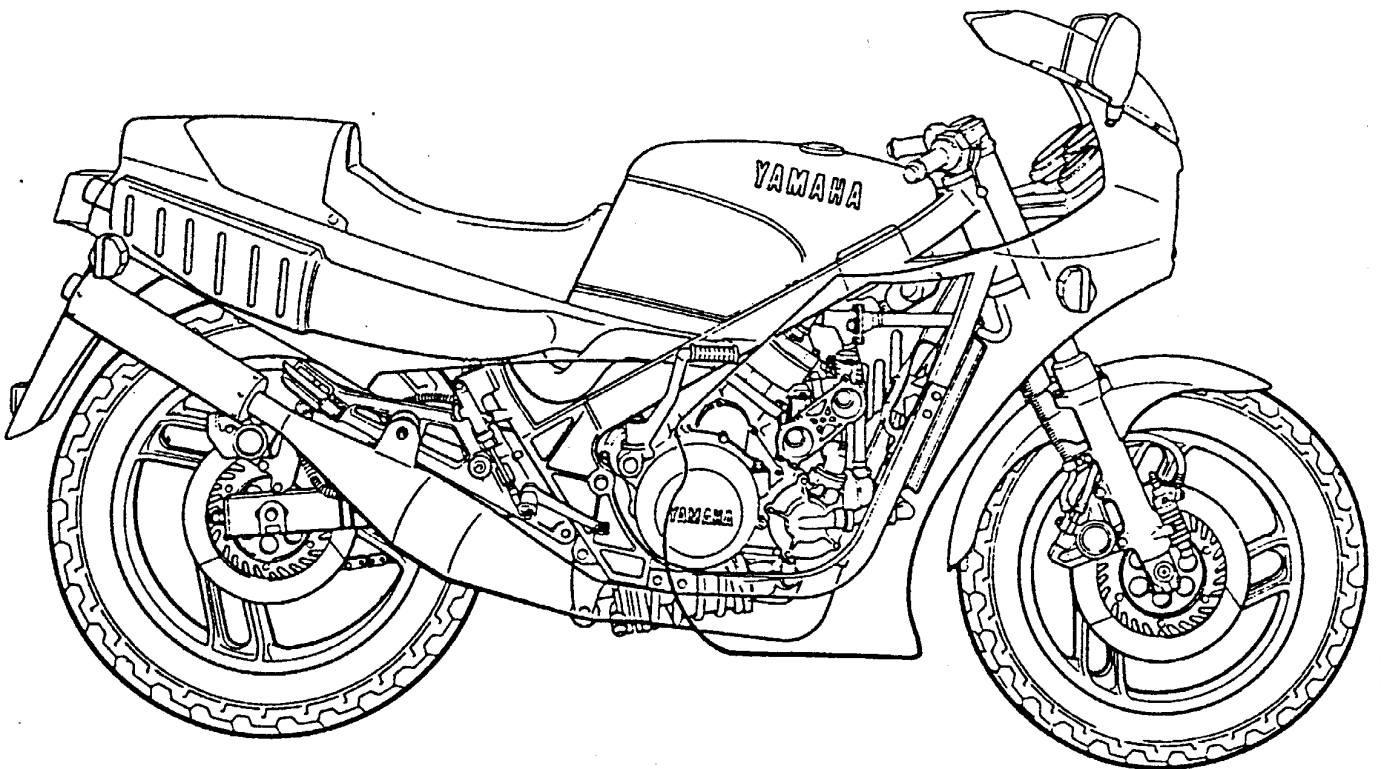


**Tuning  
für**

# **YAMAHA RD500 LC**

**(Alle Modelle ab Bj. 84)**



**Ein Leitfaden für Anfänger und Fortgeschrittene  
von**

**Martin Kieltsch**

Dipl.-Ing. (FH) Fahrzeugbau

**Version 6.0**

**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. Im Dezember 1991 habe ich erstmals meine besten Tuning-Tips für diese Maschine niedergeschrieben, was sich als echte Marktlücke erwiesen hat.

Seit April 1995 habe ich auch eine RD 500; da durfte natürlich das passende Druckwerk nicht lange auf sich warten lassen. Seit ich im Internet aktiv bin sind natürlich auch internationale Infos zu finden.

Im Gegensatz zu meinem Erstlingswerk musste ich mich aber Anfangs zu nicht unerheblichen Anteilen auf Erfahrungen, Angaben und Unterlagen Dritter verlassen, die ich dann nach meinem bisherigen Wissen gefiltert und zusammengestellt habe. Entsprechende Daten sind mit eckigen Klammern und einer Nummer gekennzeichnet, damit man gegebenenfalls an der richtigen Stelle rückfragen kann. Eine [1] steht für Sachen die auf meinem Mist gewachsen sind, eine [2] für die vielen wertvollen Daten von Thomas Fried, die [3] steht für Michael Bähr (der in der ersten Auflage viele Fotos auf dem Gewissen hatte), die [4] für die Unterlagen RZ500 Owners Club und last but not least eine [5] für YAMAHA-Werksangaben. Bei neueren Ergänzungen habe ich auf Kennzeichnungen für eigene Beiträge verzichtet.

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.

Durch die Rechtsreform kann ich meine Tippfehler für die nächsten Jahre voll auskosten; was aussieht wie rechtschreibfehler ist in Wirklichkeit die neue Schraipwaise ... .

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 (hintere Zylinder, Kurbelwellen, alle Kolben) 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**

Vorwort.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1. Einleitung.....	4
1.1 Ziele der Bearbeitung.....	4
1.2 Werkzeuge.....	5
2. Die Bearbeitung.....	8
2.1 Neuralgische Punkte.....	8
2.1.1 Zündkerzen.....	8
2.1.2 Motor.....	10
2.1.3 Vergaser.....	17
2.1.4 Fahrwerk.....	18
2.1.5 Elektrik.....	20
2.2 Vergaser.....	23
2.2.1 Bedüsung für Serienvergaser.....	23
2.2.2 Umbau auf Power-Jet.....	29
2.2.3 Das Düsenproblem.....	33
2.2.4 Regelmäßige Wartung.....	36
2.2.5 Andere Vergaser.....	38
2.2.6 Abstimmung nach Höhenlage und Wetter.....	49
2.2.7 VM 34 Rundschieber-Vergaser.....	51
2.2.8 TM30-6 Flachschieber-Vergaser.....	53
2.2.9 Saugrohr-Einspritzung RD350YPVS.....	55
2.3 Einlaßkanal.....	62
2.3.1 Einlaßmembranen.....	62
2.3.2 Kanalbearbeitung.....	69
2.4 Kurbelgehäuse.....	71
2.4.1 Übergänge zu den Zylindern.....	71
2.5 Kolben.....	73
2.6 Spülsystem.....	77
2.7 Zylinderkopf.....	80
2.7.1 Verdichtung.....	80
2.8 Auslaßsystem.....	85
2.8.1 Kanalbearbeitung.....	85
2.8.2 Auspuffanlagen.....	89
2.8.3 Auspuff-Bau.....	92
2.9 Zusammenfassung der Zylinderbearbeitung.....	112
3. Elektronik.....	116
3.1 Serien-Zündung.....	116
3.2 Programmierbare Zündungen.....	119
3.2.1 Nötige Einstellungen.....	124
3.2.2 Zündkurven.....	126
3.3 Power-Valve Modifikationen.....	130
3.3.1 Programmierbare Power-Valve Controller.....	139
3.4 Zubehör-Cockpits.....	141
4. Gesamtfahrzeug / Sonstiges.....	143
4.1 Kühler.....	143
4.2 Kupplung.....	146
4.3 Fahrtwiderstände.....	148
4.3.1 Luftwiderstand.....	149
4.3.2 Antriebsstrang.....	150
4.3.3 Rollwiderstand.....	151
4.4 Übersetzung.....	155
4.5 Fahrwerk.....	159
4.5.1 Reifen.....	159
4.5.4 Umbauten.....	163
5. Adressen.....	174
6. Anhang.....	180
7. Schlußwort.....	192

## **1. Einleitung**

### 1.1 Ziele der Bearbeitung

Die hier nachfolgend beschriebene Bearbeitung dient primär nicht zur Erzielung einer absoluten Spitzenleistung. Dafür ist der RD 500-Motor auch gar nicht geeignet, da der Ansaugweg eine absolute Fehlkonstruktion ist. Zudem ist auch der Rest des Motorrades heutzutage bestenfalls noch als "Tourensportler" zu bezeichnen.

**Meine** Hauptziele waren vielmehr:

- Sicherstellung der **vollen** Serienleistung (65 KW / 88 PS)
- 10-15 % Leistungssteigerung durch verbesserten Wirkungsgrad anstatt durch viel mehr Drehzahl
- Minimale Kosten durch Verwendung von Originalteilen
- Gleiche Zuverlässigkeit wie Original
- 100 %-ige Alltagstauglichkeit (keine Düsenänderung bei Wetterumschwung, keine Gemischschmierung, usw.)
- Für jedermann praktikable Bearbeitungen bzw. Abstimmungen

Über den RD-Owners-Club sind einige Yamaha-Tuning-Unterlagen im Umlauf, aus denen ich auch einige Zeichnungen bzw. Angaben übernommen habe. Diese sind ebenfalls mit [4] gekennzeichnet. Dort sind 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 wegen der vielen weiteren nötigen zusätzlichen Maßnahmen (Zündung, Kühlung, ...) davon **unbedingt** abraten.

Im Wartungs- und Zubehörbereich habe ich einmal alles aufgelistet was mir zu Ohren gekommen ist, denn die RD 500 wurde ja nicht in allzu großen Stückzahlen gebaut, und dementsprechend schwierig ist es manchmal, Unterlagen und/oder Teile zu bekommen.

## 1.2 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 zum Lösen der Serien-Kreuzschlitzschrauben
- Steckschlüsselsatz 8 - 32 mm (auch "Knarrenkasten" genannt)
- 7 mm Einsatz f. Knarre (mit langer Verlängerung) zum Lösen der Vergaserflansche
- je ein Satz
  - Maulschlüssel 8 - 22 mm
  - Ringschlüssel
  - Innensechskantschlüssel ("Inbusschlüssel")
  - Schraubendreher Schlitz / Kreuzschlitz
  - diverse Bits für Schlagschrauber
- gekröpfter 12/13 mm Ringschlüssel (für Zylinderdemontage)
- gekröpfter 6/7 mm Ringschlüssel (für Hauptdüsen, Schlauchschellen, ...)
- Drehmomentschlüssel 0 ... 100 Nm

Für die Motordemontage (eventuell in Werkstatt machen lassen):

- Polradabzieher (sehr umständliches Teil!), Skizze zum Eigenbau im Anhang
- Kupplungshaltewerkzeug

Hilfsmittel:

- Dichtmasse (Dirko „normal“, grau und Dirko HT rot)
- 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).

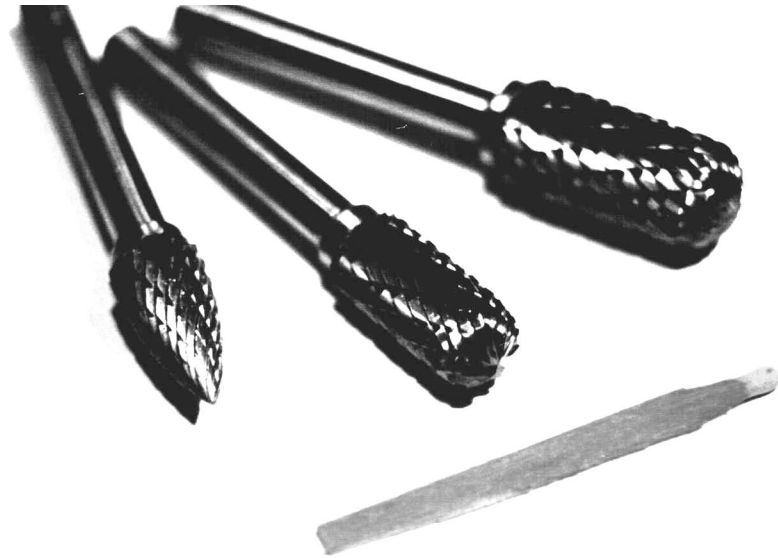


Bild 1: Diverse Fräser (Streichholz zum Größenvergleich)

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 allzuviel kosten (ca. 15,-). 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. Mit dieser Welle ist das Polieren ein Kinderspiel und geht auch sehr schnell.

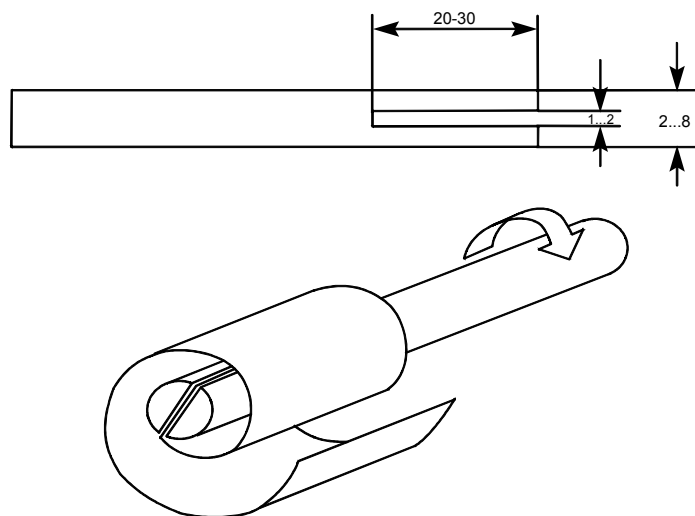


Bild 2: Hilfswelle zum Polieren der Kanäle

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 bzw. Dirko HT erfolgen. Dirko ist eine dauerelastische Dichtmasse auf Silikonbasis für folgende Aufgaben:

- Getriebeseitendeckel
- Zylinderfuß
- Power-Valve-Buchsen
- Kühlschläuche
- Ansaugflansch
- 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 entfettet werden. Danach wird Dirko HT **dünn** auf Zylinder und Kopf aufgetragen. Dann kann man direkt die Dichtung aufsetzen und den Kopf in 2 - 3 Schritten auf 22 - 25 Nm festziehen. Besonders zu beachten ist, dass die mittlere Reihe der Kopfschrauben Hutmuttern **mit Kupferscheiben** sind. Das hängt damit zusammen, dass im Zylinder der Stehbolzen vollständig im Kühlwasser liegt. **Wenn man die Scheiben vergißt, kann hier Kühlwasser austreten!** Ein Nachziehen der Schrauben sollte am nächsten Tag nach dem ersten Warmlaufen und nach einigen 100 km bei kaltem Motor erfolgen.

## **2. Die Bearbeitung**

### 2.1 Neuralgische Punkte

Eine RD 500 ist kein pflegeleichtes Motorrad. Wer sich nur drauf setzen und fahren möchte sollte sich lieber eine VTR 1000 holen, die ist nebenbei auch noch schneller... .

In diesem Kapitel soll zunächst einmal eine Übersicht über die häufigsten Fehlerquellen bei der RD 500 gegeben werden. Bei einer Motorüberarbeitung müssen unbedingt die wichtigsten Defektursachen ausgeschlossen werden, damit man einen standfesten Motor erhält, aber auch wer nicht unbedingt mehr Leistung haben möchte, wird dieses Kapitel zu schätzen lernen.

#### *2.1.1 Zündkerzen*

Was muss man besonders gut können, um mit einer RD 500 glücklich zu werden? Tanken? Öl Nachfüllen? Mit dem Knie auf der Erde schleifen? Nein, weit gefehlt! Wenn irgendwo am Straßenrand eine 500'er mit hochgeklapptem Tank steht, dann macht Euch keine Sorgen; der wechselt wahrscheinlich bloß die Zündkerzen. Die entstörten Kerzen sind sehr empfindlich auf fettes Gemisch. Das äußert sich meist darin, dass der Motor nur noch auf zwei bis drei Zylindern läuft, weil eine Kerze völlig naß ist.

Abhilfe: Neue Kerzen aus dem Zehnerpack (kein Witz, das lohnt sich!) rein und alte möglichst weit wegwerfen, damit sie nicht aus versehen wieder eingebaut werden. Ich selbst habe es mir angewöhnt, jedesmal zumindest vordere oder hintere Zylinder komplett zu wechseln; meist tausche ich den ganzen Satz (ca. 20 - 25,- DM).

Wer mit einer RD 500 losfährt und nicht mindestens 3 - 4 Ersatzkerzen (incl. Werkzeug zum Ein/Ausbau) dabei hat ist einfach selber schuld, wenn er deswegen liegenbleibt!

Die Geizkragen unter den Lesern können die verölten Kerzen einige Wochen in Spiritus einlegen. Das soll die defekte Kerzen wieder gebrauchstüchtig machen, denn ein einfaches Reinigen und Trocknen reicht nicht!

Man kann den Kerzenverbrauch beeinflussen, indem man für Fahrten mit eher geringer Belastung die Kerzen mit geringerem Wärmewert (NGK BR8HS) einbaut. Sie können die Verbrennungswärme nicht so gut abführen und werden daher im Betrieb wärmer; d.h. sie können sich von Ablagerungen "freibrennen". Der Nachteil ist, dass sie bei höherer Belastung zu warm werden **können** und dann die Kolben beschädigen **können** (Löcher im Kolbenboden).



Das Gegenteil gilt für Kerzen mit höherem Wärmewert (NGK BR9ES) : Sie verrußen bei Stadtfahrten schneller, halten dafür aber auch längere Vollgasetappen aus.

Es gibt von NGK inzwischen Kerzen mit Iridium-Elektroden (BR8/9HIX). Sie kosten ca. 15 Eur/Stk, aber verbessern das Anspringen, verölen nicht so schnell und halten länger als die HS

Bei UCB sind auch Rennkerzen in Zwischenwärmewerten (8,5 / 9,5 / 10,5) erhältlich, die Probleme bei der Kerzenwahl lösen können, aber dann vergleichsweise teuer sind (ca. 25,- DM/Stk). Die Anwendung dieser Kerzen ist z.B. angebracht wenn mit einer 9'er Kerze das Kerzenbild zu hell, mit einer 10'er aber zu dunkel ist. Dann könnte eine 9,5'er Kerze helfen, das ideale rehbraun zu erhalten.

Hauptnachteil ist, dass diese Typen nur in Langgewinde (z.B. B95EGV) erhältlich sind, so dass man Distanzstücke verwenden müsste, damit die Elektroden nicht an die Kolben stoßen!

Hier nochmal die Übersicht der möglichen Kerzen:

- NGK BR8HS : Stadtfahrten und Bummeltouren, Winterfahrten
- NGK BR8HIX : siehe oben, jedoch Iridium-Elektrode
- NGK BR9HS : Kerze für flottes Fahren
- NGK B9HIX : siehe oben, jedoch Iridium-Elektrode
- NGK BR10HS/B10HS : Kerze für sehr hohe Verdichtungen in Verbindung mit Rennauspuffanlagen und Extrem-Tuning; Für "normale" Menschen nicht zu empfehlen

Die B-Kerzen sind im Gegensatz zu den BR-Kerzen nicht funkentstört. Dafür sind sie etwas unempfindlicher gegen Ablagerungen bzw. fettes Gemisch.

Achtung: Programmierbare Zündungen/PV-Steuerungen werden durch solche Kerzen gestört und können Fehlfunktionen haben. Hier bitte nur BR Kerzen verwenden.

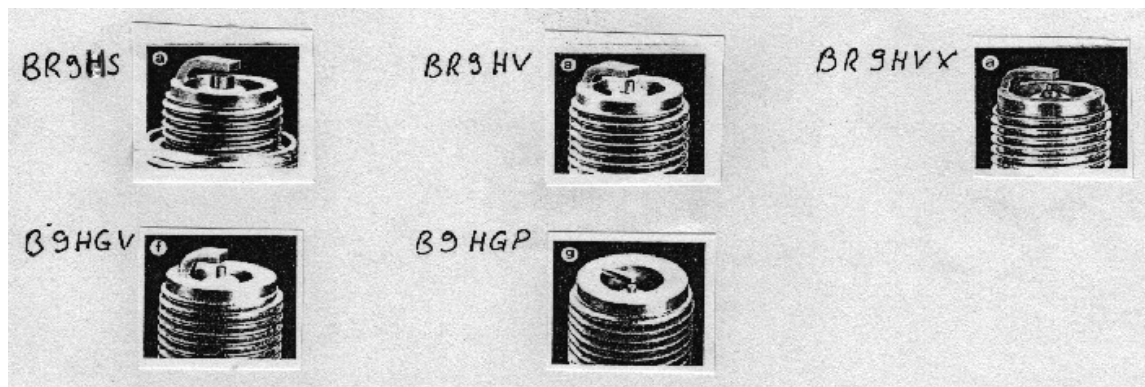


Bild 3: Diverse Zündkerzen

### 2.1.2 Motor

Alle deutschen RD 500 (47X/1GE) wurden mit der Werksangabe von 65 KW / 88 PS ausgeliefert. (Am Hinterrad kommen davon übrigens nur so 65-70 PS an!)

Im Ausland sind natürlich auch anderen Leistungsvarianten angeboten worden; so z.B. Heinzl's 52X aus Kanada mit eingetragenen 17 PS und 100 km/h.

Der Motor hat naturgemäß bei einer Literleistung von 172 PS ab und zu einige zweitakttypische Macken.

Bei zunehmender Kilometerleistung sollte man die Pleuellager im Auge behalten. Wenn die Zylinder mal ab sind, kann man das Pleuellagerspiel messen. Seitlich sollte es ca. 0,25 ... 0,75 mm betragen [4]. Im Werkstatthandbuch ist die irrtümliche Angabe von max. 0.1 mm seitlichem Spiel am unteren Pleuelauge enthalten.

Am oberen Pleuelauge sollte das seitliche Spiel ca. 0,4 ... 0,6 mm betragen (mit einem Maximum von 2 mm [5]).

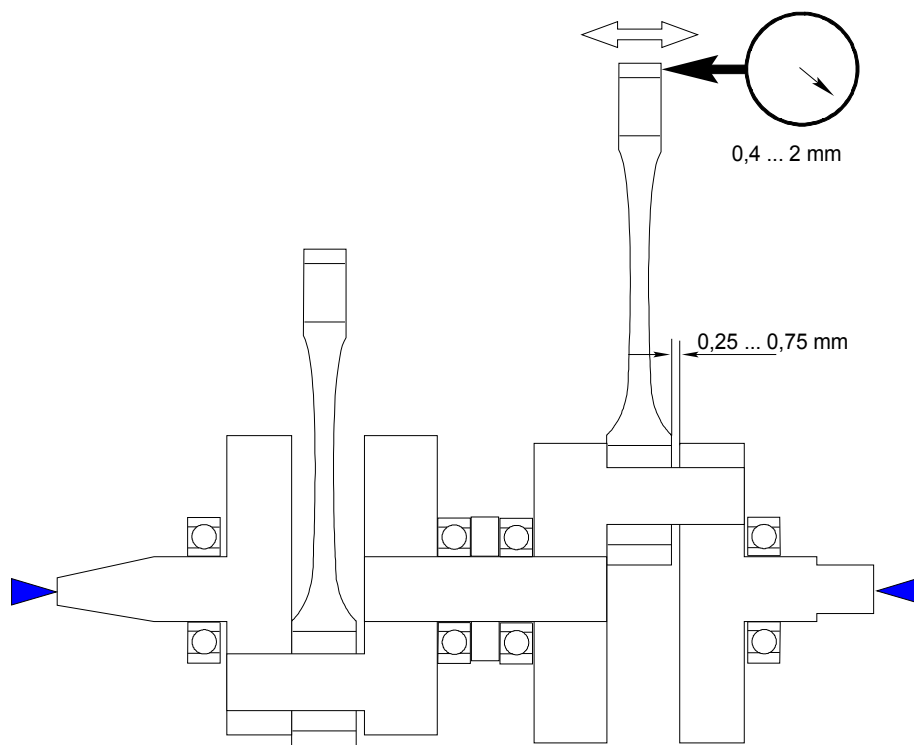


Bild 4: Zulässige Kurbelwellenlagerespiele

Die hinteren Zylinder neigen u. a. aufgrund der wärmetechnisch sehr ungünstigen Anordnung unter erhöhter Anfälligkeit für Klemmer oder Pleuelschäden. Erschwerend hinzu kommt, dass sie etwas höher verdichtet sind als die vorderen.

Ein weiterer Grund ist, dass die Vergaser nicht alle auf gleicher Höhe sind und ausgerechnet die Höherliegenden die hinteren Zylinder versorgen.

Im Mittel befindet sich in den unteren Vergasern mehr Sprit, insbesondere beim Umschalten auf Reserve! Dabei sind schon einigen RD-Fahrern Motoren festgegangen!

Meistens ist von solchen Schäden der linke, hintere Zylinder betroffen, weshalb diese auf dem Gebrauchtmart für horrenden Summen über den Tresen wandern. Ich frage mich weshalb, denn die hinteren Zylinder sind völlig identisch (Jeder kann das durch einen Blick in den Teilekatalog selber herausbekommen). Man kann also als Ersatz auch einen rechten, hinteren nehmen, muss aber die Walze des Linken einbauen (Walzen vorne rechts und hinten links sind jeweils Typ 2; vorne links und hinten rechts Typ 1) [3]. Sinngemäß kann man auch die vorderen Zylinder tauschen, wenn man an die Walzen denkt.

Die YPVS-Anordnung ist bezüglich der Lagerung im Zylinder genauso billig gemacht wie bei der 350'er, sie hält daher auch nicht viel länger. Nach Laufleistungen ab 20.000 km können die Walzenbuchsen ausschlagen und dort suppt dann das schwarze Öl raus. Bei den äußeren Buchsen vibriert öfter mal die Haltetasche ab, da sie ein wenig zu schwach ausgelegt ist. Man kann hier entweder mit Alu-Schweißen die Lasche verstärken bzw. wieder fest schweißen, oder ganz primitiv eine große Unterlegscheibe unter die Befestigungsschraube legen.

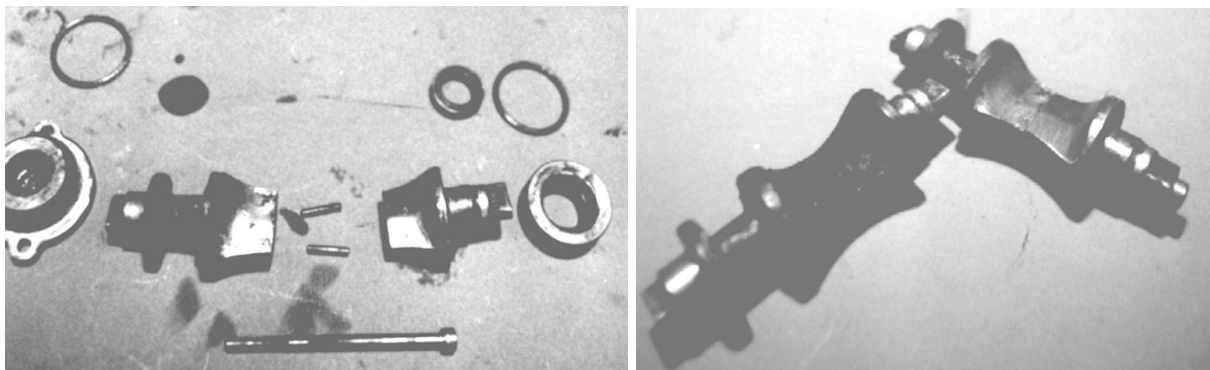


Bild 5: RD350-YPVS-Walzen (Zerlegt, verkohlt und sauber)

Natürlich lagert sich an den Walzen, wie bei der 350'er auch, reichlich Ölkohle ab. Wenn diese Ablagerungen die Walzendrehung behindern, hört man es; der Servomotor schafft es dann kaum noch, sie zu drehen. Abhilfe schafft leider nur eine Demontage mit anschließender Reinigung.

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).

Es passen übrigens als Ersatzteile auch die Walzen-Simmerringe der 350'er; die O-Ringe kann man nicht verwenden, da sie größer sind.

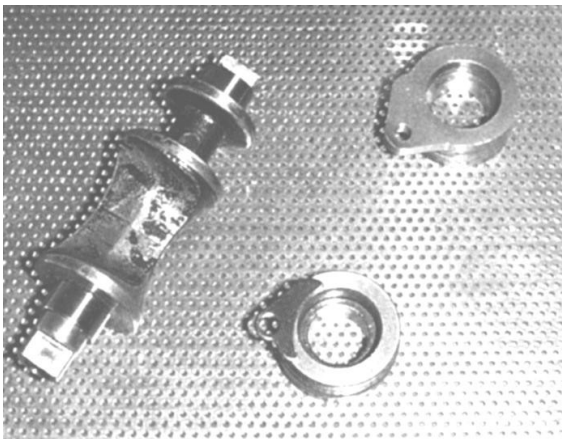


Bild 6: Innere Lagerbuchsen der Walzen; Unten: Original mit Halteblech;  
Oben: Schwarz-Buchse mit Halter

Innere Buchsen mit integrierter Halterung (ca. 150,-) liefert Emil Schwarz aus Schorndorf. Diese Buchsen können das Blech nicht verlieren und haben geringeres Laufspiel als die Serienteile. Bei der Demontage muss man die Buchsen mit zwei Schraubendrehern aushebeln, oder, nach Entfernen der äußeren Walzenhälfte, die Innere mit einem Stück Holz austreiben.

Die Ölpumpe (genauer gesagt die Rückschlagventile in den Leitungsanschlüssen) kann nach längerer Standzeit mit vollem Öltank durch den ständig anliegenden Druck der Flüssigkeitssäule auf voller Fördermenge stecken bleiben [4]. Dieser Effekt, der zu Ölverbräuchen von bis zu 4 l auf 1000 km führt, ist mir auch schon vereinzelt zu Ohren gekommen. Als Gegenmaßnahme wurde in [4] empfohlen, den Öltank komplett zu leeren, wenn man das Motorrad länger als einen Monat stehen lässt. Dazu wird der Schlauch am unteren Ölbehälter abgezogen und nach dem Entleeren einfach wieder aufgesteckt.

Die Ölpumpeneinstellung kann man im Serienzustand etwas magerer wählen; in [4] wurde die Angabe 1/16 - Zoll (1,6 mm) in Richtung Mager gemacht (Bezogen auf die

Markierungen an Betätigungshebel und Pumpengehäuse). Der Ölverbrauch liegt dann ca. bei 1 l auf 1000 km.

Bei bearbeiteten Motoren sollte man aber mit dem Öl nicht so sparsam sein; Im Rennsport verwendet man üblicherweise 1:20 bis 1:30 Gemisch. Auf der Strasse fahre ich in der 350'er 1:40.

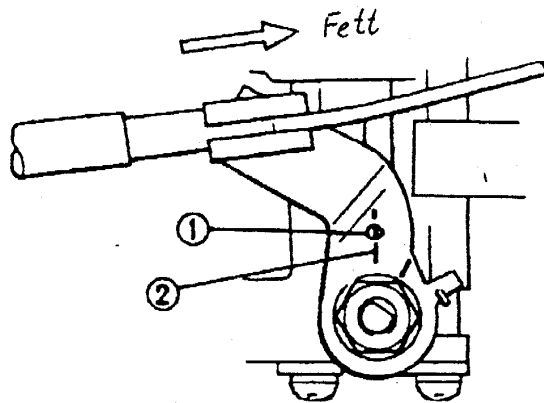


Fig. 1

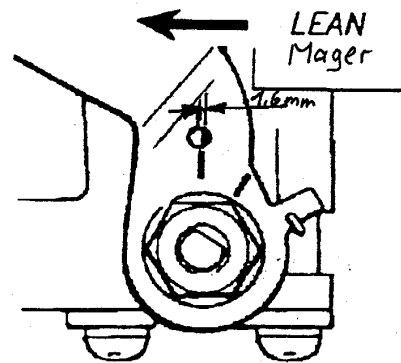


Fig. 2

Bild 7: Ölpumpeneinstellung [4]

Eine vorsorgliche Maßnahme ist das Entfernen der Verkleidungshalter am unteren Zylinderkopf. Bei einem Unfall reißen sie sonst bevorzugt aus, und der Kopf wird dadurch unbrauchbar bzw. stark beschädigt! [3]

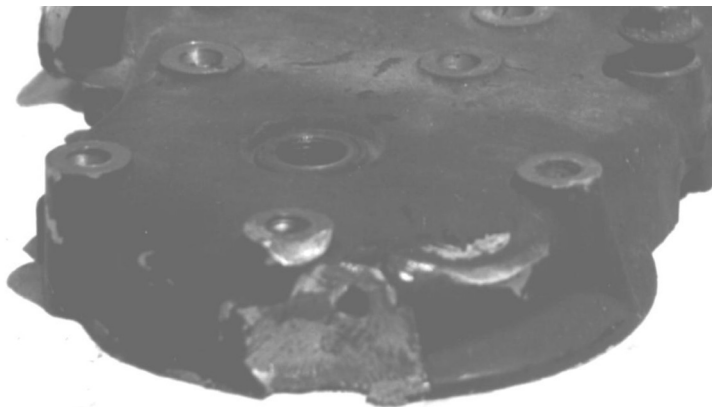


Bild 8: Defekter Zylinderkopf (Ausbruch am Verkleidungshalter nach Sturz) [3]

Am Getriebe sind nach meinem Wissensstand von der Haltbarkeit her keine größeren Macken zu finden. (Zur Erinnerung: Die RG500 zerlegt ihre Getriebe regelmäßig, da sie keine Druckschmierung hat!)

Trotzdem kann man noch einen Punkt ändern, der auch von Armin Collet stammt. Der Motor soll ruhiger laufen, wenn man den Antrieb der Ausgleichswelle auf die hintere Kurbelwelle legt [2]. Dazu muss man natürlich erst den rechten Motorseitendeckel und die Primärzahnräder entfernen. Dann setzt man das Antriebsrad der Ausgleichswelle auf die hintere Welle. Nun wird das Rad aber nicht mehr so ausgerichtet, dass die Punktmarkierungen übereinstimmen, sondern das Antriebsrad muss um 14 Zähne im Uhrzeigersinn verdreht eingebaut werden (= der 14. Zahn zeigt auf den Punkt an der Ausgleichswelle). Beim Aufsetzen des Kupplungskorbs muss die Punktmarkierung der hinteren Welle eine halben bis einen Zahn gegen den Uhrzeigersinn verschoben werden. Hier wird übrigens gerne mal vergessen das Antriebsrad für die Wasserpumpe auch wieder auf die vordere Welle zu montieren; leider merkt man das erst wenn die Wasserpumpe nicht so richtig in das Gehäuse will.

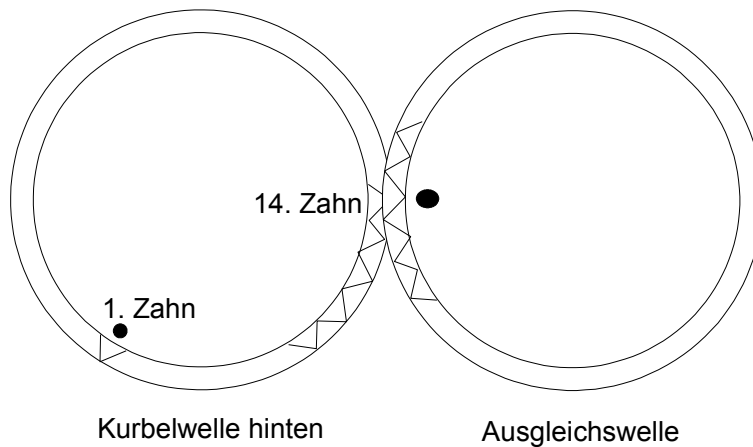


Bild 9: Modifikation des Ausgleichswellenantriebs [2]

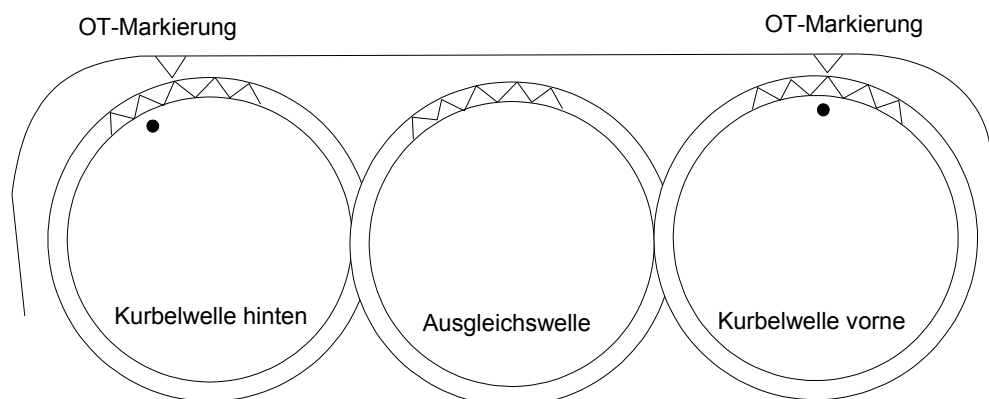


Bild 10: Modifikation des Ausgleichswellenantriebs [2]

Zusätzlich zu dieser Modifikation können zur Reduzierung der Reibung die spielfreien Räder am Primärtrieb der Kurbelwellen weggelassen werden [2]. Das ist aber definitiv nur für Rennzwecke geeignet, da im Straßenbetrieb die Lastwechselreaktionen so stark werden, dass man denkt man ist beim Rodeo.

Wem die Ausgleichswelle zu schwer ist, der kann die 1,2 Kg auch einsparen, muss dann aber die Kurbelwellen (z.B. nach einer Überholung) feinwuchten lassen. Dabei muss die dann verbleibende Öffnung zum Getriebe mit einem Stopfen verschlossen werden. Es passt der Stopfen der die Ausgleichswelle auf der linken Getriebeseite abdichtet (Teile Nr. 90338-42165).

Bei Problemen mit herausspringenden zweiten Gängen, muss man die entsprechenden Zahnräder im Getriebe erneuern. Schuld daran ist meist das 2.'te Gang Zahnrad, dass mit seinen Mitnehmern in das 6.'te Gang Zahnrad auf der Getriebeabtriebswelle eingreift.

Die Kanten der Mitnehmer (2. Gang Rad) sind dann leicht abgerundet und glatt. Sie rutschen deshalb sehr leicht auf dem Gegenprofil (6. Gang Rad) ab.

Wenn die entsprechende Schaltgabel Laufspuren oder Verfärbungen aufweist, sollte sie auch erneuert werden.

Die entsprechenden Teilenummern und Preise sind [5]:

Zahnrad 2. Gang	47X-17221-00	ca. 90,- DM
Zahnrad 6. Gang	47X-17261-00	ca. 125,- DM
Schaltgabel 1	47X-18511-00	ca. 45,- DM

Was mir als „Reparatur“ berichtet wurde ist dass man auch mit Unterlegscheiben dafür sorgen kann, dass das 2.Gang Rad etwas weiter in sein Gegen-Part eingreift. Das soll das Rausspringen auch beheben.

An dieser Stelle herzliche Grüße an den zuständigen Konstrukteur bei Yamaha. Wenn man sich schon die Mühe macht, den Motor so zu teilen, dass man das Getriebe seitlich herausnehmen kann, dann sollte man aber auch dafür sorgen, dass man dafür nicht den Motor ausbauen muss. Schon zwei abschraubbare Bleche am Rahmen (als linke Motorhalter) würden ausreichen ....

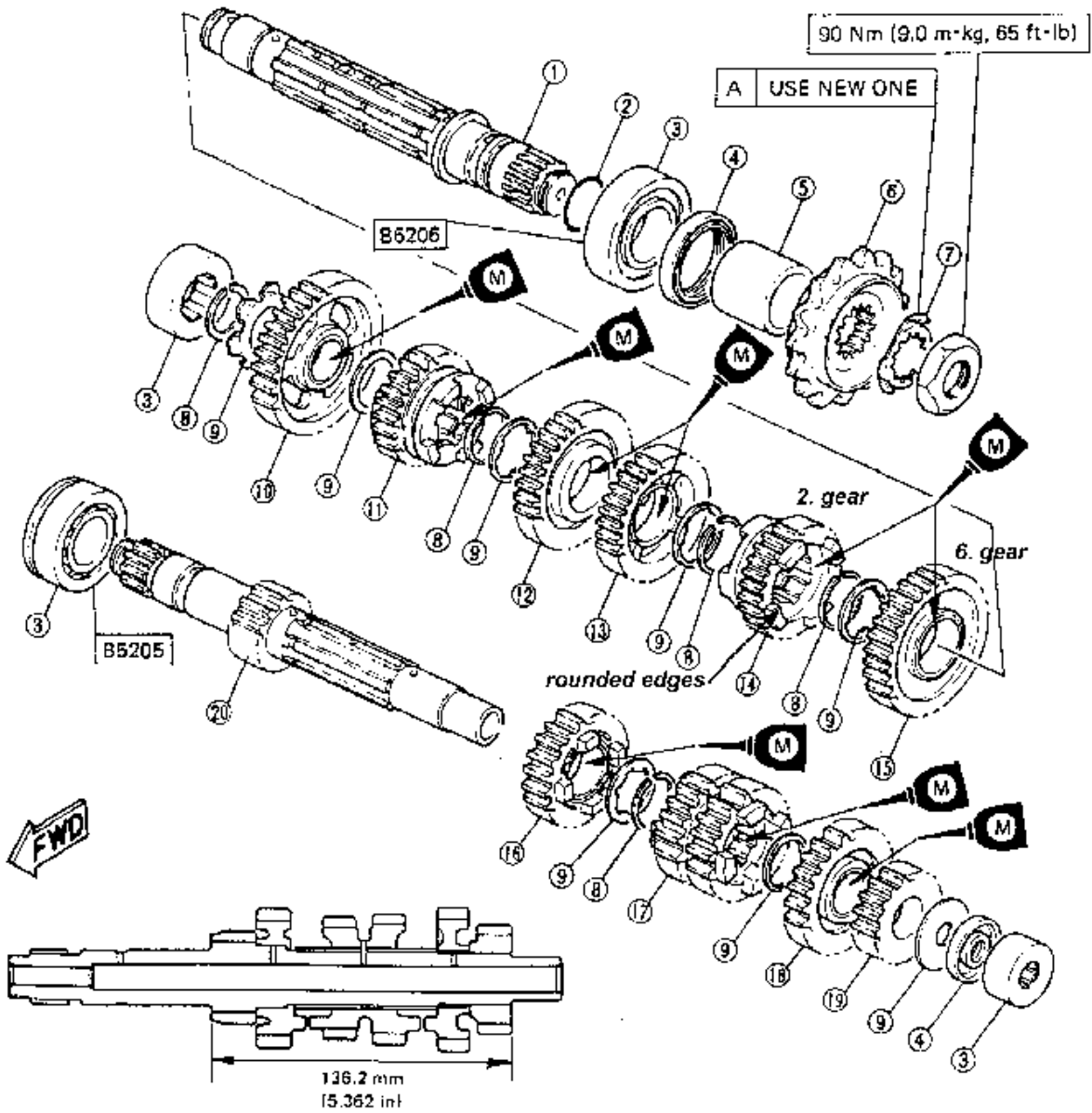


Bild 11: Getriebe RD500 [5]



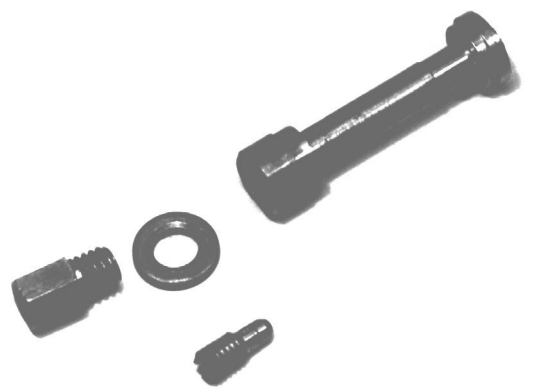
### 2.1.3 Vergaser

Die RD500-Vergaser haben keine CO-Schraube und sind für die 47X (1984) im Teillastbereich sehr fett abgestimmt. Auch die Hauptdüse ist mit #195 aus Sicherheitsgründen sehr fett gewählt.

Bei den Nachfolgemodellen ab 1985 (1GE) hat YAMAHA die Abstimmung ins magere korrigiert (Magerere Düsenstöcke, größere Leerlaufdüsen, kleinere Hauptdüse #165).

Aus diesen Gründen sind die 1GE-Modelle natürlich empfindlicher gegen Gemischbildungsfehler die im Betrieb auftreten können.

Bild 12: Düsenstock,  
Hauptdüse und Leerlaufdüse



Eine beliebte Gelegenheit zum Klemmen ist es beispielsweise, wenn man bei hoher Geschwindigkeit auf Reserve kommt. Durch den kurzzeitig geringeren Kraftstoffstand in den Schwimmerkammern läuft der Motor in diesem Augenblick magerer; unter Umständen zu mager!

Ebenso schlecht für den Motor sind jegliche Undichtigkeiten im Ansaugweg vom Luftfilter bis ins Kurbelgehäuse. Auch hier treten dann sehr schnell sehr kapitale Motorschäden auf! Deshalb sollte man immer darauf achten, dass der Luftfilterdeckel richtig auf dem Gehäuse aufliegt und gut festgeschraubt hat. Die nächste Stelle ist die Verschraubung an der Vergaserhalteplatte. Dort sitzen große O-Ringe, die zur besseren Abdichtung mit Dirko eingebaut werden sollten.

Angeblich sollen die älteren Modelle durch die Vibrationen Probleme mit gerissenen Ansauggummis gehabt haben. Später wären andere, weichere Gummimischungen verwendet worden, die dann auch halten würden. Sicherheitshalber sollte deswegen bei einer Vergaserdemontage auch ein Blick auf die Ansaugstutzen geworfen werden!

Defekte der eher harmlosen Sorte sind undichte Nadelventile, bevorzugt an der linken Motorseite. Sobald der Motor läuft, suppt gewaltig der teure Saft unten raus. Das Ganze kann sich manchmal auch von allein beheben, ansonsten ist eine Vergaserzerlegung fällig. Sollten die Nadelventile nicht zu reinigen und/oder verschlissen sein, könnte man sich zum Stückpreis von ca. 50 - 60,- DM neue kaufen (Vorher muss man wohl noch mal schnell im Lotto gewinnen).

