4	177,5	170,8
9500	190,6	185,8	184,1	181,3	179,4	172,6
9600	192,6	187,8	186,0	183,2	181,2	174,4
9700	<b>194,6</b>	189,7	188,0	185,1	183,1	176,2
9800	<b>196,6</b>	<b>191,7</b>	189,9	<b>187,0</b>	185,0	178,0
9900	198,6	<b>193,6</b>	191,8	<b>188,9</b>	<b>186,9</b>	179,8
10000	200,6	195,6	193,8	190,8	<b>188,8</b>	181,7
10100	202,6	197,5	195,7	192,7	190,7	183,5
10200	204,6	199,5	197,6	194,6	192,6	185,3
10300	206,6	201,5	199,6	196,5	194,5	187,1
10400	208,6	203,4	201,5	198,4	196,4	188,9
10500	210,6	205,4	203,5	200,4	198,2	190,7
10600	212,6	207,3	205,4	202,3	200,1	192,6
10700	214,6	209,3	207,3	204,2	202,0	194,4
10800	216,6	211,2	209,3	206,1	203,9	196,2
10900	218,7	213,2	211,2	208,0	205,8	198,0
11000	220,7	215,1	213,1	209,9	207,7	199,8

Tabelle 14: Übersetzungen für 1WW und 31K (ungefähre  $V_{\max}$  ist fett gedruckt)

## 2.16 Fahrwerk

Die RD ist ja schon fast berüchtigt für ihre Fahrwerksunruhen, also das Pendeln in schnellen Kurven mit leichter Schräglage. Gerade bei den 31K ist das kaum abzustellen, die 1WW-Modelle, insbesondere mit Vollverkleidung, sind davon weniger betroffen.

Einige Faktoren haben hier starken Einfluss:

- Abgefahrene Reifen (besonders der Hintere unter 3 mm Profiltiefe); zu geringer Luftdruck
- Lenkkopflager (verschlissen / zu fest / zu locker / falsch eingebaut)
- Gabel (Ölstand oder Luftdruck stark unterschiedlich)
- Schwinge (seitliches Spiel)
- Federbein (Dämpfung lässt nach)
- Zu wenig Gewicht auf dem Vorderrad (Tank leer)



Bild 154 : Der Autor beim Reifentest (RD-Treffen, Lichtenberg 2015)

Die Originalreifen von Dunlop oder Yokohama sind schon fast abgefahren, wenn man zur 1000 km-Inspektion fährt, und von Haftung kann auch keine Rede sein. Seit Metzeler die ME1/ME33 nicht mehr in RD-Größen baut, gibt es für die RD's nur einen vernünftigen Reifen: Den Bridgestone BT45

Es gibt zudem Gutachten, um die original Fahrradreifen gegen breitere zu tauschen. Es handelt sich um die möglichen Größen:

Vorne

BT45 F 100/80-18 53H

BT45 F 100/90-18 56H

Hinten

BT45 R 120/80-18 62H

BT45 R 120/90-18 65V

BT45 R 130/80-18 66V

Mein Tip für sportliche Fahrer: Die Kombination 100/80 und 120/80 sind eine gute Wahl für Handlichkeit und maximale Schräglagen.

Als Vorderreifen kann alternativ 100/90 verwendet werden. Darunter leidet ein wenig die Handlichkeit, und man hat auch keinen "Schräglagenindikator" durch aufsetzende Teile; dafür ist er beim Bremsen besser.

In den Originalgrößen ist die beste Kombination der BT45V 90/90-18 51H und der BT45H 110/80-18 58H.

Dringend abraten möchte ich an dieser Stelle aus Geiz mit anderen Reifenfabrikaten bei überwiegend sportlicher Gangart zu experimentieren. Wenn das Motorrad erstmal auf der Seite liegt, ist das allemale teurer... !

Bei den Federelementen darf man auch nicht sparen. Die White-Power Federbeine und Gabelfedern sind zwar nicht billig, aber dafür wirken sie sich sehr positiv auf das Fahrverhalten bei sportlicher Fahrweise aus. Zusammen mit der nadelgelagerten Schwinge und spielfreiem Lenkkopflager (Emil Schwarz) ergab das gutes Ansprechverhalten und größere Schräglagenfreiheit (man kann sogar wieder den Hauptständer aus der Schrottkiste recyceln).

Das hintere (Serien-)Federbein sollte für sportliche Gangart immer auf größter Vorspannung stehen (31K : Stufe 5 ; 1WW: Stufe 7). Mit dem White-Power Teil kann man die Zugstufen-Dämpfung zwischen 2 (Solo Langstrecke) und 9 (mit Sozia und sehr sportlich) variieren. Die Federvorspannung ist auf einen Negativ-Federweg von ca. 35 mm (mit Fahrer) einzustellen.

Die Gabel sollte ohne Luftdruck betrieben werden, da sonst das Ansprechverhalten leidet. Wenn eine härtere Kennlinie gewünscht wird, kann man die Luftkammer (also die Länge des Luftpolsters bis zum Ölstand bei voll eingefedertem Gabelholm) verkleinern. Die 31K hat serienmäßig 150 mm Luftkammer, die 1WW und die 31K mit neuem Fahrwerk 140 mm. Verwendet wird White-Power Gabelöl der Viskosität SAE 10 anstatt originaler SAE 30.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Vorspannung der Gabel durch eingelegte Hülsen zu erhöhen (ca. 15 - 20 mm Länge), sofern man nicht sowieso die White-Power Federn verwendet (Diese Prozedur empfiehlt sich zur Vergrößerung der Bodenfreiheit bei Problemen mit aufsetzenden Teilen).

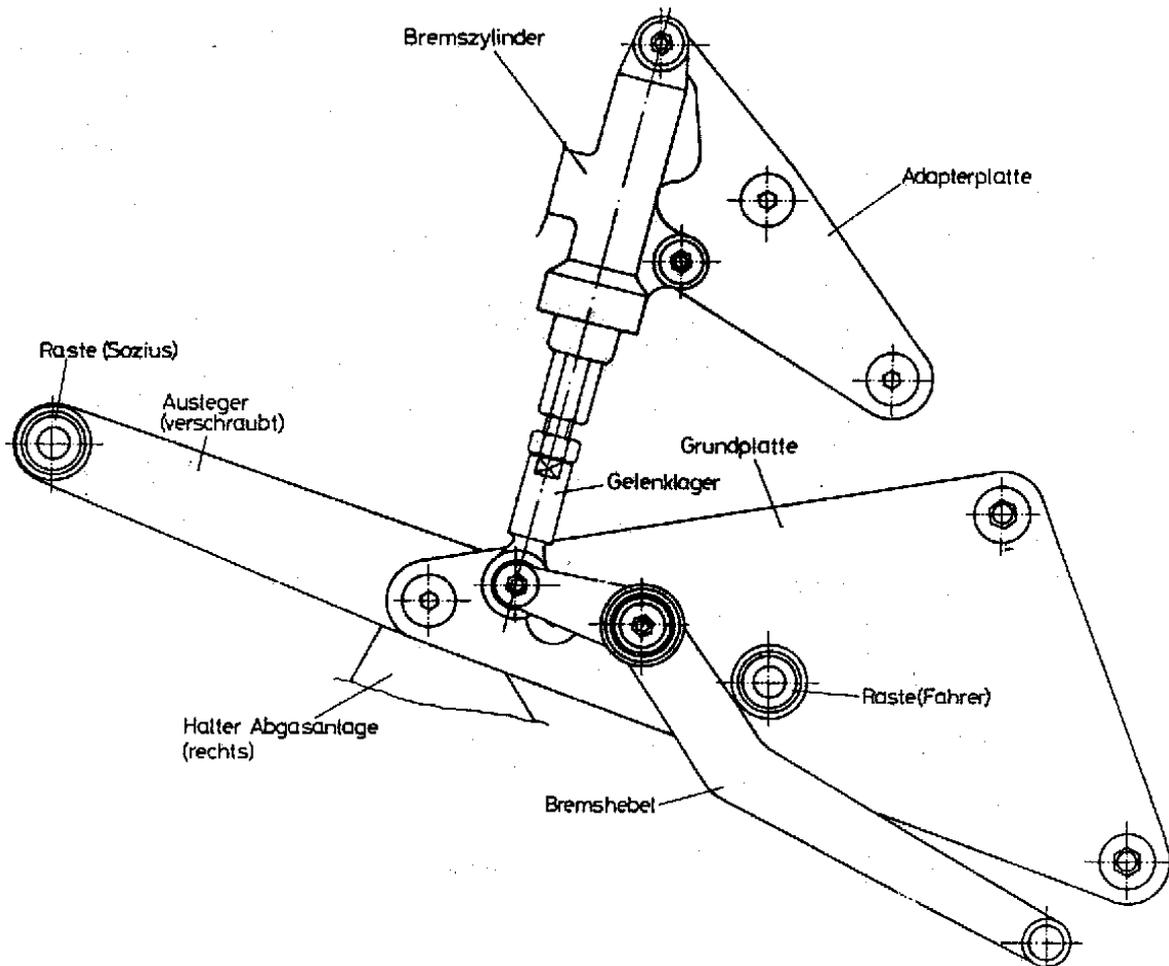


Bild 155 : Eigenbau-Fußrastenanlage (1993); Zeichnungen auf Wunsch erhältlich

Bei originalen RD's landet meistens der Hauptständer sehr schnell in der Garagenecke, weil er besonders links unangenehm früh aufsetzt. Das kann man ein wenig verbessern, wenn man das Gummi am Anschlag nach Zeichnung kürzt. Der Ständer setzt dann links später und rechts kaum noch auf.

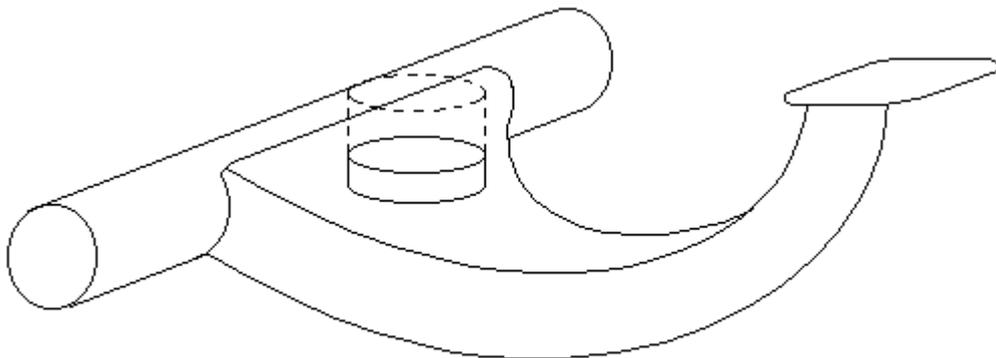


Bild 156 : Hauptständer (Anschlaggummi)

Nun wird naturgemäß der Seitenständer die Schräglage linksseitig einschränken. Dieses kann man durch eine Nut am Ständeranschlag beheben. Der Ständer kommt dann beim Einklappen höher und setzt nicht mehr auf.

Unter Umständen kann es dabei nötig sein, den Schalthebel etwas nach außen zu biegen, damit er nicht mit dem höherliegenden Ständer in Kontakt kommt.

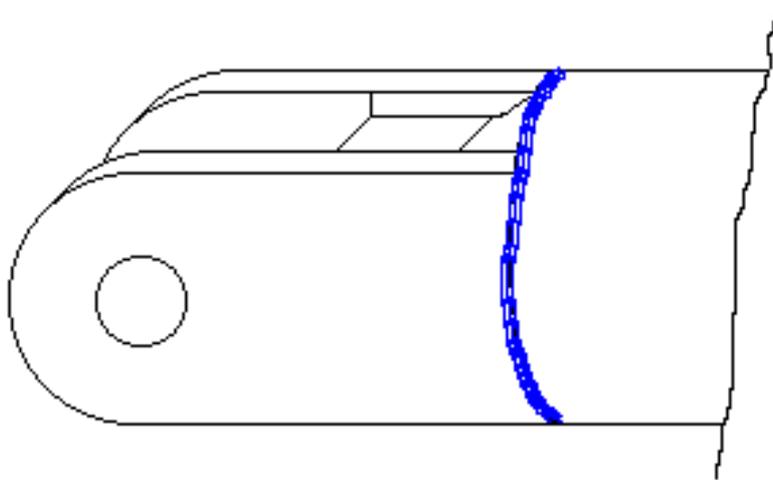


Bild 157 : Bearbeitung am Seitenständer

Wahre Wunder bei schneller Fahrt auf nicht ganz topfebener Straße wirkt ein Lenkungsämpfer. Die Neigung zum Kickback (Lenkerschlagen) beim beschleunigten Überfahren von z.B.



Bild 158 : WP - Lenkungsämpfer für RD350 (31K)

Schienen ist damit völlig behoben. Eine meiner Lieblingskurven auf der Hausstrecke kann man mit Dämpfer statt mit 140 km/h nun mit 150 km/h nehmen, ohne das gleich schon die Geier über einem Kreisen.

Auf Hochgeschwindigkeitspendeln auf der Geraden hat er (leider) keinen Einfluß.

Hauptnachteile sind der hohe Preis (Dämpfer ohne Halter ca. 150,- Eur) und dass man sich die Halter selber machen muss. Es gibt nämlich leider seit 10/97 von der Firma LSL keinen fertigen Kit für die RD mehr.

Jetzt kann kurz vor der Haftgrenze eigentlich nur noch der Auspuff aufsetzen. Wenn's stört, der kann den Auspuff noch ein wenig höher und weiter innen aufhängen. Dazu wird die Halterung zum Langloch aufgeweitet und der Auspuff mit 3 - 4 Unterlegscheiben montiert.

Man sollte aber prüfen, ob der Auspuff dann nicht innen an der Schwinge schleift!

Bei einigen 31K Auspuffanlagen sind Eindellungen an der Stelle wo bei anderen 31K-Anlagen die Hinterradachse den Topf berührt.

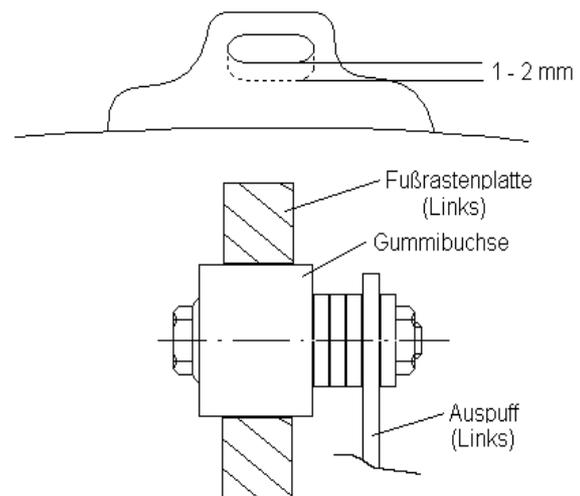


Bild 159 : Schräglagenoptimierte Auspuffaufhängung

Bei den Bremsen kann man ab Bj. 85 Graugußscheiben von Brembo oder Spiegler anbauen. Diese haben ein sehr gutes Temperaturverhalten; sprich bei extremer Belastung auf der Rennstrecke bleibt der Druckpunkt wunderbar konstant. Bezugsquelle: Brune, Polo, Götz und Spiegler .Preis: ca. 90,- Eur/ Scheibe.

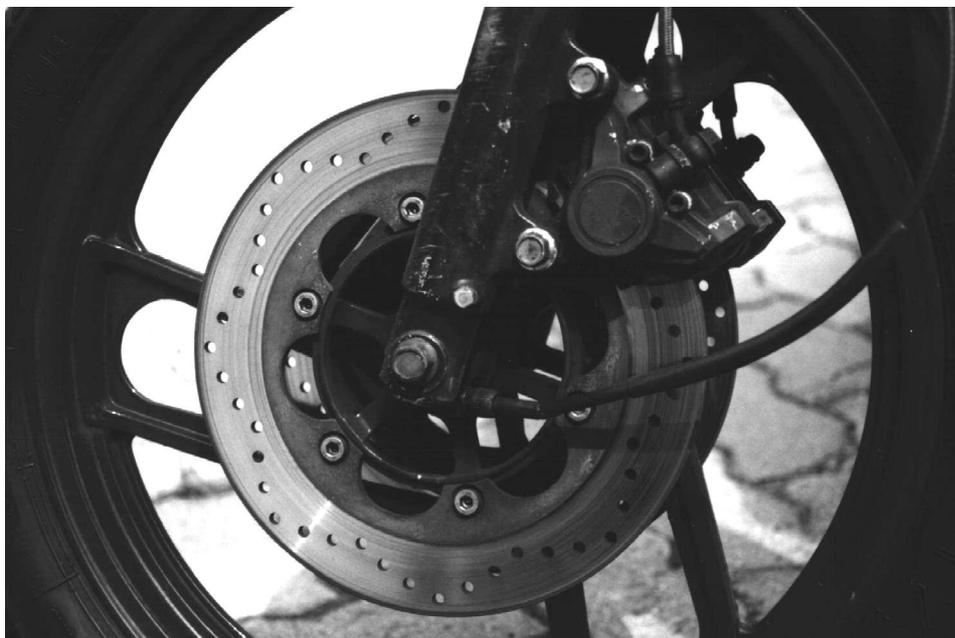


Bild 160 : Brembo Graugußscheiben mit TÜV ab Bj. 85 (ca. 90,- Eur. / Stk.)

Von der Fa. ABM sind für die RD auch schwimmend gelagerte Scheiben erhältlich, worüber ich aber keine Infos habe. Meiner Meinung nach ist aber der hohe Preis (ca. 400,- Eur / Satz) im Vergleich zu den Guss-scheiben schon das KO-Kriterium. Sie eignen sich eher für Leute, die oft und schnell auf Rennstrecken fahren, denn im Alltagsbetrieb merkt man den Unterschied zu starren Scheiben nicht. Zudem lohnt sich bei dem Preis schon der Umbau auf eine andere Gabel komplett mit Felge/Bremse.

Anstatt der serienmäßigen Gummischläuche, kann man auf Stahlflex-Schläuche zurückgreifen. Diese ergeben einen besseren Druckpunkt, und man kann die Bremse besser dosieren. Fast jeder Versand bzw. Shop hat für die RD etwas im Angebot. Die stark schwankenden Preise von ca. 80,- bis 150,- Eur (Kit Vorne, Hinten ist es nicht nötig !) kommen von verschiedenen Fittings (Stahl, Alu, eloxiert, verdrehbar, 2 oder 3 Schläuche)

Die Bremsbeläge sind nach meiner Erfahrung für die Serienscheiben relativ egal. Mit Hein-Gericke Teilen (15,- Eur pro Seite) bremst man ebensogut wie mit Sintermetallbelägen von Lucas Girling (30,- Eur pro Seite). Die Haltbarkeit sollte vorne so bei 20000 bis 25000 km liegen; hinten verschleißten die Beläge ca. nach 6000-12000 km.

Es gab auch für die Bremsen ab '85 spezielle Rennbeläge, z.B. von EBC oder Lucas. Darüber habe ich auf RD's keine Erfahrungen, aber auf anderen Maschinen reduzierte sich damit die nötige Handkraft und das Heißbremsverhalten verbesserte sich stark. Allerdings verschleißten solche Beläge extrem schnell !

Bei den Gußscheiben muss man **unbedingt** die entsprechenden, speziellen Guß-Bremsbeläge verwenden (Brune, Spiegler, ca. 30,- Eur pro Seite).

Wem die Handkraft beim Bremsen zu hoch ist, der kann die Bremssättel der RD500 verwenden (Gibt's billig, weil die RD500 Fahrer oft andere Gabeln verwenden). Sie haben einen etwas größeren Kolbendurchmesser (42,85 mm statt 38,18 mm) und verkleinern so die Betätigungskraft um ca. 10 %. Diese Sättel passen allerdings nur an die Gabeln ab '85 !.

Die anderen großen Yamaha-Bikes ähnlichen Baujahrs haben dieselben Sättel wie die RD500, also z.B. die FZ 750, XJ 900, usw. Das sollte sich auf dem Teilemarkt leicht etwas finden lassen.

Mit Adapterplatten passen auch andere Big-Bike Zangen, wie z.B. Triumph oder R1/R6.



Bild 161 : RD500 Sättel an 1WW



Bild 162 : Wer bremst ist feige ???

### 2.17 Umbauten

Beim Fahrwerks- oder Komplettumbau von RD's sind mir mittlerweile auf diversen Treffen auch recht hübsche und originelle Sachen vor die Linse gekommen. Hautmotivation sind meistens die Reifen, da moderne Sportreifen nur in 17 Zoll und ab 150/70 aufwärts erhältlich sind. Diese Radialreifen verbessern in Zusammenarbeit mit steiferen Gabeln/Schwingen wesentlich das Fahrverhalten, insbesondere das nervige Pendeln.

Sehr beliebt sind z.B. Teile von der RGV250, wie bei folgendem Umbau (gesichtet auf dem RD-Treffen 1995 in Bockelskamp bei Celle):

An eine 31K wurden die 1WW-Töpfe, ein Wechselhöcker und ein Superbikelenker montiert. Beim Fahrwerk kamen eine RGV-Upside-Down-Gabel mit Bremsanlage, FZR600-Felgen (17/18 Zoll mit 110'er und 140'er Reifen) und eine Schwinge von der GPZ600R zum Einsatz. Alle Teile sind per Einzelabnahme TÜV-Abgenommen; Gesamtkosten (Teile, Arbeitslöhne, TÜV) ca. 2500,- Eur. Inzwischen hat der Herrmann eine Streetfighter Halbschale dran, die aber das Gesamtkunstwerk eher verschandelt.



Bild 163 : 31K-Umbau

Ebenfalls mit RGV-Teilen wurden die nächsten RD's aufgepöppelt. Bei der Maschine unten auf dieser Seite wurde ein Spondon-Alu-Rahmen angefertigt und der Rest vom Fahrwerk von der RGV (Bj. vor '91) entliehen.

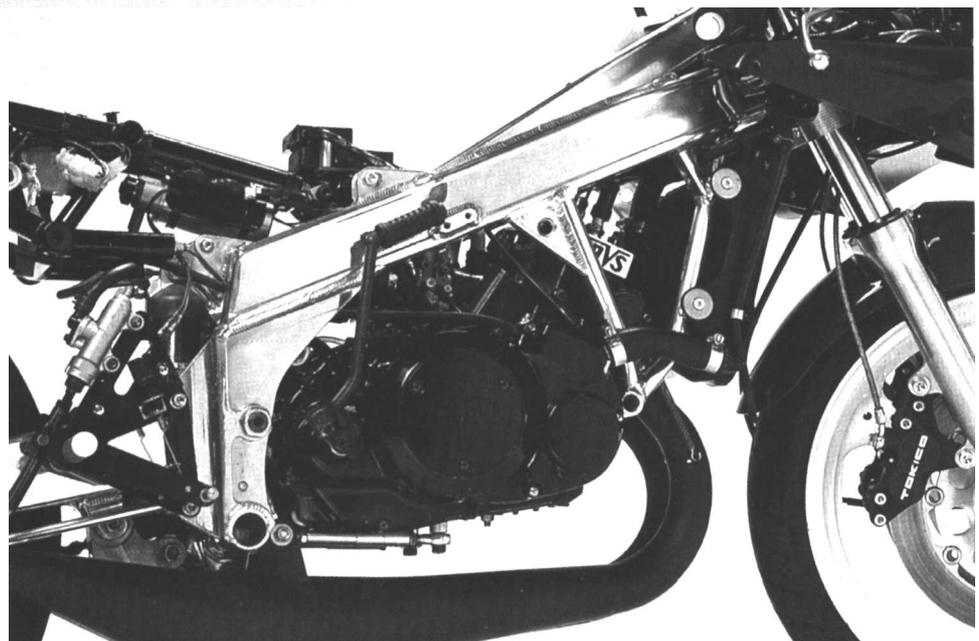


Bild 164 : Spondon RD-Umbau

Die LCR-RD hat schon die Bananenschwinge von den neueren RGV's, einen YPVS-Rahmen und eine Kawasaki KR1S Gabel. In einem Test der englischen Zeitschrift "Performance Bikes" wurde sie mit 199 km/h und 58 PS gemessen. Grundlage war hier übrigens eine RD350 LC mit 32'er RGV Vergasern und entsprechender Kanalbearbeitung.



Bild 165 : LCR-RD

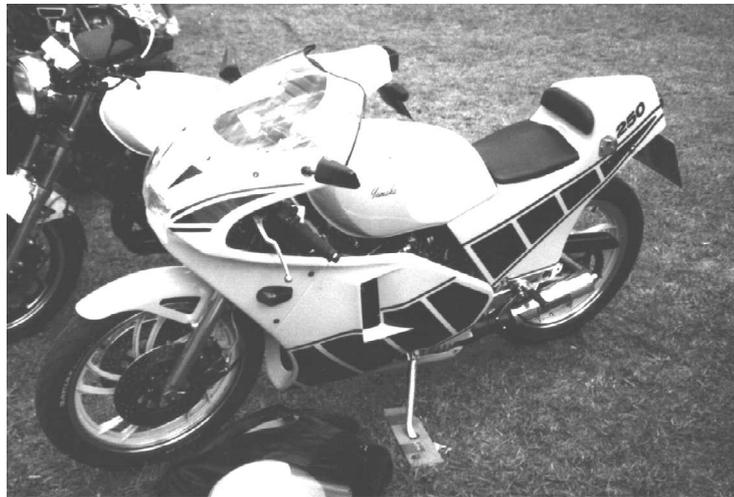


Bild 166 : RD250 LC Umbau (RD-Treffen Bockelskamp 1995)

Die nächsten RD250/350LC haben einen eher klassischen Umbau hinter sich. Verkleidung, Höcker, 350'er Zylinder, 34'er bzw. 30'er Vergaser, Micron bzw. Jolly Auspuff, Kröber Drehzahlmesser

Die 1WW darunter hat einen RGV250 Höcker und eine Aprilia 125'er Verkleidung verpaßt bekommen.

Auch ganz hübsch ist die RD mit Doppelscheinwerfer, wie sie z.B. in Holland erhältlich ist. Bei Unfallschaden ist es Interessant sich die entsprechenden Teile von dort zu besorgen. Vermutlich passt das Oberteil an die deutschen Seitenteile; zusätzlich werden dann noch der Halter (das "Hirschgeweih") und die Lampen gebraucht.



Bild 167 : RD350 LC Umbau (RD-Treffen Stammbach 1999)

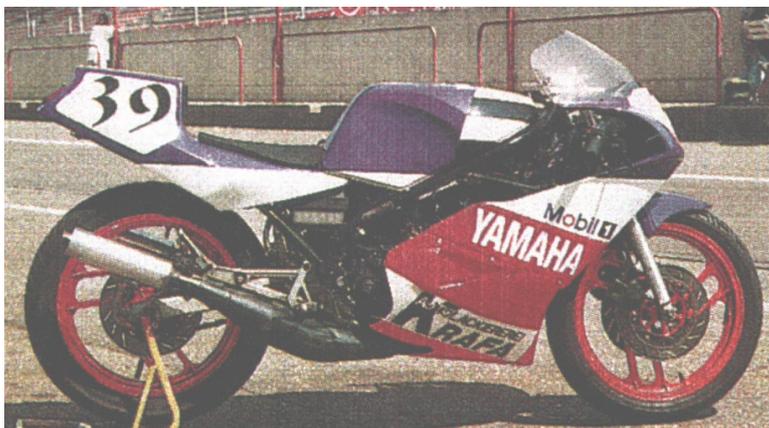


Bild 168 : 1WW (Verkleidung Aprilia, Höcker RGV250)



Bild 169 : RZ350 Englischs Modell (auch in Holland erhältlich), Auspuff Micron Hypower (Info bei Glenn aus Holland, e-mail:siegers@hotmail.com)

In den RD-Rahmen passen die TZR250 (2MA) Gabel, Schwinge und Felgen relativ problemlos. Vorteil ist nur die andere Optik, dafür muss aber die Anbindung an die Hebelelei neu gestalten; z.B. über große Gelenklager. Dies eröffnet aber die Möglichkeit relativ günstig Speichenfelgen zu bekommen. An die TZR-Teile passen ohne Änderungen die TDR-Felgen.

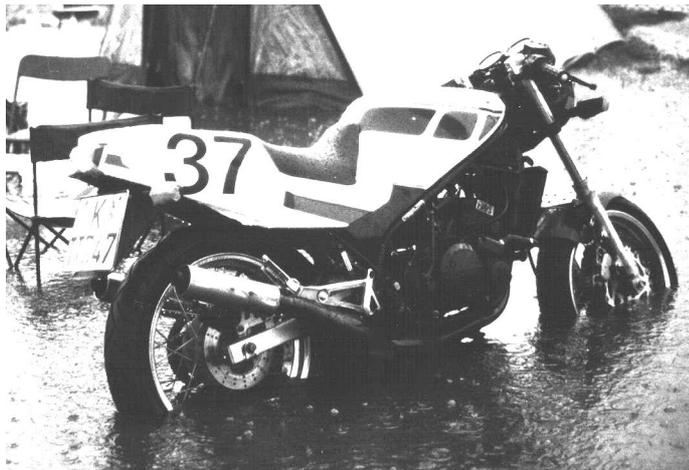


Bild 170 : 1WW mit TZR/TDR Teilen an einem ziemlich regnerischen Tag in Zandvoort .....

An die Original-RD-Gabel paßt die Nabe der SR500, an die Schwinge die Nabe der TDR250 (Diese muss man sich dann mit den entsprechenden Speichen und Felgen neu einspeichen lassen (Vorschlag: 3"x17 bzw. 4"x17 mit 110/70 und 150/60).

Ich selber habe 1997 durch die Teilnahme am MuZ-Cup die Vorteile und Möglichkeiten moderner Sportreifen am eigenen Leib "erfahren" und daraufhin beschlossen, meine RD auch damit auszurüsten. Ein Problem sind die erhältlichen Größen; das Kleinste was man bekommt sind 110/70ZR17 bzw. 150/60ZR17 MEZ1 Racing; 18 Zoll Größen gibt es nicht.

Das bedeutet, dass man mindestens andere Felgen braucht. Zusätzlich ist vorne eine komplette Gabel mit Bremsanlage sinnvoll und hinten eine andere Schwinge nötig.

Zuerst wollte ich den RD-Motor gleich in ein anderes Fahrwerk verpflanzen und habe mir dazu eine günstige Cagiva Mito 125 (Bj. 91) besorgt.

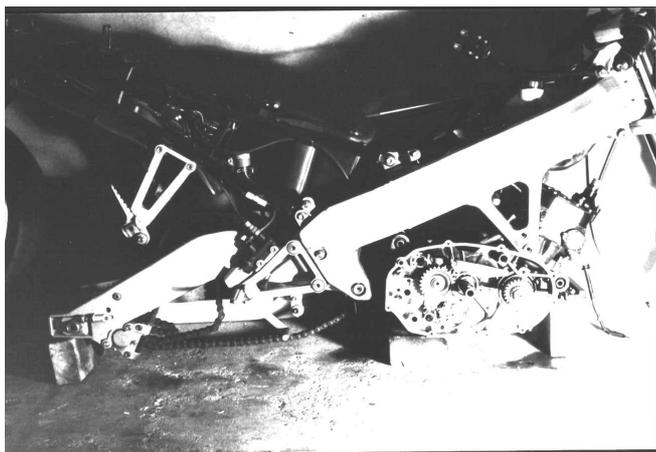


Bild 171 : Mito Rahmen mit RD Motor

Da aber so die Zulassung ist nicht machbar war, habe ich die Gabel und die Felgen mit Hilfe einer NS400R Schwinge recycelt (Das Ganze natürlich komplett mit TÜV).



Bild 172 : YAMITO Umbau (Juni 1998)

Nach kurzer Zeit kam ich aber schon an die Grenze der einzelnen Scheibe und habe dann das Ganze nach diversen Experimenten auf einen YZF 750 6-Kolben Sattel mit 16 mm Radial-Handpumpe umgebaut. Mit Racing-Belägen von Lucas (Bezeichnung: SRQ oder CAR) ist es voll renntauglich.

Wer unbedingt für Showzwecke eine Bananenschwinge mit 160'er Reifen braucht, sollte mal bei Marco Böhmer anrufen, denn der hat gerade seinen Umbau mit RGV-Gabel und Schwinge fertig. Die RGV-Gabel paßt – im Gegensatz zur Mito-Gabel - ohne weiteres in den RD Rahmen; dafür ist es mit den Schwingen genau andersherum: Die NS400 Schwinge ist mit wenig Aufwand an

in die RD zu bekommen, die RGV-Banane erfordert Änderungen am Rahmen und Hebele. Marco's RDV hat natürlich auch den TÜV-Segen (incl. Jolly's und Mikuni TM30!)



Auf meiner RD500 habe ich nach dem 150/70ZR17 MEZ1 mal probeweise einen 160/60ZR17 MEZ1 montiert. Der 160'er Reifen hatte eine für meine Geschmack im Grenzbereich harmonischere Kontur; d.h. er ist für Renneinsatz besser geeignet.



Bild 174 : Marco Böhmer's RDV350



Bild 175 : RGV Bananenschwinge für RD350

Den RGV-Umbau bietet Marco inzwischen als Kit oder als Auftragsarbeit an. Bei der neuesten Version verwendet er das RGV Federbein inklusive Hebeleier (Einstellbare Zug- und Druckstufe !) und auch die Schweißarbeiten am Rahmen halten sich in Grenzen. Die zwei Problempunkte sind der Freigang beim Einfedern und die Kettenflucht (Motor muss ca. 7 mm nach links bzw. gekröpftes Ritzel nötig)

Der Kit beinhaltet für ca. 500 € alle nötigen Buchsen, Platten usw., ein gekröpftes 19'er Ritzel und Schwarz-Lenkkopflager mit passender Abstandsbuchse.

Der Haupt-Trick ist das Verlegen des unteren Anlenkpunktes der Hebeleier, so dass es mit der RGV-Hebeleier paßt und die Hinterhand nicht zu tief hängt.

Ein Großteil der Arbeit ist nämlich sonst die Meß/Probierarbeit: Steht die Felgenmitte da wo die RD-Felgenmitte sonst auch steht? Wie hoch muss das Heck, damit die Kiste nicht aufsetzt, aber die Kette nicht auf der Schwinge schleift. Welche Übersetzung brauche ich mit dem 17" Reifen.

Weiterer Vorteil des Kit's: Der ist schon vielfach geTÜVt.



Bild 176 : 1WW mit RGV-Kit: Gabel, Schwinge und Halbschale

Auch sehr hübsch war die bis dahin einzige RD350 mit Einarmschwinge, die ich kannte. Gesichtet beim RD-Treffen in Stammbach 1999 hatte der Besitzer einige gute Ideen umgesetzt. So ist z.B. der Auspuff von einer Aprilia RS250 umgeschweißt – durch die doppelte Wandung ist er sehr leise. Schwinge und Hinterrad sind von einer Honda VFR400, das Vorderteil von einer FZR750R.



Bild 177 : FVR400/FZR750 Umbau für RD350 (RD-Treffen Stammbach 1999)

### **3. Bearbeitungsvorschläge**

An dieser Stelle möchte ich noch einmal in gesammelter Form meine Vorschläge für verschiedene Tuning-Stufen bzw. Umbauten anbringen. Die genannten Kosten beziehen sich auf den Zustand, dass man selber schraubt und nur kompliziertere Arbeit einer Werkstatt überträgt (Kopf planen, Zylinderschleifen, Wellen überholen). An die einzelnen Punkte braucht sich natürlich keiner allzu sklavisch zu halten. Sie sollen nur als Anhaltspunkte für wenig Phantasiebegabte gelten.

Für diejenigen, die keine Lust haben, die Zylinder runterzureißen und wie die Wilden dran rumzufeilen, möchte ich folgendes empfehlen:

#### **Stage I**

- Leistungssteigerung bis ca. 10% (Je nach Verkommenheit des Ausgangszustands!)
- Aufwand: wenige Stunden Arbeit und bis ca. 400,- Eur. an Teilekosten.
- Optimale Walzeneinstellung nach Abnehmen der Auspuffanlage und Überprüfung per Sicht / Finger.
- Optimale Vergasersynchronisation.
- Entfernen des Schnorchels im Luftfilterdeckel.
- Düsenanpassung 31K #230, 1WW #185
- Änderung des Power-Valve Steuergeräts auf Kurve 14
- 1 – 3 ° mehr Vorzündung durch Verdrehen der Lima-Grundplatte
- Eventuell GFK-Membranen (Banshee)
- Hauptständer in Rente schicken

Für diejenigen, die sowieso gerade beim Motorüberholen sind und auch gerne mal eine Feile in die Hand nehmen wären zusätzlich folgende Arbeiten angebracht:

#### **Stage II**

- Leistungssteigerung bis ca. 15 - 20% (Schätzwert)
- Aufwand: ca. mehrere Tage bis Wochen Arbeit und bis ca. 2000,- an Teile/Arbeitskosten.
- TZR-Membranen oder VForce
- Zylinderbearbeitung: Auslaß, Walzen angleichen, Einlaß, Kanaleinlauf der Überströmer.
- Kolbenbearbeitung: Hemdunterseite spitz, Boden polieren.
- Programmierbare Zündung/PowerValve. Verwendung einer Kurve mit mehr Vorzündung.

- Stahlflexschläuche.
- Auspuffmodifikation (Endrohr weiten)
- Großer Kühler (RGV, R6)

Diejenigen, die sehr extrem auf deutschen Straßen unterwegs sind und auch noch ein zuverlässiges Zweitmotorrad (z.B. RD500LC) besitzen, aber trotzdem für den TÜV keine wochenlange Umbauaktion machen wollen, können zusätzlich noch folgendes machen:

### **Stage III**

- Leistungssteigerung bis ca. 20- 30% (Schätzwert)
- Aufwand: ca. mehrere Wochen Arbeit und mehrere tausend Eur. an Teile/Arbeitskosten.
- White-Power Gabelfedern/Federbein/Lenkungsdämpfer
- K&N-Filter bzw. Perforation des Serien-Deckels.
- Rennauspuff (SoniX, DN, JL, Jolly, Eigenbau)
- Kurbelgehäuse angepasst.
- Flachschiebervergaser Mikuni TM30-6
- Düsenanpassung je nach Bearbeitung.
- Maximaler Kühler (GSXR1100W, ZZR1100, ZX6/7/9R, NC57)
- Geradeverzahnter Primärtrieb, ggf. mit 8\_Scheiben Korb
- Modifizierte Bremsanlage (Gußscheiben, schwimmende Scheiben)
- Andere Felgen/Reifen, Gabel, Schwinge (z.B. RGV, TZR, FZR 600, ...)

Für diejenigen, die nur Rennstrecke fahren:

### **Stage IV**

- Leistungssteigerung bis ca. ? (Rekord: gemessene 238 km/h einer unverkleideten Dragster-RD der Fa. Spec II aus den USA).
- Aufwand: Zuerst Hausbank überfallen um Finanzierung zu sichern!
- Kolben extrem gekürzt und unterer Ring weggelassen, bzw. andere Kolben mit einem Ring.
- Größere Vergaser (Ø34-38) mit offenen Luftfiltern.
- CheetahCub Zylinder, ggf. mit Matoon Machines Motorgehäuse
- Rennauspuff (Eigenbau an den Motor angepasst)
- Maximale Gewichts- & Reibungsoptimierungen
- Gemischschmierung ca. 1:25 - 1:40

## 4. Unterschiede zwischen den Modellreihen

### 4.1 Motor

Die **Motoren** der RD's sind so ähnlich, dass Yamaha für die 1WW kein eigenes Reparaturbuch herausgegeben hat, sondern nur einige Seiten Ergänzung existieren. Es gibt aber trotzdem einige Besonderheiten bezüglich der Teileverwendung von unterschiedlichen Modellen.

Die **Zylinder** passen untereinander; bei der 1WW (Kennzeichnung: 1UA seitlich am Einlaß) sind allerdings die Kanäle allesamt 1 mm höher als bei der 31K (Kennzeichnung am Einlass 31K), weshalb man die Zylinder nur paarweise verwenden sollte. Auf dem Ersatzteilmarkt sind die 31K Zylinder naturgemäß leichter und preiswerter zu bekommen. Angebot und Nachfrage ergeben für die wenig gefragten 31K-Zylinder den günstigeren Preis von ca. 100,- Eur./Stück; die 1WW-Zylinder sind in etwa 50,- Eur. teurer, sofern man sie überhaupt bekommt (Neupreis für beide Modelle: über 250,- Eur./Stück!).

Die **Zylinderköpfe** der 85'er 31K und der 1WW (Kennzeichnung 31K Y-2) sind gegenüber der alten 31K (Kennung 31K Y-1) in der Verdichtung erhöht. Bei Verwendung eines anderen Kopfes sollte man nach Tabelle 8 / Tabelle 9 den Kompressionsraum auslitern und dann eventuell eine Bearbeitung anschließen.

Die 1WW-Serienkolben sind, um Kippgeräusche zu verringern, ca. 2 mm länger als die 31K-Teile.

Das Schweizer Modell 1WU hat eine 0.5 mm größere Bohrung, daher sind dafür Übermaßkolben bis zu 65.0 mm von Yamaha erhältlich.

Von Prox sind die **Kolben** nur in den 31K-Maßen erhältlich; diese passen natürlich auch in die 1WW und laufen tadellos. Übrigens kann man auch die gleichen Kolben in der RD 350 LC (4L0) verwenden.