Mein heißer Tip: Man greife mal wieder in die 350'er Teilekiste und baue die Dinger aus gebrauchten 31K- oder 1WW-Vergasern aus! Von Difi und Delo gibt es Vergaser-Reparatur-Sätze bzw. Schwimmernadelventile. Man sollte aber beachten, dass die Kit's für die LC Nadeln mit Stahlkonus haben; nur die 31K/1WW-Nadeln (ab '83) sind dank Gummikonus auch wirklich dicht (Kosten ca. 25,- DM pro Vergaser bzw. 7,- pro Nadel)

Ansonsten gilt auch hier der alte Grundsatz: "Gute Pflege, Herr Doktor", sprich: regelmäßige Wartung erspart Motorschäden oder vergammelte Optik der Vergaser und inneren Verkleidungsteile. Wenn man diesen Dauerdefekt nicht behebt, leidet nämlich der Bugspoiler, wo der überflüssige Sprit ständig rauffropft! Er quillt dann auf, die Farbe löst sich, und er wird rissig. Abhilfe: Längere Schläuche für die Überläufe verwenden und passende Löcher unten am Bug anbringen um die Suppe außerhalb der Verkleidung abtropfen zu lassen ... .

#### 2.1.4 Fahrwerk

Es gab für die japanische RZV500 auch einen Aluminiumrahmen, von denen zumindest einige Exemplare in Deutschland im Umlauf sind, falls sich jemand einige Kilo ersparen möchte.

Ich würde aber vermuten, dass das Motorrad mit solch einem Rahmen noch mehr pendelt als vorher, da hier einfach der entsprechende Stahlrahmen mit nur wenig größeren Profilen in Alu nachgebaut wurde (Aluminium ist aber bei gleicher Festigkeit nicht so steif wie Stahl, weswegen neuere Alu-Rahmen aus sehr hohen, steifen Profilen geschweißt sind).

Sinnvoller sind da schon einige kleinere Arbeiten am Fahrwerk:

Die serienmäßigen Fahrradreifen (120/130) und Sch...-Profile gibt es inzwischen gar nicht mehr. Aktuell liefert Bridgestone den BT45 als Reifen für „Youngtimer“ der gar nicht mal ganz schlecht ist. In der RD350 Scene erfreut der sich großer Beliebtheit. Mit anderen Felgen sind auch 170'er Reifen drin, mehr dazu bei den Umbauten.

Das serienmäßige Federbein war für die damalige Zeit sehr gut und kann sich auch heute noch sehen lassen, da es eine Federvorspannung und Einstellung der Zugstufendämpfung aufweist.

Von der Fa. Technoflex gibt es einen Umbaukit um die Serien-Gabel mit einstellbarer Dämpfung zu versehen. In Zusammenarbeit mit härteren Federn soll das positive Einflüsse auf das Fahrverhalten im sportlichen Bereich haben (siehe Anhang).

Auf jeden Fall sinnvoll sind die White-Power bzw. Technoflex Gabelfedern, besonders für diejenigen, die zugunsten eines besseren Druckpunktes der vorderen Bremse das Anti-Dive weglassen möchten. Der wird nämlich auch mit Stahlflexschläuchen nicht so, wie man das von richtigen Bremsen (z.B. RD350) gewöhnt ist, weil man immer mit dem Bremsdruck einen kleinen Kolben bewegen muss (Bewegung = Volumenstrom von Bremsflüssigkeit = Weg am Bremshebel = Sch...system).

Ich habe ohne das Anti-Dive (wegen "durchschlagendem" Erfolg nach der Umrüstung) die Luftkammer von 170 mm (White Power, 15'er Öl) durch Zugabe von je 28 cm<sup>3</sup> Öl auf ca. 130 mm verkleinert. Das neuerliche Messen hatte ich mir aus reiner Faulheit erspart, die 28 cm<sup>3</sup> ergeben sich aus dem Innendurchmesser der Gabel (ca. 30 mm) und der gewünschten Erhöhung (ca. 40 mm).

À propos Druckpunkt: Wenn man die Bleche hinter den Bremsbelägen weglässt, wird der Druckpunkt noch ein wenig härter, da die Trennflächen eine zusätzliche Elastizität in der Bremse darstellen. Nachteilig wirkt sich dabei aus, dass die Beläge sich dann etwas schräg abnutzen.

Viele Verkleidungsteile leiden unter der Hitze, die der Auspuff abstrahlt.

Den Bugspoiler kann man mit breitem Aluminium-Klebeband (Baumärkte ca. 7,- DM pro Rolle) auskleiden [3], damit die Strahlungswärme nicht vom Kunststoff aufgenommen wird. Dieselbe Prozedur würde ich für die Unterseiten von Tank und Sitzbank und zusätzlich nochmal für die Innenseiten der Seitendeckel empfehlen [1]. Bei der Firma UCB sind Hitzeschutzmatten und Bänder (ca. 80,- DM/m<sup>2</sup> bzw. 5,- DM/m) erhältlich, mit denen man auch noch die Krümmer der hinteren Zylinder umwickeln kann, damit hier die Hitzeabstrahlung geringer wird.

Das vordere Schutzblech ist, anders als bei der RD350, direkt an der Gabel befestigt und nicht am Gabelstabi. Dadurch schlägt es beim Bremsen gelegentlich an, macht Geräusche und reißt dann irgendwann an dieser Stelle. Abhilfe schafft eine weiche Einlage (Gummi, Schaumstoff, o.ä.) zwischen Gabelstabi und Schutzblech [3].

Als Bremsscheibenersatz für Serienteile kann man auch Scheiben der SRX600, RD350 oder XJ600 verwenden. Sie haben dieselbe Aufnahme sind aber nicht innenbelüftet [1,3].

Der Kettenradträger der FZR600 paßt auch in die original RD500 Felge. Damit kann man sich z.B. aus dem Rennsportzubehör entsprechende Kettenräder besorgen. Bei Götz gibt es für die FZR600 Auswahl mit 43,44,45,46 und 47 Zähnen.

Wenn man auf eine 520'er Kette umbauen möchte kann man Kettenräder der RD350/TZR250 verwenden. Diese haben die gleiche Mittenbohrung aber der Teilkreis für die Befestigungen ist statt 135 mm 136 mm; man muss also eventuell die Löcher von 8,5 mm auf vielleicht 8,7 mm erweitern.

Sollten mal die Spiegel kaputt sein, darf man auf keinen Fall zum YAMAHA Händler rennen; Spiegel von Schuh bzw. Götz kosten nur 25,- DM/Stk. statt 95,- DM für das Originalteil [3].

### *2.1.5 Elektrik*

Wie auch schon bei der 350'er RD kämpft die 500'er ebenfalls mit ständig durchbrennenden Rücklichtlampen. Linderung verschafft eine Modifikation der Lampenfassung, wobei die Lampe dann so eingebaut wird, dass der Glühfaden senkrecht hängt [1].

Mit einer einfachen zusätzlichen Halterung passt auch das FZR 1000 (Bj. 91) Rücklicht, womit die Birnen ebenfalls nicht mehr so oft durchbrennen [3].

Wenn das Rücklicht einmal komplett versagt, kann man auch auf FZR 600 / FZ 750-Teile zurückgreifen. Diese Modelle haben das gleiche Teil eingebaut [3].

Ebenfalls von der FZR-Reihe kann man bei Bedarf auch den Lima-Regler verwenden (Wahlweise auch von der RD350, Typ 1WW ab 1986)

Der Walzenmotor könnte kaum an einer beschisseneren Stelle angebracht worden sein, als direkt im Spritzwasser vom Hinterrad und unter der ständig sengenden Hitze der hinteren Auspuffe. Wenn Ihr ständig mit Dreck beworfen und auch noch stundenlang gegrillt werden würdet, hättet Ihr auch bald keine Lust mehr, Eure Arbeit zu tun! So betrachtet könnt Ihr das dem Walzenmotor bzw. den Bowdenzügen auch nicht übelnehmen. Ich würde eine vorsorgliche Abschirmung mit Hitzeschutzmatten bzw. einem extra Alu-Blech empfehlen.

Als Ersatz geht der TZR/TDR250 Walzenmotor – er ist identisch mit dem der RD500 (Stecker umlöten). Auch den RD350 Motor kann man mit ein wenig Bastelei verwenden.

Wenn mal die Walzen gar nicht funktionieren könnte es auch ganz einfache Ursachen haben:

Prüfung 1: Ist die Sicherung für das YPVS in Ordnung?

Prüfung 2: Kommt bei eingeschalteter Zündung am braunen Kabel (am Stecker für das YPVS-Steuergerät) 12V Spannung an?

Wenn hier nicht 12V anliegen, kann es am Kupferwurm im Sicherungskasten liegen; in jedem Kfz-Zubehörgeschäft bekommt man dafür entsprechenden Ersatz. Manchmal könnte es auch ein Wackelkontakt im Stecker des Steuergeräts und/oder des Servomotors sein.

Sollte es wirklich am YPVS-Steuergerät liegen, kann man das RD350 Pendant aller Baujahre ab '83 verwenden. Es muss nur der Stecker umgelötet werden.

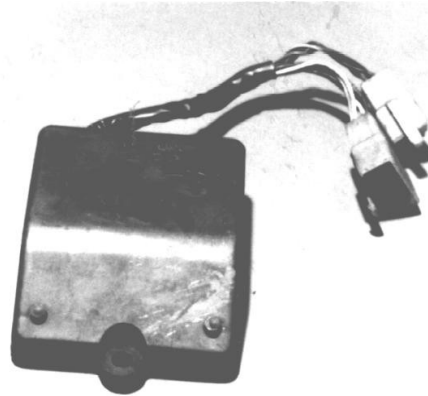
Ebenfalls passend (Stecker umlöten) ist das YPVS-Steuergerät der TZR 250 (2MA). Diese Modifikation läßt die Walzen länger geschlossen, was besonders für stark getunte Motoren Sinn macht (siehe Bild 123). Dadurch verbessert sich der Drehmomentverlauf bei mittleren Drehzahlen.

<b>YPVS Steuereinheit 1KT-00</b>	Kabelbaum RD500
Schwarz	Schwarz
Braun	Braun
<b>Schwarz/Gelb</b>	<b>Schwarz/Weiß</b>
Schwarz/Rot	Schwarz/Rot
<b>Schwarz/Blau</b>	<b>Schwarz/Gelb</b>
Weiß/Blau	Weiß/Blau
Weiß/Rot	Weiß/Rot
Gelb/Blau	Gelb/Blau

Tabelle 1:Anschluss der TZR 250 PV-Steuerung an RD500 Kabelbaum

Einen ähnlichen Effekt bietet das RD350 Steuergerät der neueren Modelle (1WW). Siehe dazu auch das Kapitel 3.3 Power-Valve Modifikationen.

Bild 13: YPVS-Steuergerät RD350



Wenn die originale Temperaturanzeige einmal den Geist aufgeben sollte, kann man mit ein wenig Geschick eine Digitale Temperaturanzeige einbauen. Dazu muss man aber den Original-Geber im Thermostatgehäuse aufbohren und den neuen Geber mit Zwei-Komponenten-Kleber einkleben. Besonders hübsch sieht das in Kombination mit weißen Zifferblättern aus – früher konnte ich die selber machen, inzwischen habe ich leider keine Bezugsquelle mehr für die Folien.

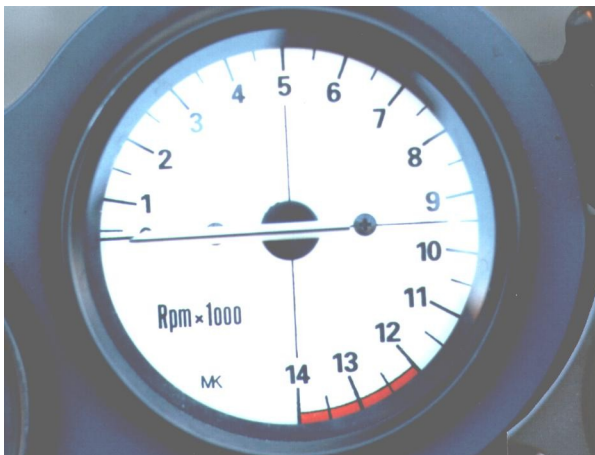
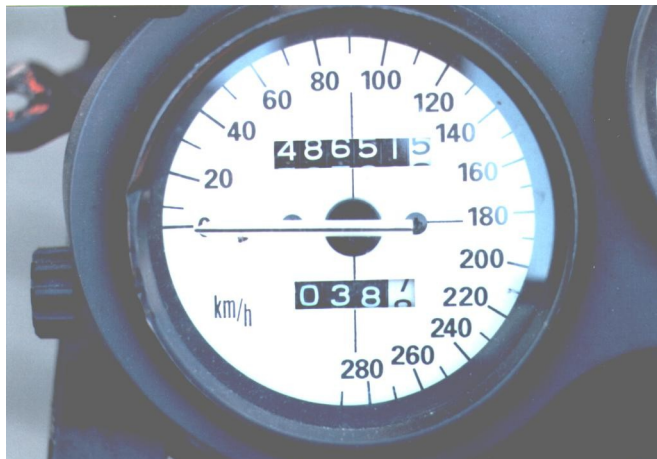


Bild 14: Cockpit mit Digitaler Temperaturanzeige

## 2.2 Vergaser

### 2.2.1 Bedüsung für Serienvergaser

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

Im Gegensatz zu anderen Vergasertypen für Zweitakter wird bei der RD 500 das Leerlaufgemisch nicht über eine CO-Schraube, sondern über eine feste Bohrung im Vergaser (Leerlaufdüse) reguliert. Das Gemisch kann man dann entweder über eine veränderte Leerlaufdüse (Düse größer = Gemisch fetter) oder über die Leerlaufdüse (Düse größer = mehr Luft = Gemisch magerer) beeinflussen. Ein prinzipgleiches System findet man für die Hauptdüse.

Die 47X (84) und die 1GE (ab 85) haben serienmäßig folgende Vergaserdaten (Komponenten, die man verändern kann sind fett hervorgehoben):

	<b>47X</b>	<b>1GE</b>
Identifikation	47X00	1GE00
Hauptdüse	<b>#195</b>	<b>#165</b>
Hauptluftdüse (untere Zylinder)	# 1,6	<=
Hauptluftdüse (obere Zylinder)	# 1,8	<=
Leerlaufdüse	<b>#22,5</b>	<=
Leerlaufdüse	<b># 1,1</b>	<b># 1,4</b>
Düsenstock	<b>O-0</b>	<b>N-8</b>
Düsennadel	<b>5 LT 14 (3. Pos. v. oben)</b>	<=
Chokedüse	<b>#40</b>	<b>#60</b>
Schwimmerhöhe	<b>24 mm ± 1 mm</b>	<=
Kraftstoffstand	<b>1,5 mm ± 1 mm</b>	<=
Ventilsitzgröße	<b>2,8</b>	<=

Tabelle 2: Vergaserdaten (Serie)

Eine weitere Möglichkeit der Gemischbeeinflussung ist über den Schwimmerstand gegeben. Wenn das Kraftstoffniveau in der Schwimmerkammer niedriger ist, kommt bei jeder Last weniger durch die entsprechende Düse; das Gemisch wird also magerer. Im statischen Fall (Motor im Leerlauf) wird der Pegel über die Schwimmerhöhe geregelt. Das dynamische Gleichgewicht zwischen Zulauf und Ablauf von Benzin kann man über die Ventilsitzgröße bestimmen.

Als Vergleich möchte ich mal eine Badewanne nennen, bei der der Hahn (= Zulauf) und der Stöpsel (Ablauf) geöffnet sind. Nach einer gewissen Zeit stellt sich eine

bestimmte Wasserhöhe ein. Wenn man jetzt bei gleichem Ablauf den Zulauf erhöht (Hahn weiter aufdrehen) wird der Gleichgewichtszustand einen höheren Wasserspiegel haben. Auf die RD-Vergaser übertragen heißt das, ein größerer Ventilsitz sorgt für fetteres Gemisch bei höheren Lasten.

Wie eventuell auffallen dürfte, sind die hinteren Zylinder wegen der größeren Hauptluftdüsen (trotz gleicher Hauptdüsen) magerer abgestimmt als die Vorderen. Der Kühlkreislauf ist zusätzlich im Originalzustand so ausgelegt, dass die unteren Zylinder kühler laufen; zudem werden sie auch durch den Fahrtwind gekühlt! Deswegen sind hintere Zylinder auch weit häufiger defekt als Vordere.

Man müsste sich also zur Leistungssteigerung eine Lösung ausdenken, bei der die hinteren Zylinder besser gekühlt sind als die Vorderen und man dann alle Zylinder optimal (sprich etwas magerer als in Serie) befeuern kann (Dazu später mehr... ).

Armin Collet, der bei der Betreuung von 500'ern ein glückliches Händchen haben soll, nimmt andere Nadeln (4L6) auf fettester Position (5. Rastung) und legt bei den hinteren Zylindern noch zusätzlich kleine Unterlegscheiben dazu, damit die Nadel noch etwas höher kommt.

Mager					Fett
1.	2.	3.	4.	5.	Rastung

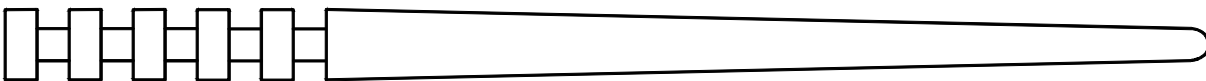


Bild 15: Düsennadel

Allerdings hat er die Verbindungen der Ansaugtrakte mit Blindstopfen verschlossen und verwendet Membranen ohne Schlitz in der Mitte, weshalb man den Steg am Membrankäfig entfernen kann. Zusätzlich sind bei seiner Abstimmung die vorderen Zylinder um 5 Nummern magerer bestückt (#160) als die Hinteren (#165 Links / #168 rechts). Außerdem verwendet er Leerlaufdüsen der Größe #1.3, fettere Leerlaufdüsen der Größe #25 und andere Düsenstöcke [2]. Die Teilekosten sollen sich auf ca. 200,- DM belaufen (800,- mit Einbau); anschließend sollte das Ganze bei Ihm auf dem Prüfstand nochmal optimal auf den Motor abgestimmt werden (z.B. mit kleinen Unterlegscheiben unter den Nadeln ...).

In einem "Test" (verdeckt durch Strohmänn) einer Motorradzeitschrift, wurde eine solche RD auf dem Prüfstand vorher und nachher überprüft. Ergebnis: Bei mittleren



Drehzahlen ( $6000 \text{ min}^{-1}$ ) lagen bis zu 5 PS mehr an!; Die Spitzenleistung blieb in etwa gleich.

Die Leerlaufdüsen haben eine Größenangabe, die dem Durchmesser in Millimetern entspricht (Die Düse #1.1 hat also 1,1 mm Durchmesser). Man braucht sich also für die Gemischabmagerung keine neuen Düsen zu besorgen, sondern kann seine alten (z.B. beim Uhrmacher/Juwelier) aufbohren lassen.

Ansonsten gibt es die Luftdüsen auch direkt bei Mikuni (Bestell Nr.: BS30/97 + Größe; von 0,5 bis 0,8 in Stufen von 0,1 und von 0,85 bis 2 in Stufen von 0,05).

Eine Maßnahme ohne größere Schwierigkeiten ist das Entfernen der Schnorchel aus dem Luftfilterdeckel [4,1]. Man sollte danach bei den neueren Modellen die Düsen um 5-10 Nummern größer wählen (1GE: von #165 auf #170 - #175, 47X: #195 kann bleiben). Das Ansaugeräusch wird dadurch fast nicht beeinflusst, dafür aber die Leistung. Besonders im oberen Drehzahlbereich dreht der Motor freier hoch.

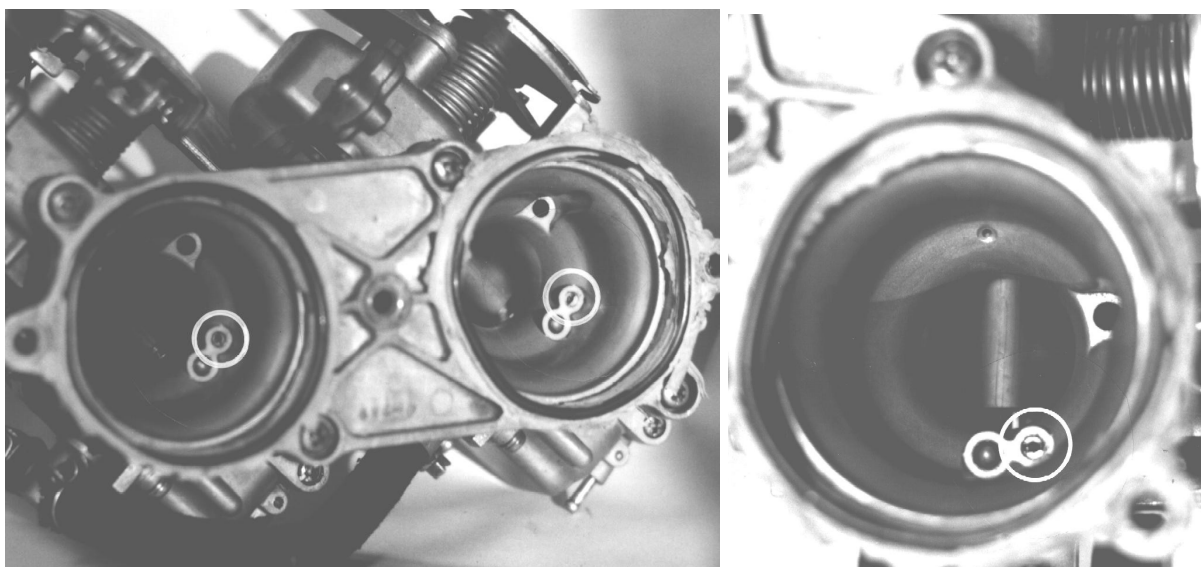


Bild 16: Vergasertrichter (Leerlaufschraube gekennzeichnet)

Bei meiner Bearbeitung mit bearbeiteten Membrankäfigen, GFK-Membranen, nachfolgender Kanalbearbeitung und leicht erhöhter Verdichtung war mit der Serienauspuffanlage das Leerlauf/Teillastgemisch zu mager. Das habe ich zunächst (aus Ermangelung an passenden Teilen) mit #35 Leerlaufdüsen und #1.6 Leerlaufdüsen kompensiert. Später habe ich #25 Leerlaufdüsen mit #1.3 Luftdüsen verwendet. Die Hauptdüse war dabei #160 mit #30 Power-Jet Düsen, die Nadelposition war serienmäßig.

Die komplette Entfernung des Luftfilters bringt größere Probleme mit sich. Zumindest die Luftleitgehäuse zu den Vergasern sollten erhalten bleiben. Im oberen Bereich sind hier Kunststofftrichter eingenieter, die gegen größere getauscht werden müssen (Zur Probe kann man eine alte Cola-Dose verwenden!). Ohne diese Luftführung und -beruhigung wird die Abstimmung stark erschwert.

Als Düsen-Anhaltswert für diese Modifikation in Verbindung mit einer Jolly-Moto ist mir ein Wert von #320 genannt worden. Meiner Meinung nach wäre dies aber ein gut geeigneter Fall für den Power-Jet-Umbau, da durch den Ringspalt zwischen Nadel und Stock nur eine begrenzte Spritmenge durchgeht. Wenn man die Hauptdüse darüber hinaus vergrößert, macht es das Gemisch kaum noch fetter!

Bei der WiWa-Variante dazu entfernt man den oberen Luftfilterkasten komplett und bringt dafür am Einlauf der Luftführungsgehäuse zu den beiden Vergasereinheiten Schaumstofffilter an [1]. Der zugehörige Motor war von WIWA bearbeitet (Kanäle, Verdichtung, WIWA-Auspuff, Boyesen-Membranen, Preis: 3500,- DM). Die Bedüsung sollte dabei lt. WIWA nicht unter #200 gewählt werden. Die Verwendung einer Jolly-Moto mit Carbon-Dämpfern an diesem Motorrad brachte weniger Lärm, bei gleicher Leistungsentfaltung. Zusammenfassend noch einmal die Daten der Original-Vergaser für die verschiedenen Bearbeitungsstufen:

Bearbeitung	Leerlauf- bzw. -luftdüse	Power- Jet- Düse	Hauptdüse
Serie 47X	# 1,1	--	# 195
Serie 1GE	# 1,4	--	# 165
Schnorchel im Luftfilter entfernt	Serie	--	# 170 ... # 175
Über 1300 m Höhenlage	# 20	--	# 155 ... # 160
Boyesen-Membranen / Bearbeiteter Käfig / YPVS- Membranen	# 1,1	--	# 175 ... # 190
Luftfilterdeckel perforiert	# 1.1.. # 1.3	--	# 220 ... # 230
Collet-Tuning (Verbindungen dicht, härtere Membranen, Nadeln 4L6)	# 1.3 # 25	--	# 160 vorne # 165/168 hinten
Kanalarbeitung, GFK- Membranen, Schnorchel entfernt, Serienauspuff	# 1.3 # 25	#30	# 160
Jolly-Moto-Auspuff	Serie	--	# 195
WiWa-Auspuff	Serie	--	# 230
Offene Luftfilter und Jolly-Moto	n. Bek.	--	# 320
Offene Luftfilter + WiWa-Auspuff + Kanalarbeitung+ Boyesen- Membranen	n. Bek.	--	# 200
UNI-Filter (Lance Gamma) + Rennauspuff + Kanalarbeitung+ Boyesen-Membranen (Düsenstock ebenfalls geändert!)	# 1.2	# 1.0	# 250
YAMAHA-Tuning Empfehlung (Kanmarbeitung, andere Auspuffe, offene Luftfilter)	n. Bek.	--	# 260 - # 300

Tabelle 3 : Düsenempfehlungen 1GE und 47X [1,2,4]

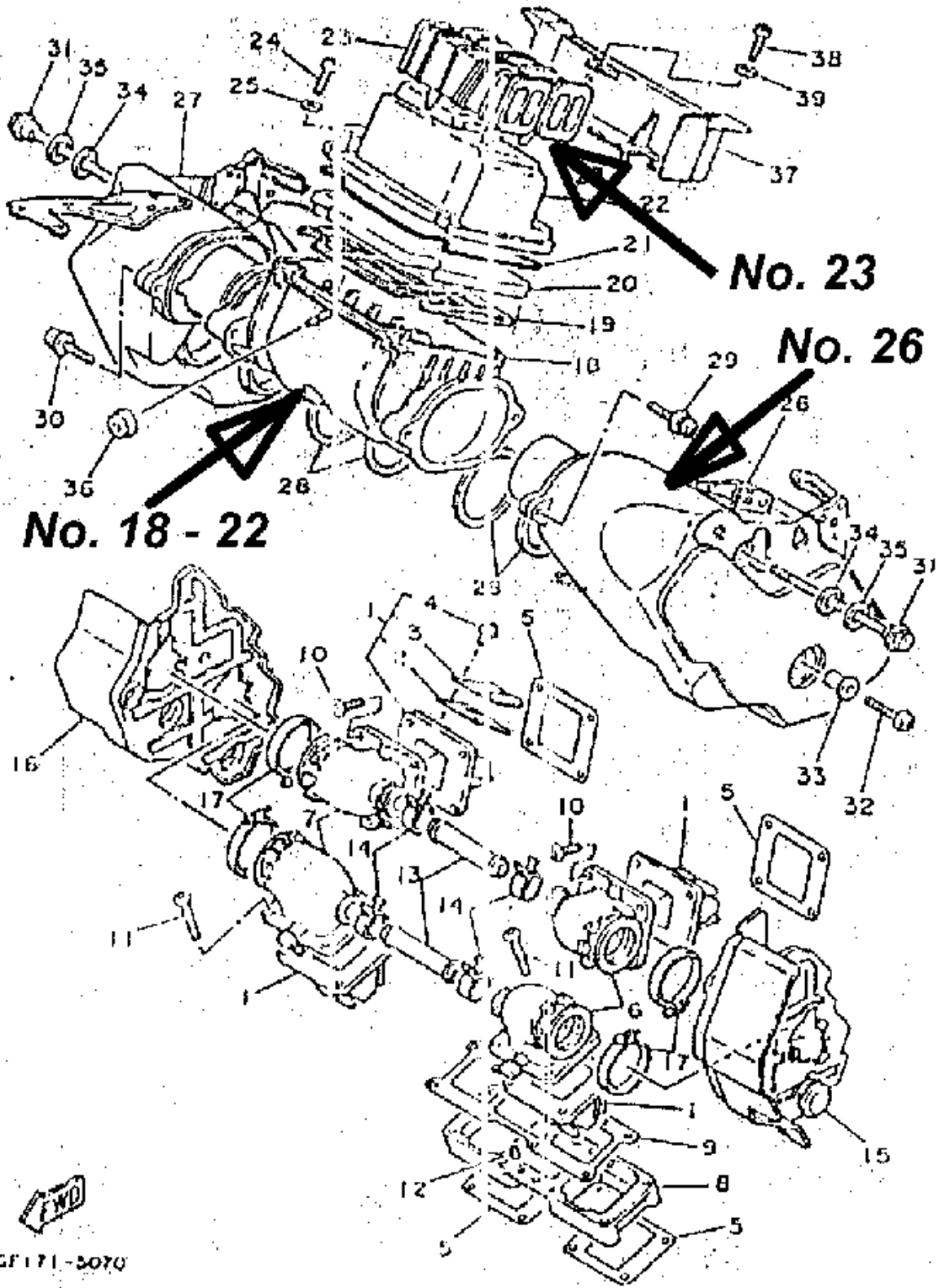


Bild 17: Luftfilter RD500 Serie

- 1.) Schnorchel (Nr. 23)
- 2.) Oberer Luftfilterkasten (Nr.: 18 - 22)
- 3.) Luftführung zu den Vergasern (Nr.: 26/27)

Thomas Fried verzichtet komplett auf allen Plastikmüll und bringt nur ein Abschirmblech an der Vergaserhalteplatte an, damit der Fahrtwind nicht direkt an den Vergasertrichtern vorbeibläst. Zusätzlich modifiziert er aber die Hauptluftdüse, um für höhere Drehzahlen bei offenen Filtern optimal abzustimmen. Es liegt jedoch noch keine optimale Abstimmung vor, weshalb er noch keine Daten angegeben hat (Die Hauptluftdüse hat er auf 2,2 mm aufgebohrt, die Hauptdüsen lagen um die #230). Wen's interessiert, der frage direkt beim Thomas.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass die Düsenstöcke der RD350YPVS (31K: Stock P-0 345; 1WW: Stock N-8 532) von den geometrischen Abmaßen auch in die 500'er Vergaser passen. Da die RD350-Stöcke jedoch weniger Luftbohrungen haben, sind sie fetter als die 500'er-Teile! RD500-Fahrer können so recht günstig (aus gebrauchten Vergasern) den Teillastbereich fetter bekommen (sinnvoll für Renneinsatz bzw. nach sehr starker Bearbeitung). Passen werden mit Sicherheit auch die Tuning-Düsenstöcke (Paar 99,- DM) von Götz für die RD350, wobei ich nur pauschal sagen kann, dass diese Stöcke definitiv magerer sind als die P-O Düsenstöcke der 31K. Es handelt sich hierbei um Düsenstöcke mit Lufthutze und Querbohrungen, die bei der 350'er extra für den Einsatz mit offenen Luftfiltern vorgesehen sind. Leider sind sie nicht gekennzeichnet.

### *2.2.2 Umbau auf Power-Jet*

Dieser Umbau stammt zu 100 % aus der kanadischen Tuning-Anleitung [4] und soll folgende Eigenschaften haben:

Die Seriendüse ist für den mittleren Drehzahlbereich eigentlich zu fett. Sie wird auf Vollast abgestimmt und fördert daher im mittleren Lastbereich etwas zuviel Kraftstoff, der Motor wird durch das fette Gemisch träger in der Leistungsentfaltung.

Um dies zu umgehen wurde hier vorgeschlagen, einen zweiten Kraftstoffzufluß zu ermöglichen, der nur bei Vollast wirksam wird, eben jenes Power-Jet.

Man kann dann die Hauptdüse um bis zu ca. 20 % reduzieren und den restlichen Anteil über das Power-Jet zuführen (Bsp.: Vorher: Hauptdüse #195 Nachher: Hauptdüse #165 und Power-Jet-Düse #30). Ein weiterer Vorteil ist die getrennte Abstimmungsmöglichkeit für Teil- und Vollast, da der Vollgasbereich nur noch über die Power-Jet Düse abgestimmt wird!

Ein Nachteil der Aktion ist, dass so die Möglichkeit besteht, dass der Motor bei 3/4-Gas zu mager läuft [2]. Deshalb sollte man mit einem so bearbeiteten Motor nicht längere Strecken bei dieser Gasstellung (entspricht ca. 180 - 200 km/h) zurücklegen; in diesem Fall ist Vollgas gesünder!

Der Umbau an sich ist recht einfach, da werksseitig schon die Vorbereitung für den Power-Jet-Kanal vorhanden ist.

Im Ansaugtrichter des Vergasers befindet sich ein eingegossener Körnerpunkt. Dahinter sitzt Kanal Nr. 1 ( $\varnothing$  ca. 2,5 mm), der nach links bis ins Freie geht. Kurz vor der Öffnung geht Kanal Nr. 2 ( $\varnothing$  ca. 3 mm) senkrecht nach unten in die Schwimmerkammer. Diese beiden Kanäle sind nicht verbunden, hier muss mit einem Bohrer ( $\varnothing$  ca. 2,5 mm), die Passage freigemacht werden. Das Ende des Kanals Nr. 2 (Dichtfläche der Schwimmerkammer) erhält ein Gewinde M4 x 6 mm (ca. 10 mm mit 3,3 mm vorbohren) , damit hier später die Düse eingeschraubt werden kann.

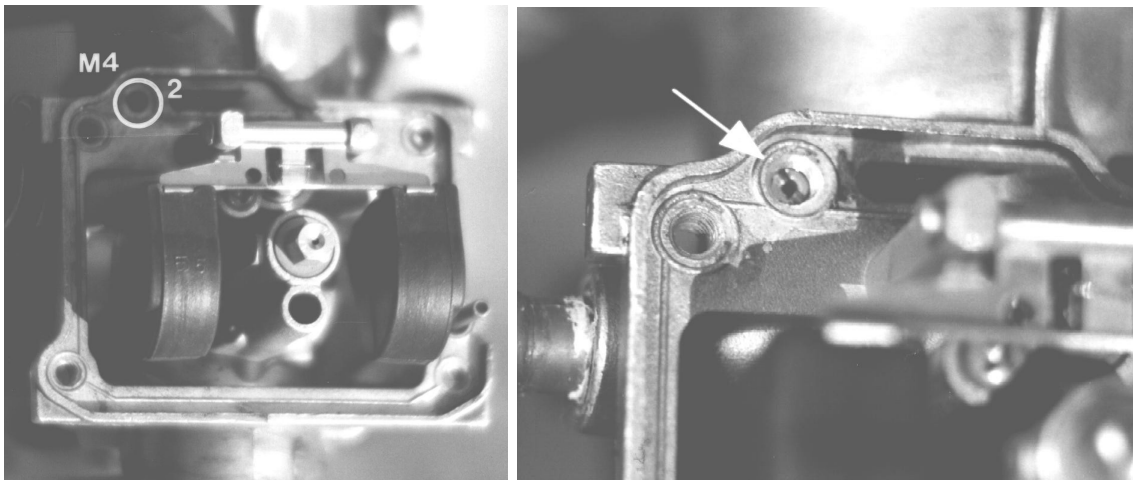


Bild 18: Gewinde M4 für Power-Jet (Links: Serie; Rechts: Umbau)

Nun wird die Verbindung vom Ansaugtrichter zum Kanal Nr. 1 mit einem 1,5 mm Bohrer hergestellt (Vom Körnerpunkt aus ca. 45° nach oben durchbohren).

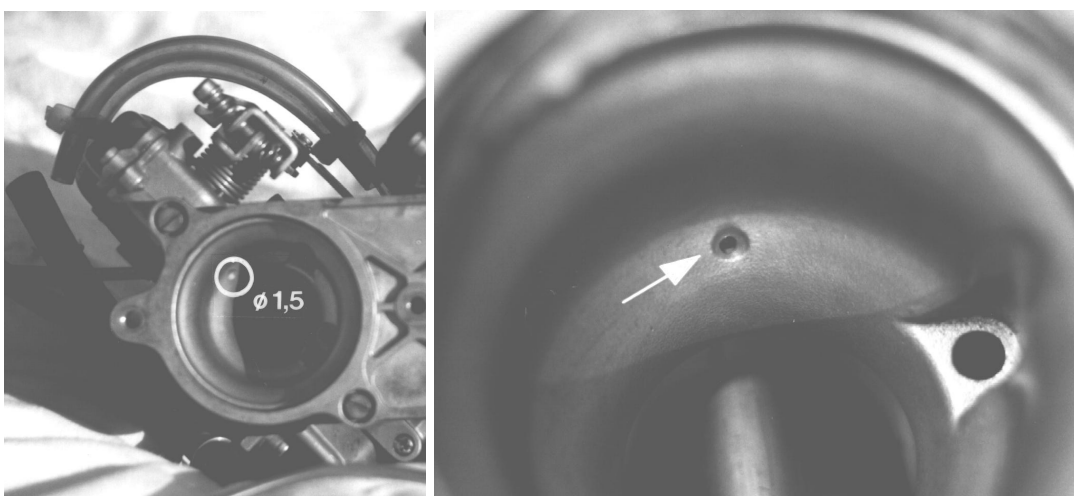


Bild 19: Verbindung zu Kanal Nr. 1 (Links: Serie; Rechts: Umbau)

Als nächstes wird, nach dem sehr gründlichen Ausblasen der Späne, das freie Ende von Kanal Nr.1 mit einem eingepressten Messingstopfen (ca. 3 mm Länge,  $\varnothing$  ca. 2,5 mm) **absolut dicht** verschlossen (zur Not geht auch eine kleine Kugel aus einem alten Kugellager). Unter Umständen kann man noch mit ein wenig Loctite oder Dichtungsmasse nachhelfen/versiegeln.

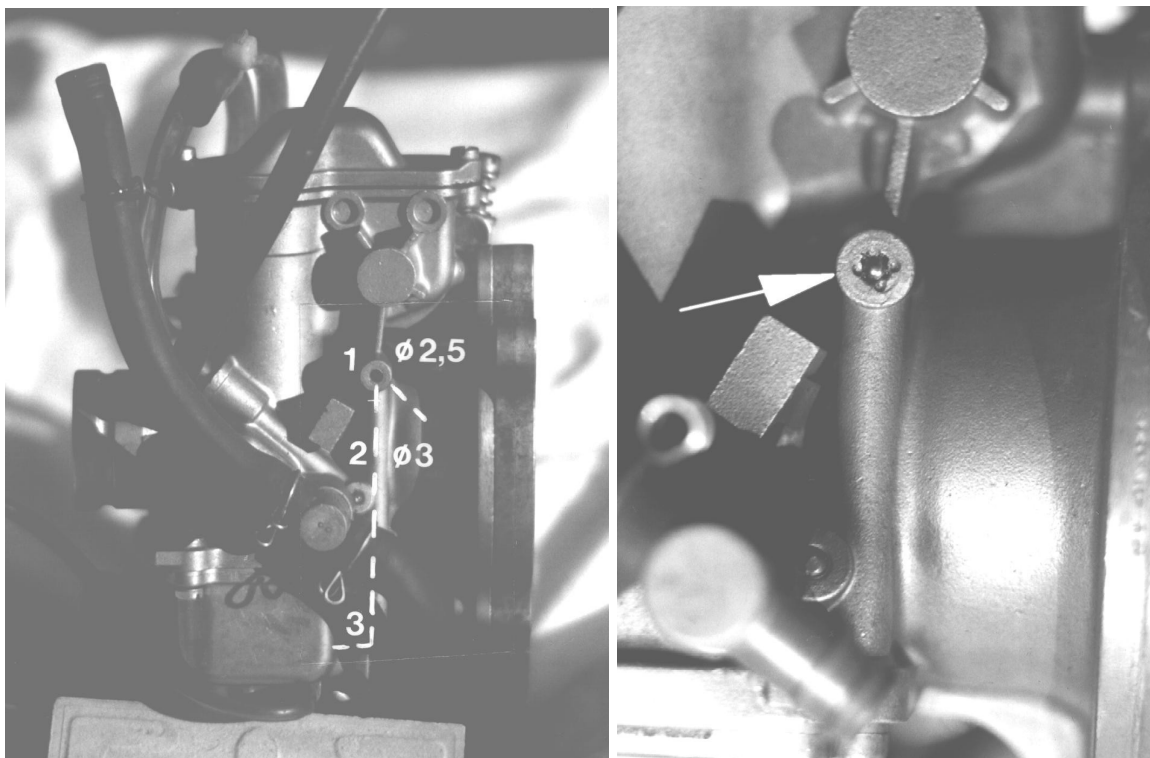


Bild 20: Verschießen von Kanal Nr. 1 (Links: Serie; Rechts: Umbau)

Nun kommt noch die Schwimmerkammer an die Reihe. Wenn man sie an den Vergaser hält, sieht man, dass Kanal Nr. 2 in der Schwimmerkammer weitergeht (Zur Abwechslung Kanal Nr. 3 genannt). An seinem ganz unteren Ende fehlt noch die Verbindung in den kraftstoffgefüllten Raum. Diese wird mit einem 2,5 mm Bohrer am ebenfalls vorhandenen (am Ende des Kanals Nr. 3 eingegossenen) Körnerpunkt hergestellt. Aber Vorsicht: Wenn Ihr dieses Loch zu ungestüm bohrt, kann eventuell die Außenwand der Schwimmerkammer durchstoßen werden; das gibt unerwünschte Entlüftungslöcher .....

Diese Prozedur muss man noch näherungsweise dreimal wiederholen, um den Umbau zu komplettieren. Wer sich das Ganze nicht zutraut, der möge mir seine Vergaser zwecks Umbau zuschicken. Ich bohre dann die Kanäle frei, schneide die Gewinde und verschließe das freie Ende von Kanal Nr.1 (Preis bei zerlegten Vergasern ca. 100,- DM)

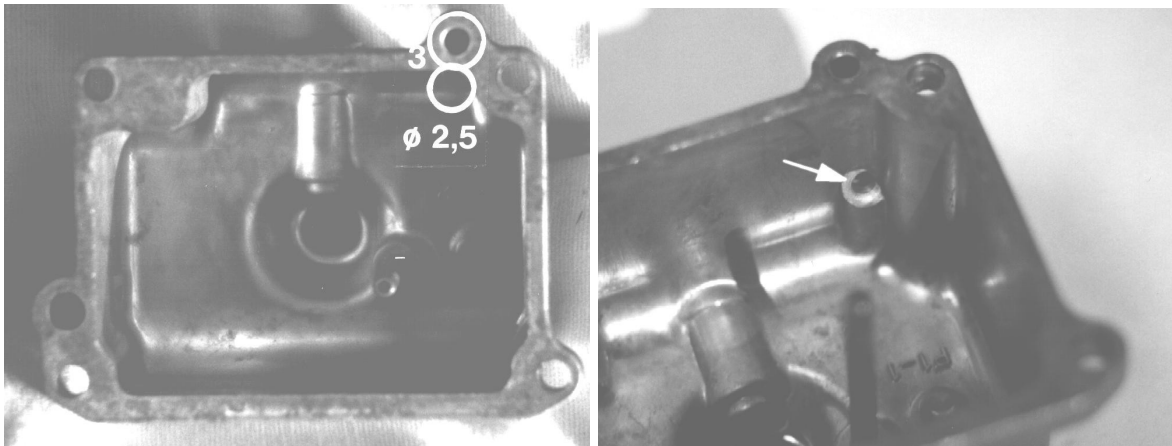


Bild 21: Schwimmekammer (Links: Serie; Rechts: Umbau)

Die dann folgende Bedüsungsanleitung in der Original-Anleitung [4] ist für meinen Geschmack mehr als dürftig. Sinngemäß kann man sie wie folgt rezitieren:

Die Grundabstimmung für Power-Jet-Vergaser wird bis 3/4-Gas normal ausgeführt. Im Bereich darüber wird nur noch mit der Power-Jet-Düse abgestimmt. Es kann eine kleinere (bis zu 20% weniger) Hauptdüse verwendet werden, wobei die Differenz mit dem Power-Jet ausgeglichen wird (Startwert für das Power-Jet auf der fetten Seite!). Nach der Feinabstimmung sollte ein spontanes und lochfreies Beschleunigen bei mittlerer Gasstellung gewährleistet sein. Bei Vollast steigt das Power-Jet mit ein und bewirkt eine Anfettung des Gemischs, die Klemmer vermeidet und den Motor bedarfsgerecht mit Sprit versorgt. Der Motor sollte im oberen Drehzahlbereich frei ausdrehen; wenn nicht, könnte die Power-Jet-Düse ein wenig zu groß sein.

Da mit dieser Anleitung normalerweise kein Mensch etwas anfangen kann, werde ich mich um brauchbare Daten dazu bemühen. Wer Interesse hat, kann mich dazu anrufen.

Als Basiswerte möchte ich die Lance Gamma Abstimmung anführen, der mit komplett offenen Luftfiltern und Rennauspuff eine #250'er Hauptdüse und eine #1.0 Leerlaufdüse als Power-Jet verwendet.

Bei der RD350 hat das erste Modell (1983 ohne Power-Jet) eine Hauptdüse von #240; die Nachfolgemodelle ab 1986 (mit Power-Jet) besitzen eine auf #185 reduzierte Hauptdüse. Dafür füllt die Power-Jet-Düse mit #65 ziemlich genau den Rest zu 240 ( $185 + 65 = 250$ ).

Aufgrund dieser Tatsache möchte ich empfehlen, für die 47X (Hauptdüse #195) die Hauptdüse auf Werte um #160 - #170 zu reduzieren und als Power-Jet z.B. normale Mikuni Leerlauf/Power-Jet-Düsen mit M4-Gewinde (Best.Nr.: N100606 + Größe #30 ... #150).



Bei Düsen von #25 - #30 wäre der Gesamtwert mit #185 bis #200 im vorgeschlagenen Bereich für entfernte Gummischnorchel und GFK-Membranen. Der prozentuale Anteil der Power-Jet-Düse beträgt dabei um die 15%.

Für die 1GE (Hauptdüse #165) gilt prinzipiell dasselbe, wobei auch die genannten Zahlenwerte für die Düsen übernommen werden können.