Die **Vergaser** kann man untereinander austauschen. Dabei sollte aber immer die Einstellung für die offene Leistung gewählt werden. Bei Verwendung von 1WW-Vergasern mit Power-Jet muss man unbedingt die Schwimmerkammer checken, ob die Power-Jet-Düse stimmt.

Der restliche Kleinkram (Dichtungen, Ansaugstutzen, Walzen-Simmerringe, Kühler, Getriebe, ...) passt an beide Motoren, auch wenn z.T. unterschiedliche Bestellnummern angegeben sind. Die Motorinnereien sind völlig identisch, mit der kleinen Einschränkung, dass die 31K bis '85 noch einen mechanischen Drehzahlmesserantrieb hatte.

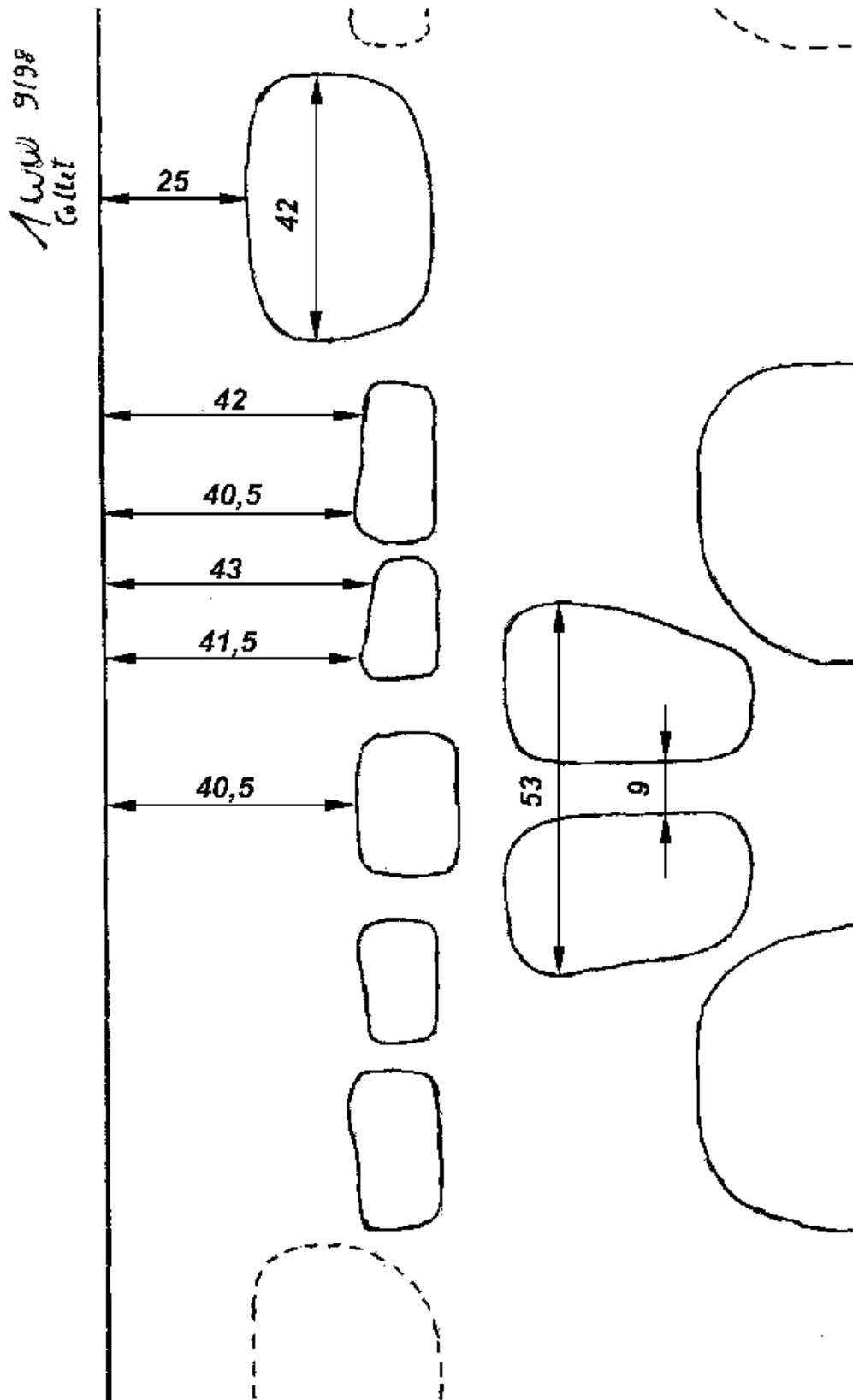


Bild 178 : Zylinderabwicklung 1WW / 31K nach der Bearbeitung

## 4.2 Elektrik

Die YPVS-Baureihe hat drei verschiedene Lichtmaschinen, Polräder und CDI-Einheiten, die nicht alle zueinander passen. Aus dieser Konfiguration ergeben sich rechnerisch 27 ( $3^3$ ) Möglichkeiten der Kombination. Bei der Ersatzbeschaffung von Teilen aus unterschiedlichen Motoren, kann es deshalb zu Schwierigkeiten (kein Zündfunke) kommen, obwohl alle Teile für sich genommen in Ordnung sind!

Die nachfolgend genannten Kennzeichnungen beziehen sich auf mir bekannte und von mir getestete Bauteile. Da ich aber a) nicht die vollständige Markttransparenz habe und b) auch Grauimporte im Umlauf sind, kann es durchaus sein, dass jemand auch andere Kennzeichnungen vorfindet.

Die äußere Gestalt dürfte jedoch bei den betreffenden Modelljahren gleich sein.

Wenn mal kein Zündfunke vorhanden sein sollte, so ist in den allermeisten Fällen die Lichtmaschine Schuld (meist Windungsbruch der kleineren Ladespule).

Diese zweiteilige Spule hat an jedem Ende und in der Mitte einen Anschluß, wobei 225  $\Omega$  (Braun gegen Grün) und 5,3  $\Omega$  (Rot gegen Braun) gemessen werden sollten (Werte und Farben für 31K alt!). Bei einer defekten Lima ist meist bei Rot gegen Braun (und auch bei Rot gegen Grün) keine Verbindung vorhanden (Widerstand unendlich). Die neueren Limas haben statt 225  $\Omega$  einen Wert von 130 bzw. 160  $\Omega$ .

Gelegentlich treten auch an den Drehstromerzeugern Defekte auf. Dazu kann man die drei weißen Kabel im Vierfachstecker (mit einem Blauen) messen. Bei Weiß gegen Weiß sollten 0,4  $\Omega$  anliegen.

Weiterhin sollte man **alle** Steckverbindungen des Zündsystems, **insbesondere die der Ladespule**, sehr gut überprüfen. Es kann z.B. vorkommen, dass der Motor nach einer Demontage zwar anspringt, aber nicht richtig hochdreht. Wenn man dann einfach den Stecker einige Male abzieht und wieder aufsteckt, läuft das Motorrad wieder fehlerfrei.

Die CDI der ersten beiden Baujahre (**'83 und '84**) trägt die Kennzeichnung 29 K - 50. Die Lichtmaschine (Kennzeichnung 1CY), kann man am Aussehen der Ladespulen erkennen. Die alte Lima hat in der Mitte eine dickere Spule und rechts und links zwei kleinere, die wie Hörner gekrümmt sind.

Ein weiterer Hinweis sind die Stecker an der dazugehörigen CDI-Einheit. Die älteste Version hat einen quadratischen Vierfachstecker, einen **T-förmigen Dreifachstecker für die Ladespule (braun, grün und rot)**, einen Zweifachstecker für den Pick-Up und eine schwarze Masseleitung.

Das Polrad hat die Kennzeichnung 29L - 50 und auch noch die Kennung der Lima, also 1CY bzw. 2CY. Es hat **zwei Bohrungen und zwei Langlöcher**.

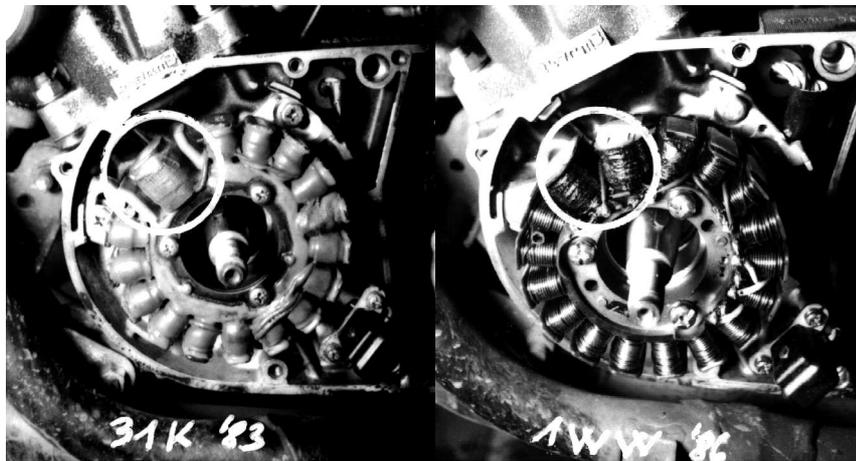


Bild 179 : Lima 31K ('83-'84) und 1WW (ab '86)

Die **'85-er 31K** hat eine geänderte Lima und CDI. Die CDI ist mit 52 Y - 50 gekennzeichnet und die Lima (Kennzeichnung 2EZ oder 8DX) hat als **Ladespulen zwei etwas dickere Spulen**. Die 52-Y-CDI hat auch nur 8 Anschlüsse (die anderen beiden haben 9). An dieser CDI fehlt das schwarz-weiße Kabel, das dazu dient, den Motor per KILLSCHALTER oder Zündschloß abzustellen.



Bild 180 : Lima 31K '85 (mit den alten Steckern des '83 er Modells)

Sicheres Unterscheidungsmerkmal der '85-er Lima ist das **rot-weiße Kabel** an der Ladespule, welches bei **beiden** anderen Limas **immer rot** ist!

Ein weiteres Indiz ist der fehlende Dreifachstecker für die "Ladespule", der in **drei einzelne Stecker (braun, grün und rot-weiß)** aufgeteilt ist.

Das zugehörige Polrad hat die Kennzeichnung 51L - 50 und auch noch die Kennung der Lima 2EZ bzw. 8DX. Es hat ebenfalls **zwei Bohrungen und zwei Langlöcher**, die aber etwas kürzer sind, als beim 83'er Modell.

Die **1WW**-CDI ist mit 1UA - 50 gekennzeichnet; die entsprechende Lima sieht äußerlich wie die '85-er Lima aus, hat aber andere Stecker. Einen quadratischen Vierfachstecker, einen **flachen Dreifachstecker für die Ladespule (braun, grün und rot)**, einen flachen Zweifachstecker für den Pick-Up und eine schwarze Masseleitung. Die Kennzeichnung der Lima ist 1FX.

Nach YAMAHA-Angaben ist bei der 1WW-CDI die Verstellkurve zugunsten besserer Beschleunigung geändert.

Dem Polrad fehlt die Modell-Kennzeichnung (logisch wäre ja jetzt vielleicht 1UA - 50 oder so ähnlich); es ist mit VCD 88 markiert und besitzt zusätzlich eine ähnliche Kennung wie die Lima (1FY). Es hat auch nur **sechs Bohrungen und keine Langlöcher**.

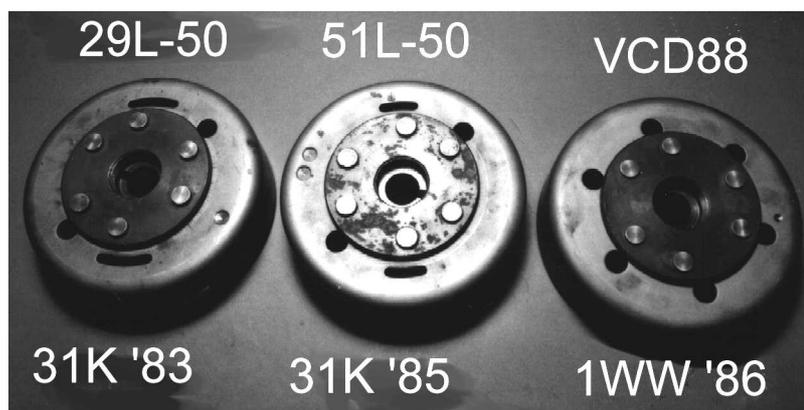


Bild 181 : Polräder (von links nach rechts: 31K ('83-'84), 31K ('85), 1WW)

Die **möglichen Kombinationen** sind natürlich in erster Linie die serienmäßigen.

Die Lima der 1WW funktioniert **nur mit dem passenden Polrad (VCD 88)**; **die anderen beiden Polräder (29L bzw. 51L) sind austauschbar!** Man kann also eine alte Lima 1CY/2CY mit einem 29L oder mit dem 51L-Polrad betreiben.

Bei der 1WW treten nur Fehlzündungen auf, wenn man ein 29L/51L-Polrad montiert; An der 31K erzeugt ein 1WW-Polrad gar keine Funken!

Die **CDI der 1WW (1UA - 50)** funktioniert **ohne Änderungen** an der '85-er 31K. Das schwarz weiße Kabel kann frei bleiben, da der Motor über Masseschluß des rot-weißen Kabels an der Lima stillgesetzt wird.

Man kann die **1UA-50 CDI** auch an der **31K '83/'84** mit der alten 31K Lima (1CY/2CY) verwenden. Dazu muss man die Stecker dahingehend ändern, dass die **Kabel "Rot" und "Grün" der Ladespule vertauscht werden müssen**. Wenn man gleiche Farben verbindet, funktioniert sie nicht! Dieses soll auch mit der TZR-CDI funktionieren, was ich aber noch nicht ausprobiert habe. Damit wäre eine Anpassung für höhere Drehzahlen und größere Verdichtung gegeben.

Die CDI der **'85-er 31K (52Y-50)** kann man auch an der **1WW und der 31K '83/'84** verwenden.

An der **1WW** verbindet man **gleiche** Farben und das **schwarz-weiße Kabel** des Kabelbaums legt man mit **an das schwarz-gelbe Kabel** der CDI. Eine zweite Möglichkeit ist, das schwarz-weiße Kabel mit an das rote Kabel an der CDI zu legen (es funktioniert beides).

An der **31K '83/'84** muss man wieder die Farben **Rot und Grün vertauschen** und zusätzlich das **schwarz-weiße Kabel** des Kabelbaums mit **an das schwarz-gelbe Kabel** der CDI legen. Eine zweite Möglichkeit ist wiederum, das schwarz-weiße Kabel mit an das rote Kabel an der CDI zu legen.

Wenn das schwarz-weiße Kabel frei bleibt, kann man den Motor nicht abstellen (weder durch das Zündschloß noch durch den KILLSCHALTER).

Als Ablesebeispiel für die Tabellen auf der folgenden Seite kann man z.B. überprüfen, ob eine alte CDI (29K-50) mit der alten Lima (1CY/2CY) und dem 1WW-Polrad funktioniert. (O = geht nicht!)

Der YPVS-Servomotor ist unverändert geblieben und deshalb an allen 31K und 1WW verwendbar.

Die sonstigen Elektrik-Teile (Gleichrichter/Regler, .. ) sind a) so zuverlässig, dass sie im Normalfall die Lebensdauer des Gesamtmotorrads überdauern werden und b) muss man im Schadensfall das Teil mit passendem Baujahr ('83/'84, '85 oder ab '86; siehe auch Wartungsbuch) verwenden, da jeweils auch die Kabelbäume und Montagepositionen anders sind.

Der Regler der 31K ist identisch mit denen der 4L0/4L1.

Man kann an den alten 31K (vor '85) einen elektronischen Drehzahlmesser der neueren Modelle verwenden (das neue Cockpit sieht allemale besser aus, als das häßliche alte Bananencockpit).

Dazu muss man an der CDI-Einheit (unterm Tank) von dem Vierfach-Stecker (Schwarz, Schwarz-Weiß, Orange, Schwarz-Gelb) das schwarz-gelbe Kabel "anzapfen" und damit eine Verbindung zum Drehzahlmesser legen (siehe Bild 184.).

CDI	29K - 50		
<b>Polrad</b>	<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b> <b>29L - 50</b>	<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b> <b>51L - 50</b>	<b>1WW (1FY)</b> <b>VCD 88</b>
<b>Lima</b>			
<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b>	X	X	O
<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b>	O	O	O
<b>1WW (1FX)</b>	O	O	
CDI	52Y - 50		
<b>Polrad</b>	<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b> <b>29L - 50</b>	<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b> <b>51L - 50</b>	<b>1WW (1FY)</b> <b>VCD 88</b>
<b>Lima</b>			
<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b>	X (R/Gr tauschen, S/W an S/G)	X (R/Gr tauschen, S/W an S/G)	-
<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b>	X	X	O
<b>1WW (1FX)</b>	O	O	X (S/W an S/G)
CDI	1UA - 50		
<b>Polrad</b>	<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b> <b>29L - 50</b>	<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b> <b>51L - 50</b>	<b>1WW (1FY)</b> <b>VCD 88</b>
<b>Lima</b>			
<b>31K 83/84 (1CY / 2CY)</b>	X (R/Gr tauschen)	X (R/Gr tauschen)	O
<b>31K 85 (2EZ / 8DX)</b>	X	X	O
<b>1WW (1FX)</b>	-	-	X

X : Funktioniert

O : Kein Zündfunken

- : z.T. Funken / Fehlzündungen / Läuft nicht ordnungsgemäß!

Bild 182 : Kombinationsmöglichkeiten der Zündungsbauteile

*Anmerkung:*

*Diese Tabelle wurde durch Tausch der Komponenten und anschließenden Test "springt an / springt nicht an" und „dreht beim Gasgeben hoch“ ermittelt. Über die Jahre kam zu einigen Kombinationen das Feedback, dass beim Fahren z.B. der Motor im oberen Drehzahlbereich nicht sauber läuft oder Aussetzer hat.*

*Es gibt also ein gewisses Risiko beim „Mischen“ verschiedener Bauteile.*

*Durch die preisliche Entwicklung bei DC-CDI's in den letzten Jahren ist es an sich komplett überflüssig geworden sich mit den alten Teilen herum zu schlagen.*

*In Summe kann man bei einer defekten Lichtmaschine/CDI vernünftigerweise eigentlich nur die Verwendung einer DC-CDI empfehlen. (Das gilt jedoch nur für den häufigsten Defekt der Ladespule (Rot/braun/Grün; die 12V Versorgung muss funktionieren)*

*Die Kosten sind kaum höher als gebrauchte original-Teile und nebenbei bringt die auch noch diverse PS an Mehrleistung.*

*Es gibt sogar explizite Lichtmaschinen ohne Ladespulen, die dann nur noch mit einer DC-CDI funktionieren. Diese haben dann auf der 12V Seite einige Wicklungen mehr und dadurch mehr Leistung.*



Bild 183 : TSS Lichtmaschine/Polrad/Pick-Up Kit ohne Ladespulen

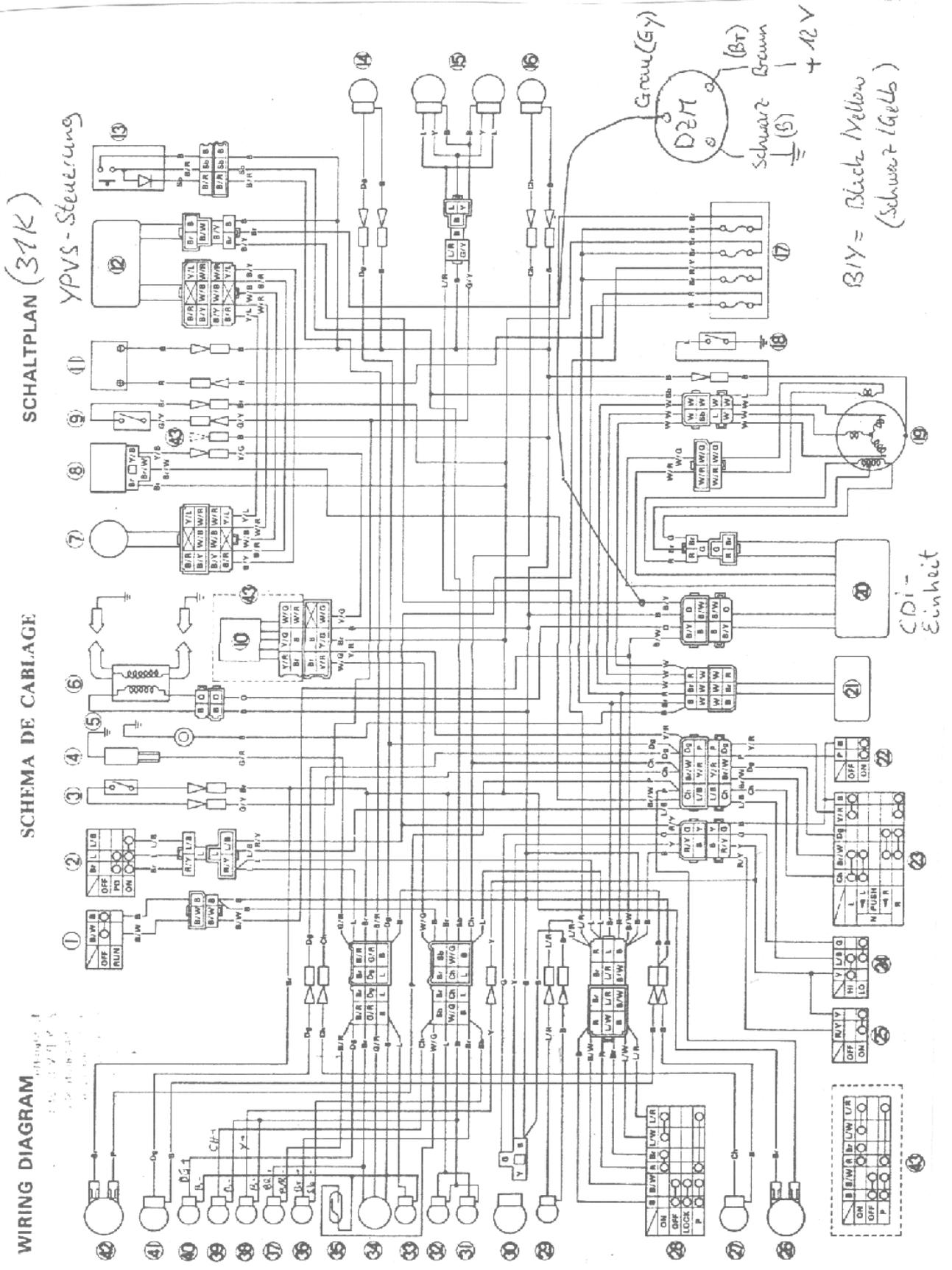


Bild 184 : Schaltplan 31K mit Modifikation für elektronischen Drehzahlmesser

### 4.3 Fahrwerk

Die '85-er 31K hat gegenüber den älteren Modellen schon das Fahrwerk der 1WW (geänderte Gabel, Schwinge hat nun statt Bronzebuchsen Nadellager) aber noch die alten Felgen (mit zwei großen Bohrungen in den drei Speichen) und die alten Design-Teile (Tank, Sitzbank, Seitendeckel, ...).