Als Power-Jet-Düse kann man natürlich auch (wie bei der Lance-Gamma-Abstimmung) Leerlaufdüsen (Best.Nr.: 30/97 + Größe #0,5 ... #2) einsetzen. Diese Teile sind (genau wie die N100606) recht preisgünstig (ca. 5,- / Stk.) über den Mikuni Vertrieb erhältlich. Der Preisvorteil schwindet aber durch den recht hohen Versandkostenanteil (Eine Großbestellung lohnt also...).

### 2.2.3 Das Düsenproblem

Durch ein "kleines Problem" bei der Abstimmung des Power-Jets auf die großen 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 (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 Bedüsung 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 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 350'er). 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-Jets (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 wahrscheinlich 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 auf jedem 10 DM-Schein (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 Durchsatz 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 verbleibenden Punkten einen Proportionalfaktor k errechnen.
- Aus einen 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:  $k = \text{Düsen Nr.} / \text{Durchsatz [ccm/min]}$  (d.h. für die Düse #170 mit 110,4 s bzw. 67,93 ccm/min ist  $k = 2,5024$ ). Für das Errechnen des korregierten Durchsatzwerts 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:  $y = k \times 125 \times 60 / \text{Durchflußzeit [s]}$

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>			

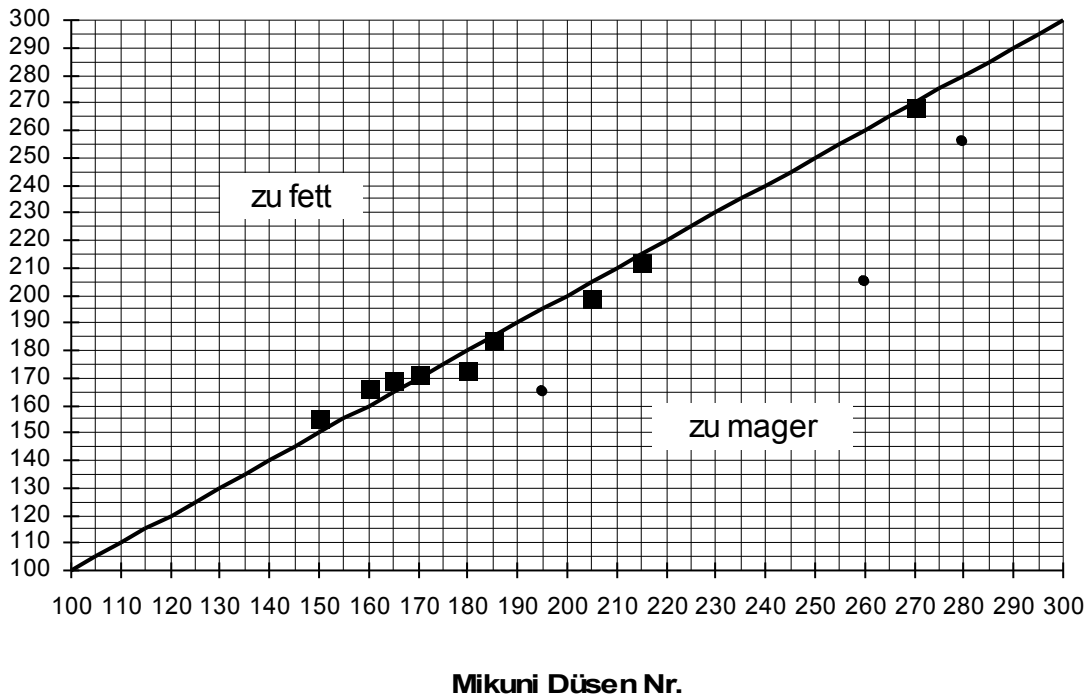
Düsen, bei denen der Durchsatz nicht mit dem Aufdruck übereinstimmte:

<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 4: Düsenmessungen

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 ...). Viel Spaß beim Messen .....

### Zuordnung Düsengrößen



- = Düsen mit ungefähr passenden Nummern
- = Ausreißer (#195/#260/#280)

Bild 22: Düsenmessungen

#### 2.2.4 Regelmäßige Wartung

Eine wichtige Wartungsarbeit ist die Synchronisation der Vergaserschieber. 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.

Um die Schieber sehr genau zu justieren, muss man den "Luftfilterkasten" entfernen. Man kann dann von rechts und links in die Vergaser schauen und die Schieber sehen (Die Methode im Werkstatthandbuch ist übrigens nicht so gut, da durch leichte Winkelverschiebungen in der Übertragungsmechanik die Schieber einer Batterie nicht die gleiche Erhebungskurve haben, und so die Schieber bei knapp über Leerlaufstellung zu große Unterschiede haben können!).

Die Seilzüge werden zunächst so eingestellt, dass beide Schieber einer Motorseite beim Gasgeben gleichzeitig an der Oberkante der Vergaserbohrung verschwinden. Danach stellt man die Schieber der anderen Motorseite so ein, dass

a) der obere und der untere Schieber

und b) beide gleichzeitig mit den Schiebern der anderen Seite an der Oberkante der Vergaserbohrung verschwinden.

Es müssen am Ende alle vier Schieber synchron beim Gasgeben an der oberen Bohrungskante verschwinden.

Alternativ dazu kann man bei Teillastproblemen die Vergaserschieber so synchronisieren, dass man bei leicht geöffnetem Schieber z.B. einen 6 mm Innensechskantschlüssel gerade so unter den Schieber stecken kann (Die anderen Schieber in genau derselben Gasstellung auch so justieren, dass der Inbusschlüssel gerade so unter den Schieber passt; ev. Helfer zum Gashalten nötig)

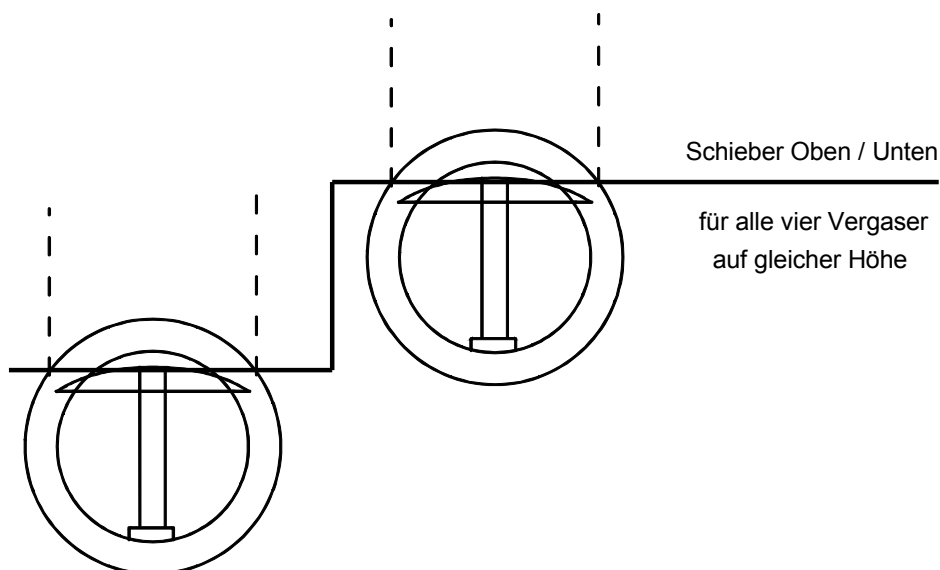


Bild 23: Genaue Synchronisation der Vergaserschieber

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 (zugesezte Querbohrungen) 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.

### 2.2.5 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 zuviel probieren muss!

Außerdem hilfreich ist ein Satz Colortune (Durchsichtige Zündkerzen, mit denen man die Verbrennungsfarbe sehen kann).

**Problem Nummer 1:** Was für einen Vergaser nehme ich denn jetzt? VM 32 mit Rundschieber oder lieber einen richtig großen mit Flachschieber (TM 34 PowerJet)?  
Antwort: Man nimmt entweder das, was man gebraucht günstig bekommt (Kriterium: schon mal auf 'ner RD 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 für den Einzelhubraum von 125 cm<sup>3</sup> liegt zwischen 34 und 38 mm.

Durch die kleinen Membranen der RD500 ist hier die optimale Größe aber nur 28 ..30 mm! [4] Mit einem Umbau auf YPVS-Membranen kann man natürlich die Größen von 30 - 34 mm verwenden.

Unter Umständen kann ein Aufbohren der Serien-Vergaser sinnvoll sein, da man dadurch sehr viel Bastelarbeit beim Anbau an den Motor spart [1].

Mein heißer Tip: Die Mikuni TMX-Flachschiebervergaser TM30-6. Sie haben einen Durchlass von 30 mm, ein Power-Jet System, passende Anschlussmaße für die Ansaugstutzen und sie kosten nur ca. 215,- DM/Stk. (+MwSt!).

In Frankreich sind Vergaser der Kawasaki KR1S (28 mm) an der RD500 sehr beliebt. Die sind vom Bauraum nicht allzu groß und dort recht preisgünstig

Die Mikuni TM-Flachschiebervergaser sollen besser ansprechen und auch leichter und eindeutiger abzustimmen sein, als die VM-Rundschiebervergaser. Die Neupreise liegen pro Stück bei ca. 180,- für die VM-Vergaser in der Größe 30 mm.

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

Antwort: Das ist bei der RD500 nicht so schwer, denn die 28/30-er Rund- und Flachschieber passen auch so an die Serienstutzen. Noch größere Vergaser müssen dann mit viel Geduld und heißem Wasser/Heißluftgebläse auf die Stutzen gefummelt werden.

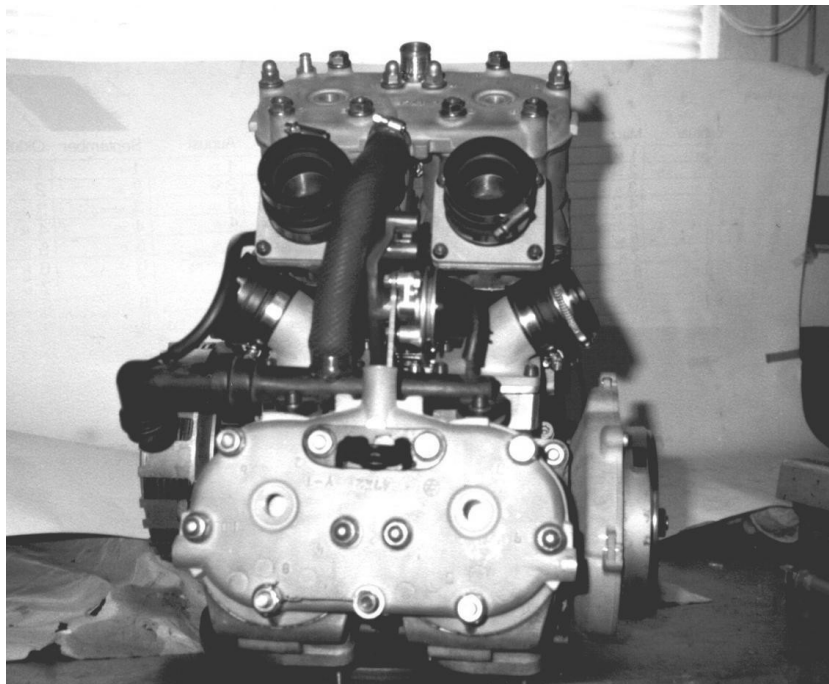


Bild 24: Fried Motor mit selbst gefrästen Ansaugstutzen für 34'er RGV Vergaser

Man kann sich natürlich auch neue Ansaugstutzen basteln. Diese hier sind vom Thomas Fried, aber da er ca. 90 (!) Arbeitsstunden investiert hat, um die Dinger aus dem Vollen zu fräsen, ist das nicht zur Nachahmung empfohlen.

Wenn man für die oberen Zylinder eine ähnliche Anordnung anstrebt, wie der Thomas, dann sollte man ruhig mal die RD350 Serien-Ansaugstutzen probieren. Die TM30 Vergaser passen da nämlich dran .....

Nicht so hübsch, aber genauso wirkungsvoll sind einfache, abgeschrägte Alu-Klötze mit universal Mikuni Ansaugstutzen. Als Beispiel soll wieder die Ausführung für die RD350 reichen.



Bild 25: Mikuni-Ansaugstutzen und Eigenbau-Lösung für RD350

**Problem Nummer 3:** Wie Sorge ich dafür, dass die Serienanschlüsse (Gaszüge, Benzinahn,... ) erhalten bleiben? Antwort: Da der Original-Gaszug einen Zweifach- und einen Dreifach-Verteiler (2 x Vergaser-Öffner + 2 x Vergaser-Schließer + Ölpumpe) hat, kann man den schlecht für vier einzelne Vergaser verwenden.

Ich würde einen neuen Gaszug basteln, der eine Verteilertrommel wie in der unteren Skizze benutzt. Man kann natürlich auch die beiden Öffner-Züge mit je einem RGV250 Verteiler kombinieren (der hat nämlich so eine Trommel; allerdings nur mit drei Ausgängen).

Andere haben angeblich einen geänderten Suzuki RG500 Gaszug benutzt (die hat zumindest vier Einzelvergaser).



Die Luftaufbereitung muss unbedingt durch die Serien-Ansaugboxen erfolgen, da nur so eine entsprechende Luftführung und -beruhigung erfolgt, die zur einwandfreien Funktion erforderlich ist! [4] Das bedeutet einen immensen Bastelaufwand, weil hier eine neue Halteplatte nötig ist, um die Serienluftfilter an die anderen Vergaser anzuschrauben.

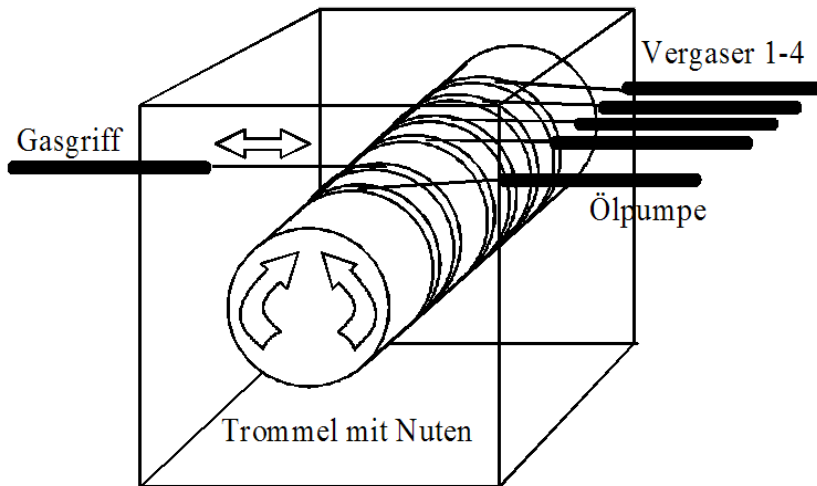


Bild 26: Eigenbau Gaszugverteiler

Das Verbindungsrohr zwischen den Ansaugtrakten erschwert die exakte Abstimmung und verschlechtert bei großen Vergasern auch das Laufverhalten. Die Öffnung sollte mit einem Blindstopfen verschlossen werden [3].

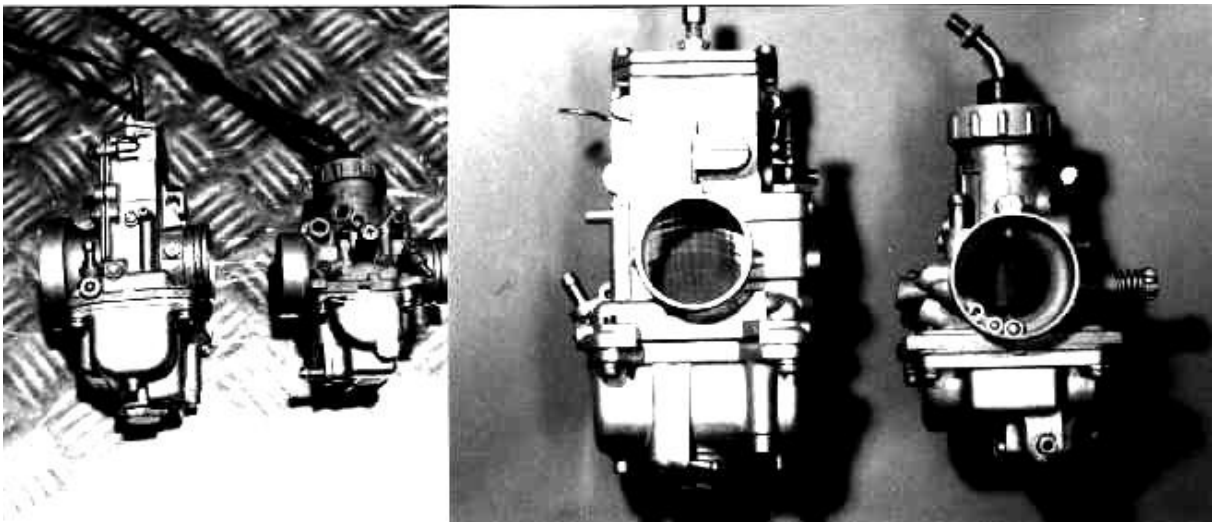


Bild 27: Vergaser TM34 und VM26 (RD350) im Vergleich

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, Nadelposition, und Hauptdüse (Nadeltyp und Düsenstock passen in etwa in der Grundabstimmung).

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 um #30 - #40 liegen, damit bei Stadtfahrten die Kerzen nicht verölen. Die CO-Schraube (so vorhanden) wird gerade soviel herausgedreht, dass sich der Motor beim Gasgeben aus unteren Drehzahlen nicht verschluckt. Beim Serienvergaser muss man mit der Leerlaufdüse abstimmen, wobei eine größere Luftdüse ein magereres Gemisch bedeutet.

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 Fetttes.

Falls das Kerzenbild immer schwarz bis dunkel bleibt, kann man auf die 9'er Kerzen wechseln und den Test wiederholen.

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

Bei Verwendung von Power-Jet-Vergasern sollte man den Vollastbereich nur mit der Power-Jet-Düse abstimmen. Das hat den Vorteil, dass der Teillastbereich davon weitgehend unberührt bleibt.

Die Klemmposition der Düsennadel wird ebenfalls nach der Maßgabe "optimales Beschleunigen" wie die CO-Schraube (bzw. Leerlaufschraube) abgestimmt.

Nach Aussagen mehrerer Praktiker auf diesem Gebiet, passen die Grundabstimmungen bezüglich Nadeltyp und Stock der käuflichen Vergaser-Kits für 125'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 Versuchsfleißes (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 7, 14 und 21 mm arretieren.

Marco Böhmer verwendet für seine Vergaserabstimmungen einen Lambda Tester mit beheizter Sonde (Bosch LSM11). Damit kann man deutlich schneller das richtige Setup finden und auch der Teillastbereich kann perfekt abgestimmt werden.

Zur Orientierung, welche Bauteile bei welcher Gasschieberstellung Einfluß haben, gilt bei einem 28'er Vergaser:

- 0 bis 1/8 - Gas (0 bis 3,5 mm) Leerlaufdüse, CO-Schraube, Leerlaufdüse
- 1/8 bis 1/4 - Gas (3,5 bis 7 mm) Leerlaufdüse, Schieberausschnitt, Düsenstock
- 1/4 bis 3/4 - Gas (7 bis 21 mm) Düsenstock, Düsennadel, Hauptdüse
- 3/4 bis Vollgas (21 bis 28 mm) Hauptdüse, Power-Jet-Düse

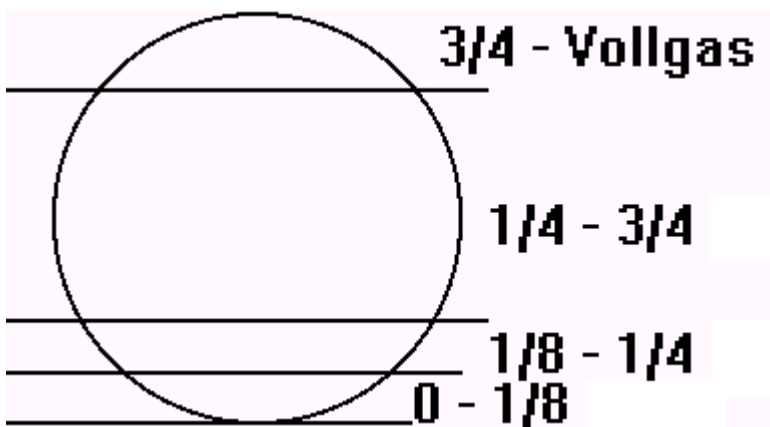


Bild 28: Einflußgebiete der Vergaserbauteile [1]

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 (Serienvergaser: größere Leerlaufdüse = magerer). 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 bei Mikuni 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

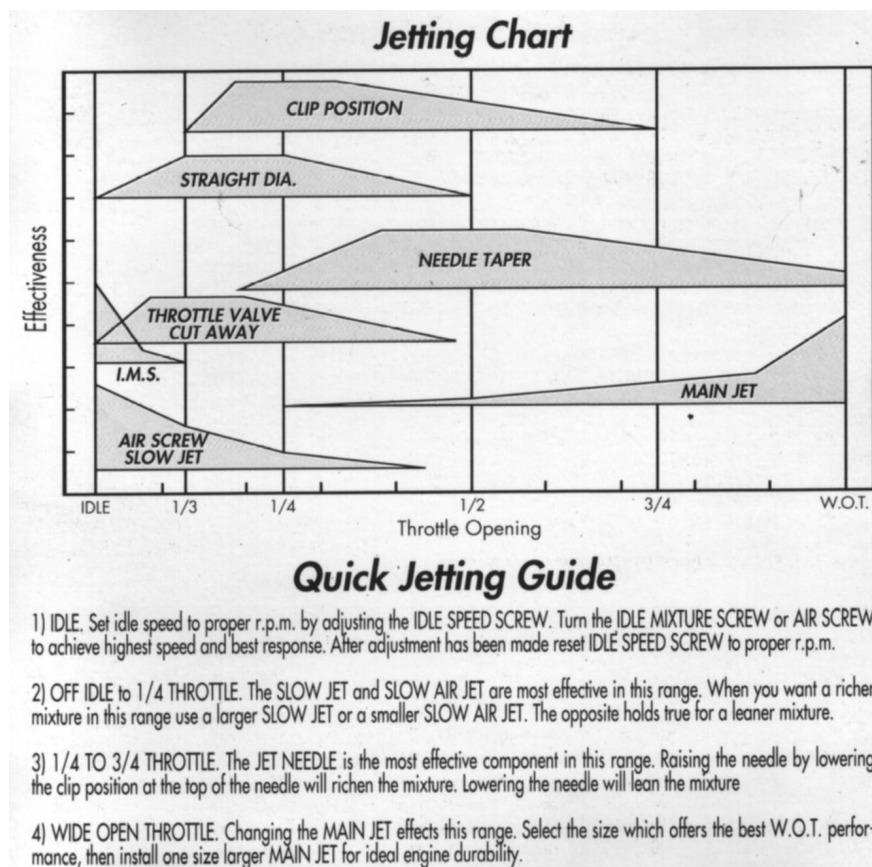


Bild 29: Einflußgebiete der Vergaserbauteile (Fa. Orma Active Membranen)

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.

Es ist zu vermuten, dass die Abstimmung der Rennmaschinen bzw. von 125'ern nicht allzu weit von derjenigen der RD 500 entfernt ist [1]. Als Argument dafür möchte ich noch einmal die Vergaserdaten der Yamaha Rennmaschinen und der Cagiva Mito 125 aufführen :

Modell	<b>TZ 250</b>	<b>TZ500</b>
Mix (Öl/Kraftstoff)	1:15	1:15
Vergasertyp	VM34SS	VM34SS
Hauptdüse	#230-#270	#280-#380
Leerlaufdüse	#60	#50
Düsenstock	N-8	N-8
Düsennadel	6DH3 (3. Pos.)	6F22 (3. Pos.)
Schieberausschnitt	2,0	2,0
CO-Schraube (Umdr.)	1,0	1,5
Schwimmerhöhe	21,9 mm ± 1 mm	33 mm ± 1 mm

Tabelle 5 : Vergaserdaten TZ-Rennmaschinen

Diese Angaben gelten natürlich nur für die Mikuni Vergaser. Es gibt von Dell'Orto noch die PHBH/PHBE Serie, die auf vielen italienischen 125'ern drauf ist. Sie haben eine Choke-Betätigung per Seilzug und sind außerdem noch sehr preisgünstig. Leider habe ich außer den Cagiva Werksangaben absolut keine Abstimmungs-Daten.

Modell	<b>Mito II</b>	<b>Mito II Racing</b>
Mix (Öl/Kraftstoff)	Getrenntschmierung	<=
Vergasertyp	PHBH 28 RD	PHBH 28 RD
Hauptdüse	# 148	#175
Leerlaufdüse	#48	#55
Düsenstock	266 BC	266 T
Düsennadel	X 33 (2. Pos.)	SX 18 (2 Pos.)
Power-Jet-Düse	#95	#80
Choke-Düse	#65	#65
Schieberausschnitt	60	40
CO-Schraube (Umdr.)	1,5	1,5
Schwimmengewicht	6,5 Gramm	<=

Tabelle 6 : Vergaserdaten Cagiva Mito125

*Die TZ 500 hat übrigens ähnliche Zylindermaße (56 x 50,7 mm) wie die RD 500 (56,4 x 50 mm) und die Cagiva Mito (56 x 50,6 mm).*

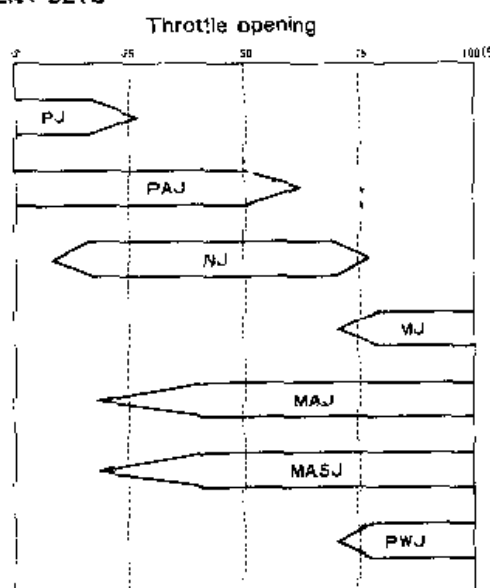
*Die Mito-Vergaser haben eine ovale Bohrung, damit bei Teillast die Strömung nicht zu langsam wird, und so eine vernünftige Abstimmung möglich ist!*

**Man beachte den Anteil von ca. 39 bzw. 31% der Power-Jet-Düsen an der Gesamtdüsengröße von #243 (#148 + #95) bzw. #255 (#175 + #80)!**

Eine Komponente, auf die bisher nicht eingegangen wurde, ist die Hauptluftdüse. Das hat hauptsächlich den Grund dass bei den RD-Serienvergasern 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 folgendes.


#### CARBURETION BY DIFFERENT JETS



This diagram indicates where each jet affects the carburetion throughout the throttle opening range.

- PJ (Pilot Jet): With 15% of throttle opening, carburetion is affected in the entire revolution range and with 25% of throttle opening, in the range over 9,000 rpm.
- PAJ (Pilot Air Jet): With less than 50% of throttle opening carburetion is affected in entire revolution range.
- NJ (Needle Jet): With 15 – 25% of throttle opening, carburetion is affected in entire revolution range; with 35 – 50% of throttle opening, over 9,000 rpm; and with 75% of opening, over 11,000 rpm.
- MJ (Main Jet): With 75% of throttle opening, carburetion is affected in the revolution range over 9,000 rpm, and with 100% of throttle opening, in the range over 7,000 rpm.
- MAJ (Main Air Jet): From 15% of throttle opening, carburetion begins to be gradually affected, and with more than 50% of opening, it is affected in entire revolution range.
- MASJ (Main Air Solenoid Jet): With approximately the same throttle opening range as MAJ, it can affect carburetion. However, due to the duty solenoid control, carburetion influence is limited to within 5,000 – 9,000 rpm and over 11,000 rpm.
- PWJ (Power Jet): With 75% of throttle opening, carburetion is affected in the revolution range over 10,000 rpm, and with 100% of throttle opening, in the range over 8,000 rpm.

Bild 30 : Düseneinflüsse bei den RGV-Vergasern

MJ Increment of # 10	# 320 } # 450	Leaner ↑ ↓ Richer	PJ Increment of # 2.5	# 20 } # 40	Leaner ↑ ↓ Richer
NJ	0-6 } P-2	Leaner ↑ ↓ Richer	PWJ	# 50 . # 60	Leaner ↑ ↓ Richer
JN	Clip position 1st 5th 	1st } 5th Leaner ↑ ↓ Richer	PAJ MAJ MASJ PWJ II Increment of # 0.1	0.5 } 0.9	Leaner ↑ ↓ Richer *

- \* Because PAJ, MAJ and MASJ are air metering jets, the larger the number, the more air will flow, resulting in richer mixture.
- \* Do not change the JN clip position but leave it in the 3rd groove.
- \* Do not change the MAJ number from 0.5.
- Basically, it is not necessary to change PAJ, MAJ or MASJ for tuning carburetion. Instead, replace PJ, NJ or MJ for different carburetion. Only when time is limited and changing carburetion in the pilot or main system is desired, PAJ or MASJ may be replaced as an alternative tuning. However, such a tuning method is not recommended because at times loss of total carburetor balance may result.

Bild 31 : Düseneinflüsse bei den RGV-Vergasern

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

- Der Einfluss der Hauptdüse (MJ = Main Jet) ist bei ¾ 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. ½ Schieberöffnung beeinflusst sie den ganzen Drehzahlbereich.
- Der Einfluss der Power-Jets (PJ = Power Jet) ist bei ¾ 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.



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 gilt definitiv: große Luftdüse = mageres Gemisch).

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 ...

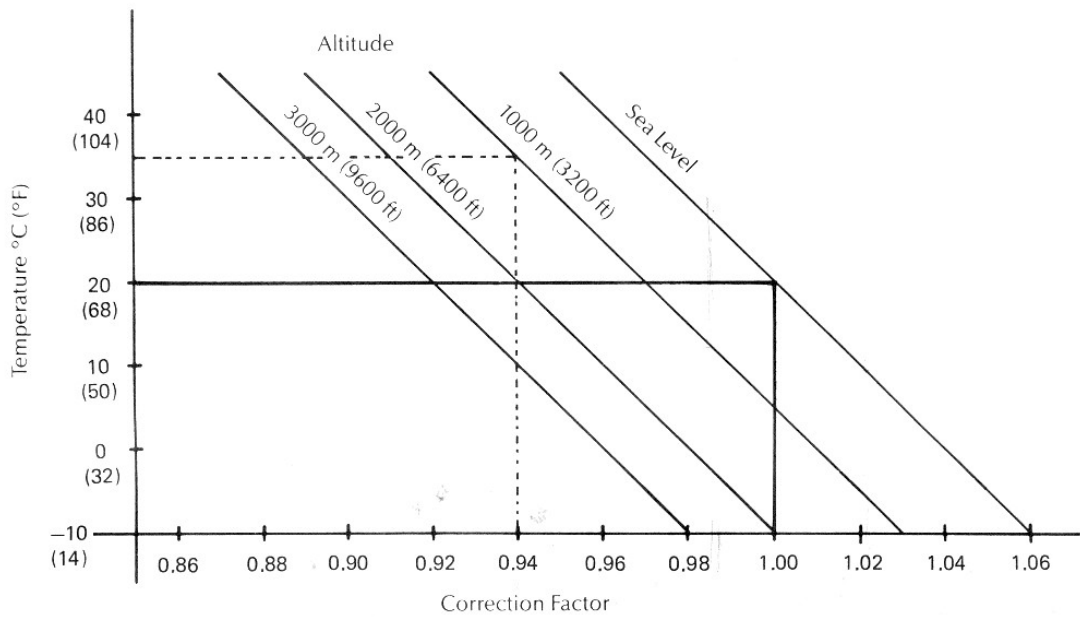
Die ominöse MASJ (Main Air Solenoid Jet) ist eine Düse, die in den Schlauch des Nebenluftkreises eingebaut wird. Sie hat die gleiche Funktion wie die Hauptluftdüse, wird aber von der Zündbox elektronisch angesteuert (ist also nicht immer im Eingriff). Die Angaben dazu können also für „normale“ Vergaser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

### *2.2.6 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 Wetterbedingt 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 32 : 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“ – siehe Kapitel Düsenmessungen ....

### 2.2.7 VM 34 Rundschieber-Vergaser

Von Glenn v. d. Geld aus Holland habe ich Abstimmungsdaten zu VM 34 Vergasern bekommen. Das Motorrad wurde mit diesem Setup mit Rennauspuffen im Rennbetrieb bewegt; für die Straße (mit Original-Auspuffen) war es im Unteren Bereich zu fett.

Die Vergaser stammen wahrscheinlich von irgendeiner TZ, da die Standgasschraube fehlt. Es wurden die Originalen Luftführungen zu den Vergasern verwendet.

Die Zylinder waren wie nachfolgend beschrieben bearbeitet; es wurden RD350YPVS Membranen mit Stahlzungen verwendet. Das Ganze wurde dann durch selbst gefertigte Auspuffe ins Freie entlassen.

Um den unteren linken Vergaser montieren zu können (Lima-Gehäuse im Weg) wurde eine schräge Adapterplatte verwendet.

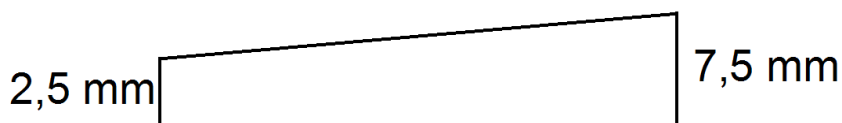


Bild 33: Schräge Adapterplatte für VM 34

Am Chassis wurde nur die Bremsanlage auf Lockheed-Zangen mit Graugußscheiben umgebaut.

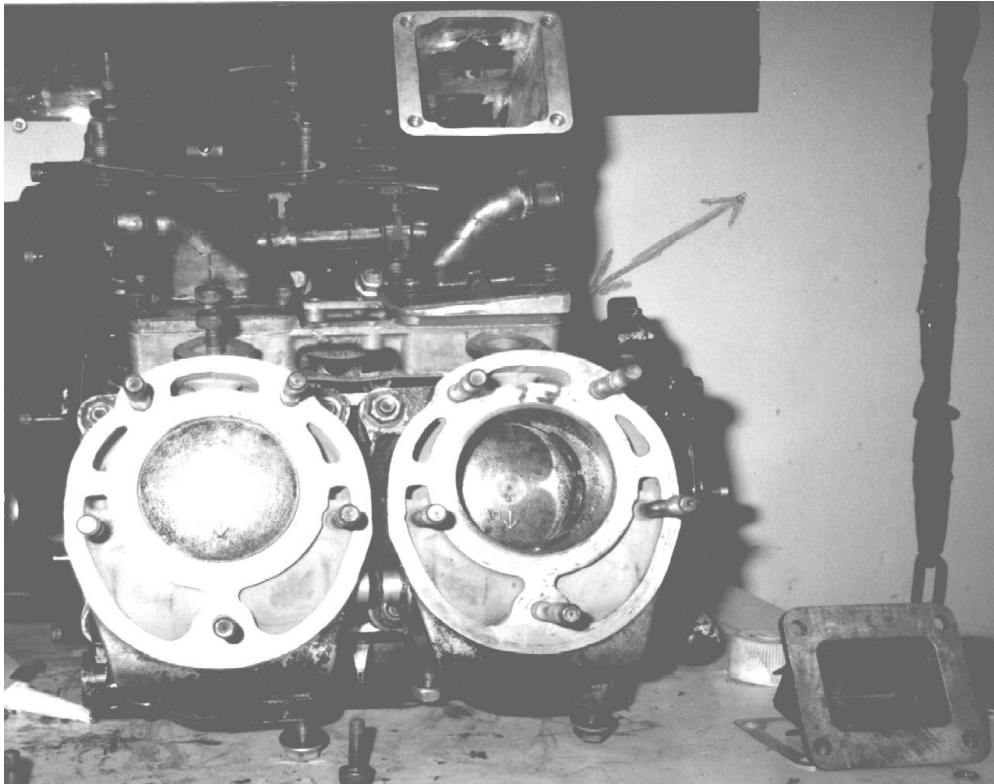


Bild 34: Untere Zylinderbank mit Adapterplatte

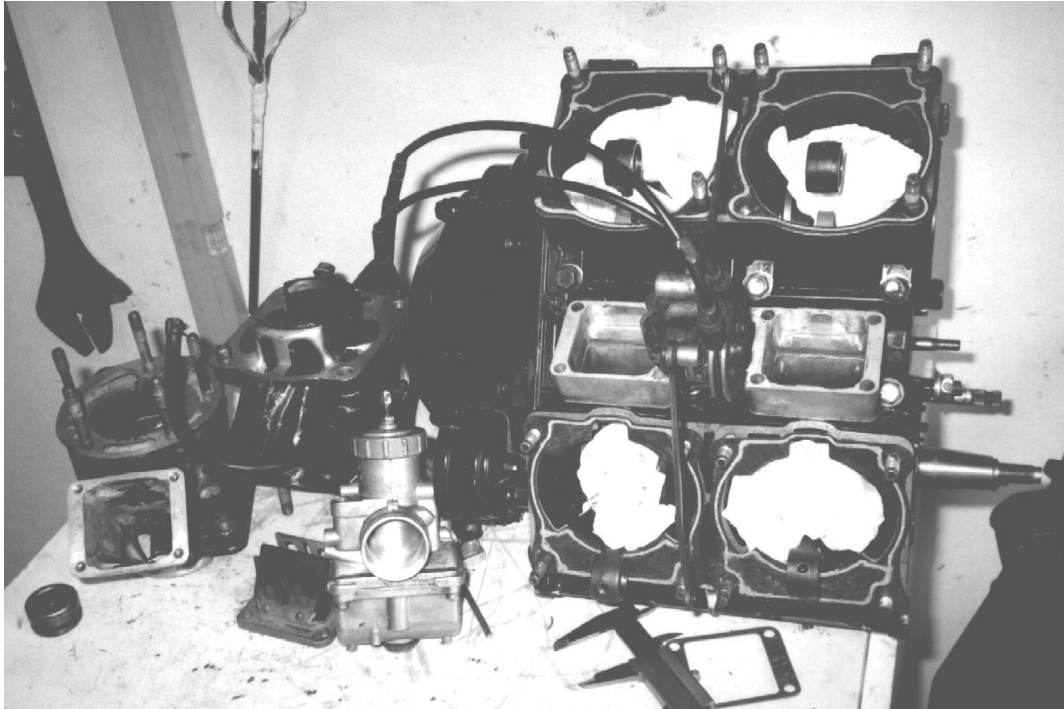


Bild 35: Motoransicht

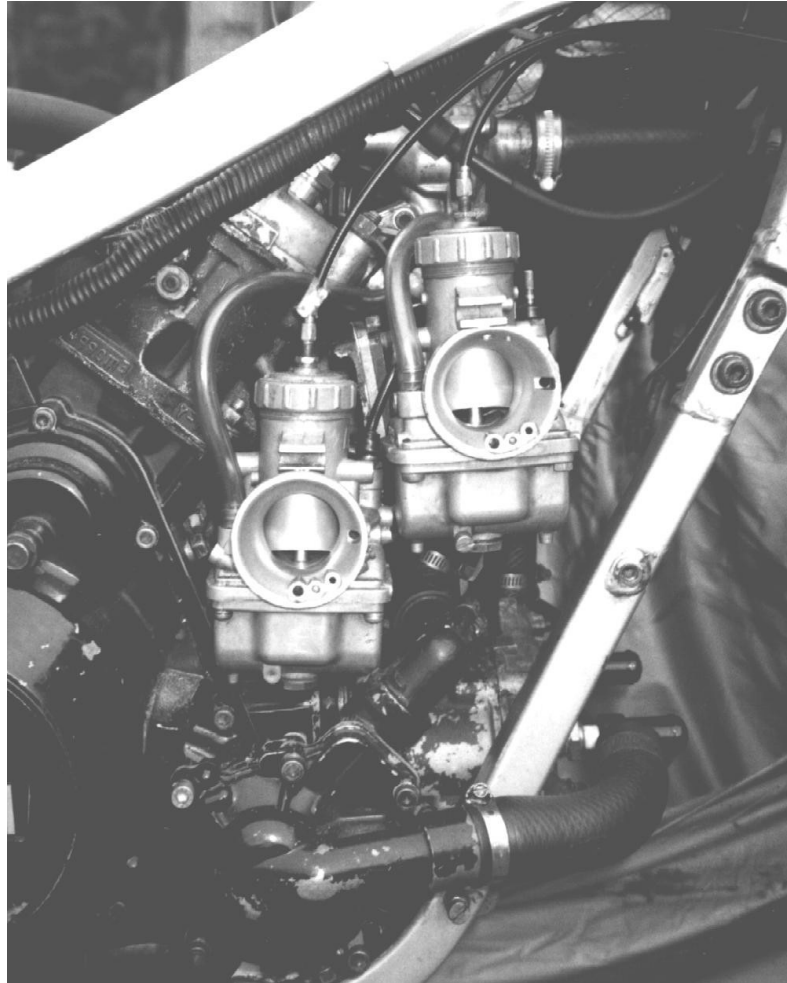


Bild 36: VM34 in eingebautem Zustand

Zum Abschluß noch das benutzte Setup der VM34:

Vergaser VM34	Vordere Bank	Hintere Bank
Hauptdüsen	# 270	<-
Leerlaufdüsen	#70	<-
Schieberausschnitt	2.5	<-
Düsenstock	O-2 (159)	<-
Nadel	6F9, Pos. 2	6F4, Pos. 2

Tabelle 7 : Setup VM34

### 2.2.8 TM30-6 Flachschieber-Vergaser

Meiner Meinung nach liegt die ideale Vergasergröße für den RD500 Motor bei 30 bis 32 mm. Das ist ein guter Kompromiss zwischen Leistung und Alltagstauglichkeit.

Die Mikuni TM30-6 passen in die Serien-Ansaugstutzen, es ist aber wohl die schräge Adapterplatte nötig. Als Luftfilter kämen größere ovale Schaumstofffilter aus dem Automobilbereich in Frage.

Der Anschluss für den Unterdruck-Benzinhahn kann z.B. an eines der Verbindungsrohre zwischen den Ansaugstutzen angebracht werden. Ich habe es bei der RD350 einfach mit Zweikomponentenkleber eingeklebt.

Bei der Choke-Betätigung sollte man auf RGV250 Teile zurückgreifen. Die hat den Choke am Lenker und die Kolben/Aufnahmen passen in die TM's.

Nach mehr als zwei Jahren Einsatz auf der RD350 kann ich diese Kombination als voll alltagstauglich empfehlen. Für die RD500 können die folgenden Setups allerdings nur ein Anhaltspunkt sein.

Vergaser	TM30-6 31K	TM30-6 31K	TM30-6 m. Jolly's
Hauptdüse	#270	#150	#165 - #190
Power-Jet-Düse	stillgelegt	#55	#50 - #60
Nadel	5EL68, Pos. 3	5EL68, Pos. 3	5EL68, Pos. 2
Düsenstock	N-4	N-9	N-9
Leerlaufdüse	#27,5	#27,5	#27,5
CO-Schraube	1 1/2 Umdr.	1 3/4 Umdr.	1 1/2 Umdr.

Tabelle 8 : Setup Mikuni TM30-6

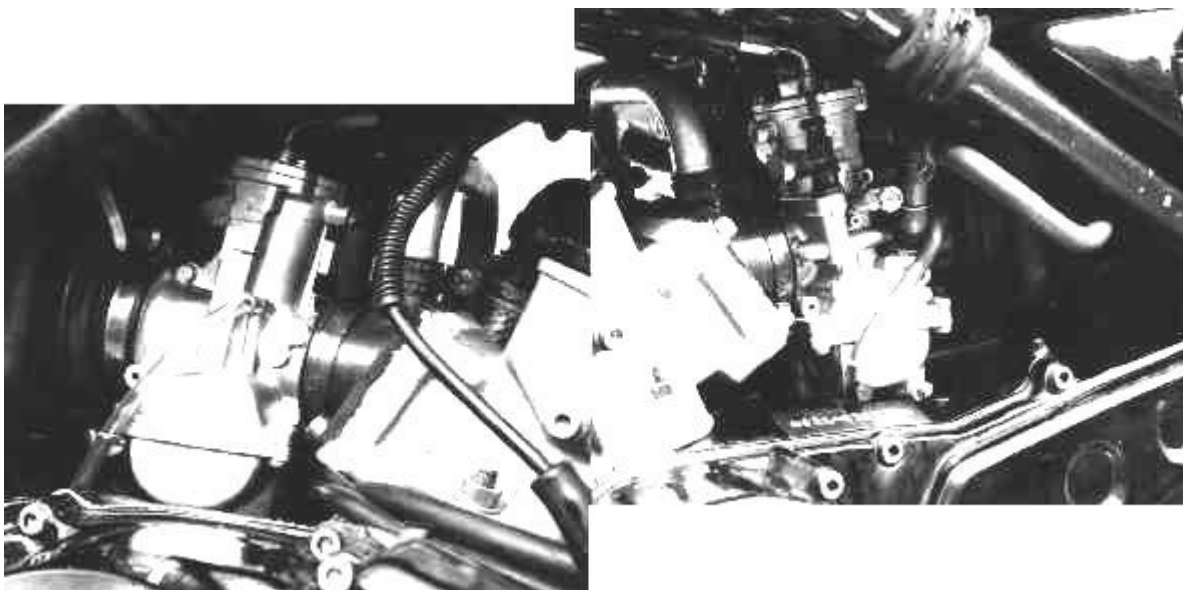


Bild 37: TM30-6 in eingebautem Zustand (RD350)

### 2.2.9 Saugrohr-Einspritzung RD350YPVS

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 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).

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.