Das neue Fahrwerk ist auch besser gebremst, es verrichten vorne zwei Doppelkolben-Festsattel-Zangen ihre Arbeit (statt Einkolben-Schwimmsattel).

Die 1WW hat zwar die gleichen Geometriedaten, aber durch die andere Tank-Sitzbank-Seitendeckel-Kombination paßt diese nur an 1WW-Rahmen. Die dadurch nach vorne verschobene Sitzposition bringt mehr Gewicht auf's Vorderrad und wirkt so den Fahrwerksunruhen entgegen.

Zusätzlich sind die Felgen 400 g leichter (6 Einzelspeichen), nicht zuletzt wegen der jetzt nur noch 4 mm (statt 4,5 mm) dicken Bremsscheiben.

*Zum Nachrüsten an beide Modelle sind von der Firma Spiegler und Brembo (Vertrieb über Götz bzw. Brune ) feste Gußscheiben für ca. 170,- Eur. mit TÜV erhältlich. Eine preiswerte Alternative zur Neuanschaffung nach Unfall oder Verschleiß; außerdem wird dadurch die Bremsleistung leicht verbessert, da der Reibkoeffizient mit den mitgelieferten Belägen größer ist.*

Ab 1985 gab es Versionen mit Vollverkleidung, die jeweils RD 350 F hießen (die unverkleideten hießen RD 350 N). Die abgrundtief häßliche Halbschale wurde glücklicherweise nur an den 83/84'er Modellen verbaut.

Folgende Teile können an allen Modellen verwendet werden:

- Fußrastenanlage (jeweils komplett)
- Gabel (komplett mit Bremsanlage)
- Federbein
- Schwinge
- Felgen
- Verkleidung (wenn Halter vorhanden)
- Cockpit
- Auspuffanlagen
- YPVS-Steuergerät



Bild 185 : 31K Modell 1983 mit Halbschale

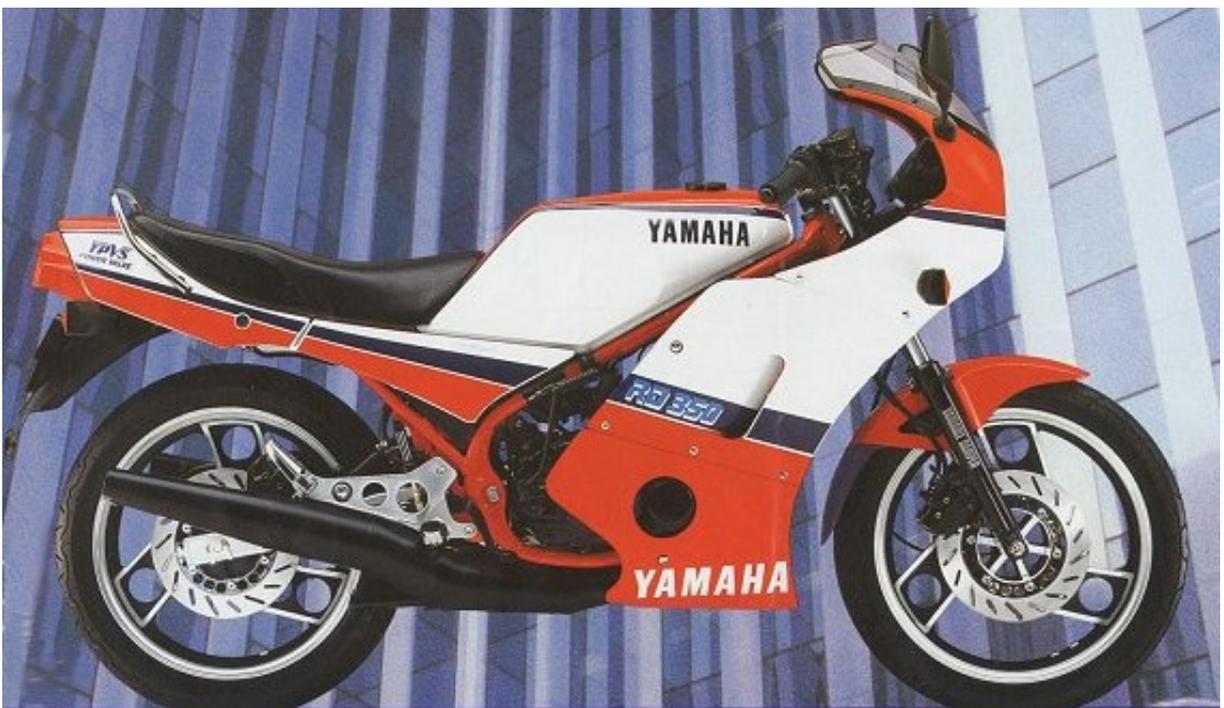


Bild 186 : 31K '85 (mit Verkleidung RD 350 F)



Bild 187 : 1WW (RD 350 N) Modelle ab 1986



Bild 188 : 1WW mit Verkleidung (RD 350 F) Modelle ab 1986

## 5. Adressen

Hier noch mal die gesammelten Adressen zu allerlei RD-Zubehör, natürlich ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Bei Firmen im Ausland, wo nur Englisch gesprochen wird, habe ich den Kommentar auch in Englisch gehalten – Es hat keinen Zweck die zu kontaktieren, wenn man nur Deutsch kann.

Daneben gibt's noch eine ganz subjektive Wertung meinerseits, da ich mit fast allen genannten Firmen und Produkten selber Erfahrungen gemacht habe:

- 👍👍 *bringt gute Verbesserungen, gutes Preis/Leistungsverhältnis, schon fast Pflicht für gute RD's*
- 👍 taucht was, ist aber nicht ganz billig
- 🙄 so là là, für Leute mit zuviel Geld
- 🙄 viel zu teuer, Nachteile für den Alltagsbetrieb
- 🙄🙄 taucht gar nix, Mega Schrott

Yamaha Deutschland GmbH Technische Auskünfte zu allen Yamaha  
 Hansemannstr. 12 Modellen  
 41468 Neuss  
<http://www.yamaha-motor.eu/de>

Emil Schwarz	Spielfreie Lenkkopflager ca. 80,- €	👍
Daimlerstr. 8	Power-Valve-Buchsen ca. 65,- €	👍👍
73660 Urbach	Nadellager für Schwinge/Hebeleie	
☎ +49 (0)7181-995290		
<a href="http://www.emilschwarz.de">http://www.emilschwarz.de</a>		

Wilbers Products GmbH	Technoflex Fahrwerksteile	👍👍
Frieslandstraße 10	Gabelfedern ca. 80,- €	👍👍
48527 Nordhorn	Federbein 400,- to 600,- €	👍
☎ +49 (0)5921-727170	Lenkungsämpfer ca. 200,- €	👍👍
<a href="http://www.wilbers.de/">http://www.wilbers.de/</a>		

BRC-Brockhausen Racing	Prox Kolben	👍
Beverstrang 17	Motoreninstandsetzung	
48231 Warendorf		
☎ +49 (0)2584-358		
<a href="http://brc-racing.de/">http://brc-racing.de/</a>		

Großwächter	Prox Kolben	
Racing-Parts	Wiseco Kolben	
Soar 25	(Firma liefert nur noch an Händler!)	
32139 Spenge	Prox Kurbelwellen-Teile	
 +49 (0)5225-859256	Motoreninstandsetzung	
<a href="http://www.gw-racing-parts.de">http://www.gw-racing-parts.de</a>	Alu-Schweißen, Zylinder ausbuchen & beschichten	
Alne Lederbekleidung	Protektorenkombis	
Hansaring	7 (Qualität vergleichbar mit Schwabenleder)	
63843 Niedernberg		
 +49 (0)6028 -8402	selbst mehrfach getestet und für sehr gut befunden	
<a href="http://alne-leder.de/">http://alne-leder.de/</a>		
RM Product Line	Rennzubehör, Tuningteile	
Gradnerstr. 185	Sport Membrane ca. 90,- €	
8054 Graz (Austria)	38 mm Mikunis ca. 350,- €	
 +43 (0)316-281565		
<a href="http://www.rmproducts.at/">http://www.rmproducts.at/</a>		
GL-Motorradtechnik	„Offizieller“ Jolly-Moto-Import Deutschland	
Truchtefingerstrasse 110	Auspuffanlagen f. RD350 & RD500	
72458 Albstadt		
 +49 (0)7431-9485868		
<a href="http://www.gl-motorradtechnik.de/">http://www.gl-motorradtechnik.de/</a>		
Micron-Systems GmbH	RD-Auspuff im Grand-Prix-Design	
Boxdorfer Str. 13	(beide Rohre auf der rechten Seite)	
90765 Fürth-Sack	Dynojet-Vergaser-Kit f. RD 350 LC	
 +49 (0)911-93674-0		
<a href="http://www.micronsystems.de">http://www.micronsystems.de</a>		
Götz GmbH	GFK und Kohlefaser-Membrane (40,- €)	
Walter-Simon-Str. 14	Spiegler-Bremsscheiben (200,- €)	
D-72072 Tübingen		
 +49 (0)7071-6399488		
<a href="http://www.motorsportgoetz.com/">http://www.motorsportgoetz.com/</a>		



- Zupin-Moto-Sport GmbH    Boyesen-Membranen f. RD250/350 LC ca. 50,- €   
Trostberger    Str.    26    Boyesen Rad Valves (Banshee) 250,- €   
83301 Traunreut  
☎ +49 (0)8669-8480  
<http://www.zupin.de>
- Brune GmbH    Mikuni-Vergaser und Teile (Düsen, Nadeln,...)   
Wöste 6    Brembo-Scheiben f. RD 350/RD500 (90,- €)  
48291 Telgte  
☎ +49 (0)2504-7344 - 0  
<http://www.brunegmbh.de/>
- Stephen Topham    Mikuni-Vergaser und Teile (Düsen, Nadeln,...)   
Zur Quellge 11    Beratung in Vergaserfragen (Setups, Abstimmung)  
32351    Stemwede-  
Dielingen  
☎ +49 (0)5474-9011  
<http://www.mikuni-topham.de/>
- PSR    Motorräder    und    Technoflex    Federelemente    (Federbeine,    Gabeln,  
Zubehör    Federn)   
Holsteinstr. 6    Fahrwerk – Reparatur / Tuning  
23812 Wahlstedt    Umbaukit auf einstellbare Zugstufendämpfung f.  
☎ +49 (0)4554-2994    RD500  
<http://www.psr-motorrad.de/>
- Motorrad Weihe    Yamaha-Händler mit Ersatzteileversand   
Koblenzer Str. 247    3G3 - TZ-Kolben 80,- €   
32584 Löhne  
☎ +49 (0)5731-78640  
<http://www.motorrad-weihe.de/>
- Sebimoto GmbH    Sehr günstige Nachbau Verkleidungen f. gängige  
Goethestr. 12    Sportbikes  
63179 Obertshausen    Z.B. Ducati 916, Cagiva Mito, CBR 600, ...  
☎ +49 (0)6104-74632    Carbon-Platten zum Basteln 2 - 4 ct/cm<sup>2</sup>   
[www.sebimoto-germany.de](http://www.sebimoto-germany.de)

- LSL Motorradtechnik Schwimmende Scheiben f. RD   
 GmbH Superbike-Lenker  
 Heinrich-Malina-Str. 107 Lenkungs­dämpfer-Kits   
 47809 Krefeld  
 +49-(0)2151-55590  
<http://www.lsl.eu/>
- WIWA Rennsporttechnik Kurbelwellen­instandsetzung   
 Nord-West-Ring 54 Tuning   
 32832 Augustdorf RD-Auspuffanlagen   
 +49 (0)5237-1061  
<http://www.wiwa-racing.de/>
- DIMO Kunststofftechnik Nachbau Verkleidungen f. RD500 und andere  
 Franz-Wenzel-Str. 3 Höcker  
 53474 Bad Neuenahr-  
 Ahrweiler  
 +49 (0)2641-4653  
[www.dimoonline.de](http://www.dimoonline.de)
- Jamparts Alu Schwingen mit/ohne Unterzug  
 Friedenstrasse 2 ab 700,- € aufwärts   
 71282 Hemmingen  
 +49 (0)7150-970565  
<http://www.jamparts.com>
- RD500LC Club de France Annual Meeting on race track in the middle of France  
 Didier Daumin Highly recommended !   
 53 BIS Rue de la Fosse  
 aux Loups *(Jährliches RD500 & 2T-Treffen, Infos immer unter*  
 F-5800 Nevers, FRANCE *www.rd350lc.de)*  
<http://rd500lc.free.fr/>

Sonic Speed                      Soni-X Auspuffanlagen f. viele 2T-Motorräder  
    Kurbelwellenüberholung  
 Marco Böhmer                      Kurbelwellen mit mehr Hub  
 Max-Planck-Straße    15 ProX-, Wiseco-, Vertex-Kolben  
 95233 Helmbrechts              Technoflex, White-Power  
 ☎ +49 (0)9252-7371              Brembo / Spiegler Bremsen  
 ☎ +49 (0)171-6194475          Ansaugstutzen-Kit RD500 (für Mikuni TM30)  
    Eindüsen von Vergasern z.B. nach Motorbearbeitung oder  
 info@sonic-speed.net            f. offene Filter (Düsen, Nadeln, Vergaservermodifikation)  
    Spezial-Umbauten mit und ohne TÜV  
 http://sonic-speed.net/           Aluminium/Edelstahl-Schweißen  
 www.moto-boehmer.de          Kühlerbau nach Maß

Martin Kieltsch                      Aktuelle Ausgaben Tuningbücher RD 350 / RD  
 Vor dem Stadtberge 33              500  
 38300 Wolfenbüttel-Wendessen    Wartungsbuch RD 350 YPVS (31K/1WW)  
 ☎ +49 (0)5331/77584              Je Buch 35,- €  
 (Anrufe 17:00 bis 21:00)  
 maki500@gmx.de  
 http://home.arcor.de/martin.kieltsch

#### Interessante Internet Seiten:

<http://www.rzrd500.com>              The US RD page. (RZ/RD500 Owners Club,  
    Bulletin Boards for RD350/500 and other  
    twostrokes  
<http://rd500lc.free.fr/>              Homepage of the french RD500 Club  
    Info's for annual meeting in France  
<http://forum.rd350lc.de>              DIE deutschsprachige RD-Seite.  
    Interessantes RD Diskussions-Forum  
<http://www.rd350lc.net>              French RD site with model history  
<http://rdlcrazy.proboards.com/>    THE UK RD page !  
    Bulletin Boards for RD350/500 and other  
    twostrokes

**6. Anhang**


---

 Daten zur Leistungsmessung vom 13.5.93
 

---

Reifen:	120/80 H 18 ME99, abgefahren, Abrollradius ca. 315 mm
Übersetzung:	18 / 41
Vergaser:	Serie (31K); Hauptdüse: # 230; Düsennadel: 5K1-Position 3 Luftschaube: 2/3 Umdrehungen
Luftfilter:	Serie (31K)
Zylinder:	Einlaßsteg 4 mm, poliert, TZR-Membranen (GFK) Auslaß 25,5 mm hoch, Walzen angeglichen, poliert Überströmkanäle: Einlauf bearbeitet
Kurbelgehäuse:	Übergänge angepasst
Kolben:	Prox 0,75 mm Übermaß, Hemd spitz und poliert, Einlaßlöcher original, Kolbenboden poliert
Zylinderkopf:	0,6 mm geplant, Kante nachgearbeitet, Brennraum poliert
Auspuff:	1WW
Benzin:	Super Plus bleifrei (98 Oktan)
Ölpumpe:	min. Pumpenhub 0,1 mm, max. Drehwinkel der Pumpenscheibe: Bei Vollast Zapfen auf Punktmarkierung ausrichten Castrol Biolube XTS
Prüfstand:	Dynamischer Prüfstand definierte Beschleunigung einer Drehmasse Messung der erzielten Winkelbeschleunigung/verzögerung Computer errechnet daraus das Drehmoment und die Leistung

---

 Änderungen bei der Messung vom 2/3.2.95
 

---

Referenzmotorrad:	1WW in 100%-igem Serienzustand (außer Reifen 120/80 ME1)
Reifen:	120/90 H 18 ME55
Übersetzung:	17 / 41
Vergaser:	Serie (31K), Düsenstöcke v. Götz, Hauptdüse: # 290 Düsennadel: 5K1-Position 5, Luftschaube: 1/2 Umdrehung
Luftfilter:	Deckel perforiert, Gardine als Filter, mit unterem Einsatz
Zylinder:	TZR-125-Carbon-Membranen (v. Götz)
Kolben:	Wiseco 1 mm Übermaß, bearbeitet
Benzin:	Super verbleit (98 Oktan)

Der Vollständigkeit halber, habe ich noch mal einige (mir bekannte) Vergaser-Setups zusammengestellt. Diese sind zum Teil mündlich überliefert (ohne Überprüfung der möglichen Folgen auf den Motorlauf) und deshalb nur als Anhaltswert zu sehen. Die fett hervorgehoben Setups habe ich selbst ausprobiert.

---

### Originalvergaser Mikuni VM26SS:

---

Typ	Hauptdüse	Nadelposition	sonstige Modifikationen
31K	200-230	2-3	alles Serie
<b>31K</b>	<b>230</b>	<b>3</b>	<b>Motor bearbeitet, 1WW-Auspuff</b>
<b>31K</b>	<b>290</b>	<b>5</b>	<b>Motor bearbeitet, oberer Deckel perforiert, grobmaschiges Sieb als Filter, mit unterem Einsatz, Götz-Düsenstöcke, 1WW-Auspuff</b>
31K	280	4	Oberer Deckel perforiert, Originalfilter, alle Einsätze entfernt, Direkteinlaß in's Kurbelgehäuse, modifizierter 31K-Auspuff
1WW	185	2	alles Serie
1WW	195	2-3	WiWa-Auspuff
1WW	210-220	3	Offene Luftfilter
1WW	225	3-4	Offene Luftfilter + Jolly-Moto
<b>1WW</b>	<b>290</b>	<b>3</b>	<b>Motor bearbeitet, Power-Jet stillgelegt, Götz-Düsenstöcke, K&amp;N Filter, Jolly-Moto</b>

---

### Daten der TZ Rennmaschinen:

---

Modell	TZ 250	TZ 350
Mix (Öl/Kraftstoff)	1:15	1:15
Vergasertyp	VM34SS	VM38SS
Hauptdüse	#230-#270	#280-#380
Leerlaufdüse	#60	#70
Düsenstock	N-8	Q-0
Düsennadel	6DH3 (3. Pos.)	6F13 (2. Pos.)
Schieberausschnitt	2,0	3,0
CO-Schraube (Umdr.)	1,0	1,0
Schwimmerhöhe	21,9 mm ± 1 mm	21,9 mm ± 1 mm

## Daten größerer Vergaser an modifizierten RD-Motoren:

(Hauptquelle Thomas Fried, Adresse im Anhang)

*Natürlich darf man diese Angaben nicht zu sklavisch befolgen, zumindest die Hauptdüse wird an einem anderen Motor mit anderen Modifikationen anders ausfallen. Die Versuchsarbeit ersetzen diese Tabellen nicht.*

---

### Setup 31K, mittelprächtig modifiziert:

---

Zylinder 31K; bearbeitet wie beschrieben; Verdichtung 7,35; TZR-Membrane; Jolly-Moto-Auspuff, Flachschieber-Vergaser TM34 auf 36 mm aufgebohrt, K&N-Filter mit Abstandsstück (60 mm lang) montiert; Adapterplatte zum Zylinder selbst gefertigt (mit Anschlüssen für Ölpumpe); Seriengaszug modifiziert (Außenhüllen der Bowdenzüge 10 mm kürzen + Verlängerung des Verteilergehäuses um 10 mm)  
 Gemessene Leistung: +18 PS bei 11.500 min-1; theoretisch mögliche Endgeschwindigkeit: Unter günstigen Bedingungen ca. 215 km/h.

Vergaser	<b>TM34 auf 36 aufgebohrt</b>
Hauptdüse	<b>#320</b>
Leerlaufdüse	<b>#30</b>
Düsenstock	<b>Q-2</b>
Düsennadel	<b>6-FP 55, Pos 1.</b>
Schieberausschnitt	<b>4,0</b>
CO-Schraube (Umdr.)	<b>1</b>

---

### **Setup für 1WW ('86), sehr stark modifiziert:**

---

Kanäle über 2. Fußdichtung um 1 mm erhöht, Kanäle ähnlich Anleitung bearbeitet, Zylinder oben abgedreht, Überströmkanäle außen auftragsgeschweißt und stark bearbeitet (Radius wie TZ), Membrane TZ 750, TZ 350 Kolben (Passt aber nur in Originalzylinder  $\varnothing 64$  mm!), Auspuff Dörr (200,- Eur.) mit  $\varnothing 22$  mm Endrohr statt  $\varnothing 20$  mm, Kopf 0,5 mm geplant, Luftfilterkasten Serie ohne Oberteil und Kunststoffeinsätze, Schaumstofffilter trocken, Ansaugflansche TZ 750, Ölpumpe abgeklemmt, Gemischschmierung 1:40, Benzinhahn auf PRI (kein Unterdruckanschluß), lief unverkleidet mit 17/39 ca. 220 km/h bei 11.000 U/min.

Vergaser	<b>TM34-Power-Jet Rennvergaser (TZ 350) auf 35 mm aufgebohrt</b>
Standgas/Chokesystem	<b>keine Standgasschraube, Choke über Zugknopf am Vergaser</b>
Schmierung	<b>1:40 Gemisch</b>
Hauptdüse	<b>#320</b>
Leerlaufdüse	<b>#60</b>
Düsenstock	<b>N-8</b>
Düsennadel	<b>6-F 22, Pos 3.</b>
Power-Jet	<b>entfernt/stillgelegt</b>
CO-Schraube (Umdr.)	<b>1</b>

---

### **Setup für RD350LC ('82), Umbau als Rennmaschine:**

---

Kanäle über 2. Fußdichtung um 1 mm erhöht, Kanäle wie TZ 350, Zylinder oben abgedreht, Überströmkanäle außen auftragsgeschweißt und stark bearbeitet (Radius wie TZ), TZ 350 Kolben, Auspuff Speed Products F-1 (aus Amerika), Kopf geplant, ohne Luftfilter, Ansaugflansche und Membrane TZ 750, TZ-Verkleidung und Höcker, Gewicht abgespeckt 135 Kg, Rennreifen 5.00-18 Dunlop KR124 medium, lief mit 17/37 ca. 225 km/h bei 10.800 U/min, im Windschatten bis 240 km/h.

In der **straßentauglichen Abstimmung** wurde folgende Einstellung gewählt:

Vergaser	<b>VM38 (Rundschieber)</b>
Standgas/Chokesystem	<b>beides vorhanden</b>
Schmierung	<b>1:35 mit TTS</b>
Hauptdüse	<b>#330</b>
Leerlaufdüse	<b>#60</b>
Düsenstock	<b>Q-0</b>
Düsennadel	<b>6-F 8, Pos 1.</b>
CO-Schraube (Umdr.)	<b>1</b>

Die Abstimmung eines anderen Vergasers mit Power-Jet war nur renntauglich, da durch die große Leerlaufdüse der Motor in der Stadt laufen würde, wie mit Choke und so die Kerzen verölen (Zum Vergleich: Der 26'er Vergaser hat eine #70'er Choke-Düse für beide Zylinder in der linken Schwimmerkammer!)

Vergaser	<b>VM38-Power-Jet Rennvergaser (TZ 350)</b>
Standgas/Chokesystem	<b>keine Standgasschraube, Choke vorhanden</b>
Schmierung	<b>Gemisch</b>
Hauptdüse	<b>#340</b>
Leerlaufdüse	<b>#90</b>
Düsenstock	<b>N-8</b>
Düsennadel	<b>6-F 13, Pos 4.</b>
Power-Jet	<b>#75</b>

---

### **Setup 31K, mittelprächtig modifiziert:**

---

Zylinder 31K; bearbeitet wie beschrieben; Direkteinlaß ins Kurbelgehäuse, Auspuff 31K, gekürzt und ohne Matten; offene Luftfilter.

Vergaser	<b>TM28 (Serie TZR250)</b>
Hauptdüse	<b>#260</b>
Leerlaufdüse	<b>#25</b>
Stock, Nadel, Power-Jet	<b>Serie</b>

## Setups RGV-Race Kit

### CARBURETOR JETTING EXAMPLE

For Stage I (With racing gasoline)

	# 1	# 2
MJ	# 370	# 360
NJ	O-9	O-9
JN	6FL-84-50, 3rd	6FL-84-50, 3rd
PJ	# 27.5	# 27.5
PAJ	# 0.7 (0.8 when raing)	# 0.7 (0.8 when raing)
MAJ	# 0.5	# 0.5
PWJ	# 35	# 35
PWJ II	# 0.5	# 0.5
MASJ	# 0.5	# 0.5

Circuit with straight: Approx. 500 m.  
 Temperature: 12°C;  
 Barometric pressure: 760 mHg

If circuit has the straight longer than this, then increase the MJ number by #20 -- #30.

If replacing racing gasoline by aviation gasoline, smaller jets may be used:  
 For MJ, smaller by #20 -- #30;  
 and for NJ, smaller by 1 -- 2 lower rank.

(with aviation gasoline)

	# 1	# 2
MJ	# 350	# 340
NJ	O-8	O-8
JN	6FL-84-50, 3rd	6FL-84-50, 3rd
PJ	# 27.5	# 27.5
PAJ	# 0.7 (0.8 when rainy)	# 0.7 (0.8 when rainy)
MAJ	# 0.5	# 0.5
PWJ	# 35	# 35
PWJ II	# 0.5	# 0.5
MASJ	# 0.5	# 0.5

For Stage II (With racing gasoline)

	# 1	# 2
MJ	390	380
NJ	P-1	P-1
JN	6FL-84-50, 3rd	6FL-84-50, 3rd
PJ	# 27.5	# 27.5
PAJ	# 0.7	# 0.7
MAJ	# 0.5	# 0.5
PWJ	# 50	# 50
PWJ II	None	None
MASJ	# 0.5	# 0.5

Circuit with straight: Approx. 500 m  
 Temperature: 12°C;  
 Barometric pressure: 760 mHg

If a circuit has a straight longer than this, then increase the MJ number by #20 -- #30.

(With aviation gasoline)

	# 1	# 2
MJ	370	360
NJ	P-O	P-O
JN	6FL-84-50, 3rd	6FL-84-50, 3rd
PJ	# 27.5	# 27.5
PAJ	# 0.7	# 0.7
MAJ	# 0.5	# 0.5
PWJ	# 50	# 50
PWJ II	None	None
MASJ	# 0.5	# 0.5

When operating in a short circuit using a partial throttle opening frequently, a combination of smaller MJ with larger NJ may be suitable. On the contrary, in a large circuit with long straight, use comparatively larger MJ.

## Abstimmungsanleitung RGV-Race Kit

### CARBURETION WITH DIFFERENT CLIMATIC CONDITION

Condition	Result	Required adjustment
Cold	Lean	To make richer
Hot	Rich	To make leaner
Dry	Lean	To make richer
When hot	Rich	To make leaner
High altitude	Rich	To make leaner

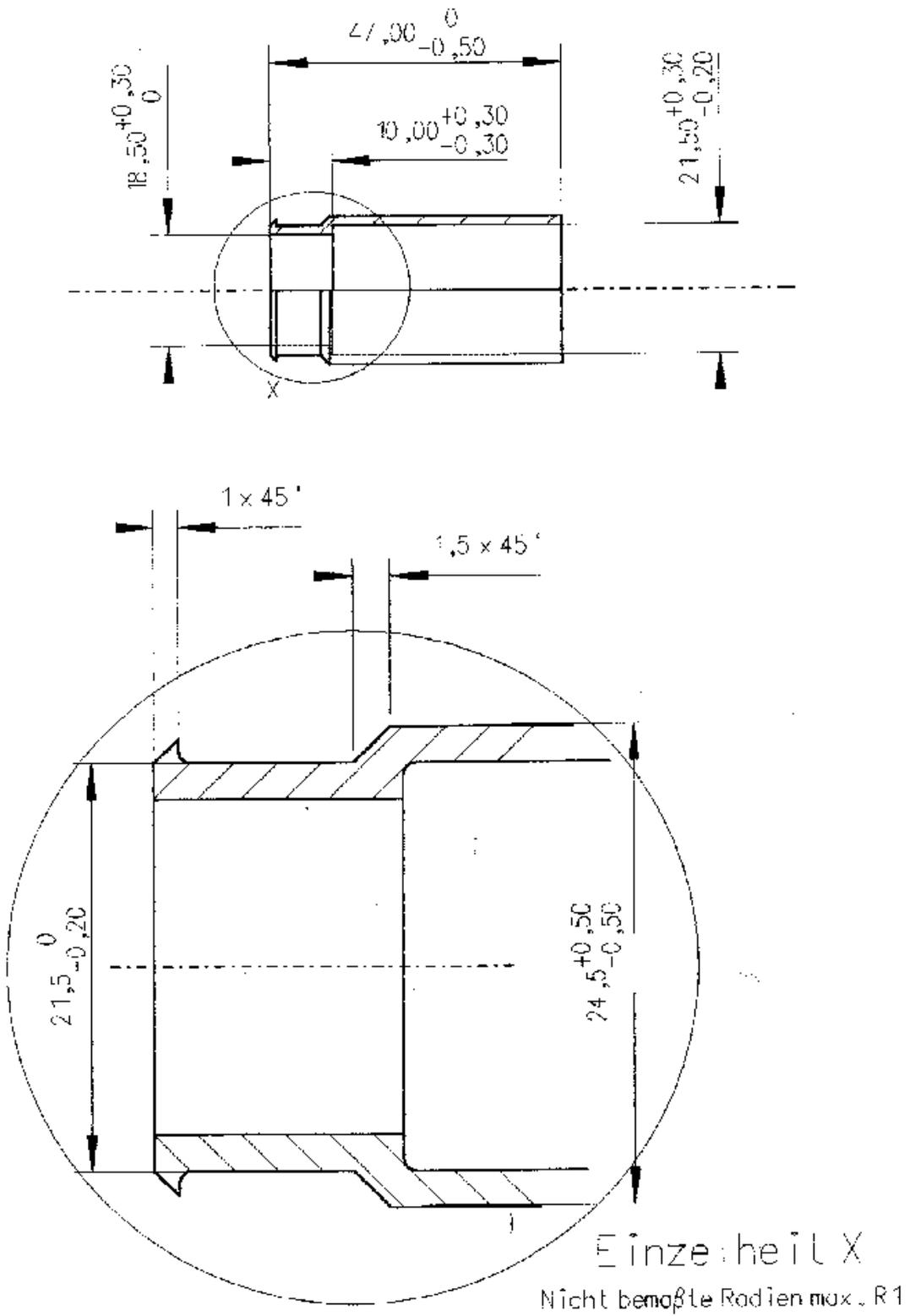
### CARBURETOR TUNING BY DIFFERENT FAILURE SYMPTOM

SYMPTOM	ADJUSTMENT	REMARKS
With full open throttle; • Rev peak too low • Doesn't rev up quickly • Poor power output (Rich)	• Decrease MJ size. • Decrease gradually by 1 – 2 sizes while observing piston crown color.	• Check if choke is on. • Check if not overflowing.
With full open throttle; • Hesitates • Pings or knocks • Revs up but power not sufficient.	• Increase MJ size. • Increase gradually by 1 – 2 sizes while observing piston crown color. • Increase PWJ size.	• Check if air not leaking in. • Check if ignition timing not too fast.
Performs dull or intermittent in range 1/4 – 3/4 throttle opening.	Decrease NJ size to make mixture leaner.	(Rich at a partial opening)
Hesitates in range 1/4 – 3/4 throttle opening and torque is poor.	Increase NJ size to make mixture richer.	(Lean at a partial opening)
Responds to gradual but not to quick throttle opening.	Decrease MJ size because of too rich main system.	
Response too sharp to control.	Increase PJ size.	
Performs dull when throttle opened from full close.	Decrease PJ size.	

## Abstimmungstabelle KTM 360 SX (39'er Keihin-Vergaser)

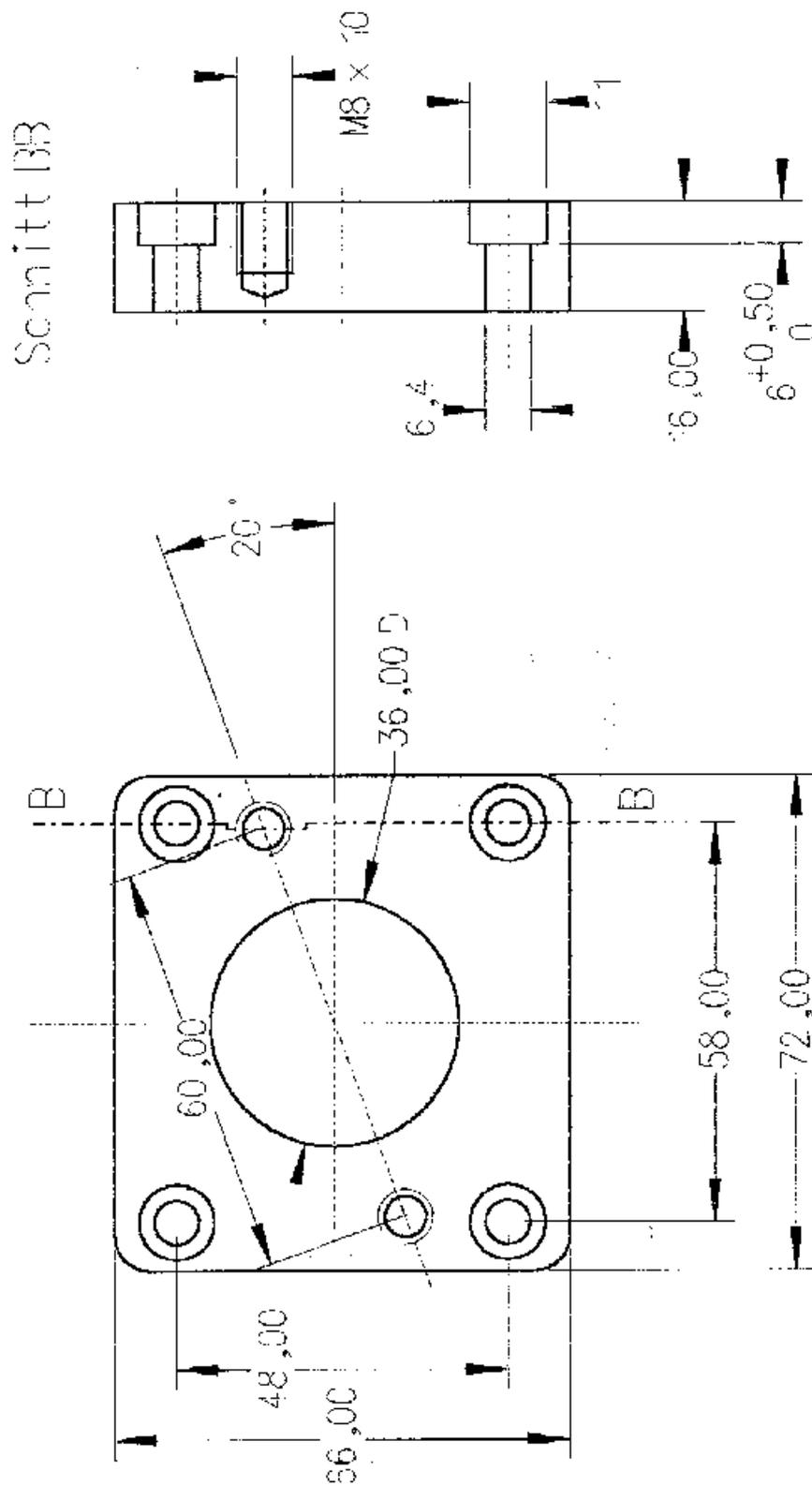
KTM SX360 '97 Europa		-20°C bis -6°C	-6°C bis 5°C	6°C bis 15°C	16°C bis 24°C	25°C bis 36°C	37°C bis 49°C
2300 m bis 3000 m	CO-Schraube	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75
	LL-Düse	# 45	# 42	# 40	# 40	# 40	# 38
	Nadel	NOZH 3.	NOZH 2.	NOZH 1.	NOZI 1.	NOZI 1.	NOZI 1.
	Hauptdüse	# 175	# 172	# 170	# 168	# 165	# 165
1500 m bis 2300 m	CO-Schraube	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
	LL-Düse	# 48	# 45	# 42	# 42	# 42	# 40
	Nadel	NOZG 3.	NOZH 2.	NOZH 1.	NOZI 1.	NOZI 1.	NOZI 1.
	Hauptdüse	# 178	# 175	# 172	# 170	# 168	# 165
750 m bis 1500 m	CO-Schraube	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
	LL-Düse	# 48	# 45	# 45	# 45	# 45	# 42
	Nadel	NOZG 3.	NOZG 2.	NOZH 2.	NOZH 2.	NOZH 2.	NOZI 2.
	Hauptdüse	# 180	# 178	# 175	# 172	# 170	# 168
300 m bis 750 m	CO-Schraube	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
	LL-Düse	# 50	# 48	# 45	# 45	# 45	# 42
	Nadel	NOZG 3.	NOZG 2.	NOZH 2.	NOZH 2.	NOZI 2.	NOZI 2.
	Hauptdüse	# 182	# 180	# 178	# 175	# 172	# 170
n.N. bis 300 m	CO-Schraube	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75
	LL-Düse	# 50	# 48	# 45	# 45	# 42	# 42
	Nadel	NOZF 4.	NOZG 3.	NOZG 3.	NOZH 2.	NOZH 1.	NOZI 1.
	Hauptdüse	# 185	# 182	# 180	# 178	# 175	# 172

Verlängerung für den Gaszugverteiler (für große Vergaser)



1:1 (Einzeinheit X 4:1)  
PP / PF / Al

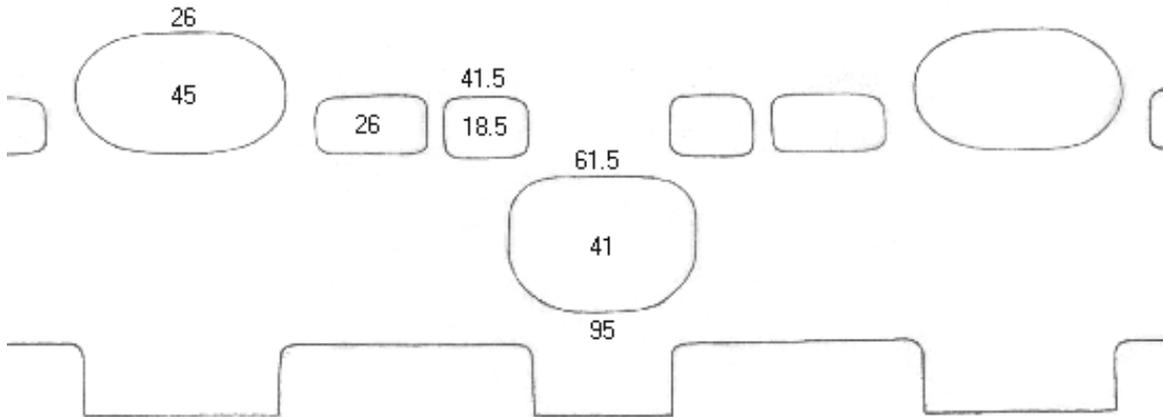
**Adapterplatte zum Anbau großer Vergaser an die RD-Serienzylinder  
(ohne Anschluß für Ölschläuche)**