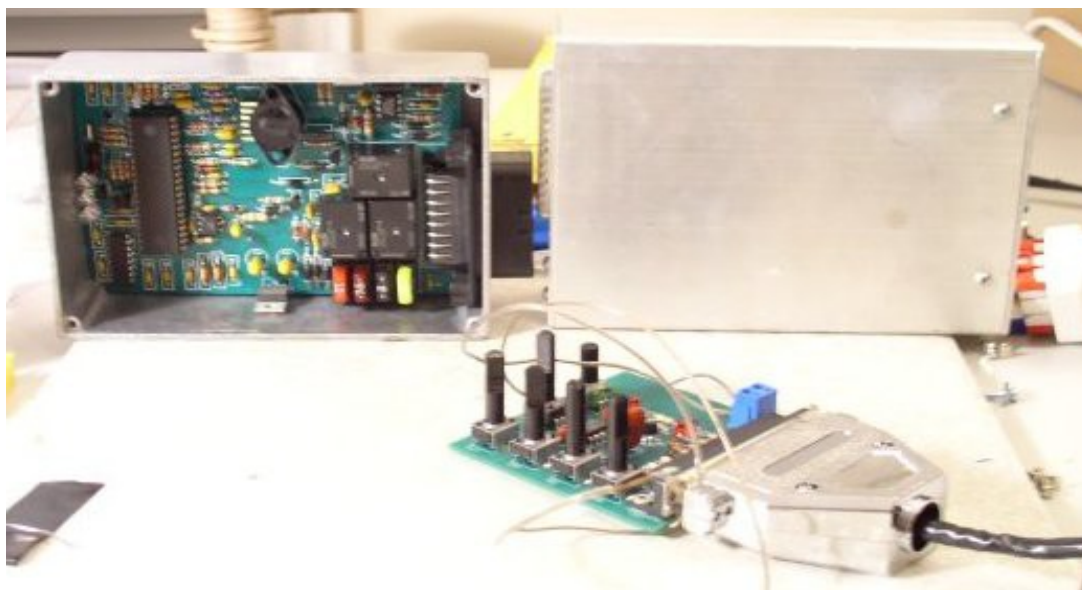


Bild 38 : Steve's MiniMegaSquirt ECU (Testlauf mit dem stimulator board)

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.

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 39 : 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 Vollast 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. Für die RD500 wichtig: Es sind insgesamt 4 Einspritzkörper vorhanden, die man beliebig anordnen kann ...

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)

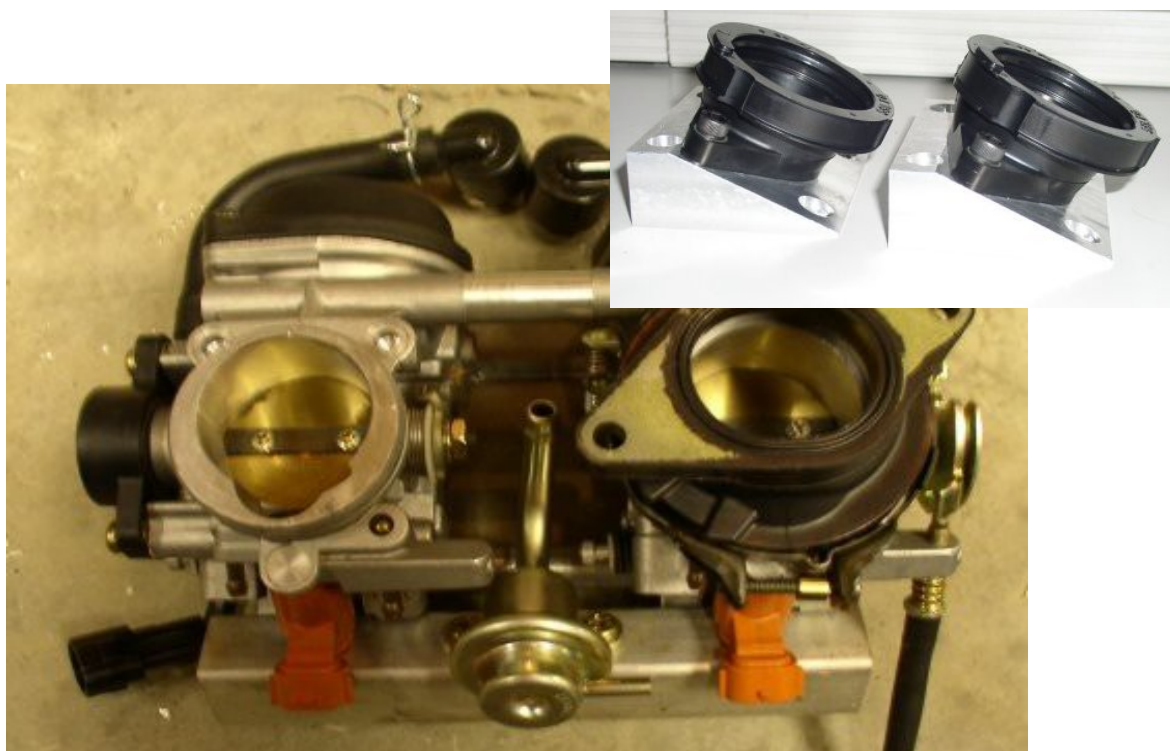


Bild 40 : R6 Ansaugstutzen, Einspritzkörper und Druckregelventil f. RD350 modifiziert.

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 Alkoholbasiert 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 nur ca. 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 auch 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 41 : 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

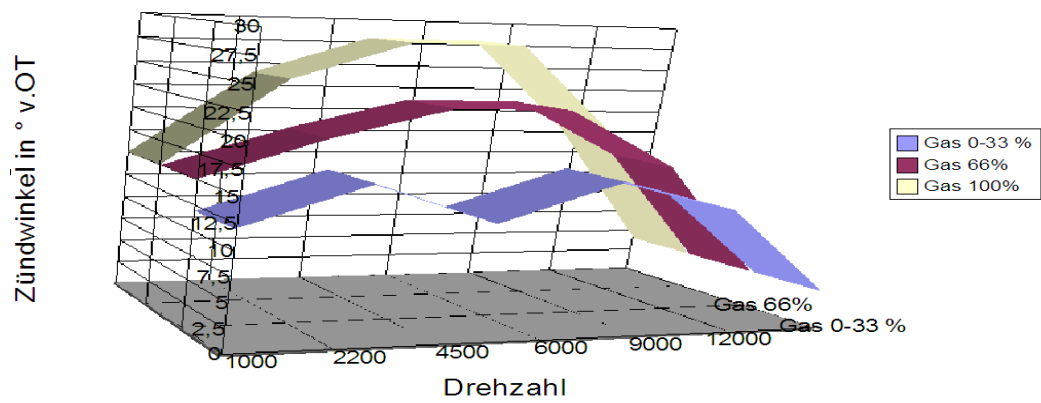
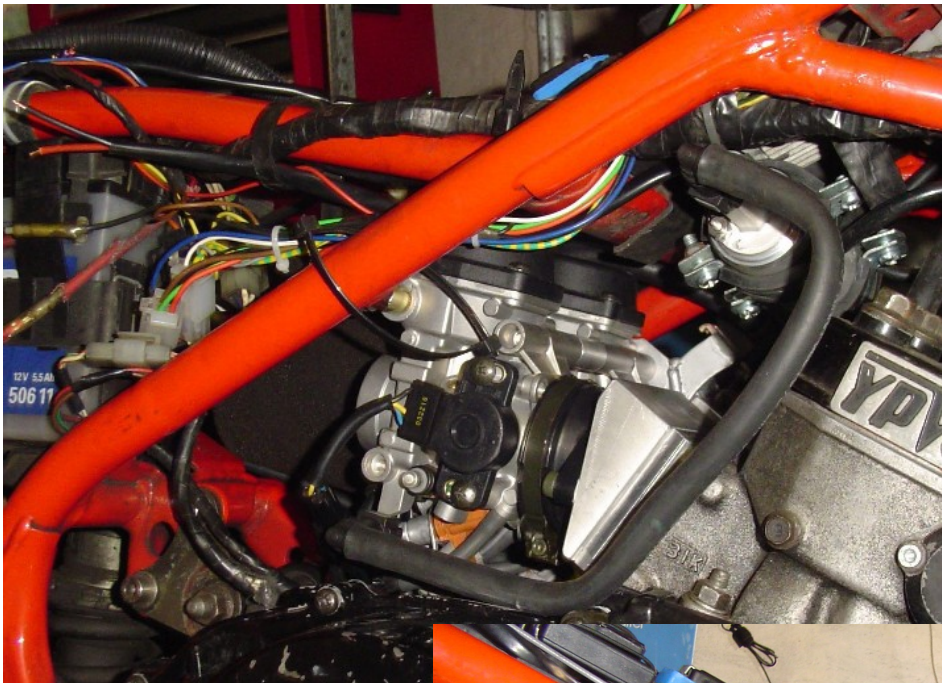


Bild 42 : Optimiertes Zündkennfeld für gutes Teillastverhalten

Bild 43 : Fertige Version  
an meiner RD350

## 2.3 Einlaßkanal

### 2.3.1 Einlaßmembranen

Wenn man die original Membrankäfige weiterverwenden möchte, sollte man sie etwas strömungsgünstiger gestalten [1,4].

An den Stegen und seitlich sind meist noch kleinere Grate, die mit einer Schlüsselfeile entfernt werden können. Auf der dem Vergaser zugewandten Seite wird der Steg etwas spitzer angefeilt und geglättet.

Der obere Radius der Käfigöffnung wird um ca. 3 mm in Richtung Befestigungsschraube erweitert und mit einem Radius versehen. Zusätzlich kann der Bereich an der Dichtfläche zum Ansaugflansch erweitert werden; dann muss man aber auch den Ansaugstutzen anpassen.

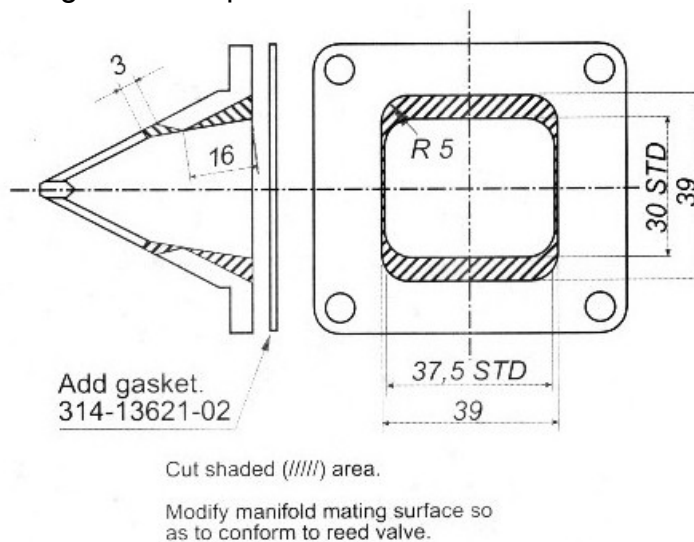


Bild 44: Bearbeitung der Membrankäfige [4]

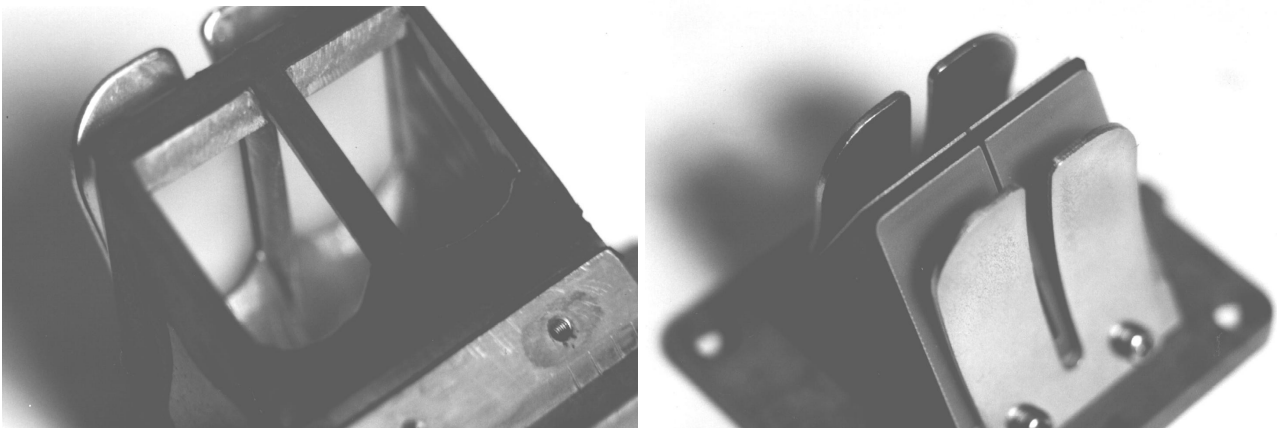


Bild 45: Links : Bearbeitete Käfige (47X); Rechts: GFK-Membranen (Götz)

Es gibt bei verschiedenen Rennsportläden für die RD 250/350 LC (1980-82) sogenannte "Rennmembrane" aus Glasfaserkunststoff. Diese passen ohne weiteres auf die RD 500-Käfige.

Die Membran sorgt beim Vorverdichten im Kurbelgehäuse dafür, dass die angesaugten Gase nicht wieder zum Einlaß herausgedrückt 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!

Im folgenden Bild sind die Auswirkungen von verschiedenen dicken Membranen dargestellt.

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			

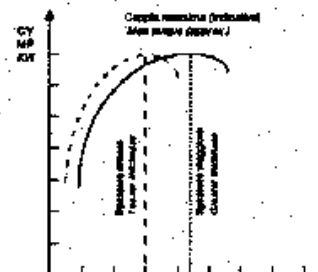


Bild 46: Auswirkungen von verschiedenen dicken Membranen und unterschiedlichen Werkstoffen (AC/AI = Stahl, FN = Glasfaser, FC = Kohlefaser) (Quelle: Adige)

Für mehr Durchsatz kann man spezielle einteilige GFK-Membranen (Mono-Membranen) verwenden, mit denen man den Mittelsteg der Membrankäfige entfernen kann. Es ergibt sich dadurch eine größere Querschnittsfläche und günstigere Strömung, da der Steg jetzt nicht mehr umströmt werden muss. Diese Membranen sind bei mir für ca. 80,- DM/Zylinder erhältlich. (Auch bei der Armin Collet Bearbeitung sind solche Mono-Membranen vorgesehen.)

Von Götz gibt es für die RD350LC GFK-, Kohlefaser- und Superval-Membranen, die ohne Änderung an die 500'er passen.

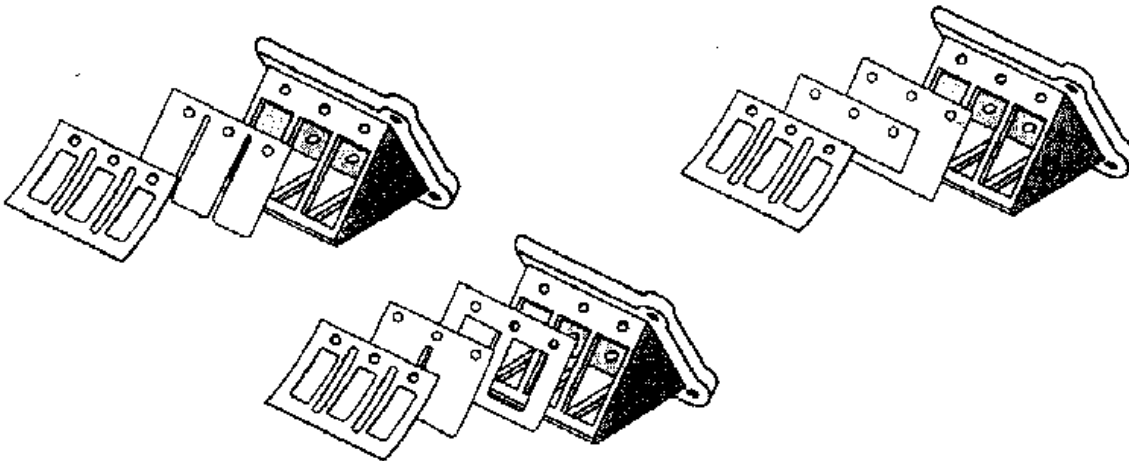


Bild 47: Unterschiedliche Membranformen; Links: Mehrzungen-Membran; Mitte: Boyesen-Membran; Rechts: Mono-Membran

Für das schwächste Glied in der Leistungskette gibt es dadurch mehrere Möglichkeiten der Bearbeitung:

**Möglichkeit 1:** Man verwendet statt 0,15 mm dicker Stahlmembranen (original RD) 0,4 mm dicke GFK-Teile (Götz 69,-). Die Membrane sind zusätzlich etwas anders gestaltet als die Originale und deswegen spürbar härter (Gewicht -33%). Die Käfige sollten dabei strömungsgünstig bearbeitet werden. Dadurch wird das System auf höhere Drehzahlen abgestimmt; der typische Zweitaktkick erscheint kräftiger, der Motor wird allgemein spritziger.

**Möglichkeit 2:** Man verwendet die Mono-Membranen incl. der zugehörigen Abstimmung. Effekt: Bis zu +5 PS im mittleren Drehzahlbereich (Collet-Messung)

**Möglichkeit 3:** Man verwendet die von Götz angebotenen Superval-, bzw. 6-Zungen-Membranen, was warscheinlich für mehr Durchsatz sorgt. Da mir davon noch keine Erfahrungsberichte darüber vorligen müßte man es einfach mal versuchen (Es passen die Teile für die RD350LC).

**Möglichkeit 4:** Man verwendet statt der (viel zu kleinen) Originalkäfige die Teile der RD 350 YPVS ab '83 (Die Befestigungsbohrungen sind identisch, was die Sache sehr erleichtert). Die größere Querschnittsfläche sorgt für mehr Durchsatz. Effekt: Drehmomentverbesserung bei niedrigen Drehzahlen ohne Verluste bei höheren Drehzahlen; Zusätzlich sind enorme Leistungssteigerungen durch größere Vergaser möglich.



Für weniger Bastelfreudige sind die ersten drei Lösungen gedacht, denn die RD 350 YPVS-Membrane passen nicht so ohne weiteres in die RD-500-Zylinder.

Wer es trotzdem wagt, muss ein guter Schrauber sein und braucht gute Kontakte zu Maschinenbaufirmen!

Die oberen Zylinder muss man im Einlaßbereich ca. 1,5 mm nach rechts und links erweitern. Da das Material bei den hinteren Zylindern hier sehr dünn ist, muss man unter Umständen etwas Aluminium aufbringen (Auftragsschweißen). Wer Vertrauen zur Chemie hat, kann auch Kaltmetall aufbringen. Von der Festigkeit ist die Stelle nur schwach beansprucht; es sollte jedoch zu 110 % dicht sein, sonst folgt umgehend ein Motorexitus-Maximus!

Bei den unteren Zylindern ist es erforderlich, das Zwischenstück auf dem die Membranen sitzen, zu erweitern. Unter Umständen einfacher ist eine komplette Neuanfertigung dieses Teils, wobei die Breite innen gleich auf die Maße der YPVS-Membranen gebracht wird.

Der mit Abstand schwierigste Part ist das Kurbelgehäuse. Da die unteren Zylinder direkt in das Gehäuse gehen, muss hier spanend erweitert werden, was eine Motordemontage zwingend erforderlich macht. Zudem ist das Material seitlich an den Membranschächten so dünn, dass man dort Material aufbringen muss. Wahlweise bietet sich hier wieder Alu-Schweißen oder Kaltmetall an. Ein weiteres Handicap dabei ist aber die Verschraubung des Kurbelgehäuses, die unbedingt frei bleiben muss, damit man einen Schraubenschlüssel ansetzen kann!

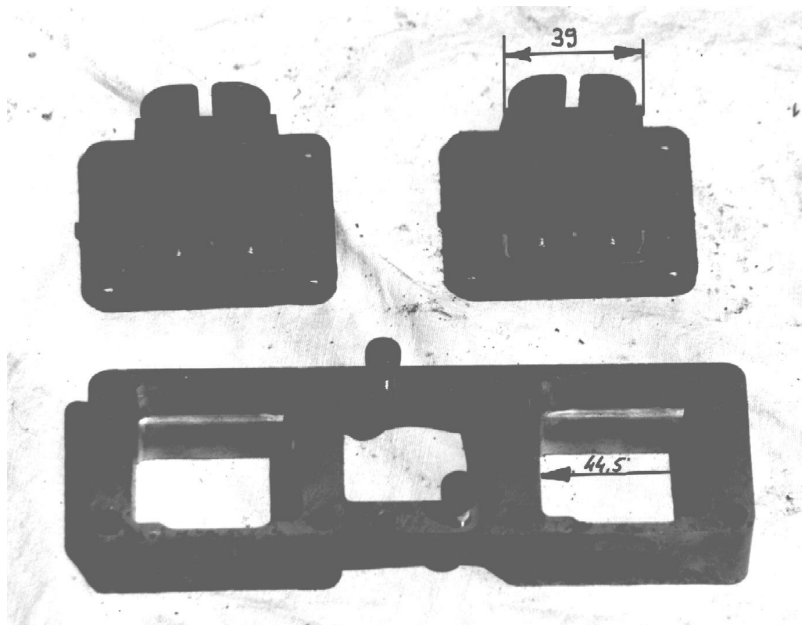


Bild 48: Membranen und Adapter (Serie)

Wenn man das allerletzte aus dem Motor herausholen möchte, kann man anstatt der RD 350 YPVS-Membranen die der TZR/TDR 250 verwenden. Diese haben drei Zungen und somit noch mehr freie Querschnittsfläche! Das Anpassen ist jedoch sehr viel schwieriger, da sie noch ein wenig breiter sind, und die Befestigungsbohrungen nicht passen. Zudem bekommt man Beschaffungsprobleme, denn viele 350'er Piloten sind hinter den TZR-Membranen auch her wie der Teufel hinter der armen Seele.

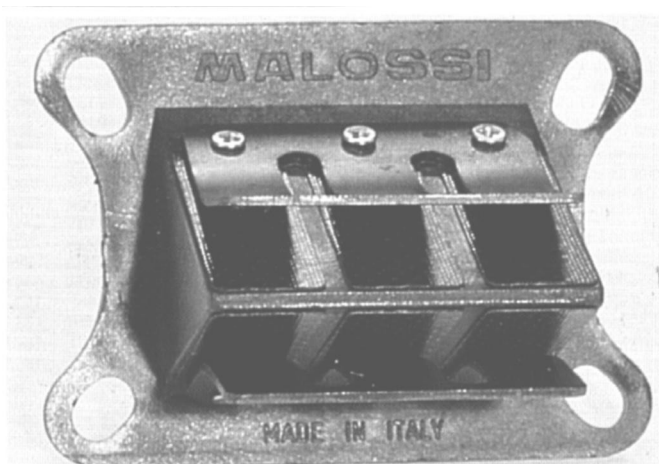
<http://www.carbon-werkstatt.de/> liefert aktuell CFK Membranen für alle RD's (auch RD500). Dort gibt es auch die sogenannten Mono-Membranen mit nur einer großen Zunge.

GFK- und Carbon-Membranen gibt es bei Götz. In den Sätzen für die RD 350 LC sind jeweils vier Plättchen enthalten, weshalb man für die RD 500 zwei Sätze bestellen muss (Und nicht deren vier wie im Katalog angegeben).

Für die TZR 250 (Original GFK-Plättchen à 12,- bei Yamaha) passen die Carbon-Teile der TZR 125. Da diese aber nur einen Zylinder hat, sind hier vier Sätze (à 69,90) fällig.

Von den Superval-Membranen (Preis 129,- DM) weiß ich noch nicht, ob dort eine oder zwei im Preis für die RD350LC enthalten sind (Die anderen Motoren, für die die Membranen aufgeführt sind, haben definitiv immer nur einen Zylinder). Sie sollen angeblich Vorteile in den Strömungsverhältnissen gegenüber herkömmlichen Membrananordnungen haben.

Wer Langeweile hat, kann sich probeweise mal komplette Membranen für die DT-Modelle schicken lassen. Die angebotenen 6-Zungen Membranen (Best.Nr. 1050) sind ca. 46 mm breit, man müsste also den Schacht etwas nacharbeiten. Zudem sind die Preise dafür z.T. recht günstig (59,- bis 89,- DM/Stk.)



Beispiel Sechsklappenhochleistungsmembran

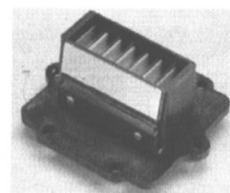


Bild 49: Links: 6-Zungen-Membranen DT80 (46 mm breit); Rechts: Superval-Membranen

Die sogenannten Boyesen-Membranen bestehen aus zwei Zungen und bewirken dadurch eine breitbandige Verbesserung des Drehmomentverlaufs im unteren und oberen Drehzahlbereich (Erhältlich sind sie für die 350/500'er über WIWA bzw. bei der Fa. Zupin für ca. 50,- DM/Zylinder; die normalen Hy-Tech-Racing-Reeds von Götz sind definitiv nur einteilig!).

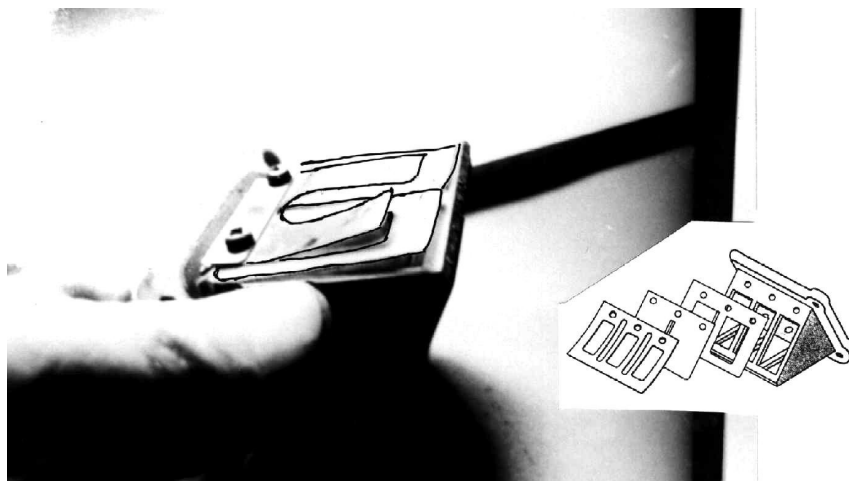


Bild 50: Boyesen-Membranen (RD350 YPVS)

Anders als auf obigem Foto sind aber bei den WIWA-Membranen die unteren Platten nicht geschlitzt (ähnlich der Mono-Membran), weshalb man den Steg wieder entsprechend entfernen kann.

Ich selbst habe mich für einen Kompromiß zwischen Bastelaufwand und Leistungsausbeute entschieden:

Die hinteren Zylinder habe ich an die RD350YPVS-Membranen angepasst. Dazu war es allerdings nötig, die Wände seitlich mit Kaltmetall zu verstärken, da ich beim Fräsen z.T. die Wandung durchstoßen hatte. Zusätzlich wurden hier die Stege weggesägt und Boyesen-Membranen mit einteiliger unterer Platte verwendet.

Wenn man sich diese Arbeit macht, dann gehen auch die Vforce Membranen von Moto Tassinari (<http://store.mototassinari.com>) für die Banshee / RD350YPVS.

Um den riesigen Arbeitsaufwand für die Membranschächte im Kurbelgehäuse zu sparen habe ich mir bei einem Moto-Cross-Gebrauchtteilehändler gerade richtig passende Membranen besorgt. Sie sind ca. 44,5 mm breit und nutzen so auf den 1/10 mm die maximale Schachtbreite aus! (Genauer Typ leider unbekannt, könnte von einer Honda CR80 bis Bj. 81 stammen)uerschnittsfläche 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.

Auf diese Käfige kamen dann noch Boyesen-Mono-Membranen, damit der Steg auch entfallen konnte. Auch die nicht ganz RD500 kompatiblen Befestigungslöcher wurden noch spanend optimiert ...

Da die Querschnitte an den Ansaugstutzen nicht identisch sind, müssen diese genauso noch angepasst werden (Scharfes Messer, Fräsen).

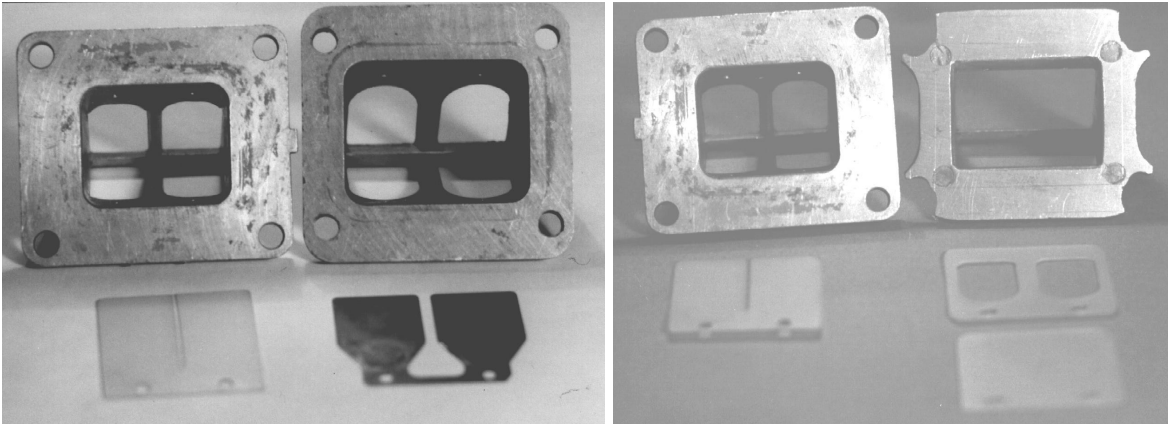


Bild 51: Vergleich Membranen (Von Links: RD500 bearbeitet, RD350 Serie, RD500 bearbeitet, CR80 ??)

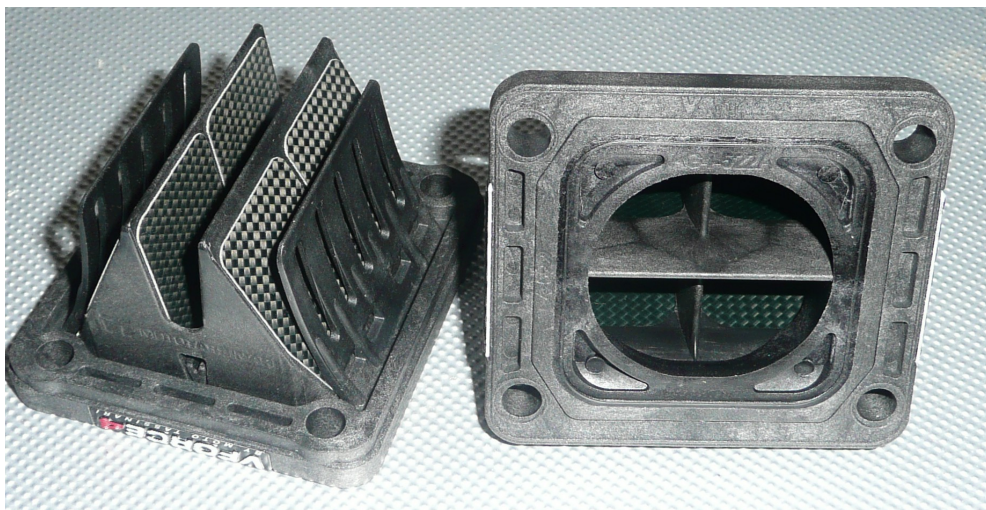


Bild 52 : Vforce 4 Membranen (RD350YPVS / Banshee)

Ein weiterer für die RD500 passender Typ dürfte heutzutage etwas schwerer zu bekommen sein: Es sollen die Membranen der Malanca Zweizylinder-125'er (Malanca 125 Sport) der Baujahre ca. 1979 bis 1983 verwendbar sein. Diese Membranen sollen nur mit einer kleineren Adapterplatte an die 500'er Zylinder zu montieren sein und die vorhandenen Platzverhältnisse ohne Fräsarbeit voll ausnutzen.

### 2.3.2 Kanalbearbeitung

Am Einlaßkanal für die hinteren Zylinder ist, im Hinblick auf Erhöhung des Gasdurchsatzes und Verminderung der Strömungswiderstände, nur eine Stegbearbeitung vonnöten. Der Steg wird symmetrisch von 10 mm auf ca. 6 mm Breite verschmälert. Auf der Rückseite wird der Steg strömungsgünstig spitz gestaltet [1,4].

Als abschließende Bearbeitung sollte noch eine Glättung der Gußoberfläche im Membranschacht mit 200'er Schmirgelleinen erfolgen. Die leicht rauhe Oberfläche ermöglicht eine Zerteilung der Kraftstofftropfen an der Wand und erzeugt so ein homogeneres Gemisch.

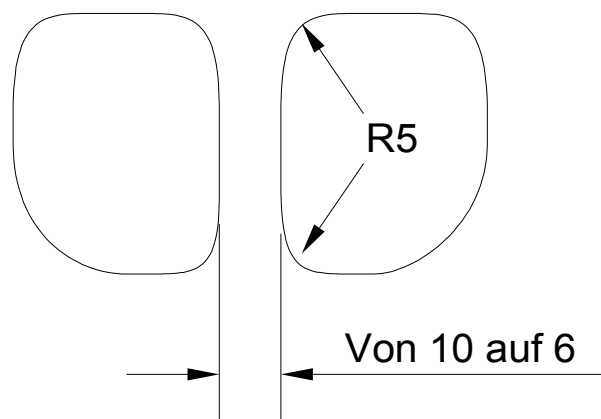


Bild 53: Einlaßkanal von der Laufbuchse gesehen

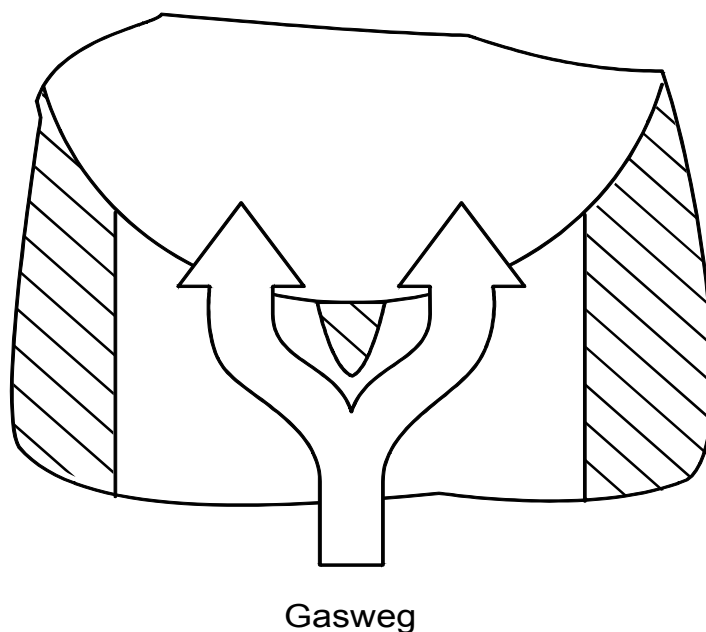


Bild 54: Schnitt quer durch den Einlaßkanal (hintere Zylinder)

Bei den oberen Zylindern steht die Laufbuchse mitten im Frischgasstrom des Boost-Port. Da die Laufbuchse mit der Aluminiumeinfassung recht dick geraten ist, kann man sie auf der Rückseite (außer natürlich im Bereich des Einlaßstegs) mit einem Radius versehen, damit sich die Gase beim Überströmen leichter tun. Für die unteren Zylinder ist das nur im Einlaufbereich des Boost Port nötig [1].

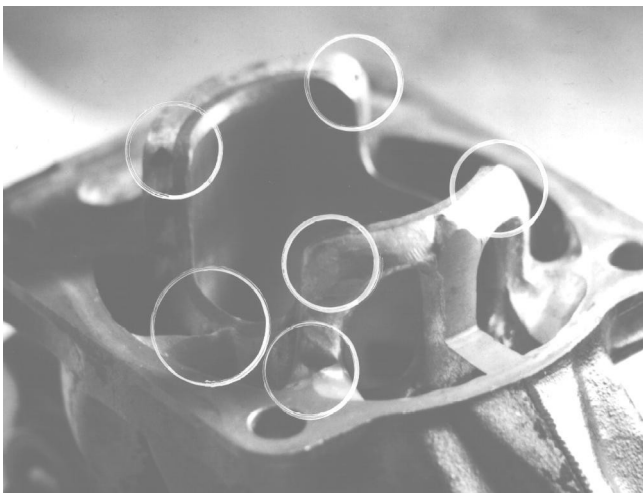
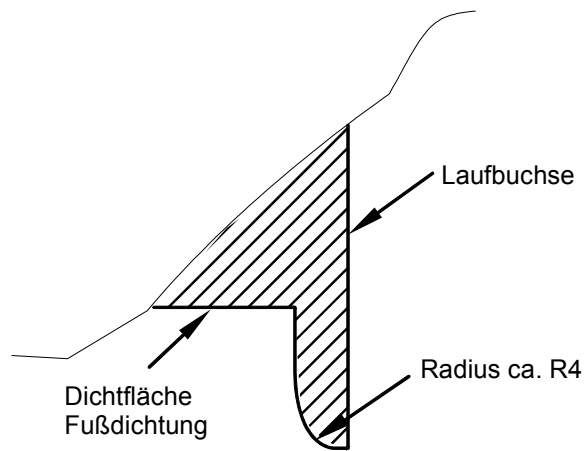
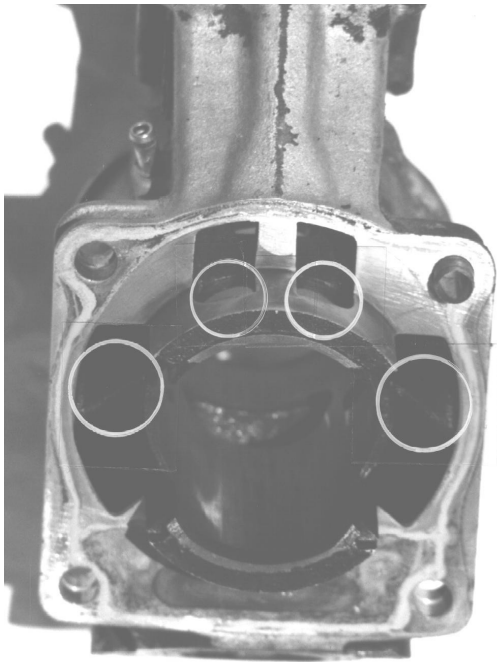


Bild 55: Oben links: Laufbuchse aus dem Kurbelgehäuse gesehen; Rest:: Bearbeitung der Laufbuchse (hintere Zylinder / Einlaßbereich)

## 2.4 Kurbelgehäuse

### 2.4.1 Übergänge zu den Zylindern

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 mitbearbeiten.

Die obere Hälfte weist an den Übergängen zu den Überströmkanälen in den Zylindern z.T. kleinere Kanten auf.

Diese sind mit dem Fräser zu beseitigen. Zweckmäßigerweise setzt man dazu den betreffenden Zylinder auf und fühlt mit dem Finger, ob und wenn ja wieviel 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 eventuell überstehende Teile der Dichtung mit einem scharfen Messer. Die Dichtung muss unbedingt beidseitig mit Dirko montiert werden, damit 100%-ige Dichtheit erreicht wird. Im Allgemeinen kann man die Fußdichtungen der RD500 mehrfach verwenden, da sie aus einem Pappe-Stahl-Verbund gefertigt sind.

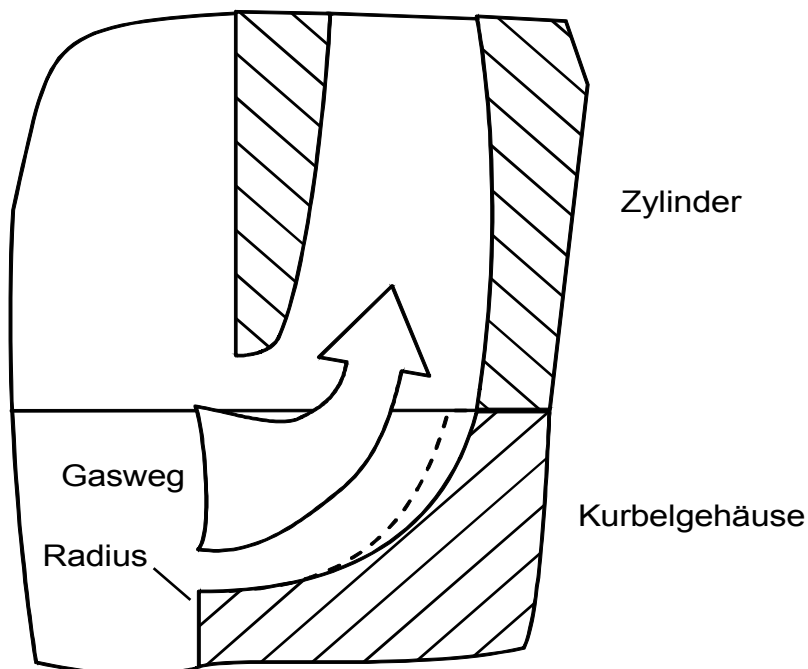


Bild 56: Schnitt durch Zylinder und Kurbelgehäuse längs des Überströmkanals

An der unteren Einlaufkante aller Überströmkanäle sollte man noch einen leichten Radius anbringen, um Wirbelbildung zu vermeiden.

Sinngemäß gilt dieselbe Vorgehensweise auch für den Bereich des Einlaßstegs der hinteren Zylinder und des Einlaufbereichs des Boost-Ports für die vorderen Zylinder. Die werksseitigen Toleranzen sind hier jedoch sehr gut gelungen, so dass eine Korrektur i.A. nicht nötig ist.

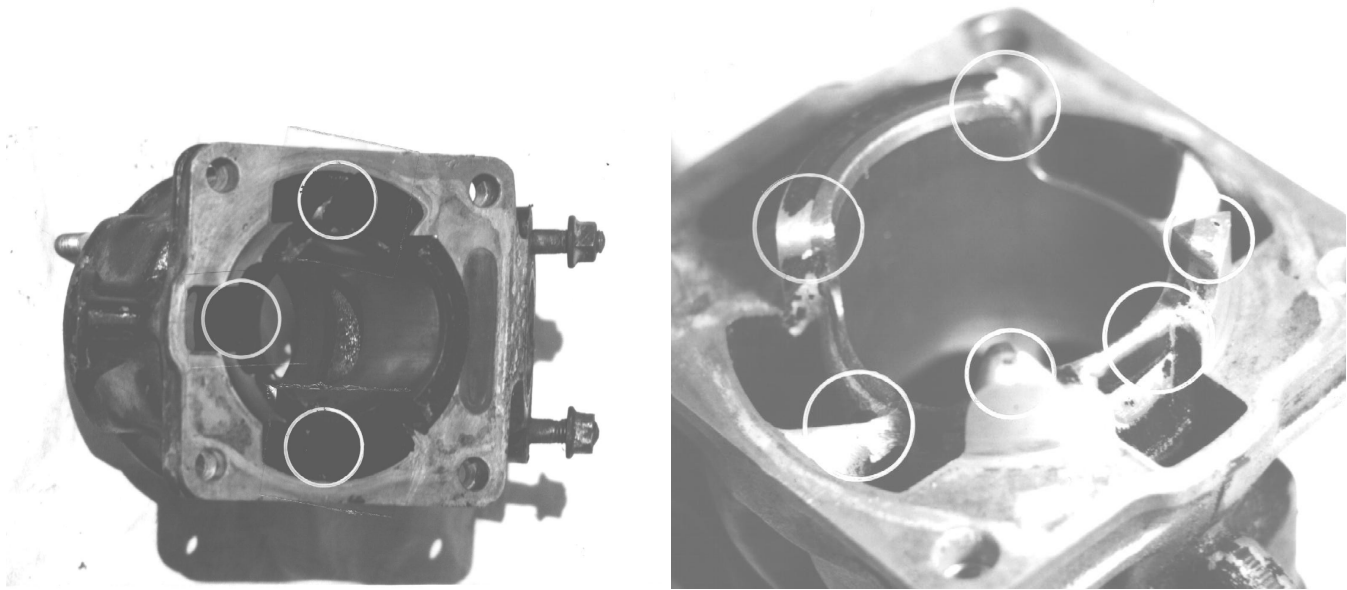


Bild 57: Unterer Zylinder (Einlauf Boost-Port)

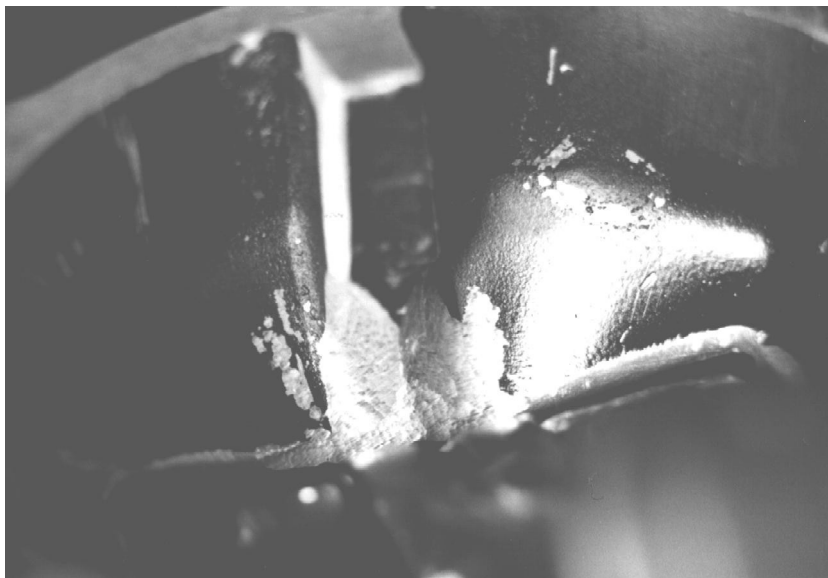


Bild 58: Bearbeiteter Steg im Kurbelgehäuse



## 2.5 Kolben

Die Kolben sind bei der RD echte Verschleißteile. Bei normaler Fahrweise sollten sie ca. 20.000 bis 30.000 km halten. Danach sollte man vorsorglich Neue einbauen, da die Sicherungsstifte der Kolbenringe mit zunehmendem Alter lockungsgefährdet sind. Wenn der Stift nach innen wandert, drehen sich die Ringe und federn in irgend einen Kanal (bevorzugt Auslaß). Das hat meist absolut zerstörerische Wirkung!. Ein Wandern nach außen ist nicht so schlimm, das erzeugt "nur" eine Riefe in der Zylinderlaufbahn, die man mit Hohnen und Übermaßkolben wieder reparieren kann. Originalkolben sind jedoch nur in 2 Übergrößen erhältlich.