Senkungen für Schraube M6 DIN912 (4 Stk., Tiefe 6)  
 Dichtflächen feingeschliffen  
 Schlauchanschluß nach Bearbeitung einpressen  
 Gewinde M8 unbedingt in Sackloch

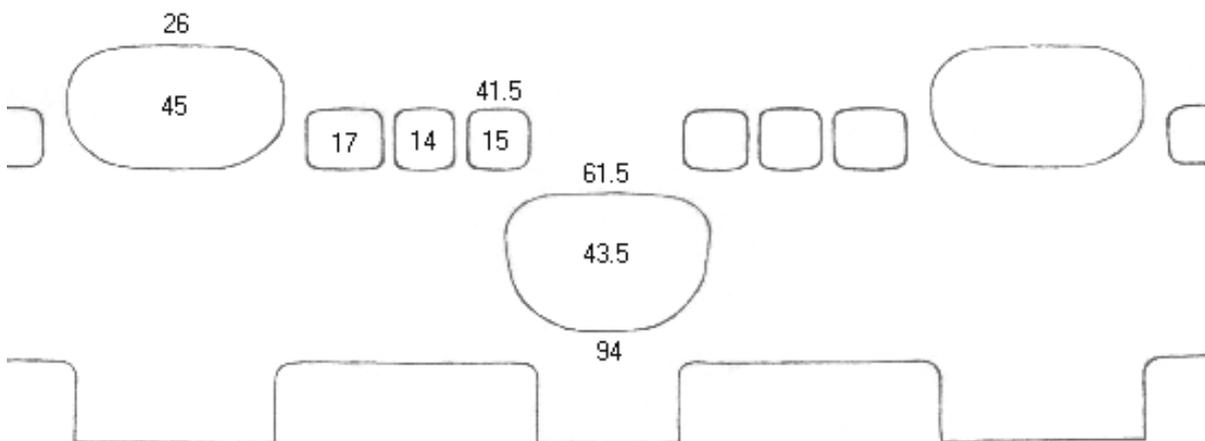
### Zylinderabwicklung TZ Zylinder

(Quelle: www.erlenbachracing.com; Ungefähre Maße in mm)



TZ350 1H401

E Erlenbach

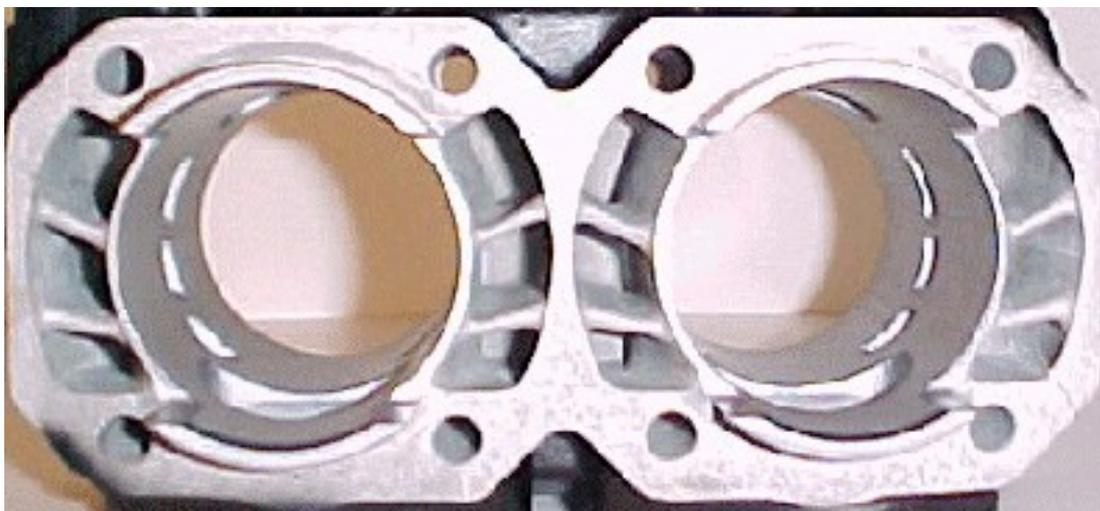


TZ350 3G300

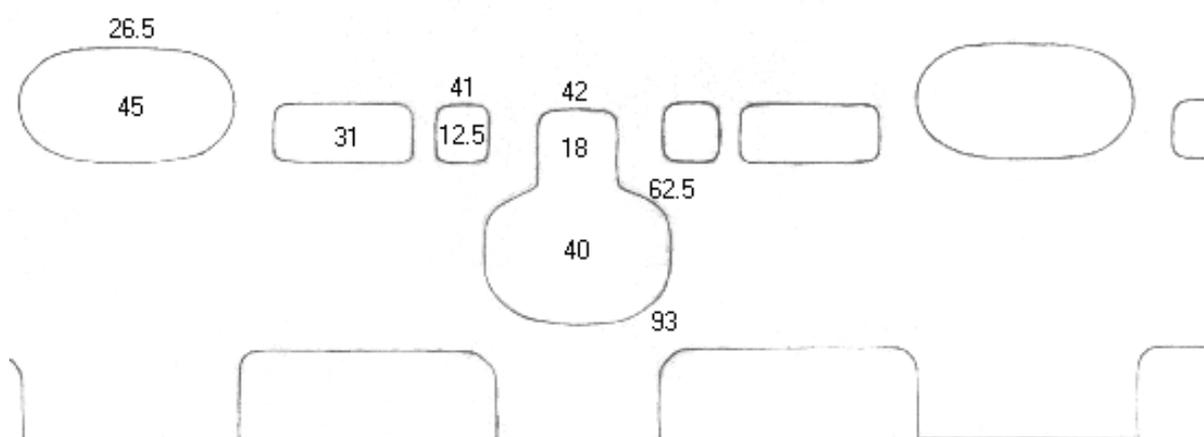
E Erlenbach

## Zylinderabwicklung TZ Zylinder

(Quelle: [www.erlenbachracing.com](http://www.erlenbachracing.com); Ungefähre Maße in mm)



TZ-Zylinder von unten gesehen: TZ350 (6-Kanal-Zylinder, Typ 3G3)

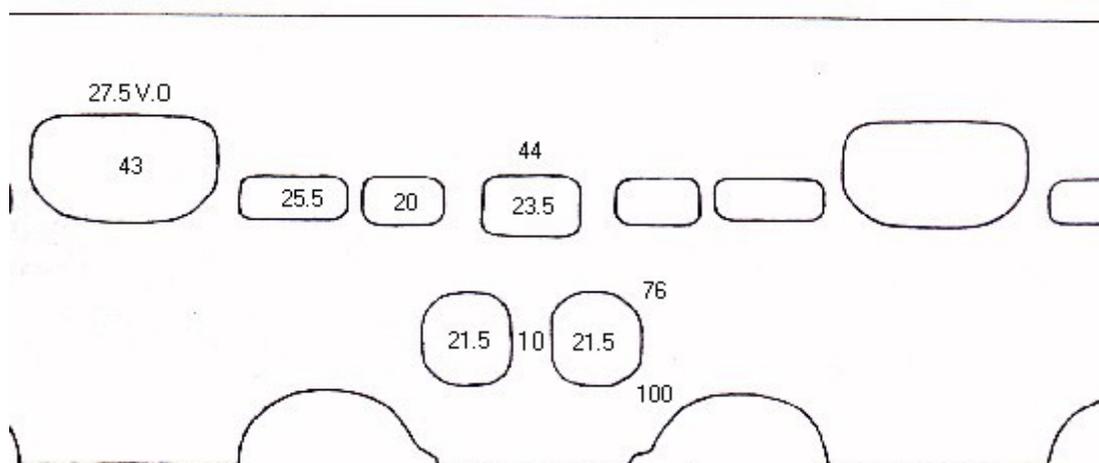
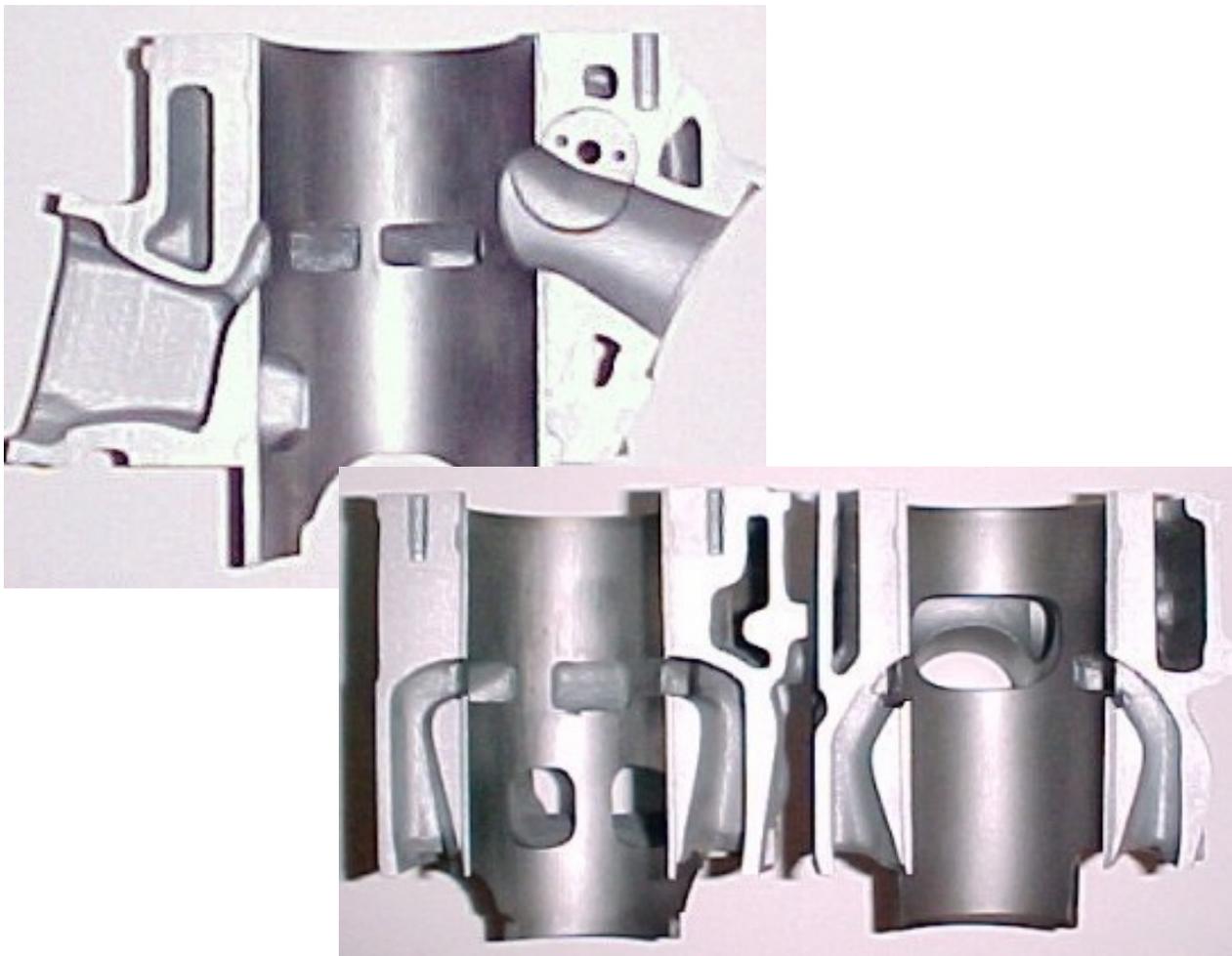


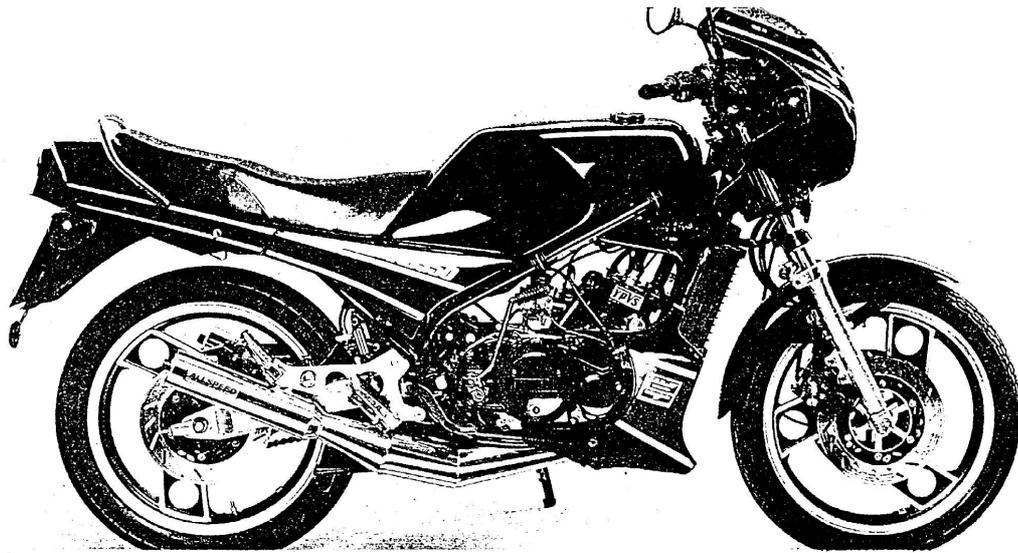
STOCK TZ750 (40971)

E.Erlenbach

### Serien-RZ350 (entspricht 31K): Zylinder-Schnitte und Abwicklung

(Quelle: [www.erlenbachracing.com](http://www.erlenbachracing.com))





# ALLSPEED EXPANSION CHAMBERS

## First for Quality. First for Performance.

If you're looking for more performance from your machine, you simply can't do better than an Allspeed exhaust system.

Combined with Allspeed's matching intake kit, it'll add another 10% to your power output at the top end.

And it'll do it without significantly affecting the performance any other way.

You won't use any more fuel.

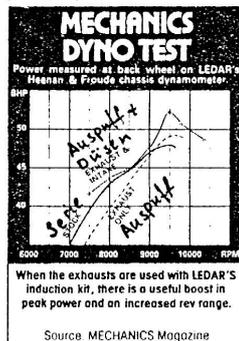
You won't make any more noise.

But you will have a bike that's now up to 10 mph faster at top speeds.

### RAISES PEAK REVS BY 10%.

Where the power of a standard bike like, say, a Yamaha LC350 YPVS begins to drop away after 9500 rpm, an Allspeed exhaust lets your engine go on producing more power all the way up to 10,500 rpm.

And, as you can see from the graph below, it's also adding up to an extra 10 bhp over and above your normal peak bhp.



### RAISES TOP SPEED WITHOUT RAISING FUEL CONSUMPTION.

Since every Allspeed exhaust is individually engineered from a particular model, your machine's fuel consumption isn't affected in any way.

Nor is your bike's normal driveability. Your Allspeed exhaust and intake kit is specially designed to take account of your engine's standard power curve, making differences in your low or mid-range output minimal.

So, as well as making your engine more efficient at the top end of the range, an Allspeed exhaust also retains your machine's normal fuel efficiency.

### WON'T RAISE A RACKET OR A POLICEMAN'S EYEBROWS.

Allspeed Expansion Chambers are finished in a choice of black or chrome.

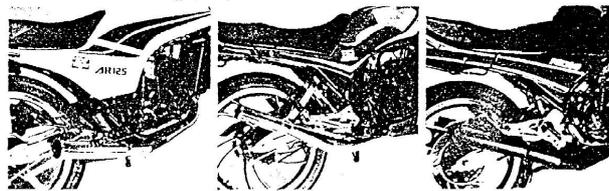
And, as Mechanics remarked when testing one on the Yamaha LC350 YPVS, they also produce a very choice crackle.

While it's a satisfying sound, it's also one that satisfies the law.

All silencers carry the BS-AU193 stamp and have also been designed to meet the EEC 1015 drive-by noise test.

But if you'd like an indication of what to expect, Mechanics found: compared with its normal top speed of 113 mph, a Yamaha LC350 YPVS fitted with an Allspeed exhaust and intake kit achieved a top speed of 121.8 mph. (195.9 km/h)

And you'll find the bikes you can do it on listed below.



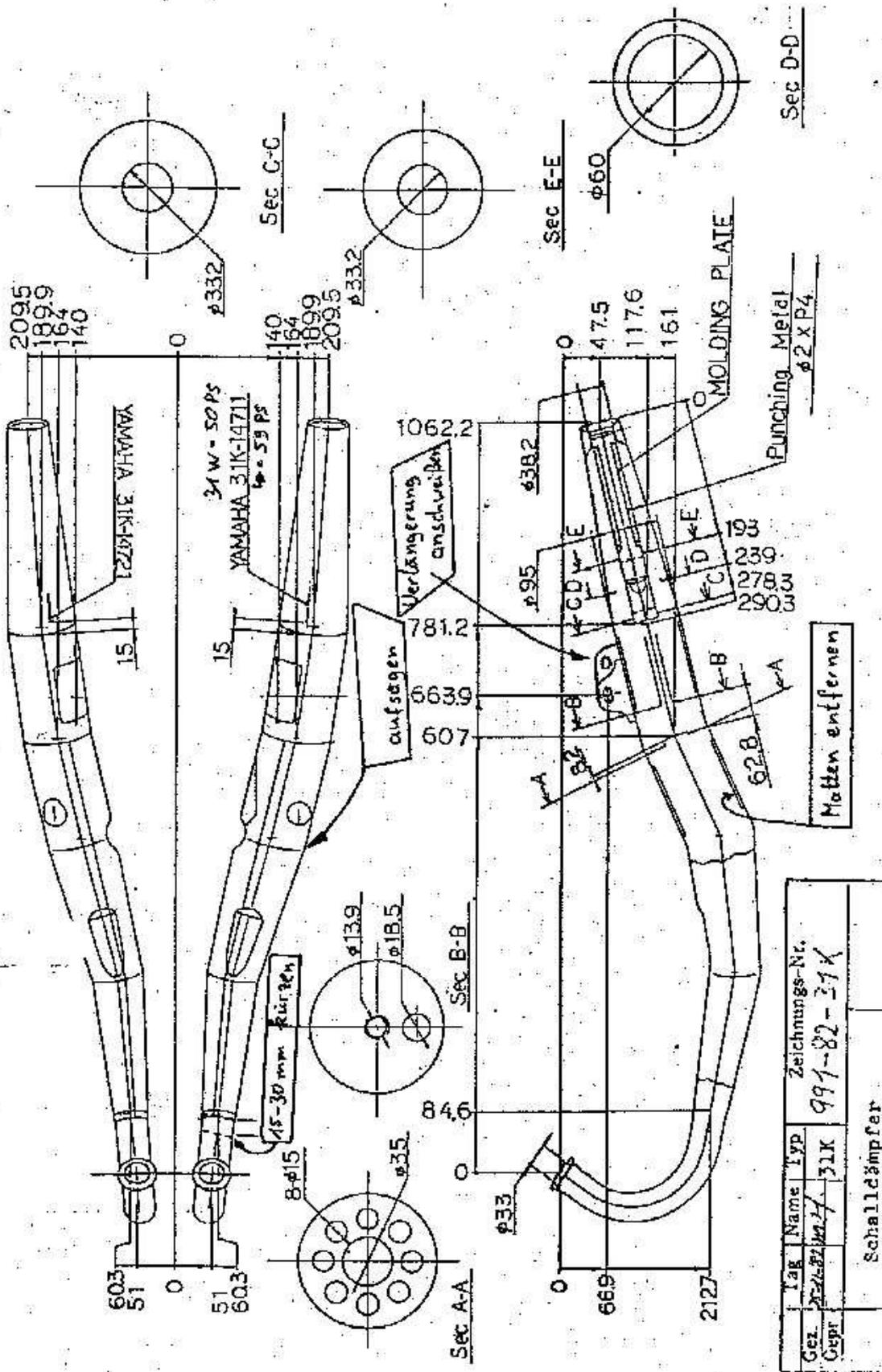
# ALLSPEED

Allspeed exhaust systems are available from your local dealer or Q & B Bikes Spares (0384 60643), Custom Lids (0632 326454), Nick Pepper (0945 63510), H. R. S. (0225 28078) or Wheelies (03224 32653).

For further information contact: ALLSPEED MANUFACTURING 26-28 Pretoria Road, Romford, Essex. Telephone: 03224 39330. Telex: 894611 ZEITG.