Von Wiseco sind aber auch größere Übermaße zu bekommen. Wiseco bietet außerdem an, stark beschädigte Zylinder (z.B. Pleuelriß) mit einer neuen Laufbuchse zu versehen (Originalzitat des Antwortschreibens: "Der Grad der Beschädigung ist nicht wichtig"). Da auf dem Gebrauchtmart hintere Zylinder, wenn überhaupt, nur noch zu horrenden Preisen zu bekommen sind, ist das durchaus eine Alternative, zumal das Spielchen pro Zylinder mit nur 328,- (Kpl. mit Kolben!) zu Buche schlägt.

Ich selbst habe bei der 350'er RD gute Erfahrungen mit Kolben der Firma Prox gemacht. Die 500'er wird dann mit Kolben der DT/RD125 bzw. der TZR250 bestückt (DT mit Fenstern, TZR ohne). Bei gleicher Qualität wie Original kosten sie ca. 50,- weniger (ca. 160,- komplett). Die Firma Großewächter, die die Kolben vertreibt, liefert jedoch seit 1993 nur noch an Händler; man muss also über die Zylinderschleiferei bestellen.

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 Schmiedekolben muss man das Kolbenspiel von den empfohlenen 0,065 mm auf 0,07 mm erhöhen.

Es soll allerdings bei der RD500 Lieferschwierigkeiten geben (Lieferzeit: 2 Tage bis 2 Monate!). Zusätzlich stehen sie im neuesten Katalog nicht mehr unter RD500, sondern unter Kolben Nr. 236 für die YAMAHA MX, IT, DT 125 (Brauchbare Übermaße: 56,5 mm bis 58 mm in Stufen von 0,5 mm)

Von den Maßen her passen auch die Kolben der YZ125 (Bj. 84) mit der Nr. 512 ( $\varnothing$  56 mm bis 58 mm in Stufen von 0,25 mm). Sie haben zusätzlich nur einen Ring, sollen aber nach [4] sehr schnell verschleifen und der Ringstoß ist gefährlich nahe an den Kanälen. Der Preis beträgt einheitlich 173,- DM (!) pro Kolben.

Das Kolbenhemd der vorgesehenen Kolben sollte am ganzen Umfang, nach innen abfallend, messerscharf bearbeitet werden.

Die Einlaßöffnungen im Kolben der hinteren Zylinder können ringsum ca. 1 mm erweitert werden. Aber Vorsicht: Sie sind an der Rückseite über Wülste verstärkt. Eine zu große Aufweitung führt durch die Dauerschwingbelastung zu Rissen in diesem Bereich (Aus diesem Grund verwendet WIWA vier gleiche Kolben ohne Fenster von der TZR250).

*Bei den Wiseco-Kolben ist das nicht der Fall. Hier können die Löcher ganz den Einlaßkanälen angeglichen werden. Am besten geht das Anreißen, wenn man den Kolben in den Zylinder einführt und dann durch den Einlaß mit der Reißnadel die Kontur nachzeichnet.*

Für einen größeren Überströmquerschnitt kann man den Ausschnitt am Kolbenhemd noch tiefer ziehen dabei sollte man dann aber auch die Laufbuchse angleichen.

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 Fasse anbringen. Abschließend ist noch der Kolbenboden, zur Vermeidung von Ölkohleablagerungen, zu polieren.

Armin Collet bohrt ca. 46 mm von der Oberkante des Kolbens auf Mitte der Auslaßseite ein ca. 3,5 mm Loch zur Schmierung/Abstimmung (Bei allen beschädigten Kolben die ich bis jetzt gesehen habe, war das immer der Bereich mit den größten Klemmspuren).

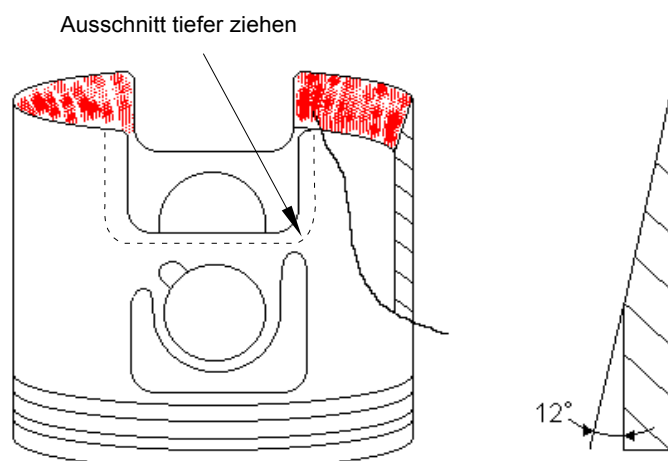


Bild 59: Bearbeitung am Kolbenhemd

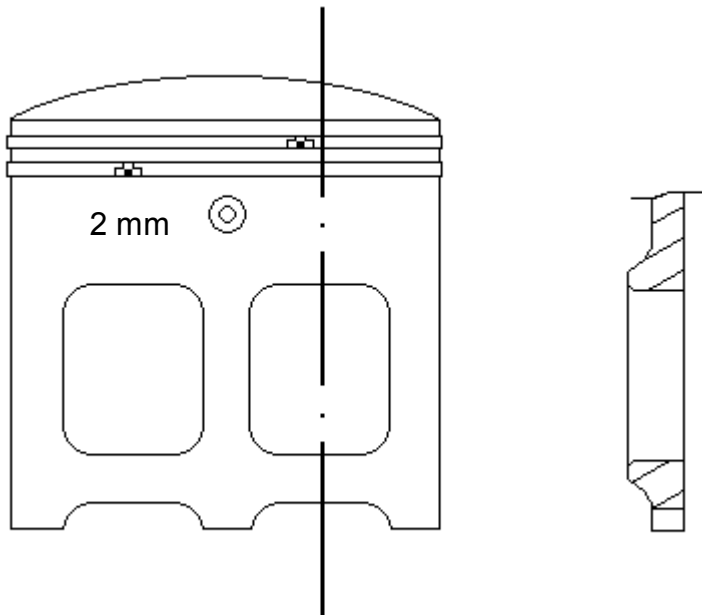


Bild 60: Kolbenbearbeitung auf der Einlaßseite (hintere Zylinder)

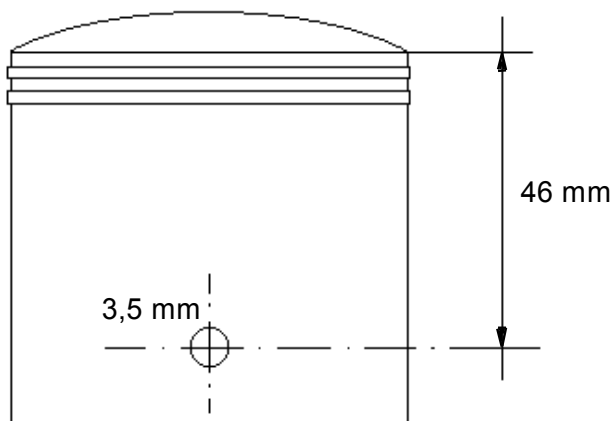
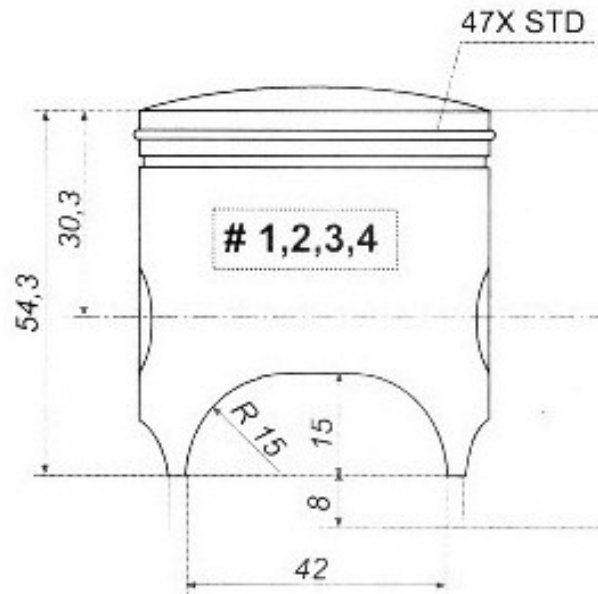


Bild 61: Kolbenbearbeitung auf der Auslaßseite (alle Zylinder)

In bereits zitierter Anleitung aus Kanada [4] ist eine von YAMAHA-Japan (kpl. Anleitung im Anhang) für den Renneinsatz empfohlene Kolbenbearbeitung beschrieben. Dort werden auch vier gleiche, vordere Kolben verwendet, das Hemd an der Unterseite um 8 mm gekürzt und zudem noch der untere Kolbenring weggelassen, um die Reibung zu vermindern. Es wäre zusätzlich sinnvoll, das Loch auf der Auslaßseite zu bohren und das Kolbenhemd spitz zu bearbeiten [1].



Use top ring only.

Further machine #2 and #4 pistons.

Clearance:  $60 \pm 5 \mu$

Bild 62: Kolbenbearbeitung für extremen Rennstreckeneinsatz [4, 5]

Bei dieser Bearbeitung ist anzumerken, dass sich extreme Klappergeräusche einstellen werden. Durch das stärkere Kippen dürfte der Kolben extrem schnell verschleifen!



Bild 63: Kolbenschäden (Links: Ring vorderer Kolben gebrochen; Rest: Klemmer hinterer Kolben, Aus- und Einlaßseite)

## 2.6 Spülsystem

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

Bei den hinteren Zylindern muss der Bereich zwischen Einlauf Boost-Port und Einlauf hinterer Überströmer angeschragt und strömungsgünstig gestaltet werden, da dort keine Gegenfläche am Kurbelgehäuse vorhanden ist. (Diese ist zwar im Wartungsbuch in den Zeichnungen des Kurbelgehäuses vorhanden, in den Fotos jedoch nicht! Auch der Motor an dem die Fotos für diese Werk entstanden sind und mein eigener hatten keine!)

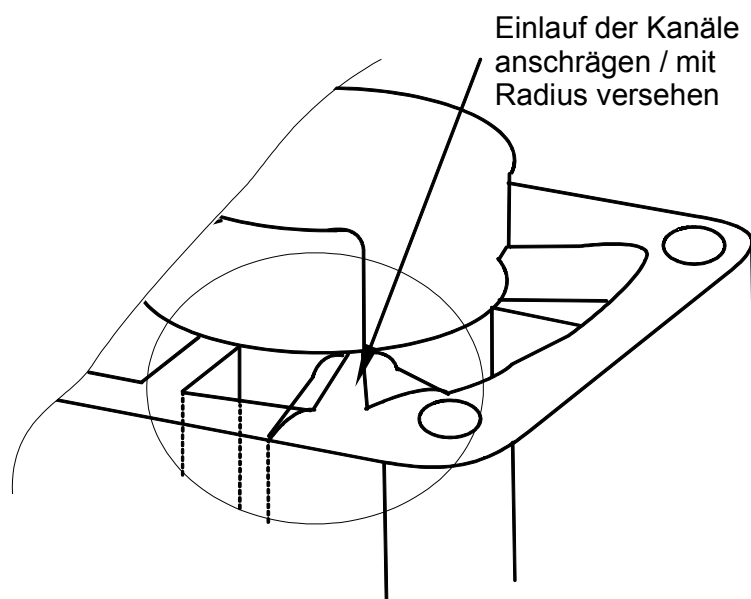


Bild 64: Kanaleinlauf Boost-Port/Überströmer (hintere Zylinder)

Die Laufbuchse mit der Alu-Einfassung ist, wie bereits erwähnt, nicht nur reichlich dick sondern auch reichlich kantig ausgefallen. Sie sollte an den Einlaufbereichen der Überströmer **großzügig** abgerundet werden. Das betrifft die Ecken der Laufbuchse und den Einlaufbereich des Boost-Port bei den unteren Zylindern.

Der Trennsteg zwischen den beiden Überströmkanälen sollte wie der Flügel eines Flugzeugs gestaltet werden. Der Kanaleinlauf an der Laufbuchse erhält einen

Radius. Sofern man den Kanaleinlauf am Kolben modifiziert hat, muss man auch den Ausschnitt an der Laufbuchse bis zu 5 mm tiefer ausfräsen [1,4].

Abschließend sind die Kanäle soweit wie möglich zu glätten (200'er Schmirgelleinen).

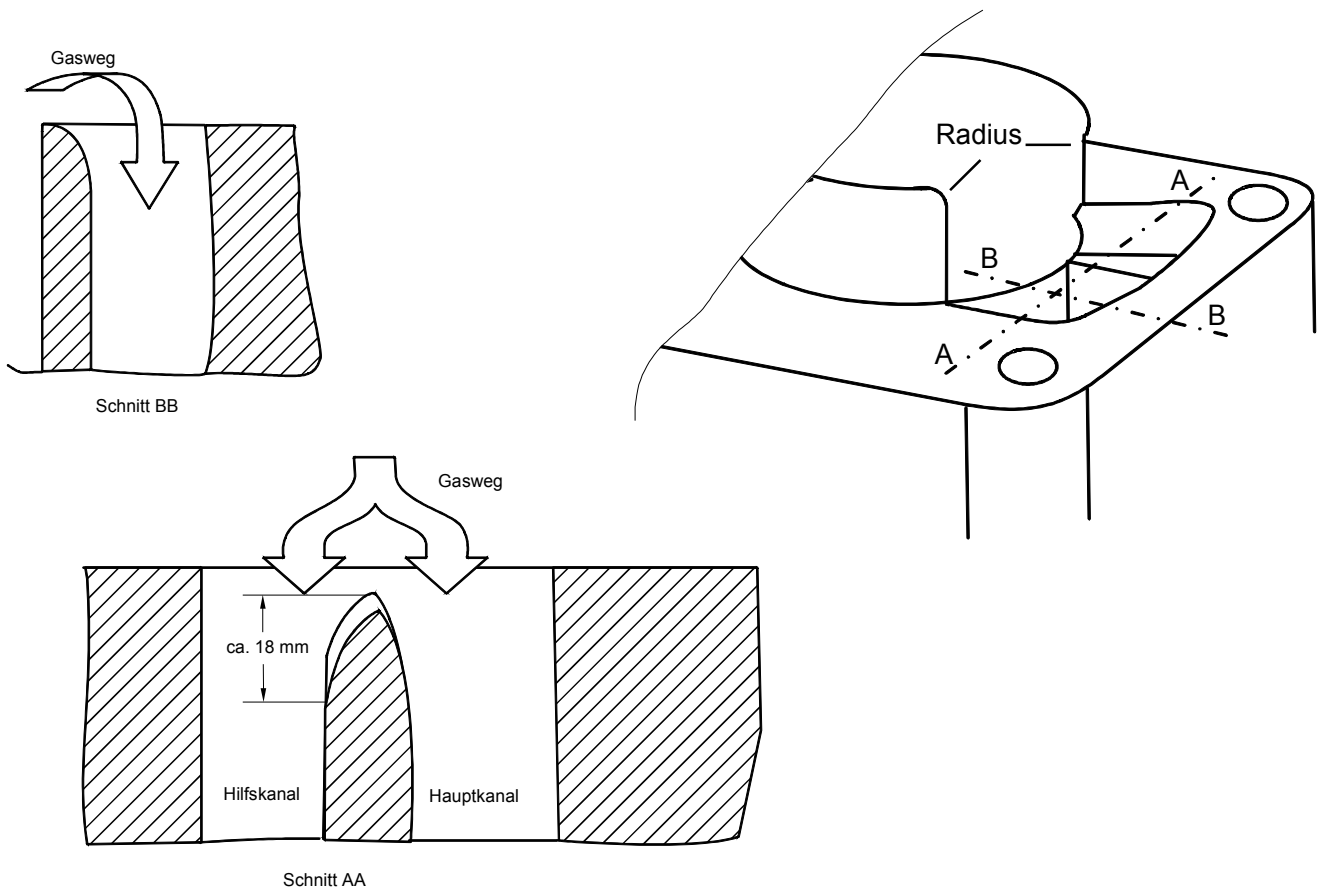


Bild 65: Kanaleinlauf der Überströmkanäle (Alle Zylinder)

In [4] wurde für den Rennstreckeneinsatz empfohlen, alle Überströmkanäle auf die Höhe von 30 mm zu bringen (Serie: Durch unterschiedliche Kanalhöhen 30,5 - 31,5 mm); WIWA führt diese Arbeiten aus und beseitigt auch vorhandene Gußkanten.

Generell besteht die Hintertür, dieses durch Verwenden einer zweiten Fußdichtung (oder eines Zwischenstücks aus Aluminiumblech) ohne eine spanende Bearbeitung zu erreichen (Die Unterkanten müssen nur dann angepaßt werden, wenn der Kanal in UT nicht ganz offen ist). [2]

Natürlich muss man die Zylinder an der oberen Dichtfläche um die Dicke der Fußdichtung planen. Diese Arbeit sollte aber nur ein guter Werkzeugmacher durchführen, denn die Dichtflächen müssen 100% parallel ( $//$  0,03 mm) und gleich hoch (max. 0,03 mm) sein.

Außerdem kann man diese Zylinder anschließend nicht mehr mit nur einer Fußdichtung verwenden, weshalb sich unbedingt eine Kennzeichnung empfiehlt! Der Hauptnachteil dieser Methode ist, dass der Auslaß damit auch um den gleichen Betrag angehoben wird; d.h. man darf hier nicht zuviel des Guten tun.

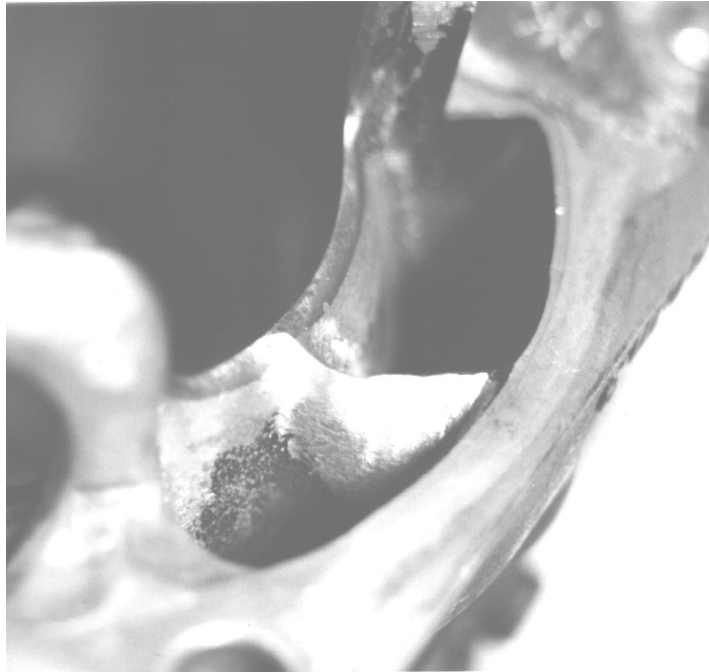


Bild 66: Bearbeiteter Einlauf der Überströmer

Armin Collet bearbeitet die Oberkanten der Kanäle so, dass die Strömung sich an der hinteren Wand anlegt und dann im speziell bearbeiteten Kopf landet. Dazu muss die Halbkugel wie bei den TZ's in Richtung Einlaß verschoben und anschließend die Verdichtung angepaßt werden.

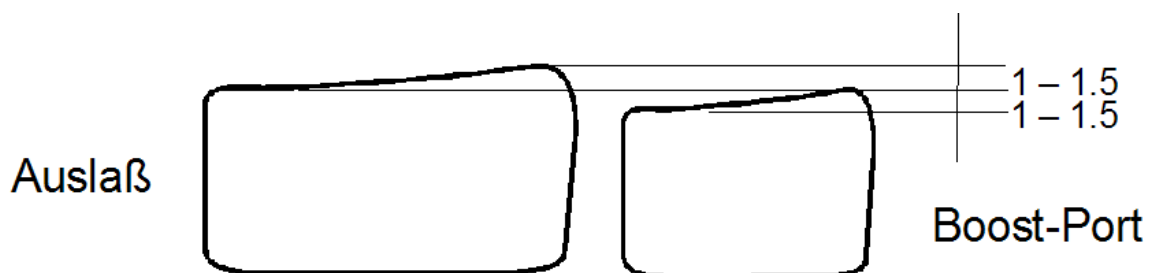


Bild 67: Collet Bearbeitung der Überströmer

## 2.7 Zylinderkopf

### *2.7.1 Verdichtung*

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, wäre Super Plus Bleifrei bzw. Super Verbleit (beide 98 Oktan).

Einem Klopfen entgegenwirken würde auch eine verringerte Vorzündung, was aber wegen der Paßbohrungen der Lichtmaschinenbefestigung nicht so einfach machbar ist. Der Zündzeitpunkt ist serienmäßig nicht verstellbar.

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 [5] gibt die Verdichtung für alle Modelle mit 1:6,6 ( $\varepsilon = 6,6$ ) an. Um den genauen Wert der Verdichtung zu ermitteln, muss man den Verbrennungsraum auslietern. Dazu füllt man den Kompressionsraum in OT bis zum ersten Gewindegang mit Öl und notiert das Volumen des eingefüllten Öls. Mein Motor hatte im Serienzustand hinten einen Verdichtungsraum von 12,05 cm<sup>3</sup>, vorne ergaben sich 12,25 cm<sup>3</sup>. Die Ist-Verdichtung ergibt sich so hinten zu 1: 6,49 und vorne zu 1:6,4.



In [4] wurde eine Abtragung von 0,5 mm ... 1 mm empfohlen, für maximale Rennstrecken-Power auch bis zu 2 mm! Zusätzlich ist eine Nachbearbeitung der Quetschkante erforderlich [1,4]. Armin Collet entfernt das Mittelteil der Kopfdichtung, was ca. 0,3 mm ausmacht [2] (Verdichtung beträgt dann ca. 1:6,86 bzw. 1:6,75). Thomas Fried's RD hatte nach dem Planen um 0,5 mm und dem Nacharbeiten der Quetschkante eine Ist-Verdichtung von ca. 1:11,5 (andere Formel!).

Aus einem weiteren Gespräch mit einem erfahrenen RD500-Tuner (angeblich gemessene 128 PS) stammt die Angabe, dass man die Köpfe zunächst original lassen kann und dafür die Zylinder auf gleiche Höhe bringen sollte.

Die Originalkolben sind unterschiedlich, weshalb der untere Zylinderkopf (Kennzeichnung 47X2-Y1) eine Quetschkante hat, der obere (Kennzeichnung 47X1-Y1) aber nicht. Bei seiner Bearbeitung wurden alle Kolben auf **exakt** gleiche Kompressionshöhe (Abstand Kolbenbolzen zu Oberkante Kolben) gebracht (Wisecos haben angeblich einige Zehntel Millimeter Streuung). Danach erst sorgt man durch die entsprechende Zylinderkopfbearbeitung dafür, dass bei dem gewünschten Verdichtungswert die Quetschkante ca. 0,75 - 0,9 mm beträgt.

Mein Vorschlag für Serienkolben: Man plane die Zylinder an der Dichtfläche zum Kopf vorn um ca. 0,2 mm, hinten um ca. 0,5 mm. Der vordere Kopf wird um 0,4 mm geplant, so dass sich derselbe Verbrennungsraum wie bei den hinteren Zylindern ergibt. Das ergibt auf allen Zylindern eine Verdichtung von ca. 7,13 - 7,16; die Quetschkante beträgt dann hinten ca. 0,9 mm, vorne ca. 1,1 mm.

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 (Andere Berechnungsformel !!!) verdichtet [1,5].

Zum Vergleichen verschiedener Verdichtungen ist es besser die Kompressionsdrücke zu messen. Das geht nämlich schnell und ohne Zerlegen; außerdem kann man so auch Kolbenschäden schnell diagnostizieren. Dabei muss man bei voll geöffneten Gasschiebern und ausgeschalteter Zündung den Motor ca. 20 mal schnell durchtreten.

Mein aktueller Motor (25.000 Km) hat noch 8,5 Bar (120 Psi) mit geöffneten Walzen. Wenn man den Motor aus dem Standgas mit dem Zündschlüssel ausmacht, bleiben die Walzen geschlossen und die Kompression steigt um ca. 1 Bar.

Im RZ/RD500 Owners Club Newslwttter sind Werte zwischen 8,9 und 11 Bar (125 bis 155 Psi) genannt worden; allerdings ohne Angabe ob mit offenen oder geschlossenen Walzen.

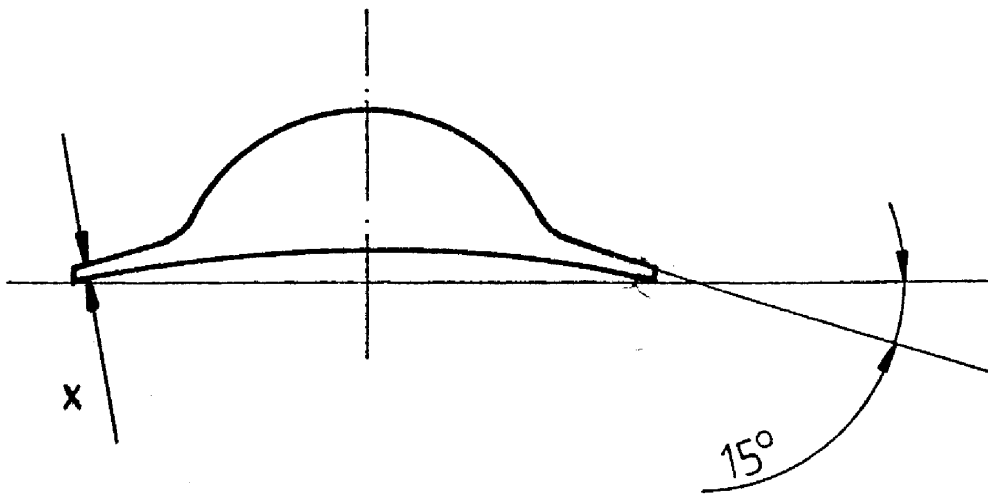


Bild 68: (Nichtmaßstäblicher) Querschnitt durch den Verbrennungsraum in OT  
**Optimales Maß X : 0,75 ... 0,9 mm**

Wie man an der Kontur des Verbrennungsraums sieht, erzielt man den größten Effekt mit eher kleinen Abtragungen (bis die "Kante" abgetragen ist), danach muss man sehr viel mehr Material entfernen, um die Verdichtung noch merklich zu steigern.

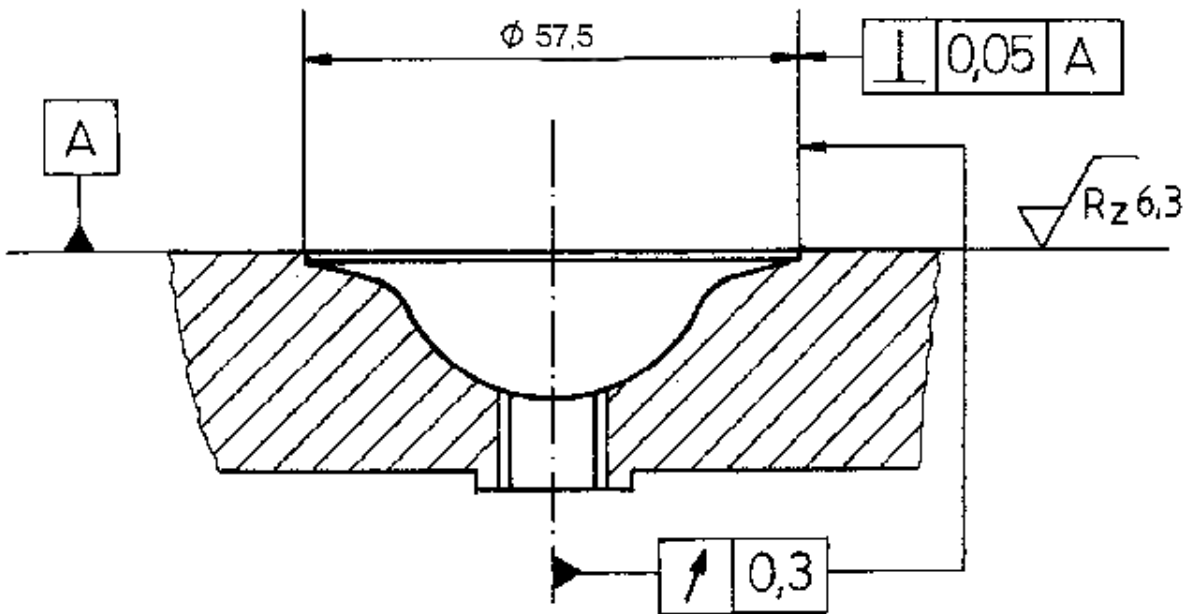


Bild 69: Schnitt durch den Verbrennungsraum nach Planen des Kopfes

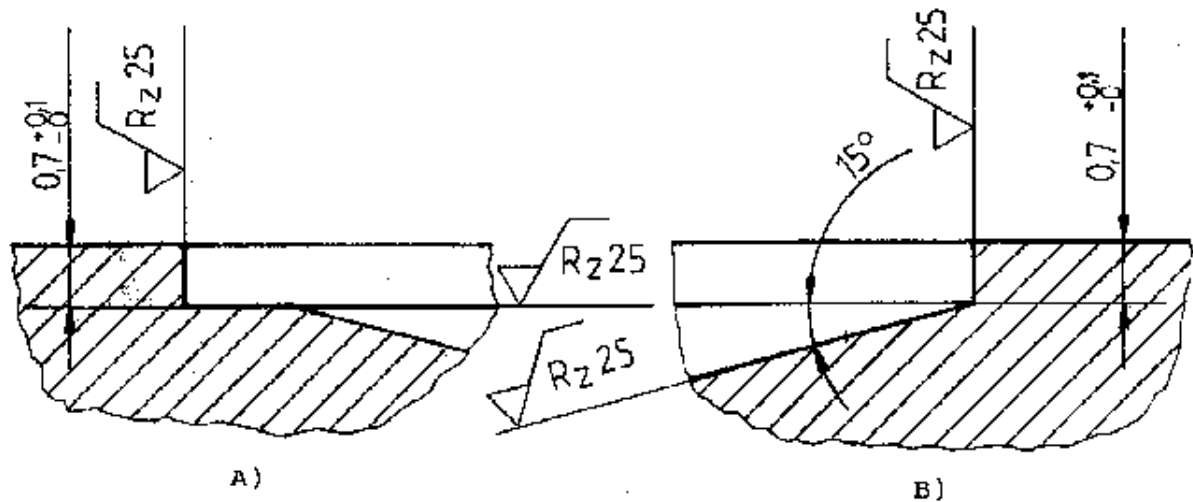


Bild 70: Nachbearbeitung der Quetschkante im Verbrennungsraum  
 A) Einfache Version: Kante mit  $90^\circ$  auf 0,3 mm nacharbeiten.  
 b) Besser: Winkel von  $15^\circ$  bleibt erhalten.

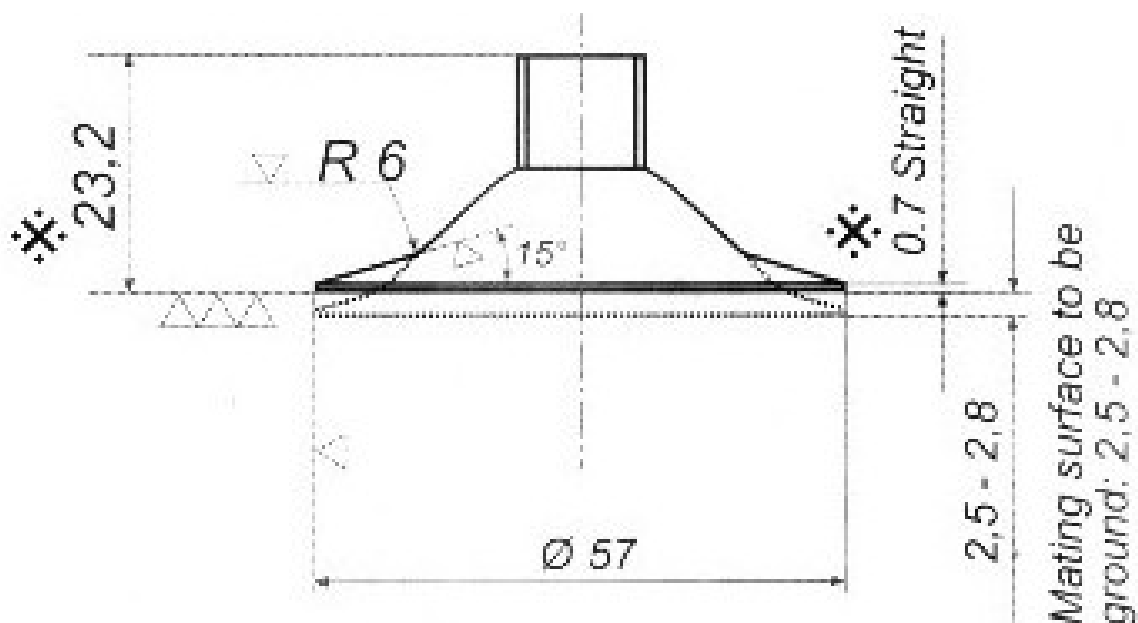


Bild 71: Yamaha Zylinderkopfbearbeitung (Abplanen um 2,5 bis 2,8 mm)

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!

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

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 Verdichtungserhöhung sehr viel vorsichtiger mit der Gemischbildung umgehen, da ein mageres Gemisch empfindlicher gegen Klopfen ist, als ein fettes. Zusätzlich wäre bei großer Verdichtung eine entsprechend verbesserte Kühlung angebracht, um den Motor standfest zu halten!

Als Kraftstoff darf jetzt auch **nur noch Sprit mit 100 Oktan (Shell VPower oder Aral)** verwendet werden. Sollte dieser mal nicht erhältlich sein, kann man als Notbehelf auch einige Liter Super bleifrei (95 Oktan) tanken und **vorsichtig** bis zur nächsten Tanke fahren, wo's den geeigneten Sprit gibt.

Die Serien-RD's laufen nach Yamaha-Angaben am sichersten mit Super bleifrei (95 Oktan).

Letztes Argument gegen eine „zu hohe“ Verdichtung: Verdichtung und Vorzündung hängen eng zusammen. Erfahrene Tuner berichten übereinstimmend, dass eine hohe Vorzündung in Verbindung mit einer moderaten Verdichtung mehr Leistung bringt als eine hohe Verdichtung mit zurückgenommener Vorzündung!

Noch ein Wort zur Kopfdichtung: Von Yamaha sind die unverschämte teuer und Viton O-Ringe halten genauso gut. An der 350'er reicht auch ein Ring und außen wird dann mit Dirko abgedichtet.



Bild 72 : O-Ring Umbau am Zylinderkopf (RD350)

## 2.8 Auslaßsystem

### 2.8.1 Kanalbearbeitung

Diese Bearbeitung ist, zusammen mit der Zylinderkopfbearbeitung, für die optimale Leistungsentfaltung am wichtigsten. Sie sollte also mit sehr großer Sorgfalt durchgeführt werden.

In [4] wurde eine mäßige Erhöhung von 0,5 mm auf eine Auslaßhöhe von 26 mm vorgeschlagen, bei der man sehr genau arbeiten muss!

Ein breiterer Kanal verändert die Gasresonanzen nicht. Aus diesem Grund kann man den Auslaß noch ca. 1 mm seitlich aufweiten. Dabei sollten die Radien zwischen Seiten- und Unterkante beibehalten werden [1]. Der Radius zwischen Seiten- und Oberkante wird für bessere Ringhaltbarkeit von R7 auf R9 vergrößert [4].

Der Übergang des Kanals in die Auspuffdichtung sollte auf eine kreisrunde Form erweitert werden [1]. Der Durchmesser läßt sich durch Einsetzen der Dichtung gut anzeichnen. Nach [4] wird er von  $\varnothing 32$  mm auf  $\varnothing 37$  mm erweitert.

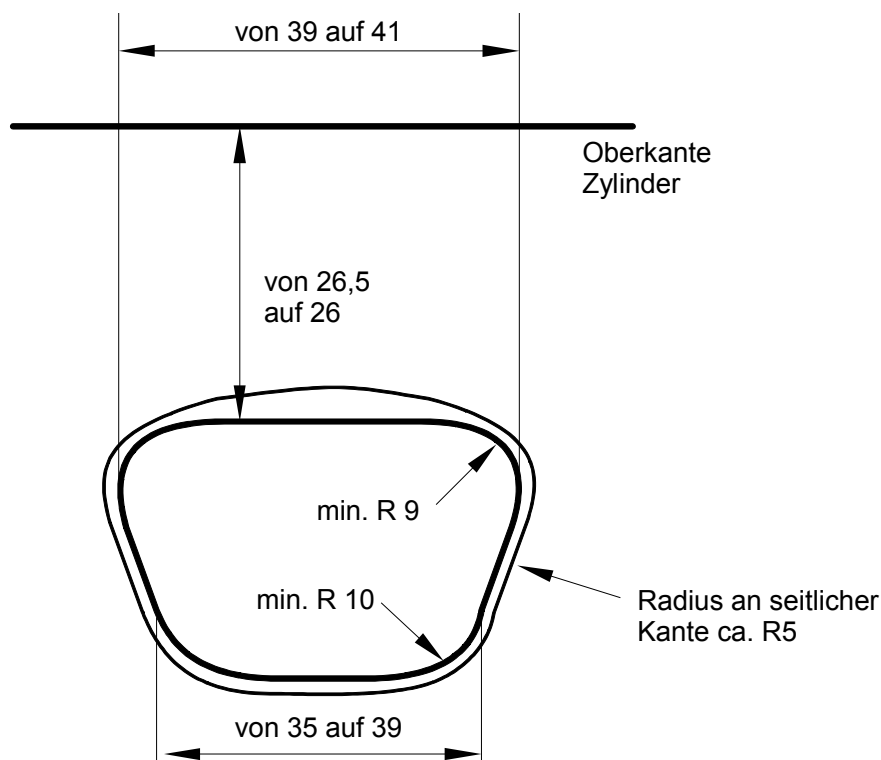


Bild 73: Auslasskanal vom Zylinderinneren gesehen

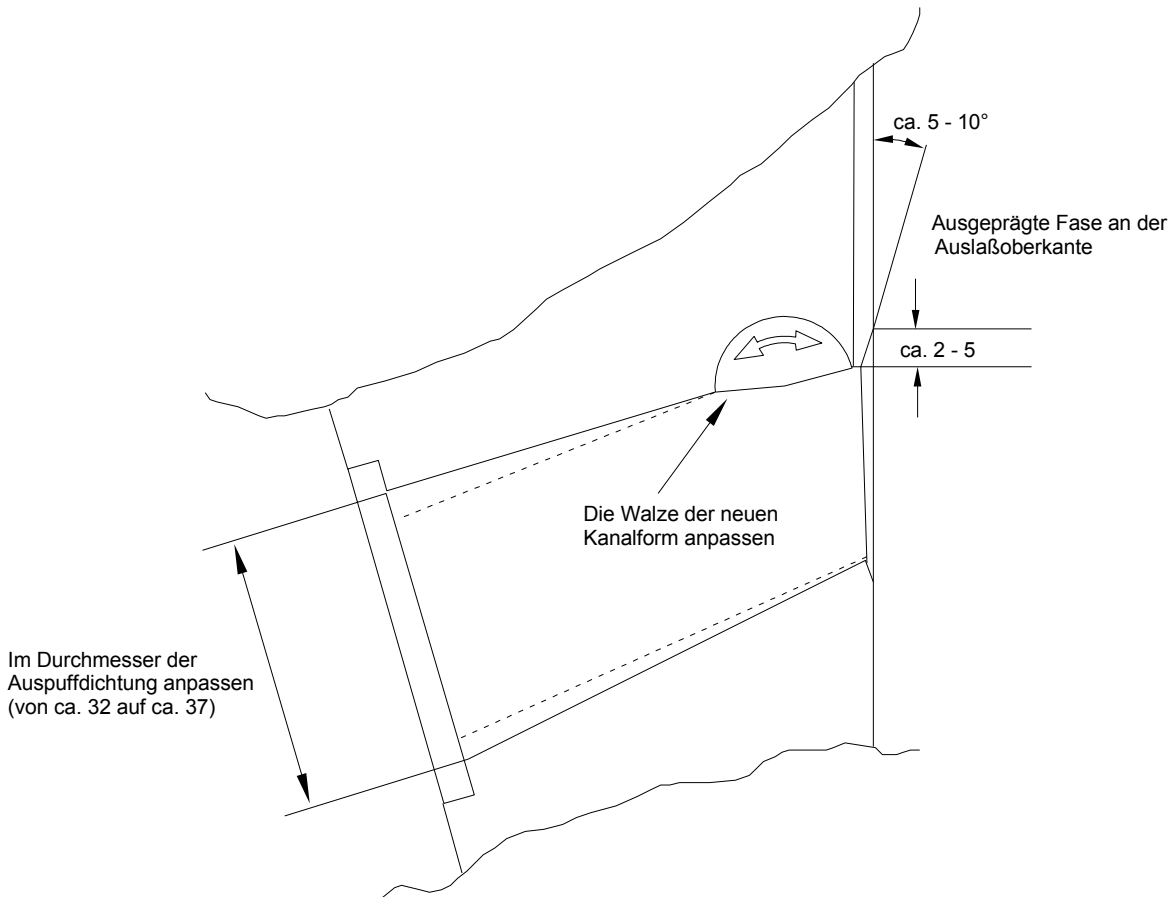


Bild 74: Schnitt längs des Auslasskanals

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

Theoretical elliptical port shape and practical multi-radius port shape

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

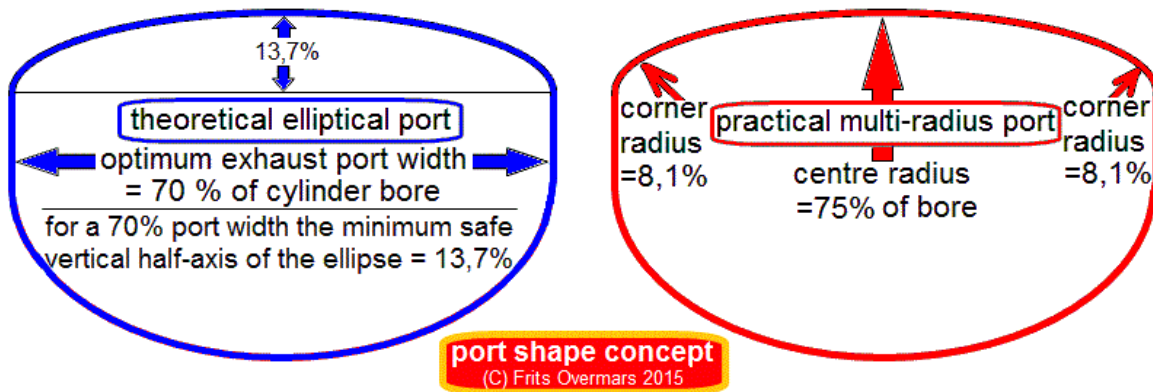


Bild75 : FOS Port Concept (RD500 mit 57,4 mm Bohrung : exhaust port width = 40.2 mm, vertical half-axis = 7.87 mm, corner radius = 4.65 mm, centre radius = 43 mm)

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, Lagerbuchsen und Klemmstück (zur Walzenverbindung) auf den Zylinderkopf und ziehe je ein oder zwei Zylinderkopfschrauben fest. Dann erst lassen sich die Paßungengenauigkeiten erkennen und beheben!

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

*Nach dem Einbau der Zylinder sollten die Seilzüge so eingestellt werden, dass diese Paßform sich bei eingeschalteter Zündung (offene Walzen) ergibt. Das läßt sich vor Anbringen der Auspuffanlagen gut mit dem Finger oder durch ein bis vier Blicke in die Auslasskanäle 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 von der oberen in die untere und wieder zurück bewegen.*

Nach der Grobbearbeitung der Kanalform, muss die Auslassoberkante eine ausgeprägte Fase erhalten. 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 R5 [1,4].

Als krönender Abschluß sind alle bearbeiteten Flächen auf Hochglanz zu polieren [1,4]. 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 entweder mit feiner Stahlwolle oder mit einem Polierfilz und Polierpaste.

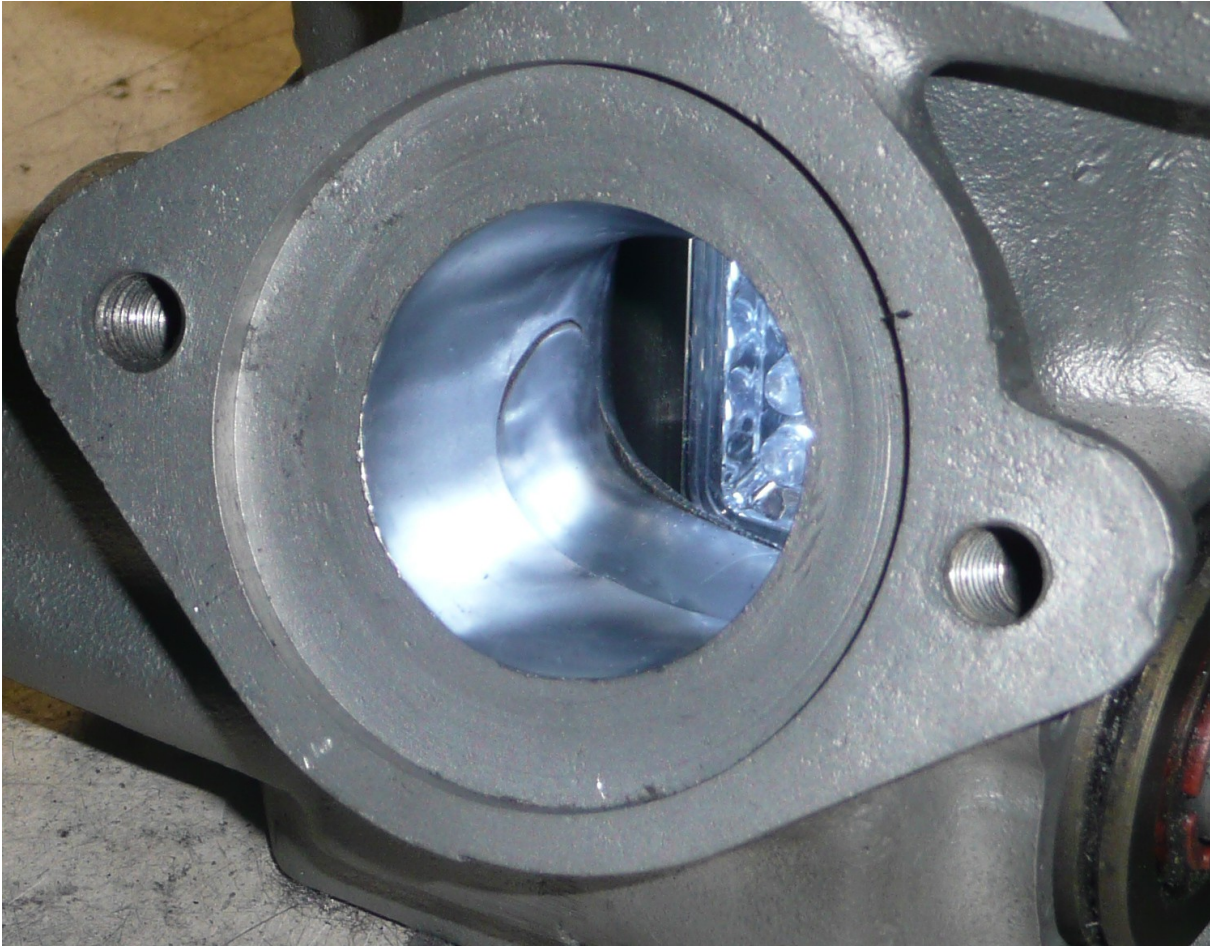


Bild 76: Blick in einen bearbeiteten Auslasskanal mit Power-Valve (RD350)



### 2.9.2 Auspuffanlagen

Wie vielleicht schon zu bemerken war, halte ich persönlich nichts von Krawalltüten. Wenn es aber schon eine sein soll, dann aber bitte eine, die auch Leistung bringt.

Über die **Jolly-Moto** gibt es für die RD500 geteilte Meinungen. Bei den Einen läuft sie gut, bei Anderen wieder nicht! Bei der Vergaserabstimmung könnte dazu der Thomas Fried helfen, da hier eventuell eine Modifikation der Hauptluftdüsen sinnvoll ist.

Die Jolly ist zwar nicht ganz billig (ca. 1850,- DM), aber man hat zusätzlich einen enormen Gewichtsvorteil. Die Töpfe passen allerdings nicht so ganz sauber an das Motorrad (Original-Haltepunkte); à propos sauber: Die Flansche sind am Zylinder mit Federn befestigt und da suppt dann immer die schwarze Brühe raus ... . 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!

Die **WIWA-Anlage** bringt ebenfalls mehr Leistung und ist auch mit Federn befestigt. Thomas Fried vertraut auf einen **Sieker-Auspuff**.



Bild 77: Jolly-Moto-Auspuff f. RD500 (Carbondämpfer sind gegen Aufpreis lieferbar)

Von einer **Nikon-Auspuffanlage** (Optik wie Jolly mit gebogenen Endröhrchen, Vertriebsadresse im Anhang) habe ich eine Leistungskurve die von einem englischen Händler stammt. Die absoluten Zahlen sind sehr enttäuschend aber der Zuwachs von ca. 12-13 PS ist brauchbar (falls wirklich das gleiche Motorrad

gemessen wurde). Ich würde aber vermuten, dass bei dieser Messung a) eine ganz besch ... laufende Maschine verwendet wurde, und/oder b) die Drehzahlmessung nach dem Mond ging. Wenn man die Leistungskurven auf die Nenndrehzahl (von  $9500 \text{ min}^{-1}$ ) hochrechnet, ergeben sich ca. 82 PS in Serienzustand und ca. 96 PS mit Nikon's.

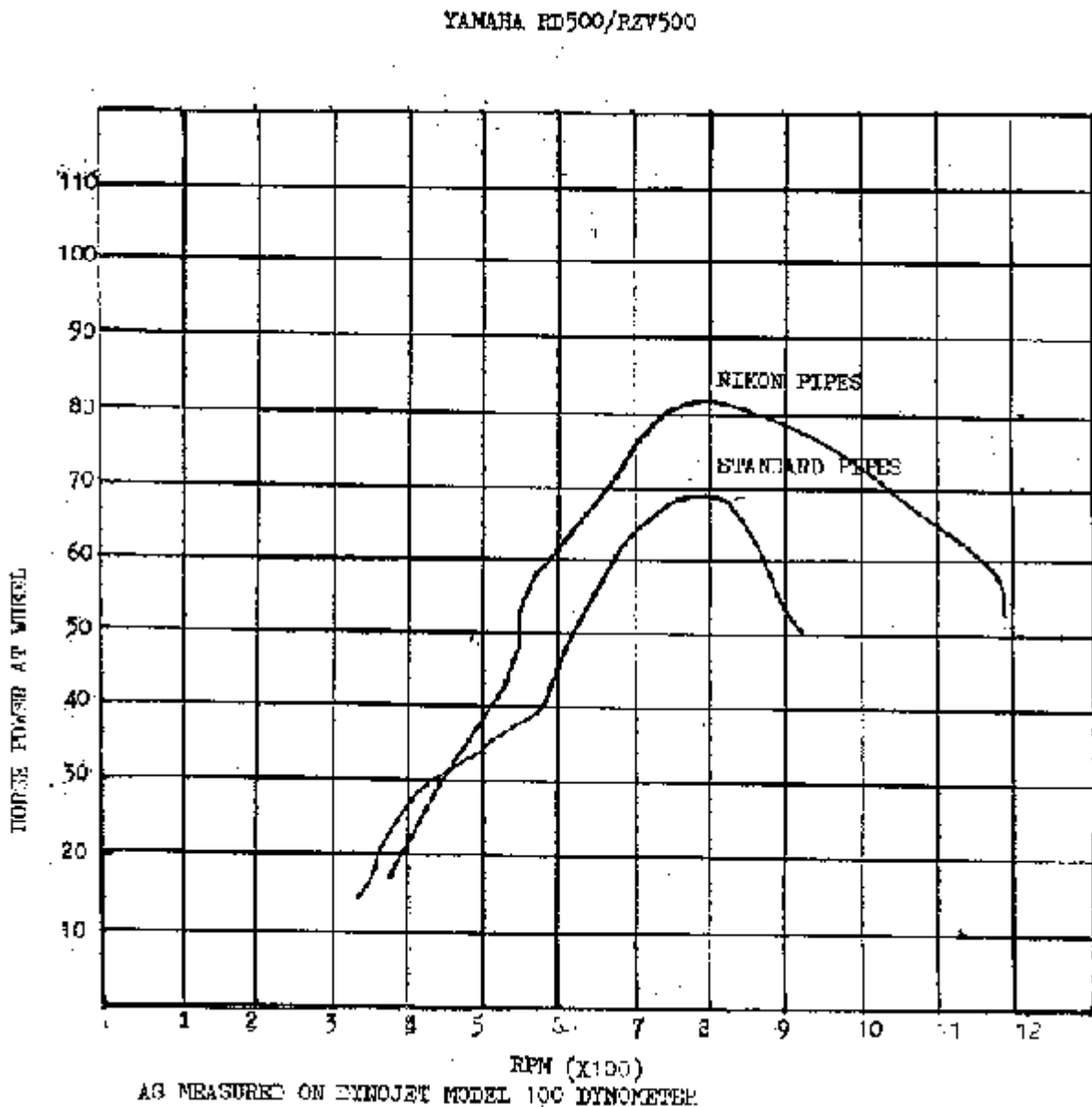


Bild 78: Leistungskurve Nikon Auspuffanlage

Sehr interessant ist auch der Leistungszuwachs von ca. 20 (!) PS zwischen  $5500$  und  $6000 \text{ min}^{-1}$ ).

Zusätzlich sind zur Gemischanpassung meist andere Düsen empfehlenswert (Jolly-Moto #195, WIWA #230, Nikon keine Angaben). Da die Düsengröße aber für jeden

Motor anders ist, sollte jeder Motor gesondert eingestellt werden [2]. Z.T. läuft die Jolly mit den Seriendüsen schon zu fett.

Die Schalldämpfer aller vier Zylinder kann man 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). An das hintere Ende muss noch eine Verdickung, damit der neue Dämpfer nicht im Auspuff klappert.

Diese Maßnahme verringert die Abgastemperatur, was besonders bei den hinteren Zylindern wichtig ist.

Zur Erhaltung des Geräuschpegels muss man aber noch mit Steinwolle arbeiten. Sie wird mit Draht fest um das perforierte Rohr gewickelt und zusätzlich bei den unteren Dämpfern, soweit möglich, in die Schalldämpferhohlräume gestopft.

Als Ergebnis hat man dann einen etwas dumpferen Sound, der beim (jetzt deutlich spritzigeren) Beschleunigen erst richtig gut klingt [1]. Vor allem im mittleren und oberen Drehzahlbereich macht sich der größere Durchsatz bemerkbar.

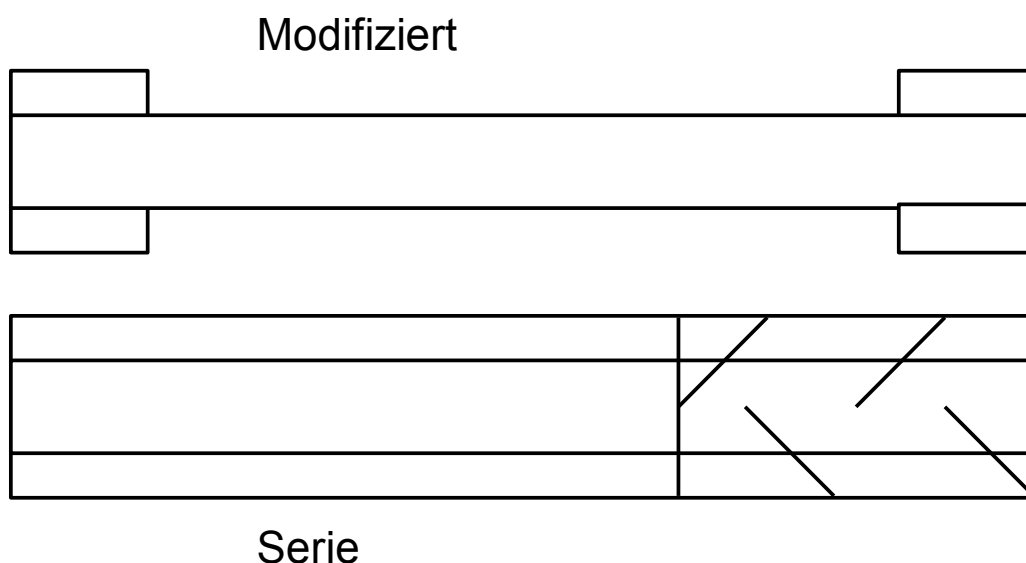


Bild 79: Schalldämpfermodifikation

Von SoniX (bzw. JL), Jolly Moto sowie von Figaroli gibt es für die RD 500 auch GP-Style Anlagen mit beiden unteren Rohren auf der rechten Seite. Leistungsmäßig sollten sie wie die Standardanlagen liegen.

Seit ca. 2001 gibt es von Jolly-Moto nur noch die GP-Anlage. Der Preis wurde auf das Niveau der Standard-Anlage gesenkt (ca. 1100,- €).

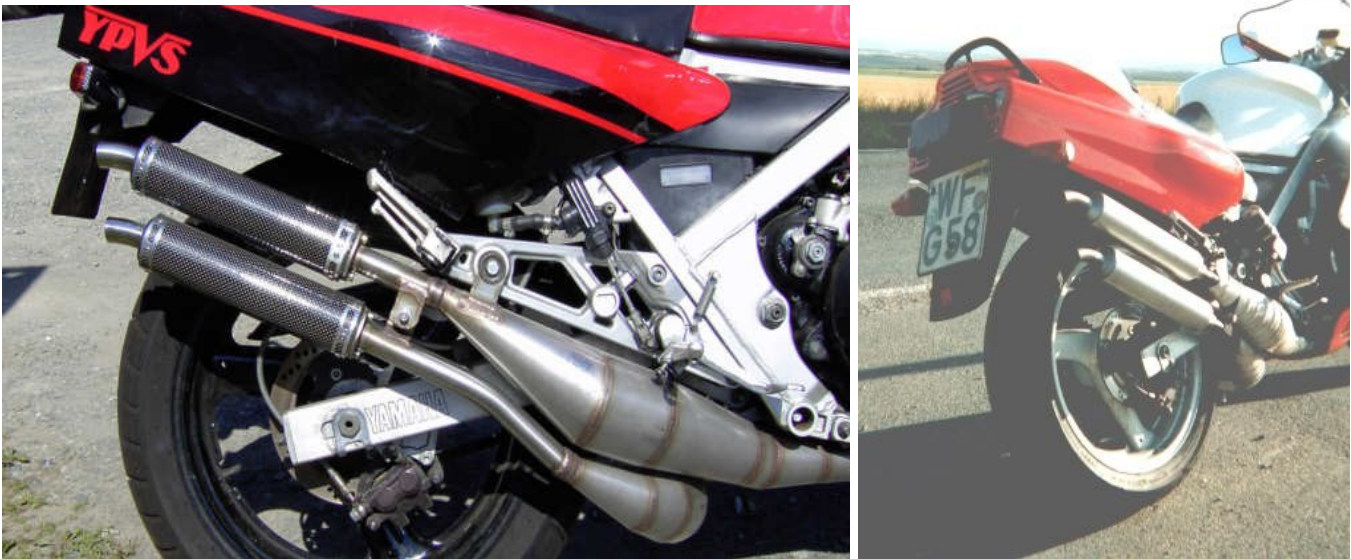


Bild 80: SoniX (Edelstahl) & Jolly GP-Auspuffanlagen

### 2.8.3 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.)

#### 2.8.3.1 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)

### 2.8.3.2 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.

In den Yamaha Unterlagen zum RD500 Tuning fanden sich folgende Auspuffzeichnungen.

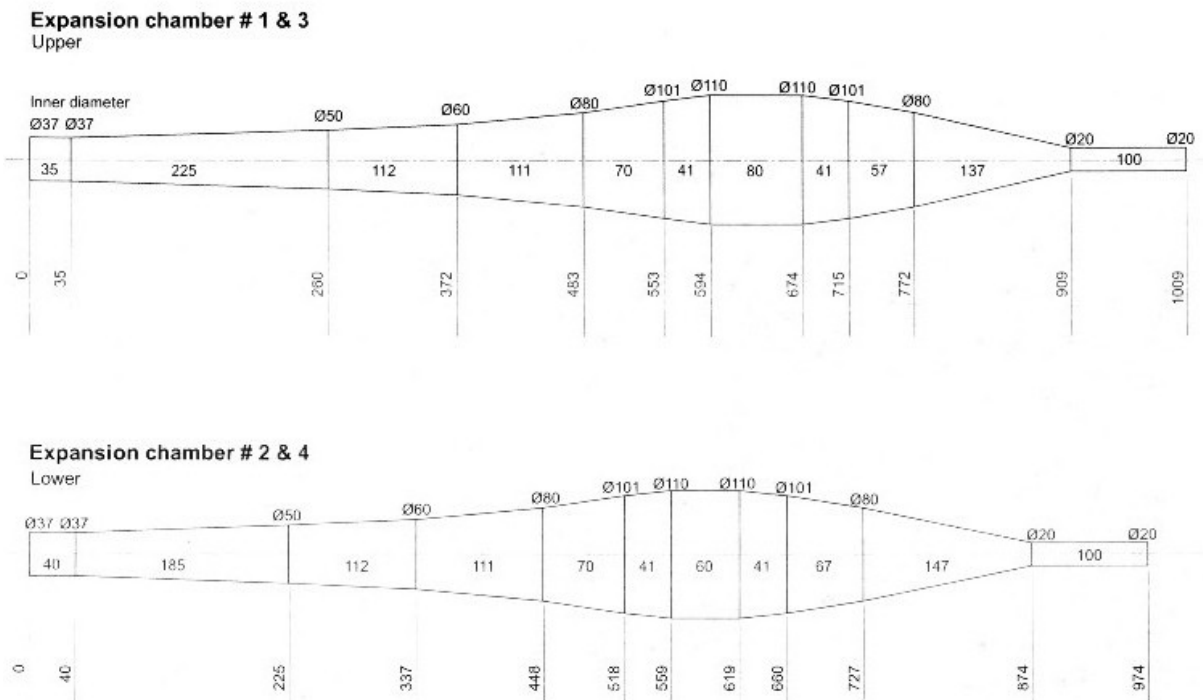


Bild 81: Yamaha Auspuffmaße

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 käme\*n 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).

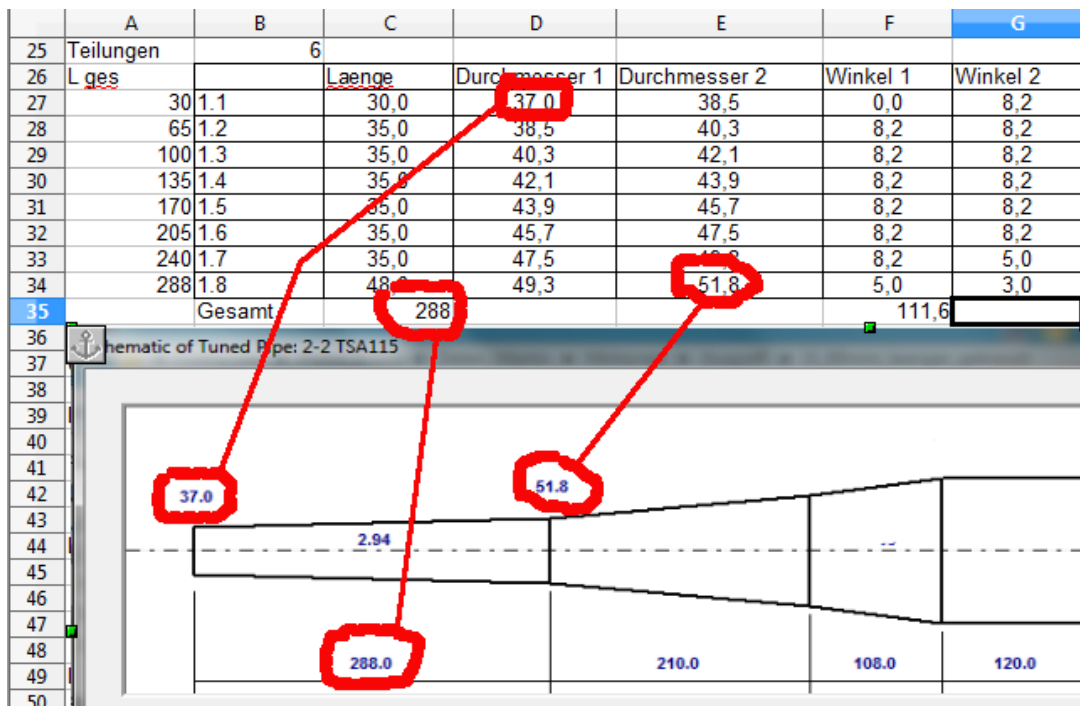


Bild 82 : Layout-Tabelle zur Ermittlung der Einzel-Konen.

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 hin bekommt, 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 ....)

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..

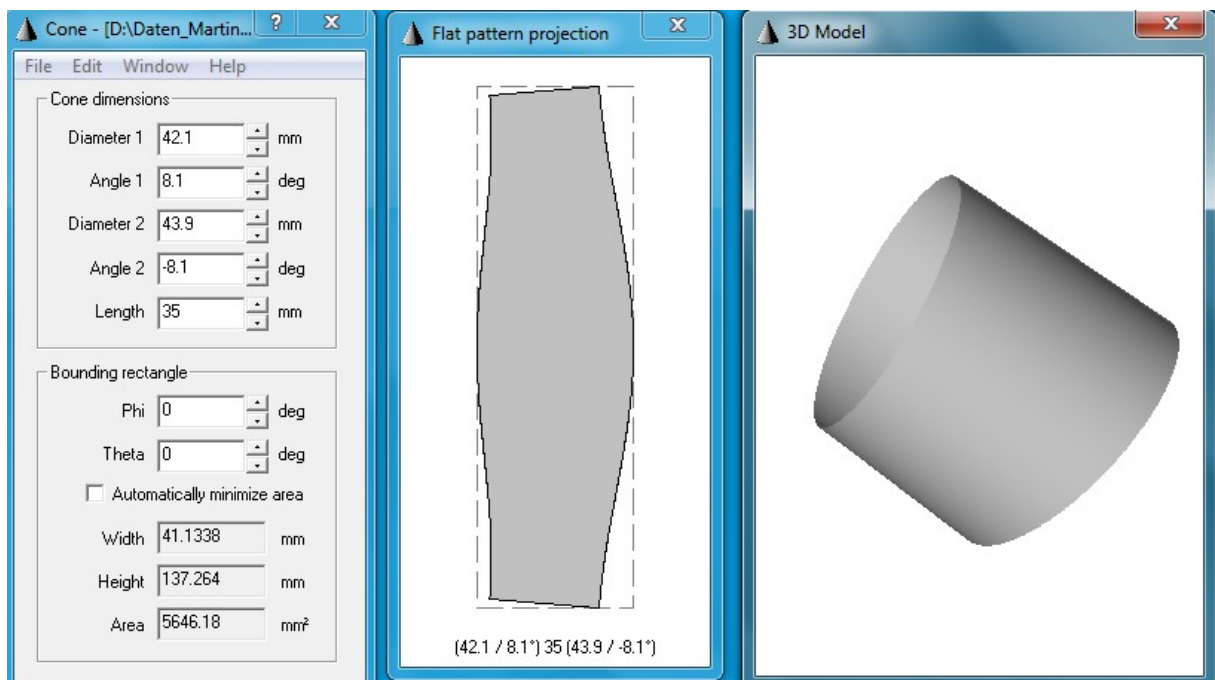


Bild 83 : Screenshot Software „Cone“ von <http://www.pulserate.com>



Bild 84 : Auspuff-Konzeptmodell in Pappe

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.



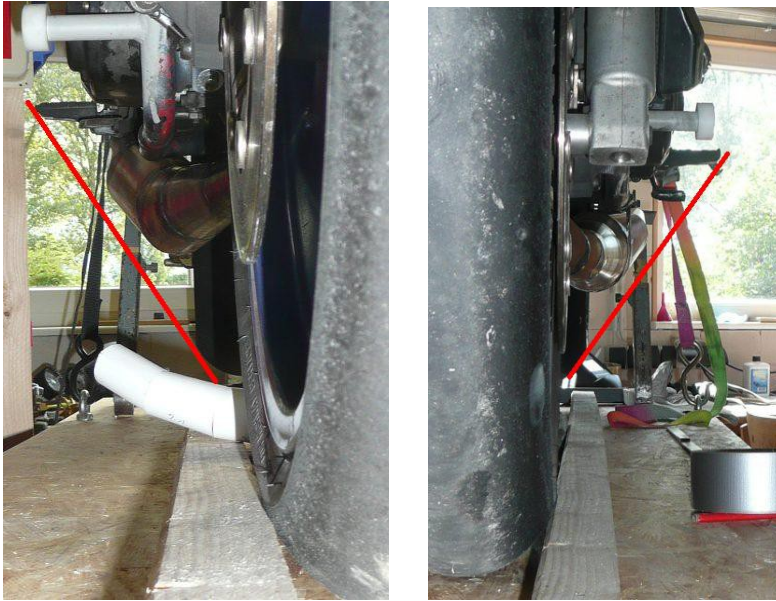


Bild 85 : Schräglage Rechts/Links



Bild 86 : Problemzonen Umlenkung &amp; Seitenständer

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

### 2.9.3.3 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)

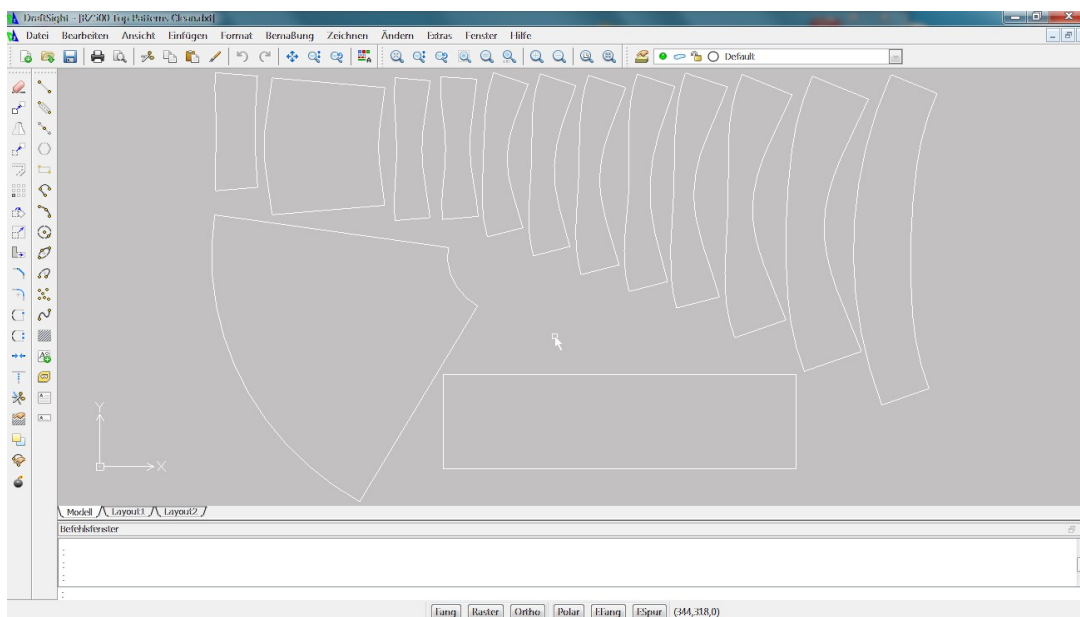


Bild 87 : Screenshot Software DraftSight

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 RD350 Auspuff wiegt ca. 11 kg.



Bild 88 : Handgeschnittene Bleche



Bild 89 : Laser-geschnittene Bleche

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 90 : 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 91 : 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 durch geschoben bekommt.

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

### 2.8.3.4 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 ...

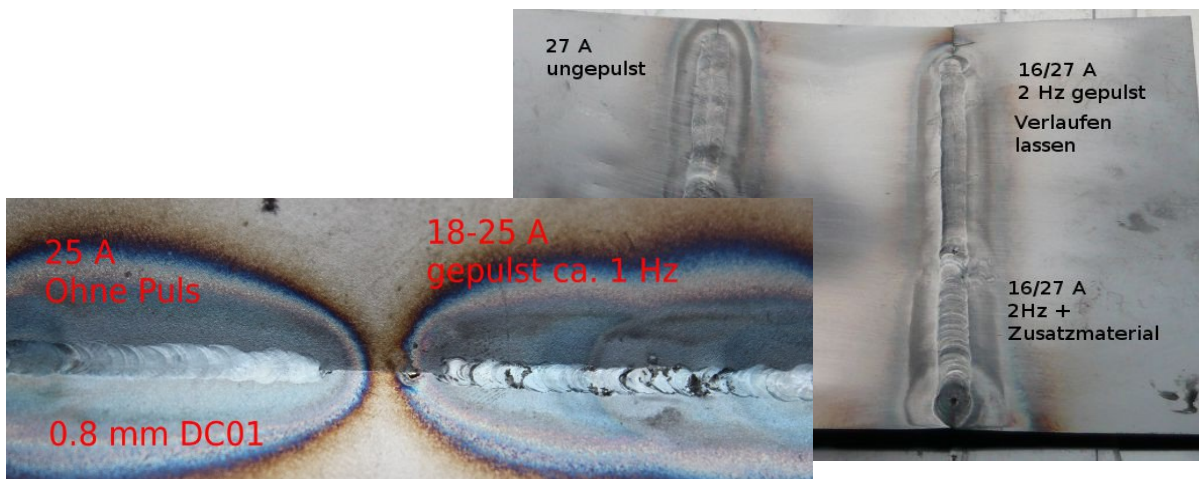


Bild 92 : Materialproben

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.

Das Stichwort hochwertig sollte auch für den Schweißhelm gelten. Standard-Ware hat oft nur eine Standard Filter-Stärke (11-13) und die ist für geringe Ströme meist zu stark. Auch der Sensor spricht oft bei den geringen Helligkeiten nicht so gut an (sehr ärgerlich, denn dann schaut man ungefiltert in den Lichtbogen)  
Abhilfe schafft z.B. ein Speedglass der 9'er Serie – der hat einstellbare Filter-Stärke und ist auch für geringe Ströme geeignet.

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).

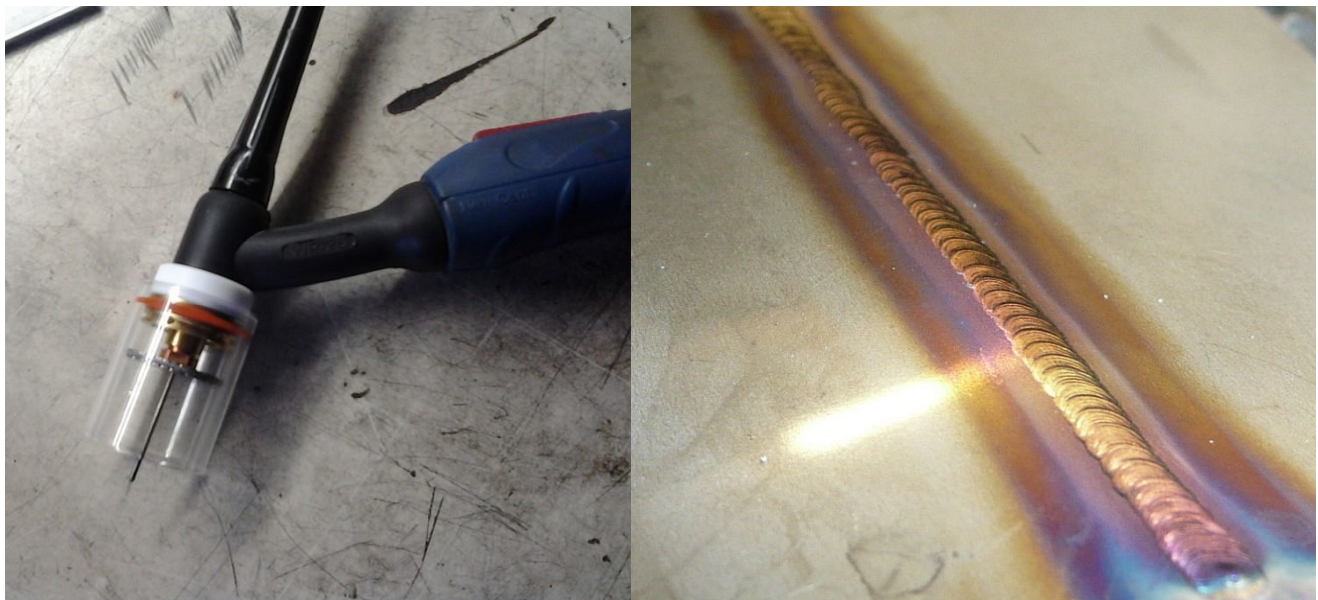


Bild 93 : Gaslinse XXL und zugehörige Materialprobe (VA)

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.

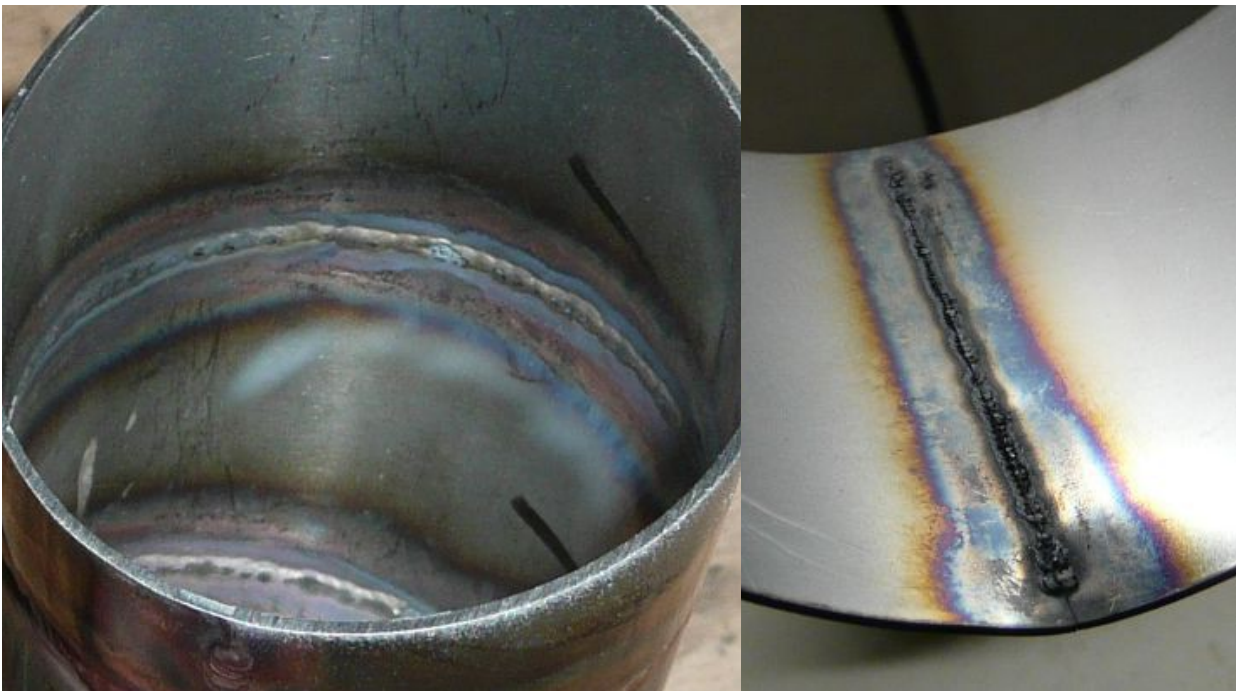


Bild 94 : Innenseite in VA mit Formiergas (links) und „Blumenkohl-Bildung“ ohne Formiergas (rechts)

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 95 : 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.

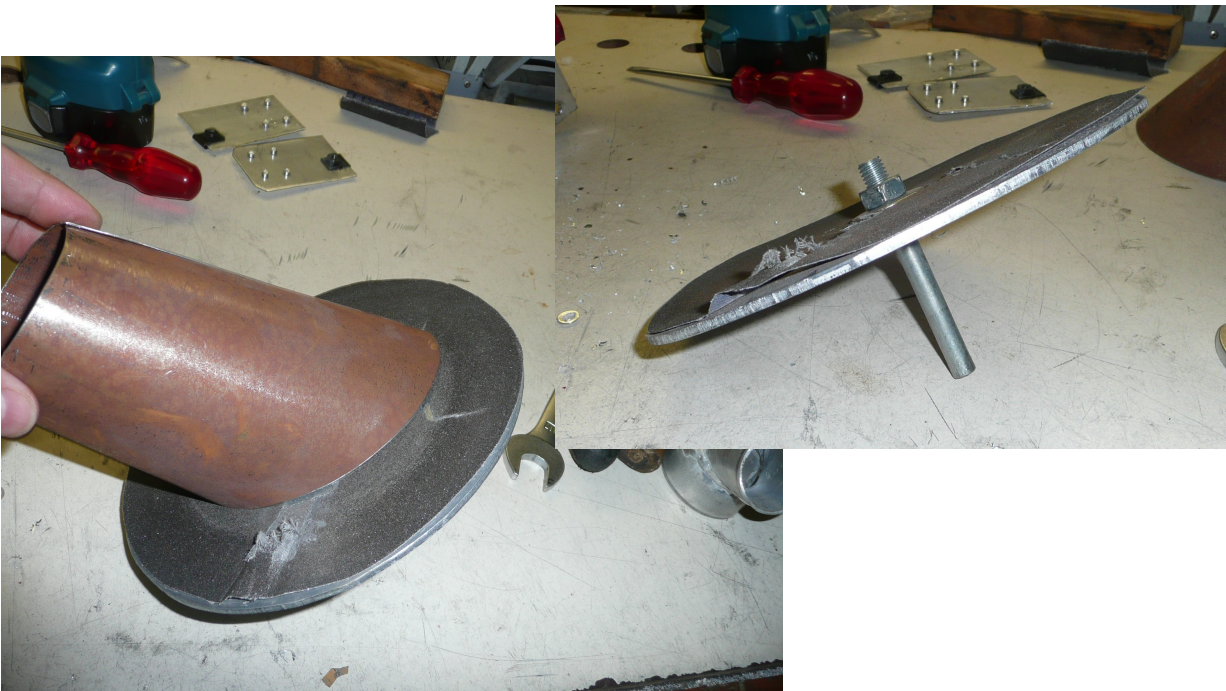


Bild 96 : Schleifplatte

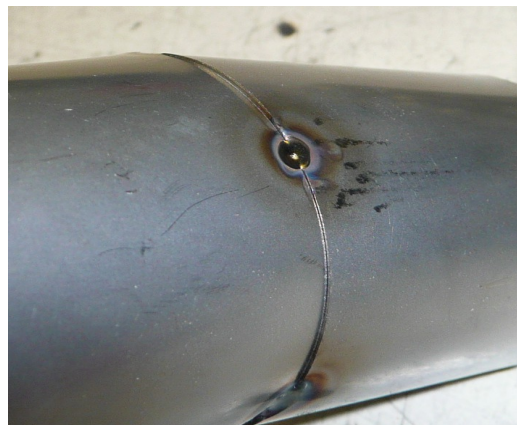
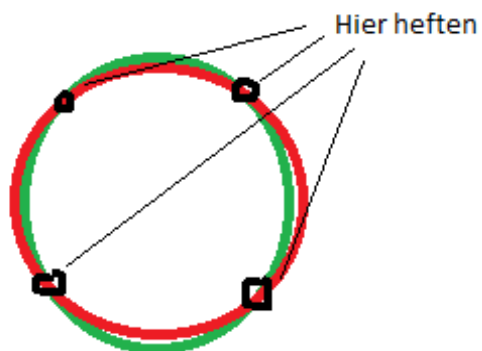


Bild 97 : Abschnitte heften



Bild 98 : 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 99 : „Zepter“ zum Hämmern der umlaufenden Nähte



Bild 100 : 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 101 : 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. Wichtiger Tip: RD350YPVS und RD500 sind identisch und passen untereinander. 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 bzw. in der neuen Version mit einem Rohr und 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 102 : Zylinderflansche (Eigenbau)



Bild 103 : 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.



Bild 104 : Eigenbau-Auspuff in VA nach Wayne Wright (2013)

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.

Bei der RD350 kommen mit der Formel z.B. Durchmesser von 18-20 mm heraus, wogegen ich in meinen Anlagen 22-27 mm verwendet habe.

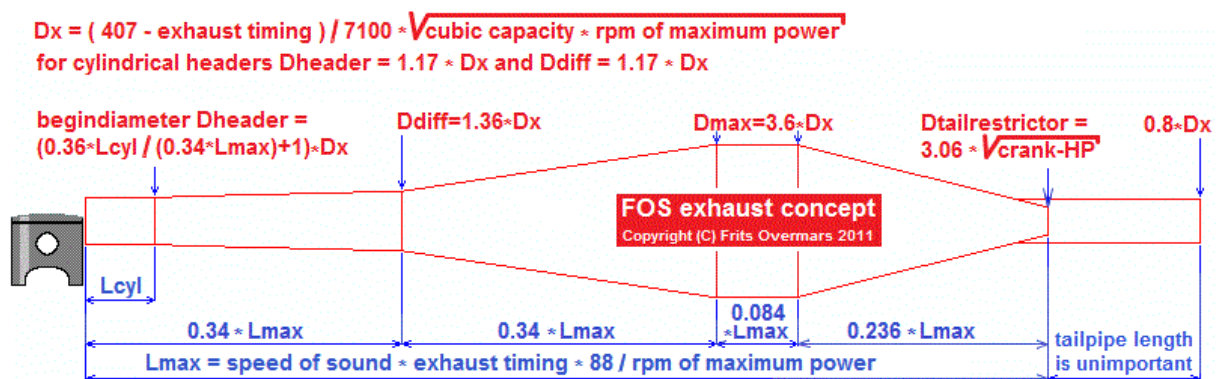


Bild 105 : Konzept-Maße nach Frits Overmars

### 2.9 Zusammenfassung der Zylinderbearbeitung

An dieser Stelle möchte ich noch einmal in gesammelter Form meine Vorschläge für verschiedene Tuning-Stufen 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% (Schätzwert)
- Aufwand: ca. ein Tag Arbeit und ca. 200,- an Teilekosten.
- Optimale Walzeneinstellung aller vier Zylinder nach Abnehmen der Auspuffanlage und Überprüfung per Sicht / Finger.
- Optimale Vergasersynchronisation.
- Entfernen der Schnorchel im Luftfilterdeckel.
- Modifikation der PV Steuerung bzw. TZR/RD350 Box.
- Düsenanpassung eventuell vorne #170 hinten #175. (ggf. auch Power-Jet-Umbau)
- Eventuell GFK-Membranen (RD350LC) von Götz (Einbau ist wegen des engen Motorraums recht umständlich!)

Für diejenigen, die sowieso gerade beim Motorüberholen sind, auch gerne mal eine Feile in die Hand nehmen, aber trotzdem für den TÜV keine wochenlange Umbauaktion machen wollen, wären zusätzlich folgende Arbeiten angebracht (In [4] als Top-End-Job bezeichnet):

#### **Stage II**

- Leistungssteigerung bis ca. 10 - 20% (Schätzwert)
- Aufwand: ca. mehrere Tage Arbeit und ca. 500,- an Teilekosten.
- Mono- bzw. Boyesen-Membranen verwenden (Stege in den Käfigen entfernen).
- Zylinderbearbeitung: Auslaß, Walzen angleichen, Einlaß, Kanaleinlauf der Überströmer.
- Kolbenbearbeitung: Hemdunterseite spitz, Boden polieren.



- Zylinderkopf 0,5 mm planen und Kante nacharbeiten.
- Eventuell Auspuffmodifikation.
- Zündung/PV Steuerung von [www.zeeltronic.com](http://www.zeeltronic.com).
- Düsenanpassung je nach Bearbeitung (ggf. auch Power-Jet-Umbau)

Für diejenigen, die sehr extrem auf deutschen Straßen unterwegs sind und auch noch ein zuverlässiges Zweitmotorrad (z.B. RD350) besitzen, darf es auch schon etwas mehr sein:

### **Stage III**

- Leistungssteigerung bis ca. 15 - 25% (Schätzwert)
- Aufwand: wochenlange Arbeit und ca. 3 - bis 5000,- an Teilekosten.
- Perforierter Luftfilterdeckel.
- Größere Membranen (z.B. RD 350 YPVS, CR80, Götz).
- Mikuni TM 30
- Kurbelgehäuse angepaßt.
- Kolbenbearbeitung: Hemdunterseite spitz, Boden polieren.
- Zylinder bzw. Köpfe planen und Quetschkante auf ca. 0,2 - 0,3 mm nacharbeiten.
- Rennauspuff (Jolly, WiWa, Sieker).
- Kurbelwellenzapfen mit Schweißpunkt gegen Lockerung gesichert.
- Düsenanpassung je nach Bearbeitung (ggf. auch Power-Jet-Umbau)

Für diejenigen, die nur Rennstrecke fahren:

### **Stage IV**

- Leistungssteigerung bis ca. ? (Rekord: gemessene 289 km/h einer getunten RD500 aus Österreich in Hockenheim bzw. gemessene 128 PS).
- Aufwand: Zuerst Hausbank überfallen um Finanzierung zu sichern!
- Kolben extrem gekürzt und unterer Ring weggelassen, bzw. andere Kolben mit einem Ring.
- Überströmkanäle bearbeitet.
- Größere Vergaser mit offenen Luftfiltern.
- Big-Bore Kit bzw. TZR oder RD350 Zylinder verwenden.