- \* Intake Kit available on these models. From Wheelies of London
  - Complete with downpipe
- |  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>SUZUKI</li> <li>● AP50</li> <li>● GP100/125</li> <li>● GT125/185</li> <li>* 250 X7 X5</li> <li>● 250GT</li> <li>● 500GT</li> <li>● GT350/750</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>YAMAHA</li> <li>● FS1E</li> <li>● FS1E</li> <li>● RS100/125</li> <li>* RS125LC</li> <li>● RD125/200</li> <li>* Formula 3/RD250</li> <li>* 400 ABCDEF</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>YAMAHA</li> <li>* R0250/400AF</li> <li>* R0250/400E</li> <li>* RD250/350LC</li> <li>* RD350YPVS</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>KAWASAKI</li> <li>* AR50</li> <li>* AR80</li> <li>* AR125LC</li> <li>KR250</li> <li>* KH400</li> <li>* KH500</li> <li>HB500</li> </ul> |
|--|--|---|---|
- The range is always being up-dated  
Induction Kit designed and developed for Allspeed by Ledax.

Gemessene Leistung am Hinterrad  
ca. + 5 PS bei gleicher Drehzahl



Auspuffanlage 31K mit möglicher Bearbeitung



---

## **Kurzreferenz der übertragbaren Punkte für RD250/350LC (4L1/4L0)**

---

- Vergaser:** eventuell offene Filter (vorhandene Düsengröße mit ca. 1,2 malnehmen d.h. bei #140 auf #170 gehen und dann eventuell reduzieren)
- Kanäle:** Einlaßmembrane von YPVS, Kanal links und rechts verbreitern  
Auslaßhöhe auf ca. 27 mm erhöhen, leicht verbreitern, nicht nach unten erweitern, polieren. Einlass AUF KEINEN FALL verbreitern.  
Überströmer: Einlauf der Kanäle nach Skizze bearbeiten
- Kolben:** Wie beschrieben bearbeiten (Max. Bohrung: 66,5 Prox für RD350YPVS paßt, Bei YPVS-Kolben sind die Einlaßlöcher größer als bei der LC)  
DT175 Kolben sind ca. 2mm länger, können aber für minimale Quetschkante abgedreht werden (Bohrung: 66 mm)
- Verdichtung:** Auslitern und nach Skizze auf 7,3 bis max. 7,5 erhöhen, (in der erwähnten anderen Anleitung wurde eine Abtragung von ca. 0,8 mm in Version b) mit 15° Winkel empfohlen). Bei Verwendung einer geänderten Zündung ist originale Verdichtung und hohe Vorzündung besser.
- Auspuff:** alles andere als die Originalanlage (z.B. 31K-Töpfe)
- Kühler:** Kann für wenig Tuning bleiben, bei größeren Tuning-Maßnahmen auch RGV verwenden.
- Fahrtwiderstand:** Paßt natürlich auch bei der LC, eventuell kann man auf eine schmalere Kette (520) umbauen; Ritzel passt v. 31K/1WW, Kettenrad aus Alu-Rohling fertigen.
- Öl:** Vollsynthetische Öle für Gemischschmierung 1:40 ca. 6 - 20,- Eur/Liter
- Zündung:** Für Straße & Rennen: CDI/VCDI von zeeltronic.com
- Fahrwerk:** Die meisten fahren auch die 90/90-18 und 110/80-18 Bridgestone BT45 Bronze oder Nadellager in die Schwinge (TZ-Alu-Schwinge passt), WP-Federn und Federbein, TZ-Höcker und Verkleidungen passen  
Heißer Tip: Auf die YPVS-Schwinge (ab Bj. 85) den LC-Oberzug aufschweißen und man hat eine stabile Kastenschwinge mit Nadellagern!

Einen Tuningtip hätte ich noch aus einer englischen Zeitung (Gemessen: 58 PS am Hinterrad und 199 km/h Topspeed): Man nehme 32 mm Mikuni's (Hauptdüse: #240, Power-Jet: #160) von der alten RGV250K mit Rennauspuff, Zylinderbearbeitung und K&N's mit 60 mm Abstandsstück (siehe auch Bild 165)

Weitere Möglichkeit: Gleich den ganzen YPVS-Motor verwenden (Mit Zündung und YPVS-Steuerung). Alternativ: Banshee-Motor. Er hat kein Power-Valve und ein anders abgestimmtes Getriebe (gleichmäßige Teilung der Gänge).

---

**Vergaserdaten für RD250/350LC (4L1/4L0)**

---

**Typ 4L0, 1980, 49 PS**

Vergaserbezeichnung 4L0-00

Hauptdüse 160 ab Werk, später umgerüstet durch Händler auf 140

Düsennadel/Clipstellung 4H16-2

Nadeldüse O-6 345

Leerlaufdüse 27,5

Gemischregulierschraube 1-1/2

Gasschieberausschnitt 2,0.

(Anmerkung: Es wird von besserer Gasannahme bei Reduzierung auf 25'er Leerlaufdüse berichtet)

**Typ 4L0, 1981 bis 1983, 46 PS**

Vergaserbezeichnung 4L0-01

Hauptdüse 220 ab Werk, zugelassen auch 210 (Sommer) und 230 (Winter)

Düsennadel/Clipstellung 5K1-3

Nadeldüse P-2 345

Leerlaufdüse 22,5

Gemischregulierschraube 1-1/4

Gasschieberausschnitt 2,0.

**Typ 4L1, 1980 bis 1983, 38 PS**

Vergaserbezeichnung 4L1-00

Hauptdüse 190

Düsennadel/Clipstellung 4N10-4

Nadeldüse O-6 345

Leerlaufdüse 20

Gemischregulierschraube 1-1/8

Gasschieberausschnitt 2,0.

**Typ 4L2, 1980 bis 1983, 27 PS**

Vergaserbezeichnung 4L2-00

Hauptdüse 170

Düsennadel/Clipstellung 4N10-4

Nadeldüse O-6 345

Leerlaufdüse 22,5

Gemischregulierschraube 1-1/8

Gasschieberausschnitt 2,0

---

## Motorbearbeitung: Collet Modifikationen

---

Im August 98 hatte ich das Vergnügen mal einen Collet Motor selbst zu vermessen. Hier die Kurzform der Ergebnisse:

### Vergaser:

Vergaser	<b>1WW Serie</b>
Hauptdüse	<b>#210</b>
Leerlaufdüse	<b>#27,5</b>
Düsenstock	<b>P-2 (345) = 31K Serie</b>
Düsennadel	<b>5   4, Pos 3,5</b>
Power-Jet	<b>dichtgemacht</b>

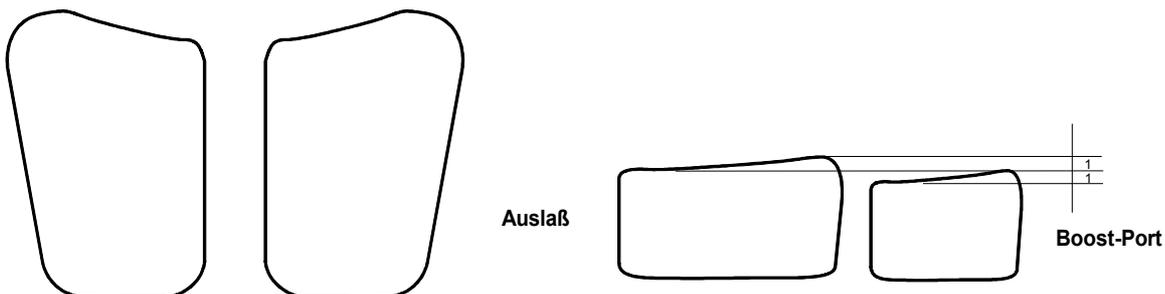
**Membranen:** Größere Membranen wegen leicht unterschiedlichem Lochmaß mit M4 Schrauben verschraubt (kpl. Käfig mit GFK-Membranen); Angeblich Moto Cross 80'er

**Kurbelgehäuse:** Zylinderstehbolzen um ca. 1,5 mm nach vorne versetzt. Das verringert die Seitenkräfte auf den Kolben und erhöht somit die Haltbarkeit und senkt die Verlustleistung um ca. 3%. Der Einlauf der Überströmer muss natürlich mitgezogen werden und eine Ausfräsung ist im vorderen Bereich für die Laufbuchse nötig.

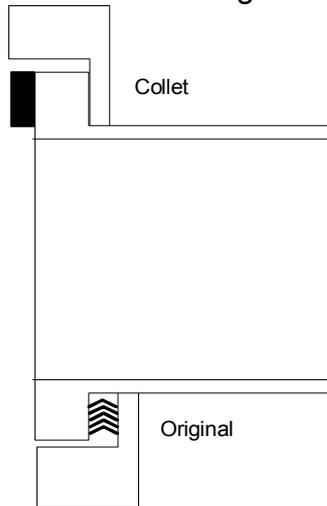
**Kurbelwelle:** Selbst gefertigte Vollwangenwelle mit 56 mm Hub.

**Kolben:** Siehe Kolbenkapitel, Bild 54

**Zylinderbearbeitung:** Durch Aufschweißen von Material an den Verschraubungen und unter dem Auslaß gegen Verzug verstärkt. Kühlkanäle über dem Auslaß und innen zwischen den Zylindern durch Bohrung (4 mm) verbunden. Einlaß (Steg Serie) und Überströmer nach Skizze bearbeitet. Auslaß an Auspuffdichtung angepasst.

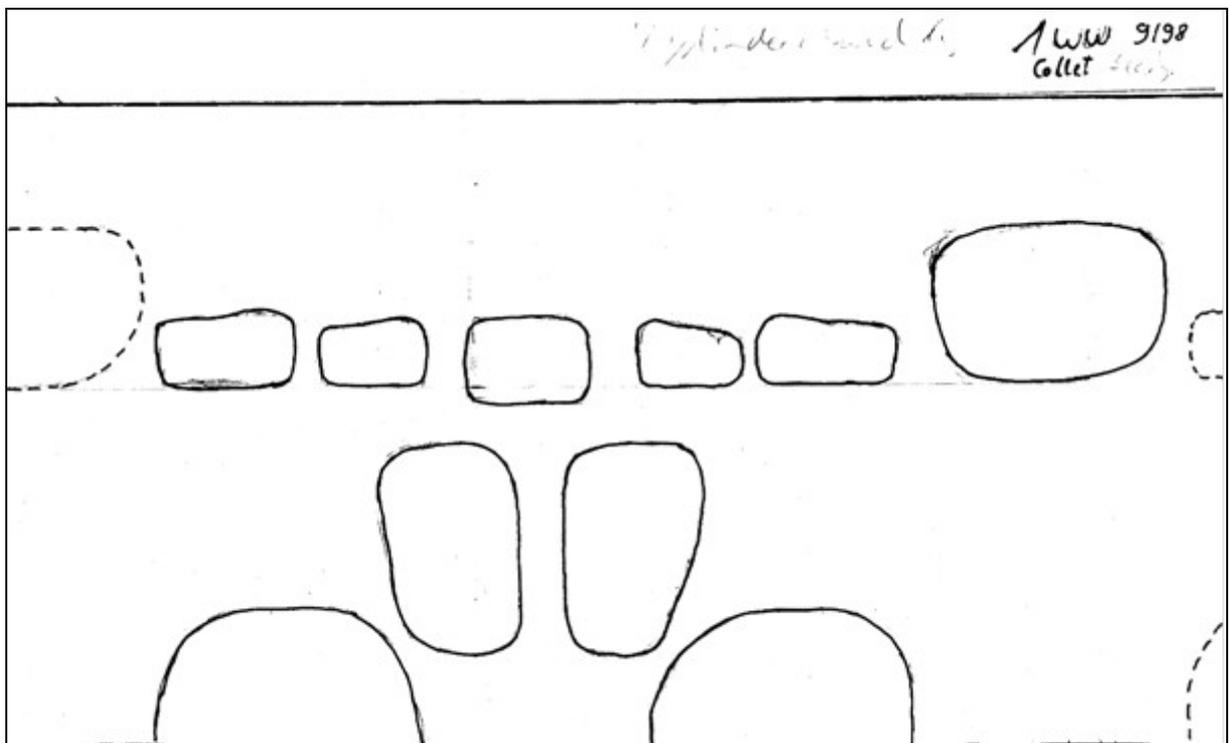


**Auspuff:** Durch 4 mm Distanzring Auspufflänge vergrößert => mehr Drehmoment von Unten / weniger maximale Drehzahl



**Zylinderkopf:** Stark abgeändert. Halbkugel nach hinten verschoben (wie bei den alten TZ250/350). Verdichtungsraum mit 1WW Kolben: ca. 20 cm<sup>3</sup> (Verdichtung: ca. 1:10). Originalkopf Y-1 auf dem Collet Rumpf hatte durch den größeren Hub ca. 15 cm<sup>3</sup>.

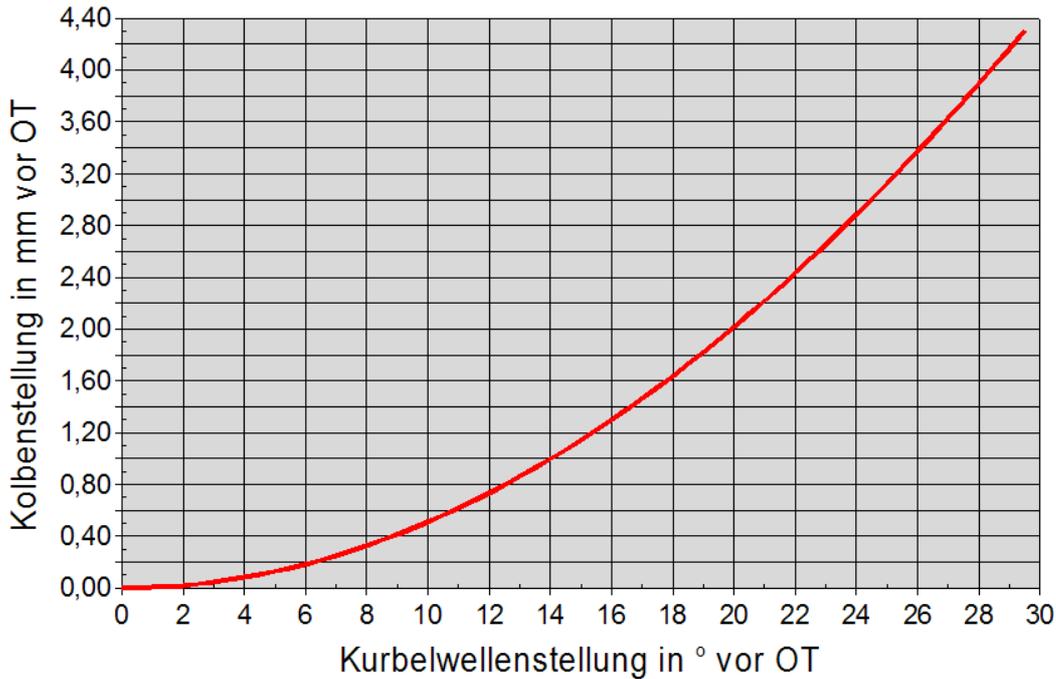
**Zylinderabwicklung** (Blatt eingelegt und mit Fingernagel die Kanalkonturen nachgezeichnet, Maße siehe Bild 178)



## Zündungseinstellung: Kolbenstellung über Kurbelwinkel

Zur Überprüfung der Zündungseinstellung benötigt man die Umrechnung von „mm vor OT“ in „Grad vor OT“. Hier das Ergebnis für die RD250LC, RD350LC, RD350YPVS und Banshee Motoren (54 mm Hub, 110 mm Pleuellänge).

### Kolbenstellung vor OT



Calculating mm to deg or vice versa:

Vorzündung in Grad vor OT Vorzündung in mm vor OT Halber Hub in mm Pleuellänge in mm	$\alpha$ = ignition advance in degrees $T$ = ignition advance in mm $R$ = engine stroke divided by 2 in mm $L$ = conrod length in mm $P = R + L - T$ $\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{P^2 + R^2 - L^2}{2 \cdot P \cdot R} \right)$ $T = L + R \cdot (1 - \cos \alpha) - \sqrt{L^2 - (R \cdot \sin \alpha)^2}$
---	--

Wenn man andere Wellen mit mehr Hub oder längere Pleuel verwendet muß man sich die Tabelle selber errechnen.

Example - calculating mm to deg:      Beispielrechnung für RD400

Bike: RD400E  
 $R = 31\text{mm}$  (engine stroke divided by 2)  
 $L = 115\text{mm}$  (conrod length)  
 $T = 4\text{mm}$  (ignition advance in mm)

$$P = R + L - T = 31 + 115 - 4$$

$$P = 142$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left( \frac{P^2 + R^2 - L^2}{2 \cdot P \cdot R} \right) = \cos^{-1} \left( \frac{142^2 + 31^2 - 115^2}{2 \cdot 142 \cdot 31} \right) = \cos^{-1}(0.8973)$$

$$\alpha = 26.19 \text{ deg}$$

<- Formel dazu

---

## Zündkurven Copyright © 2009 Frits Overmars

---

*Anmerkung: Frits Overmars hat mir seine Anleitung zur Ermittlung einer Zündkurve zur Veröffentlichung zur Verfügung gestellt. Ich habe sie hier unverändert übernommen, also nicht über mache Formulierungen wundern. Er ist Holländer und da spricht man ein anders „deutsch“. Der Inhalt ist das wichtige !*

Was bringt eine Zündanlage mit variablem Zündzeitpunkt? Die kurze Antwort lautet: eine vollere Leistungskurve. Wenn man am Motor sonst nichts ändert, bleibt die Höchstleistung so wie sie war, aber bei Überdrehzahlen fällt mit der Zündverstellung die Leistung weniger stark ab, und vor allem kann man das Drehmomentloch, das jeder Hochleistungs Zweitakter bei zweidrittel Drehmoment-Drehzahl zeigt, einigermaßen ausfüllen.

Jetzt kommt die lange Antwort. Ich möchte nicht nur erklären welche Vorteile so eine Zündung einbringt, sondern auch die Gründe verdeutlichen, so dass der Leser mit diesem Wissen selber weiter forschen kann.

Zuerst werde ich aber gar nicht von der Zündung reden; die kommt erst später dran. Zuerst möchte ich klarstellen was während der Spülung vor sich geht.

### **Alles muss passen**

Was macht aus einem Zweitakter einen Hochleistungsmotor? Der Auspuff.

Der saugt ab Aö erstmal den Zylinder leer. Wenn die Abgase heraus sind, öffnen die Überströmer und es strömt Frischgas aus dem Kurbelgehäuse über die Spülkanäle in dem Zylinder. Der Auspuff saugt dann aber immer noch, und ein Teil dieses Frischgases wird quer durch den Zylinder bis im Auspuffkrümmer herein gesaugt. Wenn Drehzahl, Auspufflänge und Schallgeschwindigkeit alle zueinander passen, werden jetzt die Überströmer vom Kolben wieder verschlossen und gleichzeitig wechselt die Strömung im Auspuffkrümmer ihre Richtung und wird das entwischte Frischgas zurück im Zylinder geschoben. Schließlich macht der Kolben dann auch den Auslassschlitz wieder zu, so dass das zurückgedrückte Frischgas im Zylinder gefangen ist.

Es gibt zwei Fälle wobei Drehzahl, Auspufflänge und Schallgeschwindigkeit **nicht** alle zueinander passen:

Wenn die Drehzahl zu hoch ist (oder der Auspuff zu lang, oder die Schallgeschwindigkeit zu niedrig), wird zwar noch Frischgas bis im Krümmer gesaugt, aber die Rückströmung beginnt für diese Drehzahl zu spät: der Auslassschlitz schliesst schon wieder bevor all dieses Frischgas zurückgeschoben ist. Darum fällt bei Überdrehzahlen die Leistung ab.

## Loch

Wenn andererseits die Drehzahl zu niedrig ist (oder der Auspuff zu kurz, oder die Schallgeschwindigkeit zu hoch), benimmt sich der Motor noch mürrischer. Zwar wird der Zylinder leergesaugt und gespült, und kommt genügend Frischgas im Krümmer um den Zylinder anschließend aufladen zu können, aber die Rückströmung fängt für diese Drehzahl viel zu früh an, wenn die Überströmer noch geöffnet sind. Der Überdruck der von der Rückströmung erzeugt wird im Zylinder, entwischt sofort wieder über die Spülkanäle bis ins Kurbelgehäuse. Wenn dann die Spüler endlich schließen, herrscht im Zylinder kein Überdruck. Den Überdruck gibt es im Kurbelgehäuse, was nicht gerade erforderlich ist für den nächsten Ansaugvorgang. Und die Rückströmung hat nicht nur zu früh angefangen, sondern kommt auch viel zu früh zum stillstand und wechselt anschließend erneut die Strömungsrichtung (Helmholtz-hinundher). Das bißchen Frischgas das noch im Zylinder verblieb, wird also nachträglich wieder heraus gesaugt. Und dann macht endlich, aber viel zu spät, der Kolben den Auslass zu. Kein Wunder das es dann ein riesiges Drehmomentloch gibt.

Außerdem säuft der Motor nun: pro PS verbraucht er viel mehr Benzin und ein erheblicher Teil davon verschwindet unverbrannt durch das Endrohr.