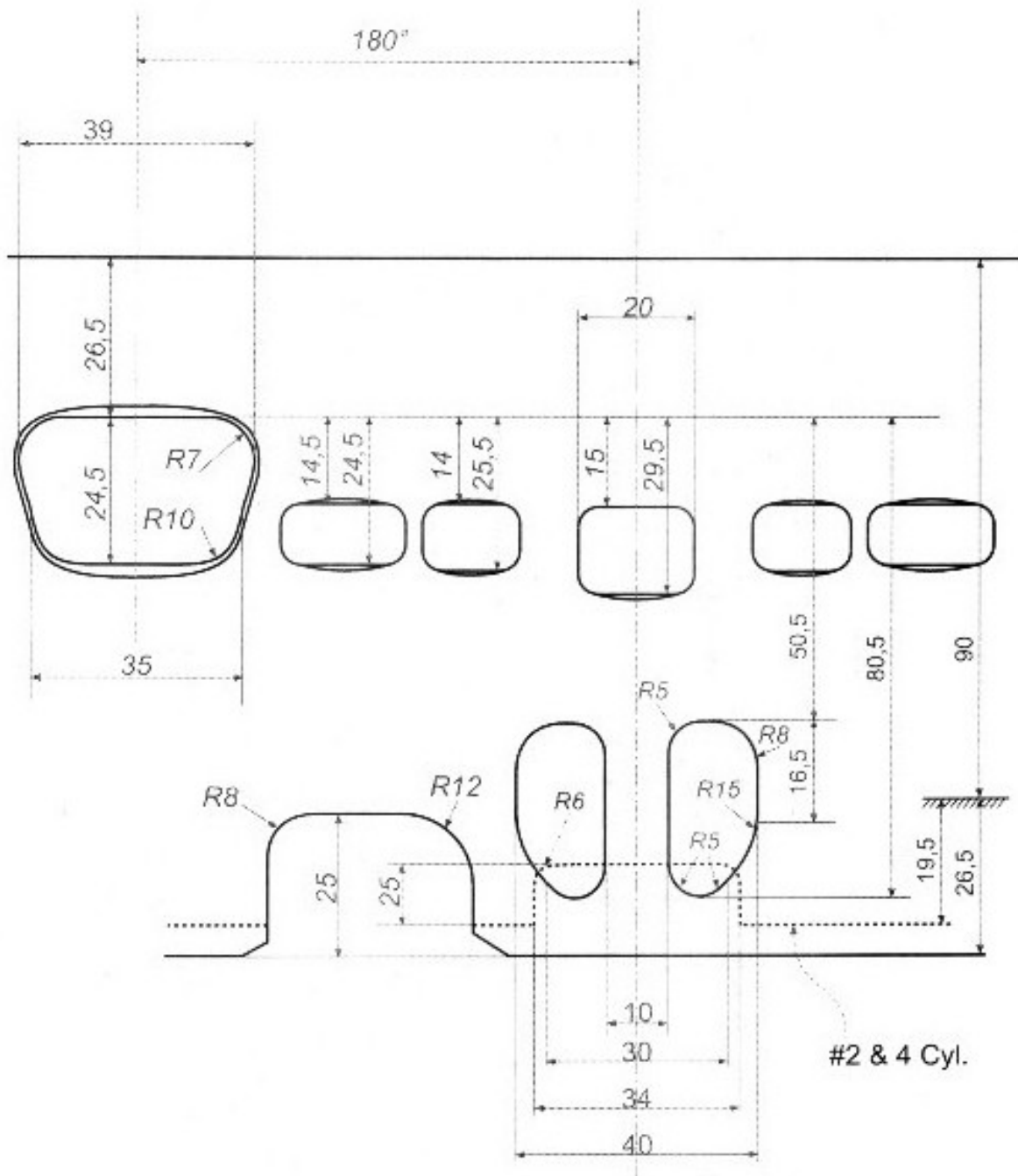


Bild 106: Serienzylinder (Abwicklung)

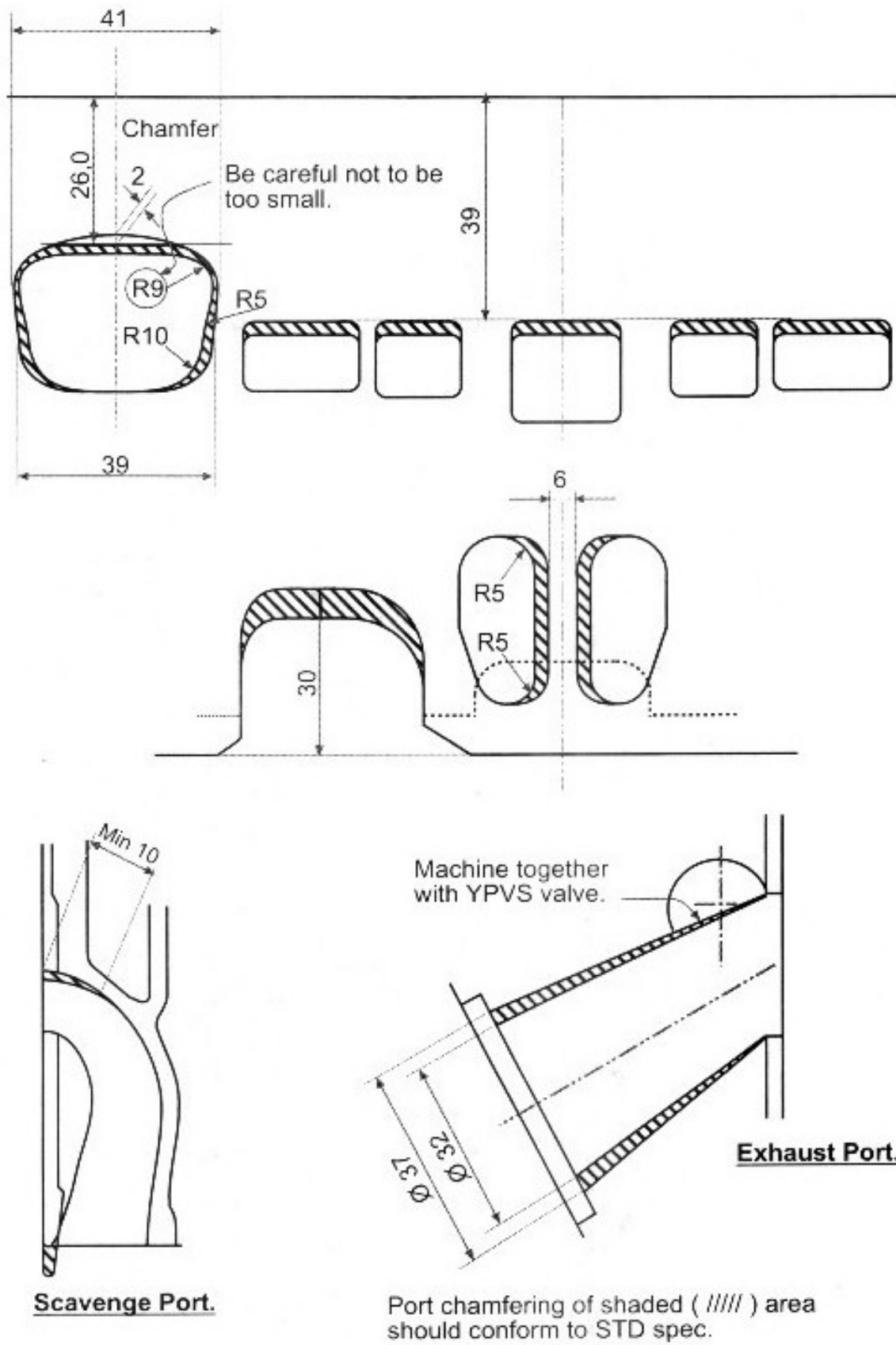


Bild 107: Zylinder nach maximaler Bearbeitung (Abwicklung)

### 3. Elektronik

#### 3.1 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 der **Zündwinkel zurückgenommen** werden, weil hier das Durchbrennen schneller vonstatten geht.

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

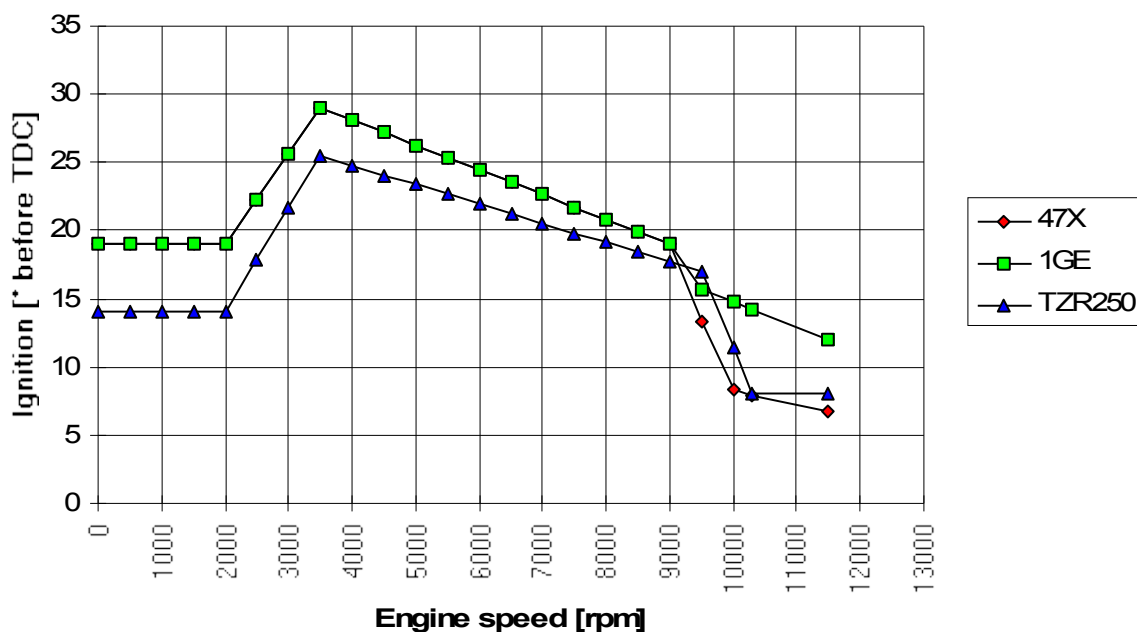


Bild 108: Zündverstellkurven 47X /1GE

Die 1GE-Modelle ab 1985 hatten im oberen Drehzahlbereich eine veränderte Zündverstellkurve. Diese ist u.a. für die höhere Endgeschwindigkeit der 1GE (226 statt 223 bei der 47X) mitverantwortlich.

Sie passt auch ohne Änderungen an die 47X und bringt im Bereich über 9000  $\text{min}^{-1}$  eine spürbare Leistungssteigerung. Als Ersatz passt das Ganze auch andersherum.

Von BDK gab es einen Umbau der Original-CDI, der die Kurve per Drehregler verstellbar machte. Mit den Werten lag man dann im Bereich der TZ500.

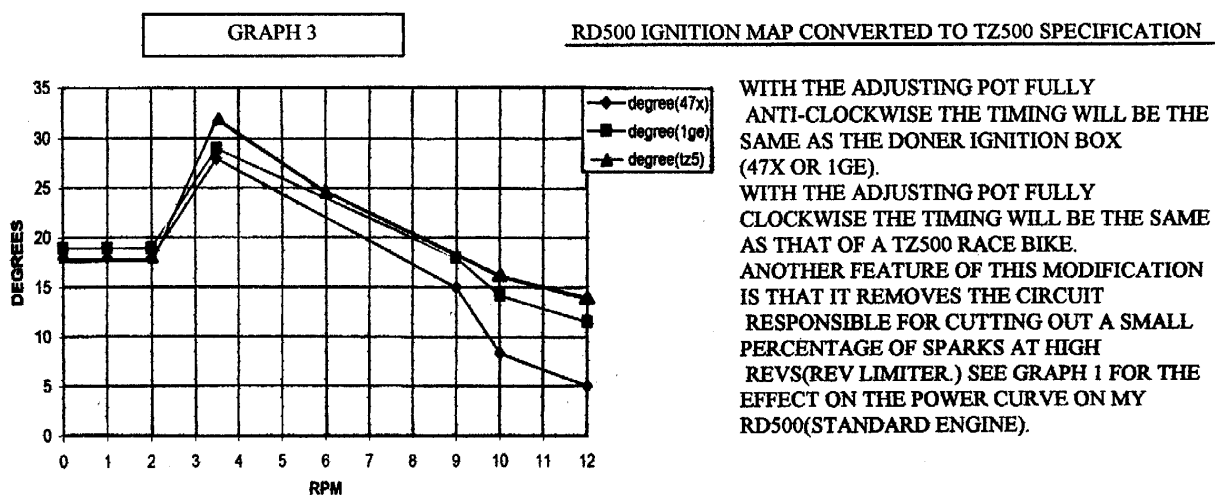


Bild 109: BDK Modifikationen der Zündkennlinie

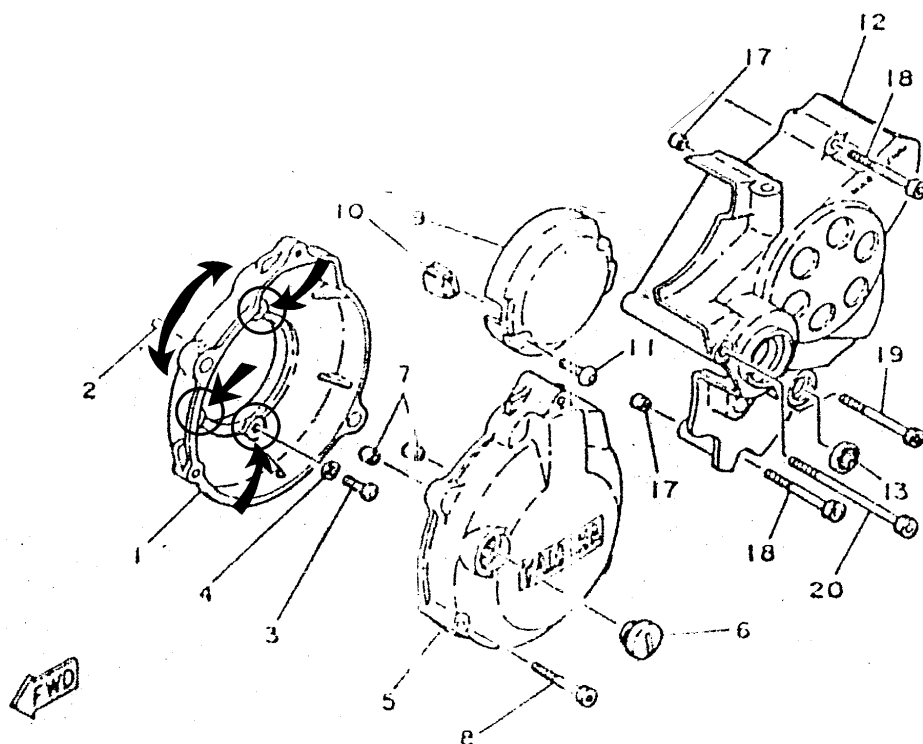


Bild 110: Zündverstellung durch Verdrehen des Lima-Gehäuses

Eine kleine Verstellmöglichkeit für die Zündung ist über das Lichtmaschinengehäuse gegeben. Wenn man die drei 6,5 mm Befestigungsbohrungen zu Langlöchern erweitert, kann man die Kennlinie entweder anheben oder absenken.

Eine Vergrößerung des Zündwinkels ergibt sich über eine Aufweitung entgegen des Uhrzeigersinns (Lima wird im Uhrzeigersinn verdreht).

Eine Absenkung des Zündwinkels ergibt sich sinngemäß über eine Aufweitung im Uhrzeigersinn (Lima wird entgegen des Uhrzeigersinns verdreht).

In der YAMAHA Anleitung wurde die Aufweitung von 4 mm angegeben, was ca. 5° mehr Vorzündung bewirkt.

Angeblich gibt die originale Lima auch schon mal öfter den Geist auf, wenn sie durch höhere Belastungen größeren Temperaturen ausgesetzt ist. Abhilfe könnten hier angebrachte Kühlluftbohrungen am Lima-Gehäuse schaffen, was sich aber für Regenfahrten weniger bewährt hat (Dann muss man z.B. mit Klebeband abdichten!).

Vom Thomas Fried stammt eine Messung die ebenfalls die Zündung berührt. Er hat bei seinem Original-Motor einen Kurbelwellenversatz von bis zu vier Grad gemessen, wobei die hintere Welle "hinterher hinkt".

Das bewirkt in diesem Fall, dass die hinteren Zylinder bis zu vier Grad mehr Vorzündung haben!

Bei meinem Motor habe ich den Antrieb der Ausgleichswelle auf die hintere Bank gelegt (komplett mit Primärtrieb) und dabei auch mal mit Meßuhr die OT-Stellungen gemessen. Bei mir waren es dann sogar 6 Grad bzw. 16 – 17 1/100 mm Unterschied!

Ursache dafür waren die Primärzahnräder. Das Vordere und das Hintere sind nicht identisch, was die Position der Nut angeht. Wenn man also nicht mehr genau zuordnen kann welches original wo gesessen hat, hilft nur Meßuhren raus und ausprobieren.

Die Kombinationsmöglichkeiten die man hat sind Primärtrieb Vorn/Hinten tauschen und ggf. Versetzen der Wellen um einen Zahn vor/zurück. Das Antriebsrad für die Ausgleichswelle paßt sowohl hinter das vordere als auch hinter das hintere Primär-Rad.

Damit kann man es dann erreichen, dass die Wellen OT's im Bereich bis 2/100 mm deckungsgleich sind und der Antrieb der Ausgleichswelle von der Wunschposition erfolgt.

Es gibt auch eine Alternative zum zeitaufwendigen hin- und her tauschen, nämlich eine programmierbare Zündung, die die hintere Bank mit einem passenden Versatz zündet.

### 3.2 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)

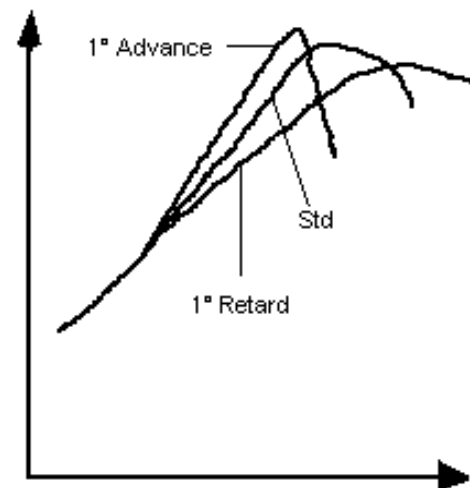


Bild 111: Zündungseinfluß auf die Leistung des Motors (RS125)

[www.zeeltronics.com](http://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.

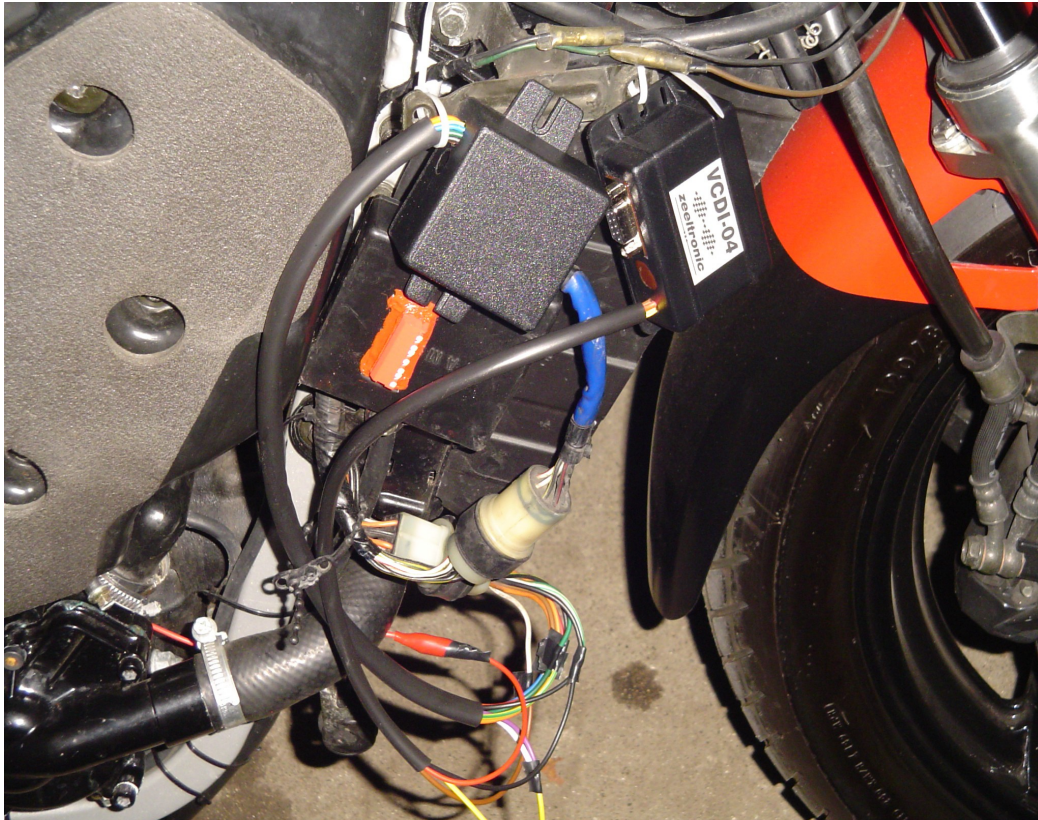


Bild 112 : CDI/VCDI an der RD500 (Prototypen von [www.zeeltronic.com](http://www.zeeltronic.com))

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 RD350 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**) !

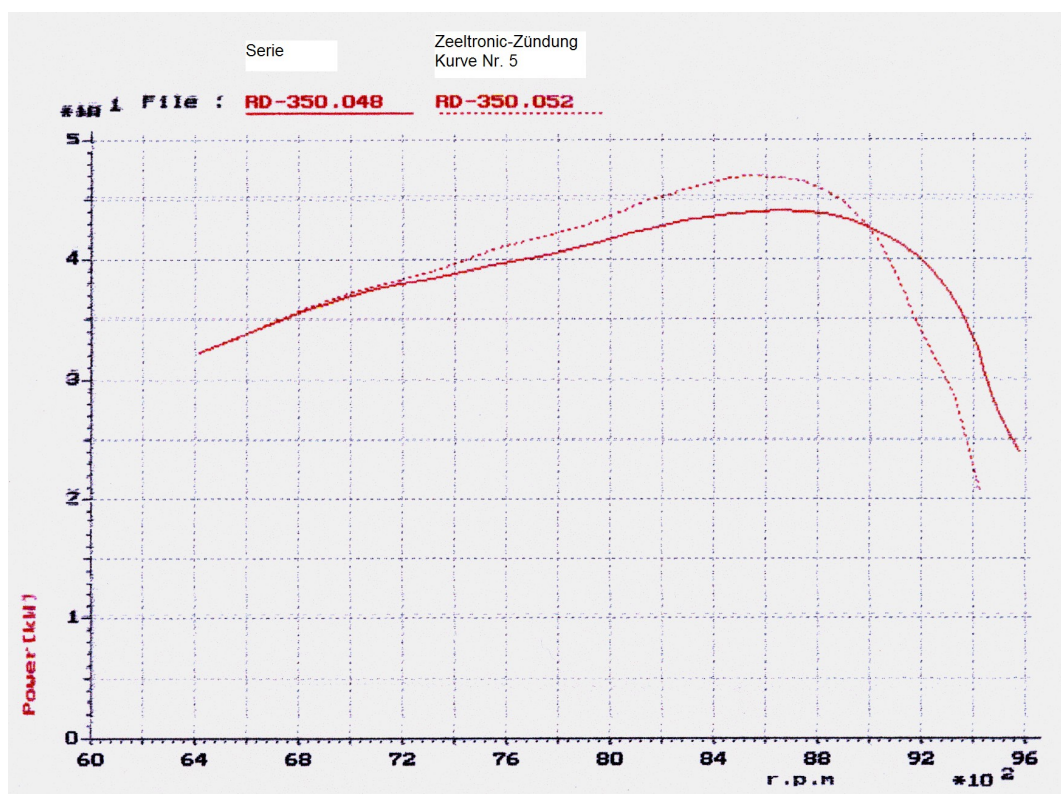


Bild 113 : Leistungsmessung Serien 1WW mit relativ „zahmer“ Zündkurve

Die Serien-RD 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 zeelectronic.com einen Eingang für ein Potentiometer, das 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), das 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 kann man damit sehr positiv das ruckelige Verhalten bei Teillast in den Griff bekommen, indem man dort den Zündwinkel zurück nimmt.

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

Alle Zeeltronic-CDI's, die ich persönlich an RD500 verbaut habe, haben sofort ohne Probleme funktioniert.

Leider kann man das vom folgenden Typ nicht behaupten; hier sind mir aus eigener Erfahrung und 2. Hand mindestens 3 RD500 bekannt, wo es Probleme gab.

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

Von Ignitech gibt es insgesamt 4 RD-taugliche DC-CDI's; die DC-CDI P2, DC-CDI P4, CD-CDI P2 race und die CD-CDI P4 race.

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

P2 und P4 unterscheiden sich in der Anzahl der Kanäle (2 bzw. 4). Mit der P4 kann man jeden Zylinder mit einer eigenen Zündspule ausrüsten.



Bild 114 : Ignitech DC-CDI P2 mit 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.

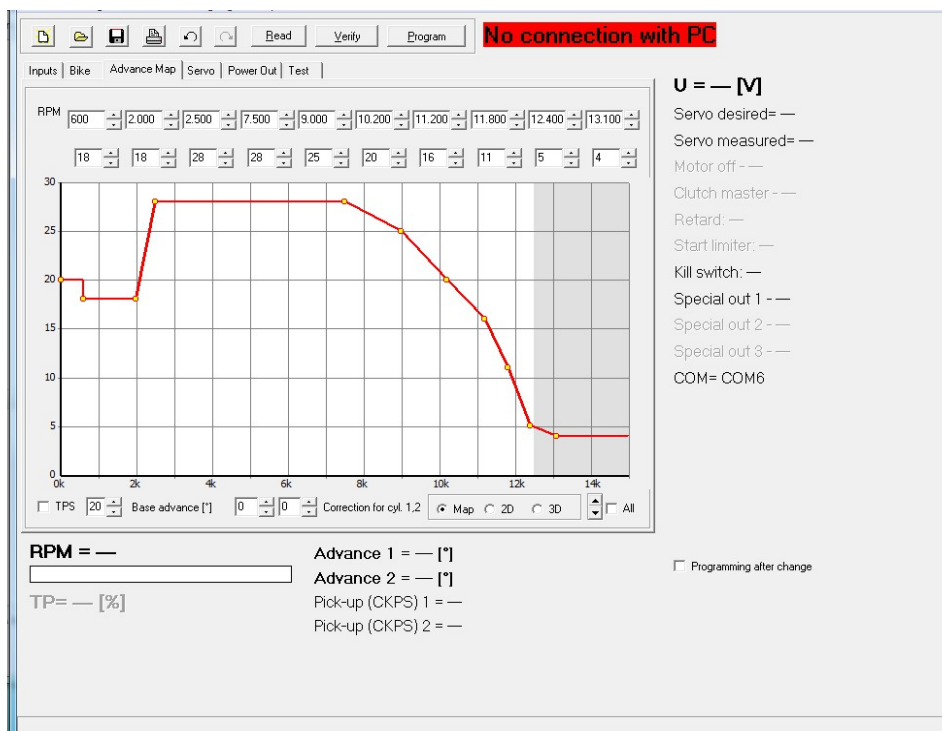


Bild 115 : Screenshot Ignitech-Software

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 Crip-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.

Problematisch ist bei der Ignitech leider die Empfindlichkeit bzgl. elektromagnetischer Störungen. An der RD350 funktionieren die Ignitech Boxen problemlos, an der RD500 kenne ich vier Kunden mit solchen Probleme. In einem Fall wurde das durch Verlegen der unteren Zündspule von der linken Rahmenseite auf die rechte behoben. Offensichtlich strahlte der Hochspannungsteil auf die Pick-Up-Kabel ein und das hat ab ca. 6000 zu Aussetzern geführt.

In 2 anderen Fällen wurde schlicht gegen eine Zeeltronic getauscht und die Probleme waren damit auch verschwunden.

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

### 3.2.1 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 war das ca. 34-35° vor OT.

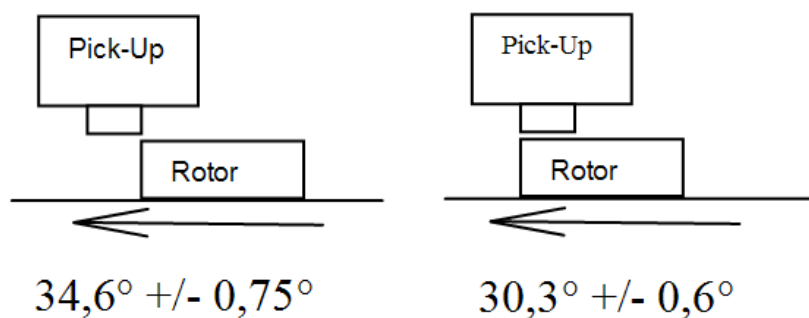


Bild 116 : Stellung Polrad/Pick-up in Grad vor OT am Referenzpunkt (links)

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 ca. 20 Grad.

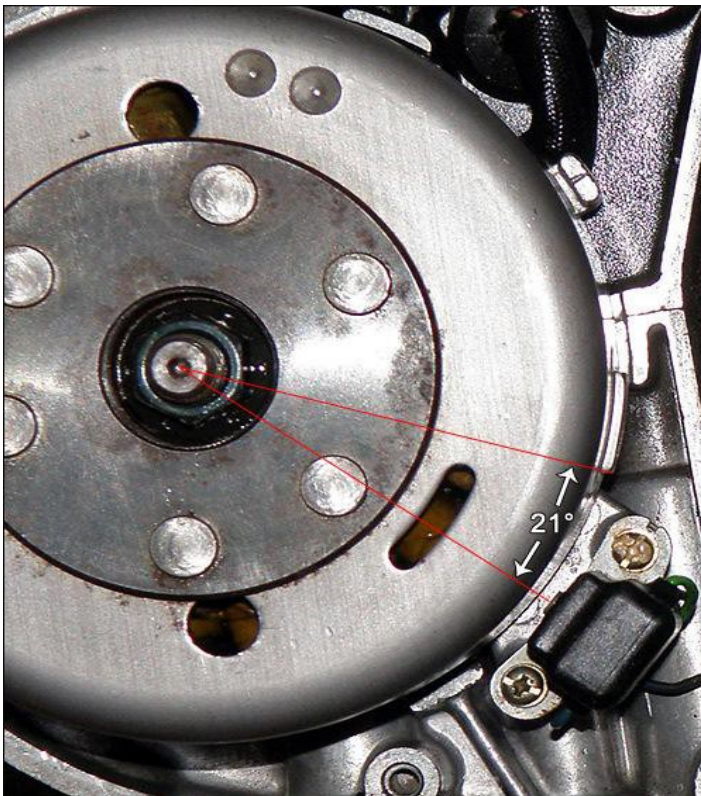


Bild 117 : Base-Advance Ignitech.

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 1.85 mm vor OT stellen = 20° v. OT und am Polrad eine Markierung machen. Kurve in der CDI auf konstant 20° eingeben, Motor an und Strobe drauf. Jetzt kann man an der Markierung sehen, ob's stimmt. Wenn nicht, muss der Wert für Static-Angle bzw. Base-Advance korrigiert werden.

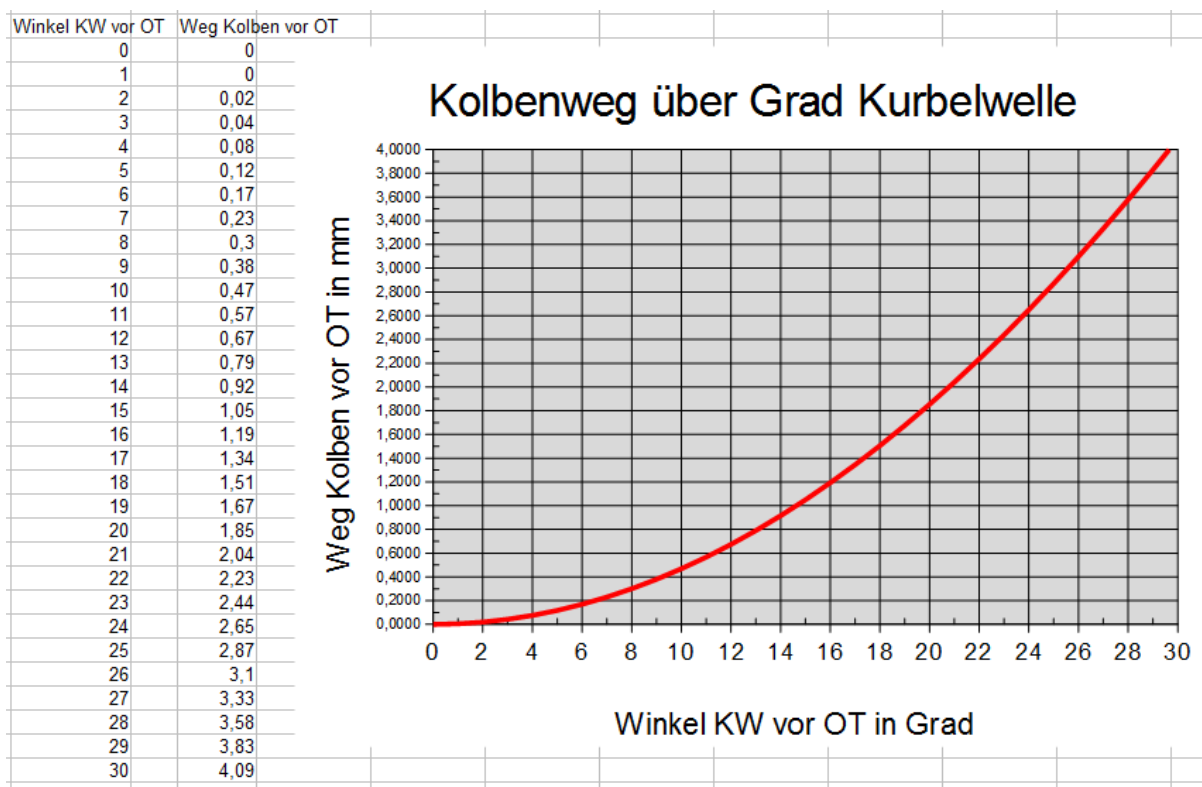


Bild 118 : RD500 Kolbenstellung in mm vor OT vs Grad vor OT

Bei dieser Gelegenheit kann man gut prüfen, ob die Wellen verdreht sind.

Wenn man nämlich mit dem OT-Sucher oder Messuhr die 20 Grad-Stellung am Polrad markiert, dann müssen die Gegenüberliegenden Kolben Vorne/Hinten gleich stehen (sprich: die Markierung ist an der gleichen Stelle).

Wenn vordere und hintere Welle einen Offset haben, dann stimmen die Markierungen der vorderen/hinteren Kolben nicht überein.

Wenn eine Welle in sich verdreht ist (z.B. durch gelöste Pressungen der Welle), dann sieht das aus, wie auf dem folgenden Bild:

Unten Links und Oben Rechts passen fast = Wellen haben leichten Offset

Unten Rechts und Oben Links sind um einen größeren Betrag auseinander als das andere Paar = Obere oder untere Welle hat keinen 180 Grad Versatz zwischen den Kurbelzapfen.

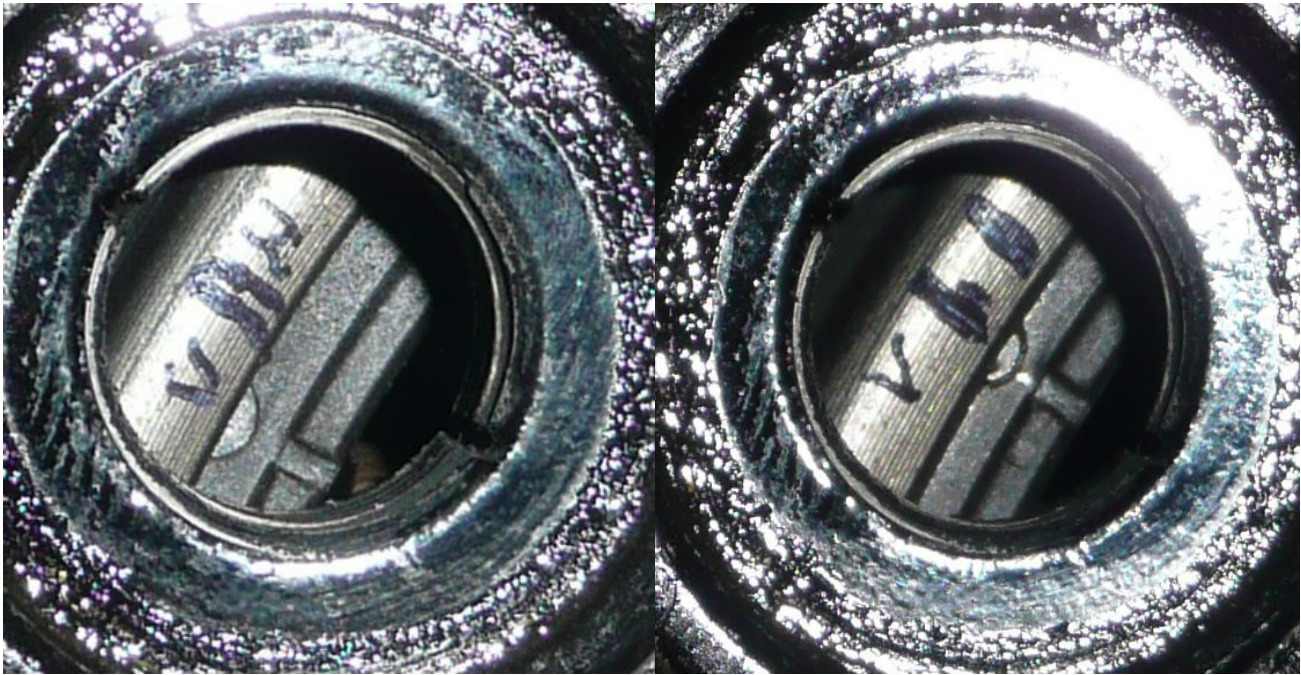


Bild 119 : 20 Grad Markierung Unten Links & Oben Rechts bzw. Unten Rechts & Oben Links

### 3.2.2 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.

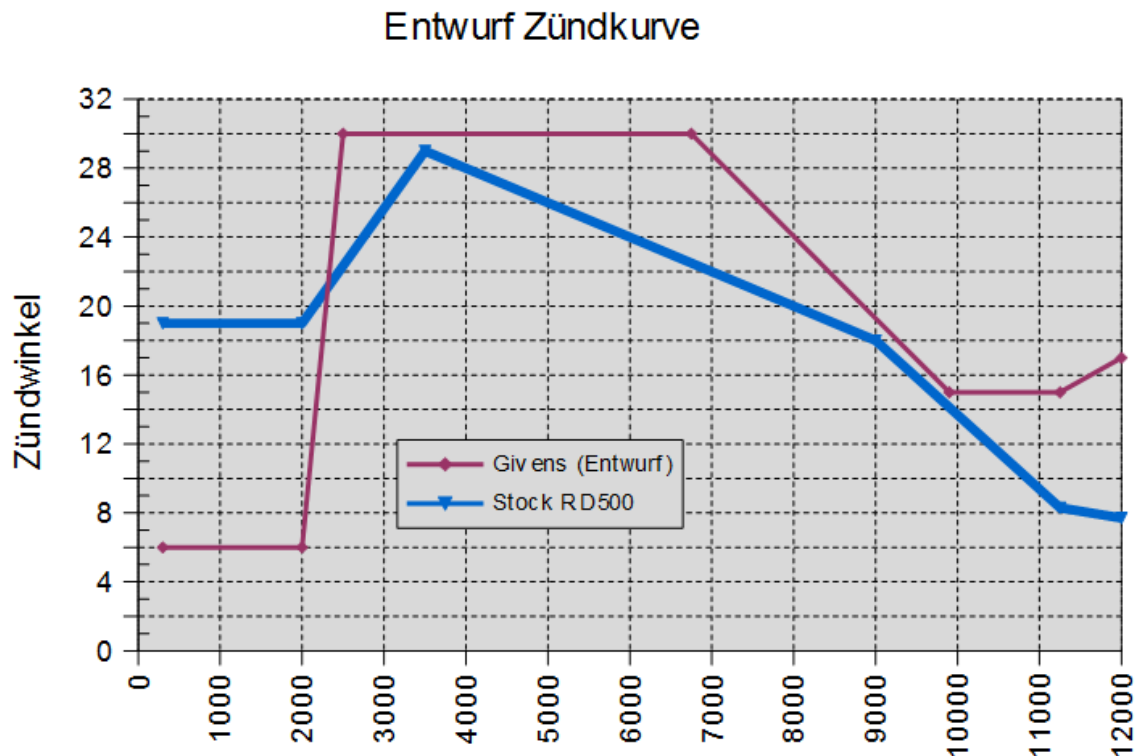


Bild 120 : Basis-Zündkurve nach Givens

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 (RD500 = 16 – 17,5° v.OT)	1,0 bis 1,2 mm (RD500 = 15 – 16° v.OT)
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 9: 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.

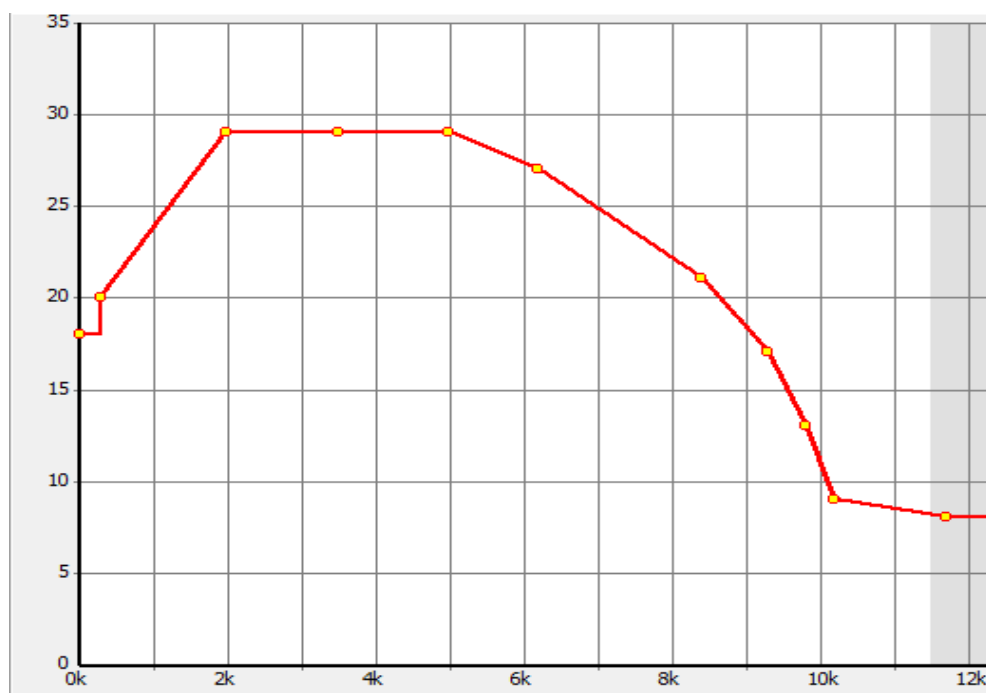


Bild 121 : Eigene Zündkurve RD350 für Eigenbau-Auspuff

3.3 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.

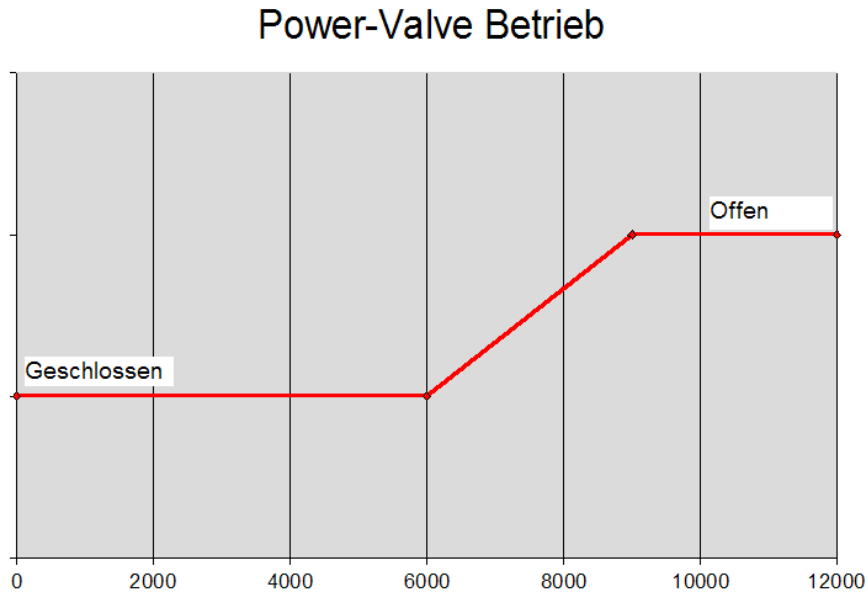


Bild 122 : Power-Valve Betrieb

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 10: Betätigungsdrehzahlen des Power-Valve (Quelle: BDK)

Wenn man sich mal die Werte der RD500 und der TZR250 anschaut, sieht man den Effekt, den die Änderung der Steuerbox hat: Die Walzen machen erst 2000 U/min

später ganz auf. Das bewirkt die beobachtete Steigerung der Leistung im mittleren Bereich.

(Bei der RD350 gibt es einen ähnlichen Effekt; nur dass es hier von Vorteil ist früher ganz aufzumachen.)

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.

Was das Ganze an der RD500 bringen kann zeigt das nächste Bild.

Es handelt sich um ein „getuntes“ Exemplar mit den typischen Tuning-Symptomen Spitze Leistungskurve und Loch in der Mitte. Die Änderung des PV-Steuergeräts auf „Walzen bleiben länger zu“ hat das Loch komplett weggebügelt! Die höhere Spitzenleistung kommt durch eine vergrößerte Vorzündung.

Ich habe diese Einstellung inzwischen selbst an zwei RD500 mit geänderten Auspuffen (Jolly & Eigenbau) getestet und bei beiden hat es das Loch beseitigt!

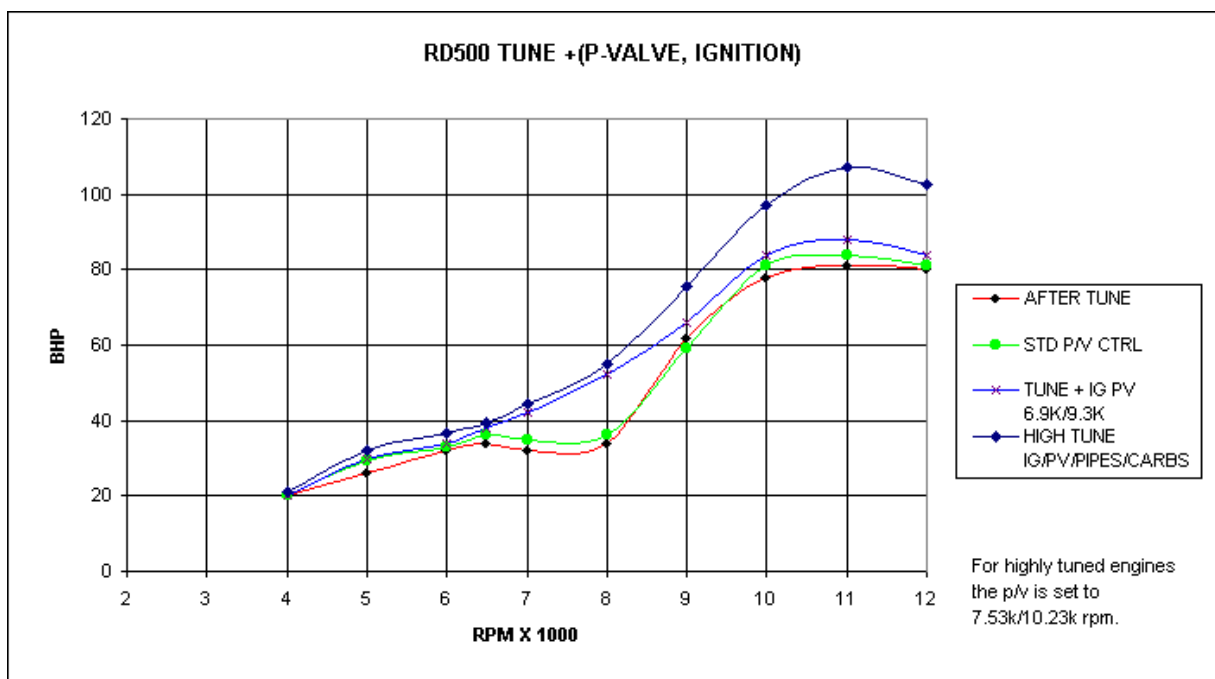


Bild 123: Ergebnis einer BDK Zündungs- und Power-Valve Modifikation an einer Stan Stephens getunten RD500

Marco Böhmer hat diese Modifikation bei einer RD350YPVS am Prüfstand getestet und festgestellt, dass es über den ganzen Drehzahlbereich 3 – 4 kW mehr Leistung bringt.