## Brenngeschwindigkeit und Expansion

Es gibt zwei Möglichkeiten um das Auspuffgeschehen an zu hohe oder zu niedrige Drehzahlen anzupassen: die Auspufflänge ändern oder die Schallgeschwindigkeit ändern.

Auspüffe mit verschiebbaren Krümmer wie eine Posaune hat es schon gegeben, und auch Auspüffe wobei der Endkonus verschiebbar angeordnet war. Das kann zwar funktionieren, aber es erfordert eine menge Aufwand. Die Schallgeschwindigkeit beeinflussen ist einfacher; das funktioniert über der Abgastemperatur.

Die Höchsttemperatur im Brennraum kann bis 2300°C betragen. Aber wegen der Expansion beim abwärts bewegenden Kolben kühlt sich das Abgas größtenteils wieder ab bevor der Auslass öffnet. Und diese Expansion können wir variieren.

Sie beginnt nämlich wenn die Verbrennung gerade vollendet ist und der Zylinderdruck maximal ist, und sie dauert bis Aö. Je früher nach OT die Verbrennung beendet ist, umso größer ist die nachfolgende Expansion und desto kühler ist das Abgas wenn es im Auspuff hineinströmt.

Wann die Verbrennung vollendet ist, hängt von zwei Faktoren ab: der Zündzeitpunkt und die Brenngeschwindigkeit.

Letztere wiederum ist abhängig von der Quantität (viel oder wenig Frischgas), der Qualität (sauberes Frischgas oder viel Vermischung mit Abgas), das

Mischungsverhältnis Luft / Benzin (fett, mager oder genau richtig), und von der Verwirbelung der verursacht wird durch die Quetschkante.

Wer unbedingt heißes Abgas haben will, stellt also den Zündzeitpunkt auf spät so dass die Verbrennung erst spät anfängt, montiert eine kleine Hauptdüse weil mageres Gemisch langsamer und somit länger brennt, und verbaut eine handvoll Kopfdichtungen so dass die Quetschkante kaum noch quetscht.

Das Umgekehrte habt ihr vielleicht auch schon erlebt: Frühzündung, fettes Gemisch und hohe Verdichtung nehmen dem Motor seine Drehfreudigkeit.

Man sollte aber nicht mit allen obengenannte Faktoren spielen. Um Leistung **und** einen gesunden Motor zu bekommen ist es wichtig dass die Verbrennung so schnell wie möglich abläuft. Also richtig bedüsen, einen kompakten Brennraum benutzen und effektiv quetschen. Zum beeinflussen der Abgastemperatur bleibt uns dann der Zündzeitpunkt.

Jetzt sind wir beim Kern der Sache: bei niedrige Drehzahlen ist entweder der Auspuff zu kurz oder die Schallgeschwindigkeit zu hoch. Variable Auspufflängen erfordern zuviel Aufwand, also muss die Schallgeschwindigkeit und damit die Abgastemperatur herunter. Das erreichen wir mit Frühzündung.

Und für hohe Drehzahlen ist der Auspuff eigentlich zu lang, also kompensieren wir das mit Spätzündung.

### **Schnittpunkte**

Jeder auch nur annähernd gesunder Motor verkraftet 16° Vorzündung. Mit diesem fixen Wert machen wir eine Prüfstandmessung und dabei kommt irgendeine Leistungskurve heraus.

Dann stellen wir die Zündung auf 12° fix und messen wieder. Nehmen wir mal an das die 16°-Leistungskurve die beste ist bis 10.000 U/min, und die 12°-Kurve ab 10.000 U/min. Bei 10.000 U/min schneiden sich die beide Kurven; sie haben also dort die gleiche Leistung. Man könnte dann sagen: bei 10.000 U/min sind diese 16° genausoviel zu früh wie die 12° zu spät sind. 14° könnte also der optimale Wert sein für 10.000 U/min.

Anschließend stellen wir die Zündung auf 14° fix und machen wieder eine Leistungskurve.

Beispielsweise schneidet diese 14°-Kurve die 16°-Kurve bei 8000 U/min und die 12°-Kurve bei 11000 U/min.

Dann können wir schlussfolgern das 15° optimal ist bei 8000 U/min, 14° bei 10.000 U/min, und 13° bei 11000 U/min.

## Entsorgen

Ganz oben kann man unbesorgt experimentieren. Vorbei an der Leistungsdrehzahl gibt es kaum ein Detonationsrisiko, und es macht sowieso keinen Sinn dort extrem viel Vorzündung zu geben. Aber in der Nähe von der Drehmoment-Drehzahl muss man vorsichtig sein; dort kann zuviel Vorzündung teuer werden.

Noch weiter unten, wo der Motor wenig Drehmoment, also wenig Füllung hat, ist die Gefahr wieder kleiner.

Sogar GP-Motoren verkraften dort locker 30° Vorzündung, und das geht auch bis 8000 U/min noch gut.

Wer aber mit dieser 30° Vorzündung versucht eine komplette Leistungskurve bis zur Höchstdrehzahl zu messen, kann sich eigentlich die Mühe ersparen und den Motor gleich entsorgen.

Mit soviel Vorzündung darf man nur dort messen, wo der Motor wenig Füllung hat.

Also aufhören bevor das Drehmoment steil ansteigt. Von da an bis zur Leistungsdrehzahl muss man sehr vorsichtig vorgehen und nach jeder Teilmessung Zündkerze und Kolben kontrollieren auf Detonationsspuren.

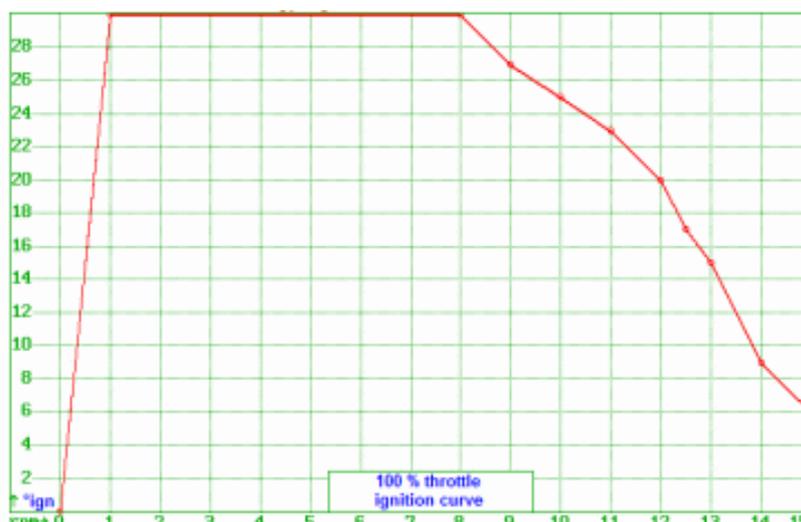
Eine Warnung: schau nicht auf Viertaktwerte; die fahren mit viel mehr Vorzündung.

Formel 1-Motoren z.B. haben mit ihrer Riesenbohrung und Ultrakurzhub einen Brennraum wie ein Pfannkuchen. Quetschkanten gibt es kaum, denn überall sind Ventile. Die Dinger laufen darum auch bei Vollgas noch mit über 50° Vorzündung weil sonst die Flamme nicht rechtzeitig alle Ecken erreicht.

## GP-Kurve

Ich zeige hier beispielsweise die Vollgas-Zündkurve eines 125er GP-Motors der bei 12750 U/min sein maximales Drehmoment und bei 13000 U/min seine Höchstleistung hat:

U/min	°Vorzündung
0	0
1000	30
8000	30
9000	27
10000	25
11000	23
12000	20
12500	17
13000	15
14000	9
15000	6



## Dynamisch

Die ganze Zündgeschichte ist ein Temperaturspiel. Sie dient nur dazu, die Abgastemperatur für jede Situation zu optimieren. Wichtig dabei ist, dass die Umstände am Prüfstand genau die gleichen sind wie auf der Rennstrecke. Die Beschleunigungszeit, also die Zeit in der der Auspuff aufgeheizt wird, muss praxisgemäß sein. Darum kann man nur auf einem dynamischen Prüfstand diese Zündkurven bestimmen; bei einer statische Leistungsmessung wird der Auspuff viel zu heiß.

Das gilt übrigens auch für das konzipieren von Auspuffanlagen: wenn man die auf einem statischen Prüfstand entwickelt, geraten sie viel zu lang. Um dann nachher auf der Strecke den Motor das hochdrehen beizubringen muss man entweder zu spät zünden (kostet Leistung) oder zu mager bedüsen (kostet Kolben, Zylinder und u.U. auch Fahrer).

Noch ein Vorteil eines dynamischen Prüfstandes: weil der Motor während eine Messung nur etwa zehn Sekunden statt fünf Minuten voll belastet wird, überlebt er auch mal etwas zuviel Vorzündung, was bei einer statischen Messung in Tränen enden würde.

Übrigens wird auch mit einem optimalen Auspuff und eine dazu passende Zündkurve der Motor nicht unbeschränkt hochdrehen, denn die Zeitquerschitte geraten bei Überdrehzahlen zu klein. Wegen des zu kleinen Vorauslass-zeitquerschnittes liegt dann bei Üö der Zylinderdruck noch über der Spüldruck und strömt Abgas in die Spülkanäle. Wenn dann die Spülung anfängt, wird erstmal mit Abgas gespült. Danach kommt verschmutztes Frischgas nach oben, und wenn schließlich sauberes Spülgas sich auf dem Weg zum Zylinder macht, schließen die Überströmer schon wieder. Darum fällt bei Überdrehzahlen die Leistung so **steil** ab.

### **Gleichgewicht und Restenergie**

Dass 'unten' die Leistung stark abfällt, erklärte ich schon: die Resonanzen passen nicht mehr zur Drehzahl und stören die Spülung statt sie zu fördern.

Zum Glück ist bei niedriger Zylinderfüllung die Verbrennungstemperatur und somit auch die Abgastemperatur niedrig, so dass die Schallgeschwindigkeit sinkt. Beim nächsten Arbeitshub gibt es dann etwas weniger Spülstörung und etwas mehr Füllung. So stellt sich ein Gleichgewicht ein. Das funktioniert auch ohne Zündverstellung.

Mit Zündverstellung kommt noch ein positiver Effekt dazu. Bei Frühzündung ist die Expansion von Verbrennungsende bis Aö größer. Dadurch sinkt nicht nur die Abgastemperatur sondern auch die Restenergie die der Auspuffresonanz zur Verfügung steht. Bei ganz niedrigen Drehzahlen kommen dann die Resonanzen zwar total im falschen Augenblick, aber wenigstens sind sie dann nicht so kräftig und können weniger versauen.

**Terminal**

Zum Schluss eine Praxisbemerkung: wenn man es mit einem unbekanntem Motor zu tun hat, soll man immer erst eine **viel** größere Hauptdüse einbauen, und die dann verkleinern bis das Gemisch stimmt. Lediglich eine **etwas** größere Hauptdüse einbauen kann gefährlich sein, nämlich wenn der Motor ursprünglich viel zu mager bedüst war. Viel zu mager heißt: total keine Leistung und somit auch keine Wärmeentwicklung.

Wenn man diesem Motor aber eine etwas größere Düse gibt, ist er nur noch ein kleines bißchen zu mager; dann kommt die Leistung schon, und damit auch die Hitze, was dann terminal sein kann.

Übrigens kann auch hier der Unterschied zwischen dynamisch und statisch messen entscheiden über Leben oder Tod für den Motor.

---

## Simulations-Software

---

Für einzelne Punkte wie z.B. Kopf- oder Auspuff-Design sind viele Software-Produkte auf dem Markt.

Kostenlose Software kann meist nur kleinere Umfänge und kommerzielle ist oft trotz bescheidenem Resultat recht teuer.

Mit der Freeware „Toms Tuning Tools“ kann man z.b. eine Kopf und Auslass-Auslegung machen:

<http://atom007.heimat.eu/tmt/tomstuningtools.html>

Zusätzlich ist der GSF Dyno enthalten: Ein Programm, mit dem man aus einer Tonaufnahme bei der Beschleunigung eine Leistungskurve zaubern kann. Ist nicht besonders exakt, aber für vorher/nachher Vergleiche gut geeignet.

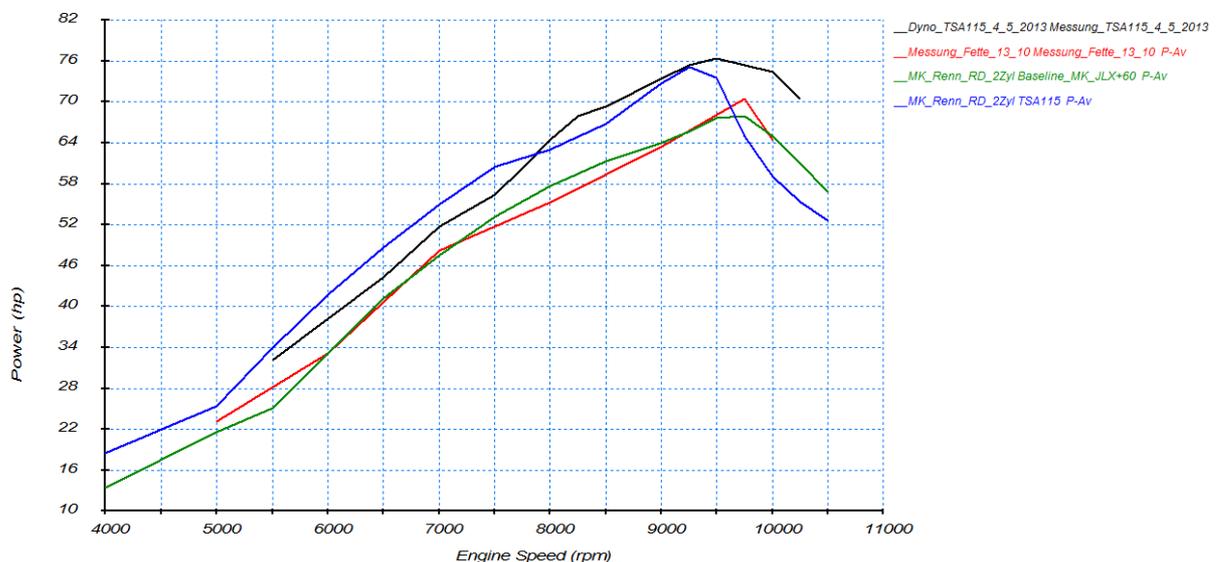
Es gibt das Programm auch als App für Apple/Android: MicroDyno -SIP HorsePower Dyno

Von der kommerziellen Seite sind Mota und EngMod die beiden bekanntesten, wobei ich mehr Leute kenne die EngMod2T verwenden. Ich habe selbst eine Lizenz dafür im Einsatz (sie gilt lebenslang und ist auf neue Rechner übertragbar.

„lebenslang“ muss man dabei aber eher auf den Entwickler Neels van Niekerk aus Südafrika beziehen) <http://vannik.co.za/EngMod2T.htm>

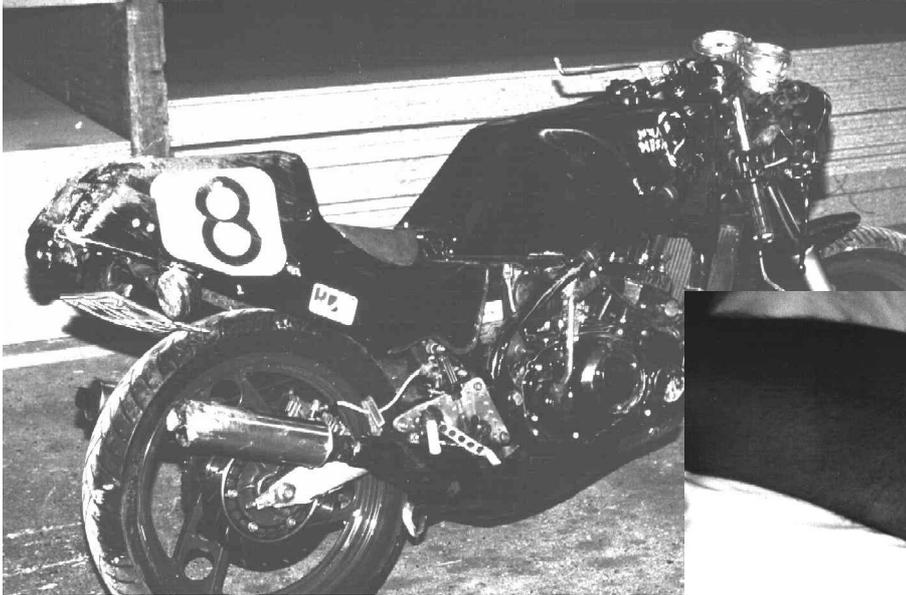
Eine Reihe sehr erfolgreicher Tuner setzt dieses Programm ein und es hilft ihnen Versuche zu reduzieren, indem Sie die grobe Richtung vorher per Simulation verstehen lernen.

Bei mir hat es z.B. zu der Erkenntnis geführt, dass man bei Langhubwellen keinen Fuß-Spacer nutzen sollte, weil das System mit ausgedrehtem Kopf untenrum deutlich besser läuft. Diese Simulation wurde später im Versuch bestätigt.



## 7. Schlußwort

Und jetzt noch ein paar mahnende Worte: Bleibt oben, denn während der Fahrt absteigen ist mächtig ungesund...!



Oben: RD im April 1991 (nach Kollision mit sehr entgegenkommendem Motorrad)

Mitte: Der Autor im Mai 1991 (nach 6 Wochen Krankenhaus)

Unten: RD im Juni 1989 (nach Bekanntschaft mit diversen Bäumen an einem Steilhang im Harz)



Das nun wirklich letzte Wort möchte ich Carl Hertweck überlassen, der schon 1959 (Besser Machen - Arbeiten an Motorrädern, Motorbuch-Verlag Stuttgart, ISBN 3-613-01359-2) über "Tuning" schrieb:

### Andere Leute sehen's anders!

Vorhin war schon in einer Bildunterschrift die Rede davon: Jede zugelassene Maschine muß mindestens alle zwei Jahre beim TÜV vorgeführt werden. Die TÜV-Prüfer sind nun zwar Ingenieure, aber durch ihren Dienst zu Routiniers geworden, die nicht mehr mit Verstand denken, sondern gezielt auf alles Nichtnormale reagieren – mit Zurückweisung! Das soll nicht heißen, daß die Prüfer schwachsinnig seien, sie unterliegen nur dem unvermeidlichen psychologischen Effekt der Routinearbeit. Wahrscheinlich ginge es mir auch nicht anders, wenn ich tagtäglich nur mehr oder weniger verkommene Fahrzeuge prüfen müßte. Außerdem: Was den TÜV-Leuten als „nicht normal“ unterkommt, sind doch zu 90% nur verwehrte, auf Angabe zurechtgemachte Krachtüten von Lederwestenheinis. Sich auf eine Diskussion einzulassen ist völlig sinnlos, die Prüfer schalten da einfach auf stur, und man hat unendlichen, monatelangen Verdruß. Also uralter Kommißgrundsatz: Ein Kamm zum Kämmen, einen zum Vorzeigen! Geht auf Motorrad übersetzt so: Wenn man einen neuen großen Tank aufbaut, bewahrt man den alten kleinen auf. Wenn man abgestimmte Ansaugrohre mit einem noch so wirksamen Riesendämpfer anbaut, bewahrt man die alten Ansaugrohre und das alte Popelfilterlein auf. Kurz – *alles, was abgebaut und durch Besseres ersetzt wurde, wird peinlich aufbewahrt*. Am Tage der Vorführung kommt alles Nichtserienmäßige weg und der alte Serientinnef wieder drauf. Die Maschine darf mit dem alten Kram ruhig wesentlich lauter und schlechter sein als mit den neuen Sachen, macht gar nichts, sie ist aber streng serienmäßig, und der Prüfer kann seine sogenannte Pflicht mit reinem Abhaken im Formular tun, ohne irgend etwas denken zu müssen – das ist wichtig, Dienstgrade müssen ihre Pflicht ohne Nachdenken ausüben können, dann stimmt alles bestens. Da jetzt bestimmt wieder wer beleidigt ist und mir wieder Aufforderung zu einer strafbaren Handlung unterstellen möchte: Ich gehe davon aus, daß die nicht serienmäßigen Teile entweder keiner Zulassung bedürfen oder sogar zugelassen sind. Der durchschnittliche Prüfer weiß aber längst nichts mehr davon. Man könnte ihn also zwingen, die Maschine mit diesen Teilen abzunehmen – mit einigen Monaten Papierkrieg. Den der Privatmann mangels Regelkenntnis gar nicht führen kann. Also vermeidet man das, indem man die Serienteile dranbaut, die der Prüfer in seiner uralten Typenbeschreibung auf jeden Fall drin hat. Wer also dies gelesen hat und dann mit einer DKW auffällt, weil da ein Dellorto dran ist, verdient es nicht besser.

Und Tschüss .....