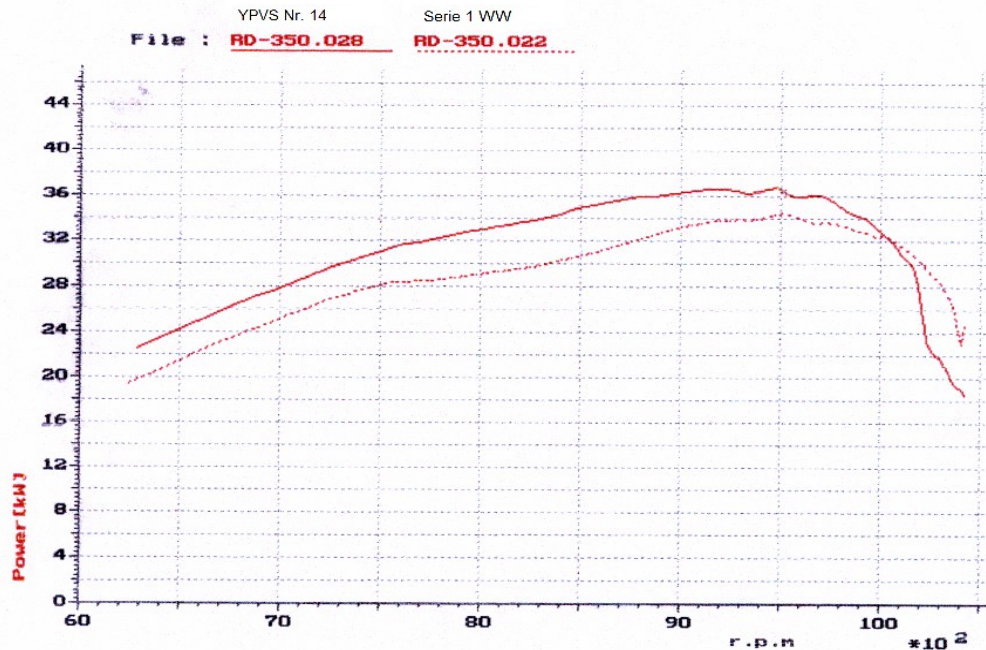


Bild 124 : Leistungsmessung Serien RD mit YPVS Einstellung 1WW und BDK Nr. 14

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.

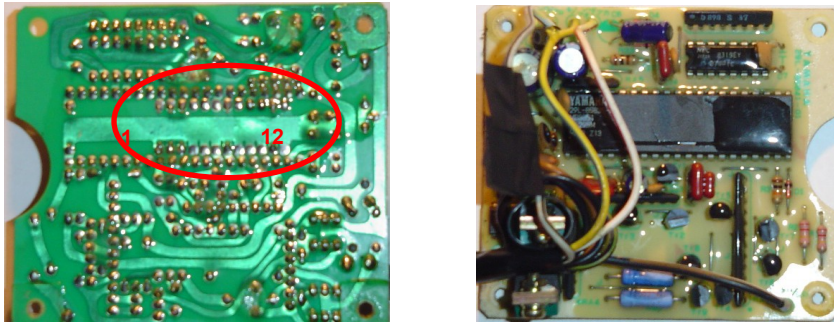


Bild 125 : 31K: (Brücken bei 1,2,3,7 und 11)

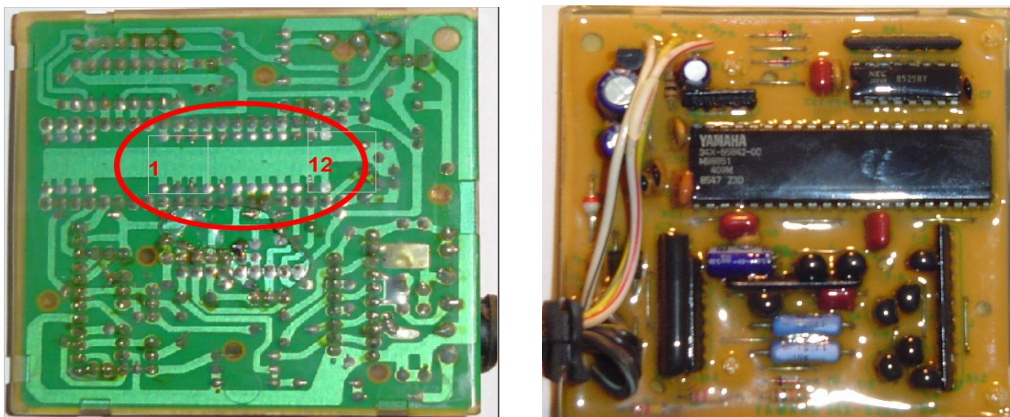


Bild 126 : 1WW: (Brücken bei 2,3,5 und 11)

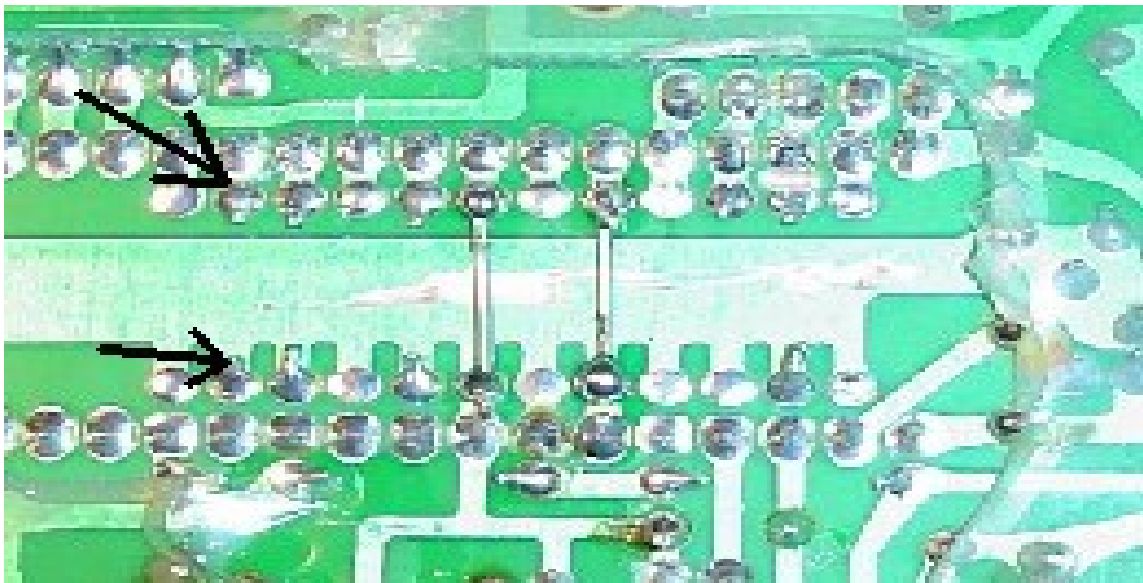


Bild 127 : Brücken modifizieren

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)



Wer es etwas vielseitiger haben möchte, der kann eine Messung von Stefan Rempfer nutzen.

Er hat sich mal die Mühe gemacht die IC-Pins per eigener Messung zu decodieren. Dazu wurde ein DIP Schalter auf die Platine gelötet, so dass er die Brücken einfach setzen oder entfernen konnte und dann die entsprechenden Drehzahlen gemessen. Die Werte wurden im Anschluss statistisch aufbereitet (Näherungsfunktion).

Das Ergebnis: Pin 1-4 regelt die Startdrehzahl, Pin 5-8 die Enddrehzahl und Pin 9-12 den Drehwinkel der Walzen (also wie tief der Auslass abgesenkt wird).

Die 4 Pins stellen je eine Zahl im Binärsystem da, also kann man mit diesen 4 Bit Zahlen von 0 bis 15 darstellen.

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

Tabelle 11: Codierung Binär / Dezimal / Drehzahlen / Drehwinkel

Wenn man diese Messung mit der BDK Tabelle quer vergleicht, dann kommt man z.b. für die Startdrehzahl (Pin 1-4) der ersten paar Boxen auf 1-1-1-0 , also eine 7.

Lt. Näherungsfunktion wären das ca. 5700 U/min, lt BDK Tabelle zwischen 5400 und 5850 U/min.

Für die TZR125 und 250 wären die Pins der Enddrehzahl 0-1-0-0, also eine 2.

Lt. Näherungsfunktion wären das ca. 9951 U/min, lt BDK Tabelle zwischen 9900 und 10050 U/min.

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.

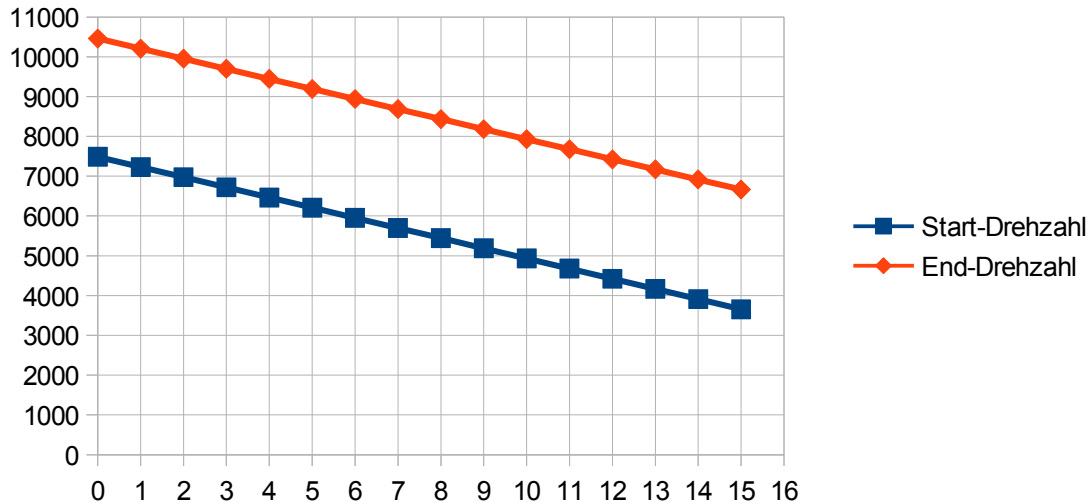


Bild 130 : Näherungsfunktion für Start/Enddrehzahl

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
- 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 RD350 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 RD350 mit PV zu, PV auf und optimierter Kurve.

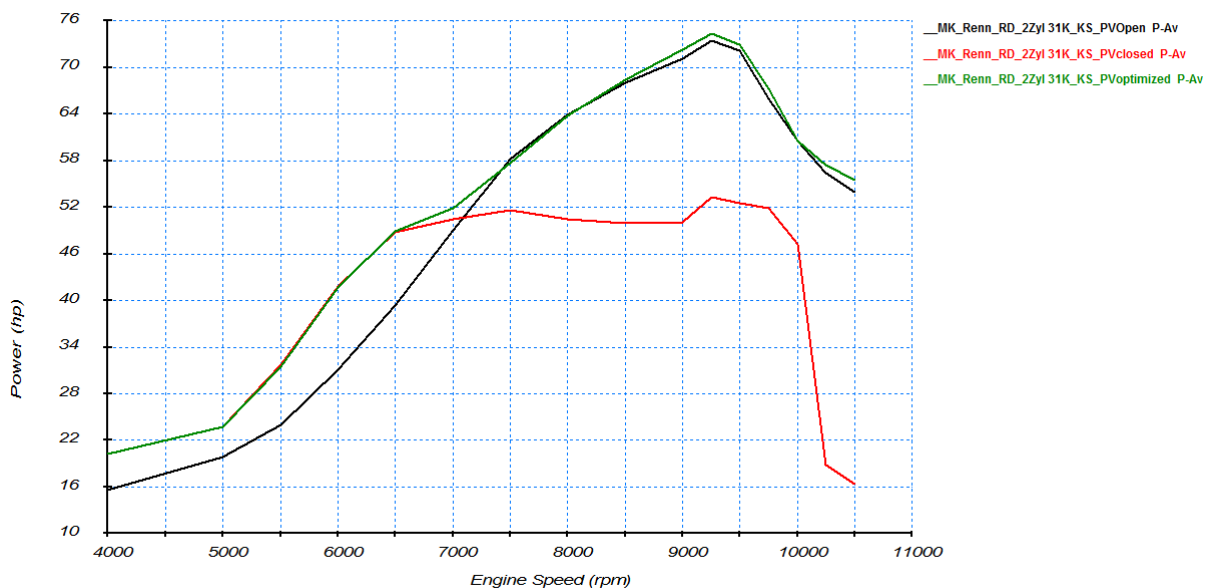


Bild 131 : Auswirkung PV Steuerung auf max. Leistung

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.

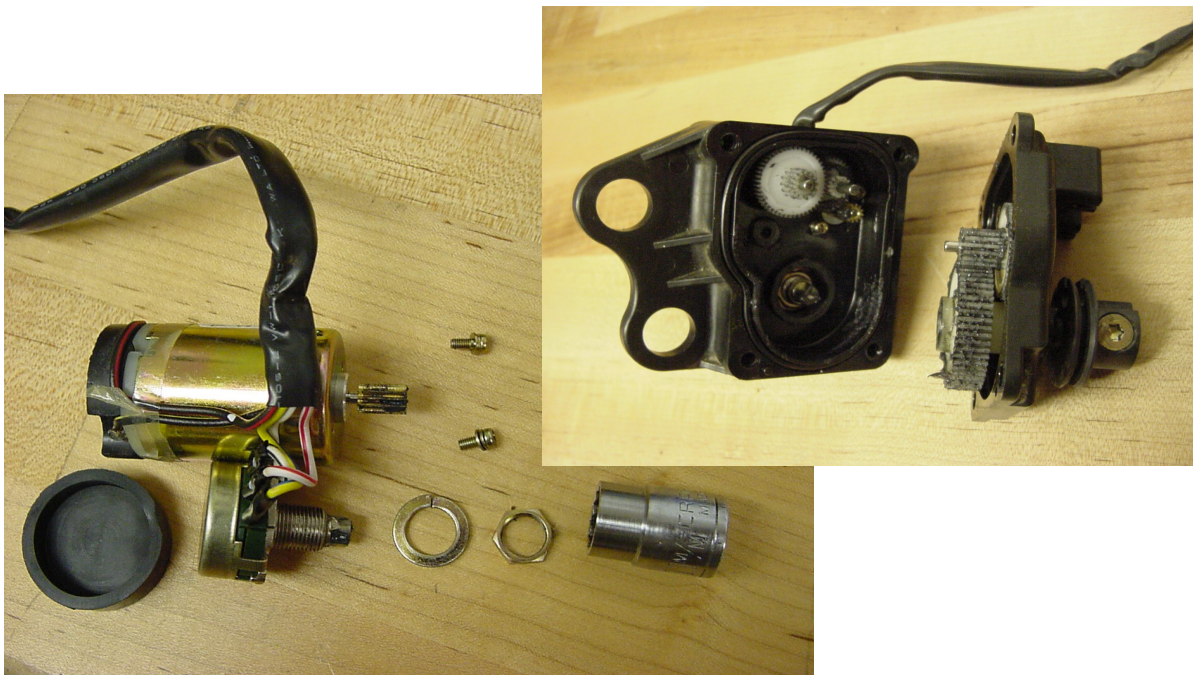


Bild 132 : Servo-Motor Innenleben

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:

- RD350
- 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.

Da die 500'er ein Betätigungsrad für 2 Paar Bowdenzüge benötigt muss man das ggf. anfertigen.

An meiner RD350 tut z.b. ein RGV250 Servo seinen Dienst, seit der originale nicht mehr wollte.

### 3.3.1 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 RD350 führt das z.B. dazu, dass schon bei 5000 U/min ca. 40 Nm anliegen – das hat eine 350'er als Max.Wert!

Die Programmierung wird über ein Handheld oder USB-Programmierskabel + Software erledigt. Beide kosten in etwa das gleiche und funktionieren auch an den Zündungen von Zeeltronic.

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.

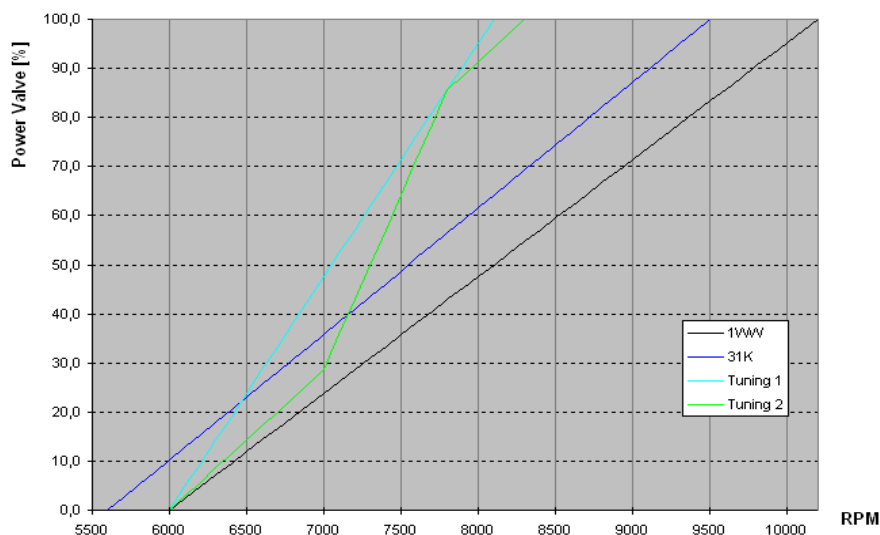
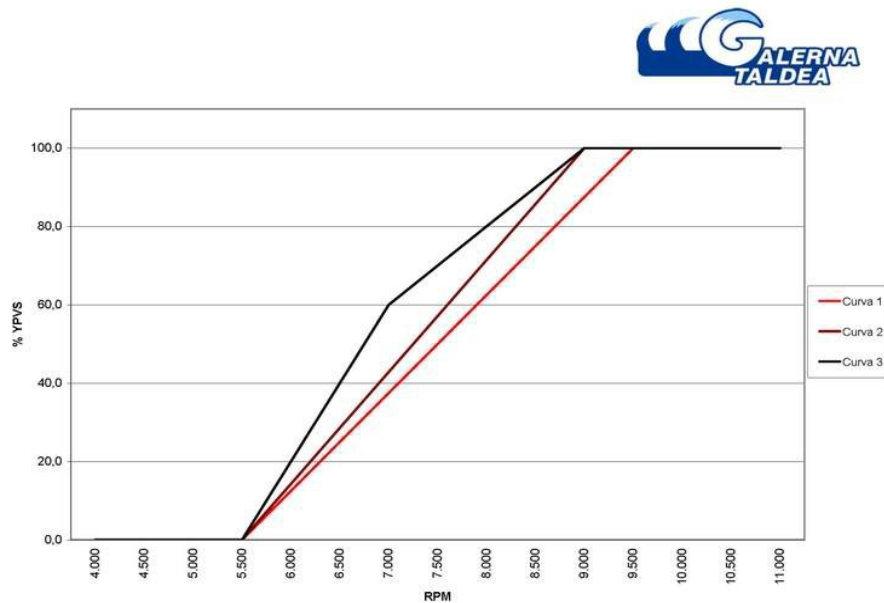


Bild 133 : PV-Kurven RD350 (Quelle: Hans Krieger, Aachen)

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.

Die lineare Variante (Tuning 2) erzeugt einen gleichmäßigeren Leistungsverlauf, also eher die langweilige Trecker-Variante.



SPORTDYNO V3.3  
 BANCO DE POTENCIA: GALERNA TALDEA  
 INERCIA DEL RODILLO: 2,467  
 CORRECCIÓN CLINDRADA  
 Factor de corrección: ISO 1585

NOMBRE DEL ENSAYO	POT. MAX.	PAR. MAX.	Temp. °C	Humedad %	Presión	KMI	FechaHora
RD350 PV003	51.7 / 8569	4.36 / 73071	14.0 °C	66 %	1001.0 mbar	173.0	27/01/2009 22:10:38
RD350 PV002	49.6 / 8116	4.31 / 7903	14.0 °C	66 %	1001.0 mbar	174.5	27/01/2009 22:03:27
RD350 PV001	46.8 / 8786	4.23 / 6781	14.0 °C	66 %	1001.0 mbar	174.6	27/01/2009 21:54:34

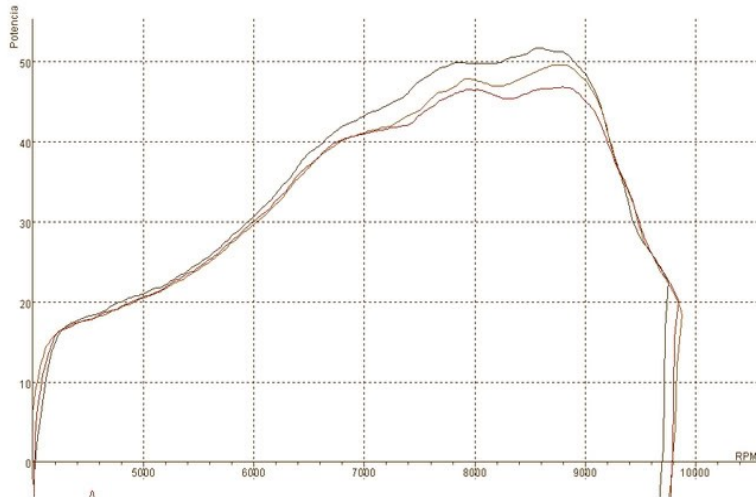


Bild 134 :Messung Galerna Taldea (RD350, Zeeltronic PPV)

### 3.4 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 135 : Koso RX1N und EGT-Anzeige

Koso	RD
Rot	Dauer + von Batterie legen
Braun	Braun (Zündungs +)
Schwarz	Schwarz (Masse)
Gelb	Gelb (Fernlicht)
Blau	Dunkelgrün (Blinker R)
Orange	Dunkelbraun (Blinker L)
Weiß	Himmelblau (Neutral)
Grau	Schwarz-Rot (Öl)
Braun	Grau (Drehzahlmesser)

Tabelle 12: Anschluss Koso RX1N an RD500 Kabelbaum

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.

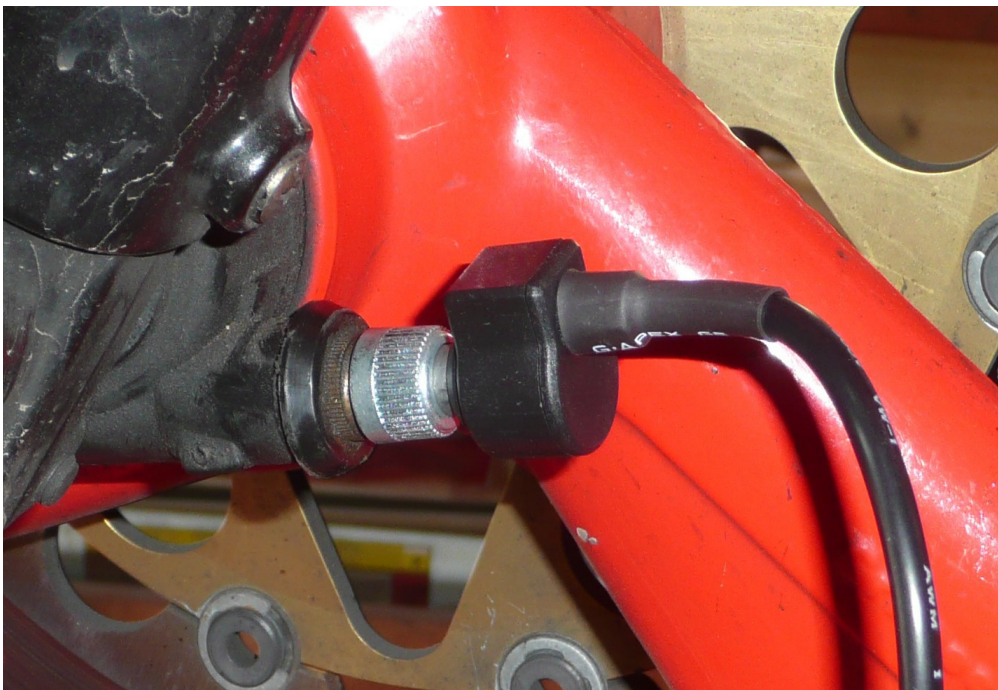


Bild 136 : Koso Signal-Adapter zum Anschrauben an die Serien-Tachoschnecke

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 :-)

## **4. Gesamtfahrzeug / Sonstiges**

### 4.1 Kühler

Bei etwas höheren Außentemperaturen und forciertes 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 gesunde Maß wären jedoch  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , was bedeutet, dass die Leistungsfähigkeit des Kühlsystems stark verbesserungswürdig ist.

Einfache Möglichkeiten wären a) das Thermostat im Zylinderkopf wegzulassen (Motor wird langsamer warm) und/oder b) den Lüfter per Schalter immer mitlaufen zu lassen (bringt ca. 10° C Temperaturabsenkung) . Die schönere, aber leider auch wesentlich teurere Lösung wäre ein größerer Kühler. Wenn man einen großen Einzelkühler nehmen möchte, sind z.B. möglich: Suzuki GSXR750W (Gebogen, Breite: 380 mm, Höhe: 320 mm), RF600/900 (Gebogen, Maße ca. wie GSXR750) oder Kawasaki ZXR750/400 (Gebogen, Breite: 400 mm, Höhe: 330 mm).

Noch besser wäre aber folgendes: Wegen der beengten Platzverhältnisse verwendet man einfach zwei getrennte Kühler. Diese kann man an einer Halterung befestigen und die Anschlüsse wie folgt verdrahten:

Den Ausgang des Kühlers 1 legt man an den Eingang der Wasserpumpe. Diese mündet in eine Verteilerleiste an der unteren Zylinderbank. Den Abzweig der zu den oberen Zylindern geht, legt man an den Eingang von Kühler Nr.2, das kühle Wasser fließt dann durch den Ausgang von Kühler Nr. 2 in die obere Zylinderbank (Eingang am Zylinderkopf). Die Zusammenführung der beiden Kühlwasserströme erfolgt wie in Serie am Thermostatgehäuse und dieses legt man an den Eingang des Kühlers Nr. 1, dessen Ausgang ja bekanntlich in die Wasserpumpe geht ... .

Damit wäre in idealer Weise erreicht, dass a) das Kühlwasser allgemein günstigere Temperaturen annimmt und b) die hinteren Zylinder wesentlich besser gekühlt sind! Ich hätte da z.B. zwei Aprilia AF1-125 Kühler im Auge. Diese haben die Maße 410 x 160 x 30 mm; hochkant genommen müßten sie nebeneinander in die Verkleidung passen.

Eine weitere Möglichkeit ist, oben einen RGV250 Kühler (Gebogen, Breite: 370 mm, Höhe: ca. 220 mm) und unten z.B. einen Suzuki TS250X Kühler (Gerade, Breite: ca. 250 mm, Höhe: ca. 100 mm) zusätzlich für die hintere Zylinderbank zu verwenden.

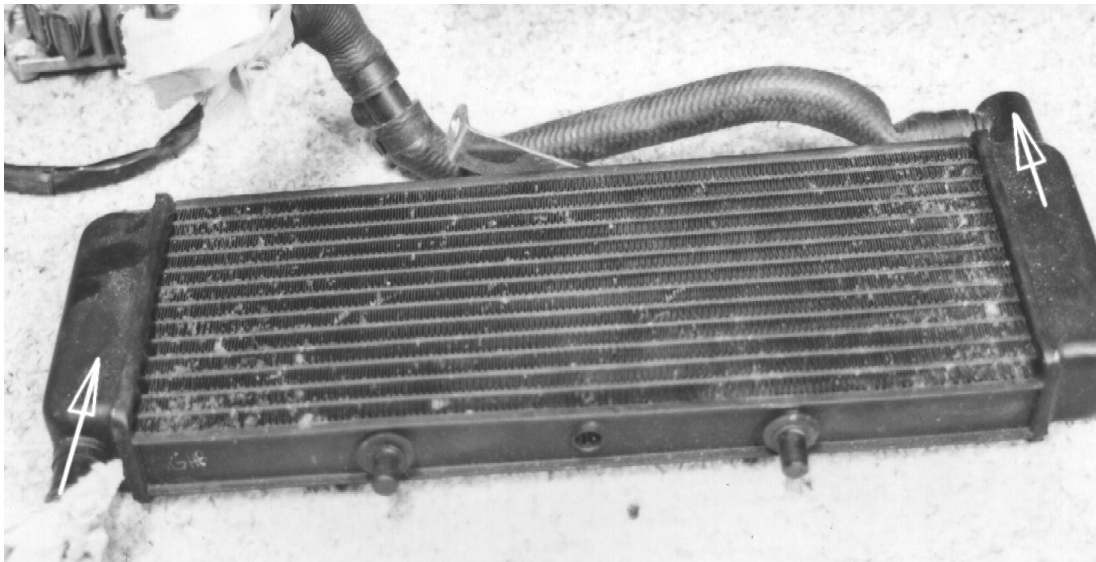


Bild 137: Oben : Aprilia AF1-Kühler (410 mm breit)

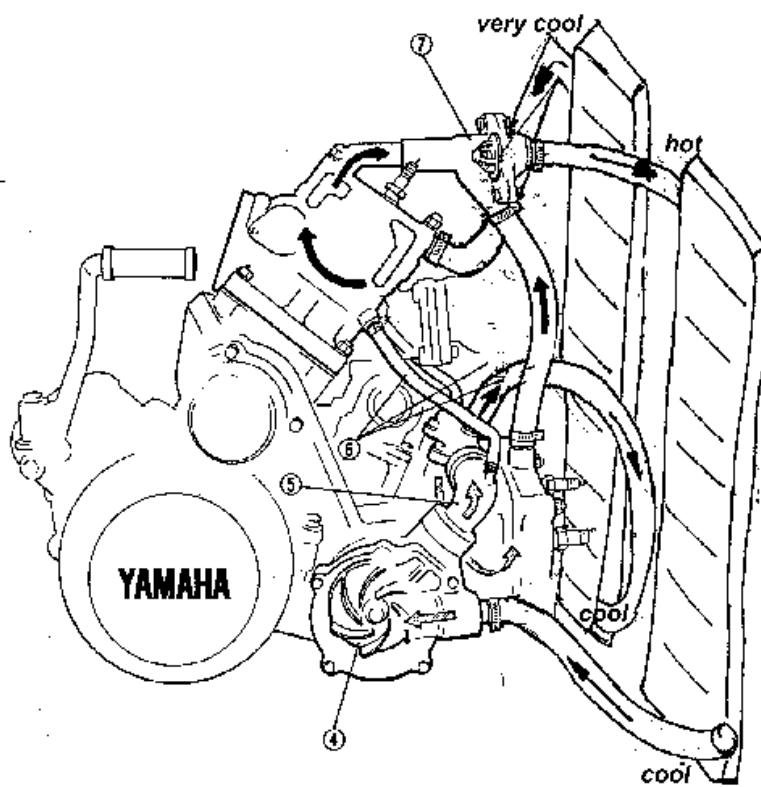


Bild 138: Oben : Kühlkreislauf im Schema





Bild 139: Oben: RD500 mit geändertem GSXR 750 W Kühler

## 4.2 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:

Man besorge 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 Karosseriescheibe 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.

Es gibt auch von Götz verstärkte Federn (ca. 25,-). Diese sind natürlich montagefreundlicher, haben aber denselben Effekt wie die Unterlegscheiben. Wenn man lieber bei Hein Gericke oder sonstwo kauft, nehme man welche von der XJ600/900 oder SR 500 (gleiche Bestellnummer im Götz-Katalog). Angeblich sollen auch die FZR1000-Federn (145 PS, grüne Kennfarbe) härter sein. YAMAHA Racing Tip: Federn Nr. 90501-23141 verwenden

Zusätzlich kann man dünnflüssiges Getriebeöl von Bel-Ray (MC-4) verwenden.

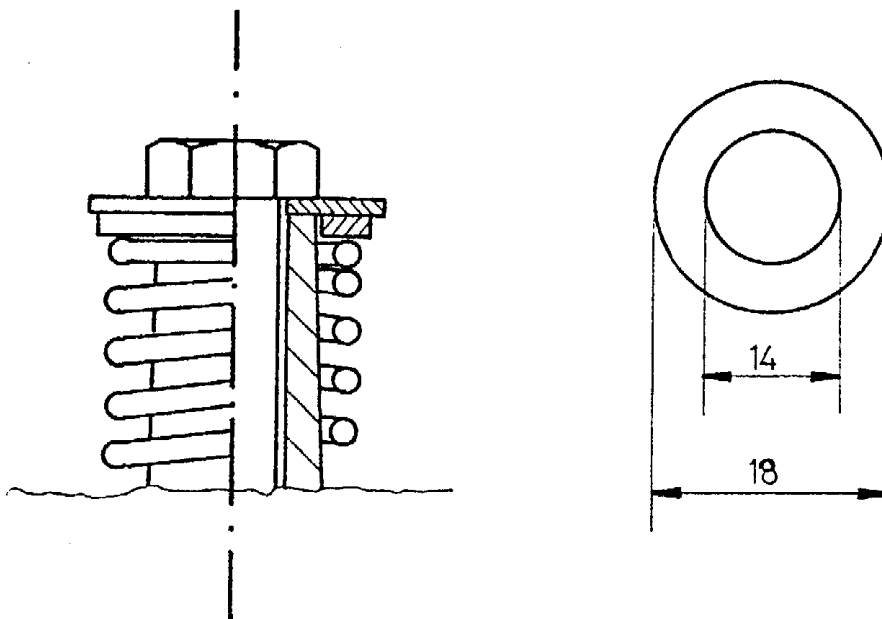


Bild 140: Kupplungsfeder mit Unterlegscheibe

Eine bei den 350'er Banshee-Quads 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.

Da es für die RD500 explizit keine Lock-Up gibt, müsste man bei den Herstellern anfragen, ob sie was passendes für die RD500 Druckplatte liefern oder anfertigen können. Alternativ: Gleich selber anfertigen.

Für den Einbau benötigt man leider mehr Platz unter dem Deckel was bei der RD500 bedeutet: Selber bauen.

Das Alu des RD350 Seitendeckels lässt sich halbwegs gut schweißen und so kann man vermutlich auch bei der RD500 mit 3mm Alu-Blech eine Gehäuse-Erweiterung anfertigen und aufschweißen. In meinem Fall (RD350) habe ich einen separaten Deckel vorgesehen, damit man an die Lock-Up Platte leichter dran kommt.



Bild 141 : Seitendeckel mit Lock-Up Clutch

Im Straßenbetrieb kann man mit einer Lock-Up Clutch einige Kupplungsfedern weglassen. An der RD350 fahre ich 3 Federn was die Handkraft erheblich reduziert.

### 4.3 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.

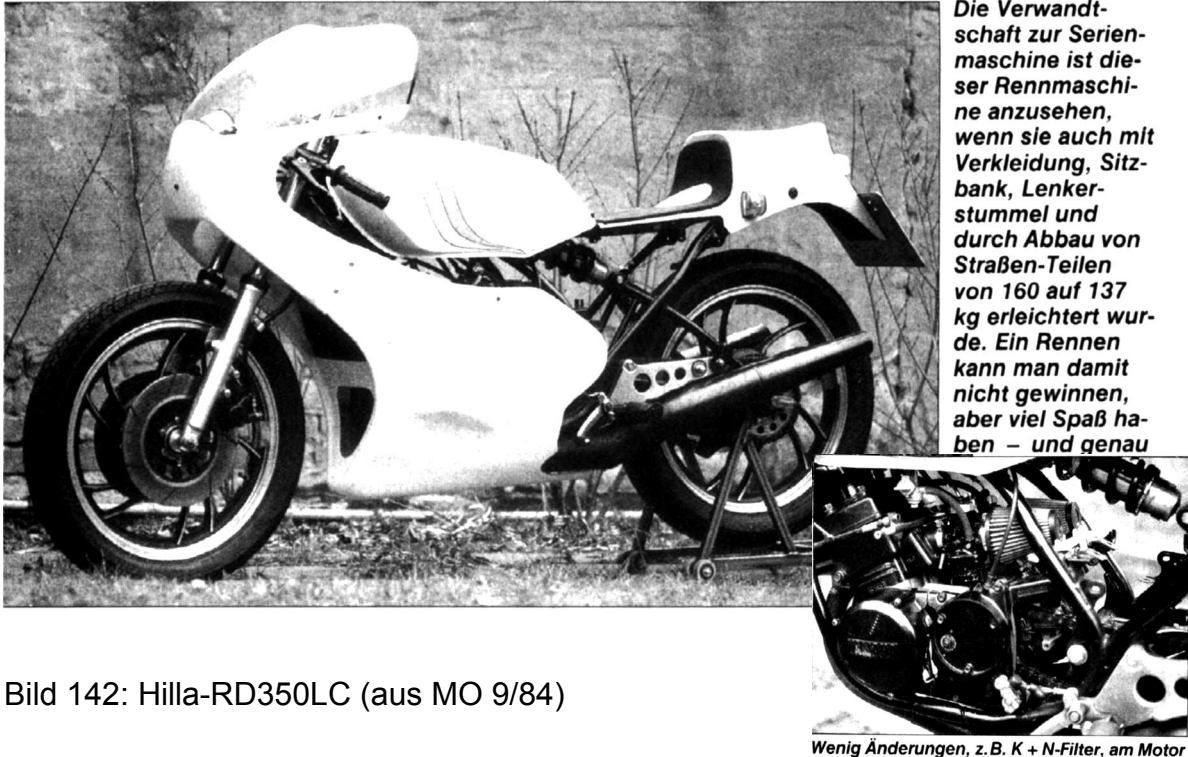
Um einmal zu zeigen, was für ein Potential in diesem Kapitel versteckt ist, möchte ich zuerst ein Beispiel anführen:

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.

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  $8770 \text{ min}^{-1}$  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 übersetzten.

Die gemessene  $V_{\max}$  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).



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

Wenig Änderungen, z.B. K + N-Filter, am Motor

Bild 142: Hilla-RD350LC (aus MO 9/84)

#### 4.3.1 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 (Geschwindigkeit x 2) so schnell fahren wollte, 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  $V_{\max}$  eine Reduzierung des Luftwiderstandes der mit Abstand wichtigste Punkt ist.

Wie wohl jeder schon mal in irgend einer Zeitschrift gelesen hat, ist der Luftwiderstand vom Produkt aus Frontfläche und  $C_W$ -Wert ( $C_W \times A$ ) abhängig.

Der  $C_W$ -Wert lässt sich z.B. durch eine windschnittigere Verkleidung beeinflussen, wobei das aber mit viel Bastelaufwand verbunden ist.

Thomas Fried hat hier eine alte NS500R (Dreizylinder)-Verkleidung für seine RD500 passend gemacht. Bei jedem besseren Verkleidungsheini (z.B. Gläser) 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.

Eine Rennverkleidung 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  $C_W$ -Wert eine deutliche Steigerung der Höchstgeschwindigkeit.

Wem das zu aufwendig ist, der kann für die Serienverkleidung 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 spürbar 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 Flutterjacken nach einem Sturz in die Reinigung müssen (na wegen der vielen Blutflecken ...), ist eine enganliegende Lederkombi auch für den Luftwiderstand besser!

#### 4.3.2 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.

Als Optimierung in dieser Richtung kann man die Übersetzung von der 50'er (5/8 x 3/8 Zoll) auf eine 520'er (5/8 x 1/4 Zoll) Kette umstellen.

Mit dieser Modifikation eröffnet sich die Möglichkeit Kettenräder der RD350YPVS (ab 1983) bzw. TZR250 zu verwenden. Sie haben dieselbe Aufnahme am Kettenradträger und sind für 520'er Ketten gedacht. Bei Götz sind für ca. 25,- mit 36, 37, 39, 41 und 45 Zähnen erhältlich. Das Kettenritzel muss in der Breite von 8,75 mm auf 5,85 mm abgedreht werden. Wenn man das Ritzel sowieso bearbeiten muss, kann man das der Honda CBR 900 Fireblade nehmen, da es fast überall in 15 und 16 Zähnen (bei Th. Fried auch in 14) erhältlich ist.

Damit eröffnen sich vielfältige Übersetzungsmöglichkeiten, die Reibung wird reduziert und die schmalere Kette ist auch noch leichter!

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!

Um Pansch- und Pumpverluste im Getriebe zu vermindern sollte man zusätzlich noch auf möglichst dünnflüssiges Öl (z.B. Bel Ray MC 4) zurückgreifen.

#### 4.3.3 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	6302-2RS	6302-C3
Radlager Hinten	6303-2RS	6303-C3
Lager Kettenradträger	6304-2RS	6304-C3

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.

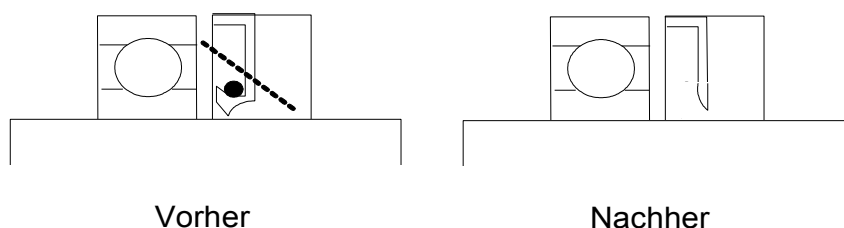


Bild 143: Modifikation der Dichtringe [4]

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"). 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 drei mal 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).

Von Brembo gibt es z.B. einen Satz Scheiben und Zangen incl. Stahlflexschläuche für die 500'er (Hein Gericke, ca. 2100,- DM). Spiegler bietet ähnliches an; dort kann man sogar seine Originalscheiben auf schwimmende Lagerung mit Guß-Reibring umbauen lassen (ca. 400,- pro Scheibe)

#### 4.3.4 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 (z.B. hat die RD500 von Th. Fried auf der Waage gemessene 159 kg ohne Sprit). Ein ganz entscheidender Nachteil der Gewichtsreduktion ist der Kostenfaktor. Die ersten 20 kg können fast ohne Kosten entfallen, danach gibt es eine Faustregel aus dem Rennsport, die besagt, dass jedes gesparte kg mit ca. 1000,- DM 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.
- Eine 520'er Kette spart neben Reibungsverlusten auch Gewicht.
- Ein Auspuff von Jolly-Moto oder WIWA bringt pro Rohr ca. 3 - 4 kg Gewichtersparnis.
- Der Umbau auf Gemischschmierung spart ca. 2 kg
- 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
- Ein Umbau auf den RZV Alu-Rahmen spart ca. 4,5 kg Gewicht.



Bild 144 : Tank und Hilfsrahmen Al-Eigenbau (RD350)

#### 4.4 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 werden damit möglich

Nachteile wären:

- Hohe Dauerdrehzahl bei Langstreckenfahrten (nervt ungemain)
- 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!
- Wheely's völlig unmöglich
- In der Stadt kommt man aus dem ersten Gang nicht mehr heraus

Natürlich darf man bei der angestrebten  $V_{\max}$  nicht außer acht lassen, dass der Leistungsbedarf in der dritten Potenz mit der Geschwindigkeit steigt. Nach Werksangabe (Fahrzeugschein) läuft eine RD 500 bei liegendem Fahrer ca. 223 km/h (1GE: 226 km/h) . Damit errechnet sich folgende Tabelle:

$V_{\max}$	nötige Leistung	
[km/h]	[PS]	$V_{\max}(P_2) = V_{\max}(P_1) * \sqrt[3]{\frac{P_2}{P_1}}$
223	88	
225	90,4	$P_1 =$ Leistung vorher
227	92,8	$P_2 =$ Leistung nachher
229	95,3	$V_{\max}(P_1) = V_{\max}$ mit Leistung $P_1$
231	98	(Analog $V_{\max}(P_2)$ )
233	100,4	
235	103	
237	105,5	
239	108,3	
241	111	
243	113,8	
245	116,7	

Tabelle 4.: Leistungsbedarf RD 500 mit Serienverkleidung

Für die RD's sind im Handel die folgenden Kettenräder und Ritzel zu bekommen:

15, 17	Hein Gericke, Götz, Polo, ...
38, 44, 45	Hein Gericke, Götz, Polo, ...

Die Ritzel liegen bei ca. 20,- bis 25,- ; ein Kettenrad schlägt in Stahl mit 40,- bis 50,- zu Buche, für edle Alu-Teile wechseln ca. 70,- bis 80,- den Besitzer.

Es besteht neben den üblichen käuflichen Übersetzungen noch die Möglichkeit, sich aus Universalrohlingen Kettenräder nach Wahl anfertigen zu lassen. Diesen Service bieten meist gute Rennsportläden wie WIWA. Eventuell kann man auch im Moto-Cross Bereich fündig werden.

Eine Quelle für die 14'er Ritzel ist die Fa. Goede Motorsport ([Goede-Motorsport@t-online.de](mailto:Goede-Motorsport@t-online.de), FAX: 02241/921347). Die haben auch Kettenräder in diversen Größen.

Ich selbst fahre mittlerweile 14/40, weil mit 14/38 das Wheelen noch nicht gut genug ging. Trotz der relativ kurzen Übersetzung ist das allgemeine Drehzahlniveau noch nicht zu nervig. Die Top-Speed liegt bei Tacho 225 km/h bei Drehzahlmesser ca. 11000 min<sup>-1</sup>.

Der extremste meiner Bekannten fährt mit 15/47 nur Landstraße. Das war z.T. deshalb nötig weil er 190 cm groß ist und über 100 kg wiegt ... . Die Höchstgeschwindigkeit soll in dieser Ausführung knapp über 200 km/h liegen.

<b>Käufliche Übersetzungen</b>						
U/min	<b>15/38</b> Serie	<b>17/44</b> 2% Kürzer	<b>17/45</b> 4,5% Kürzer	<b>15/44</b> 15% Kürzer	<b>15/45</b> 18% Kürzer	<b>17/38</b> 12% Länger
1000	22,16	21,69	21,21	19,14	18,71	25,11
2000	44,32	43,38	42,42	38,28	37,43	50,23
3000	66,48	65,07	63,62	57,41	56,14	75,34
4000	88,64	86,76	84,83	76,55	74,85	100,46
5000	110,80	108,45	106,04	95,69	93,56	125,57
6000	132,96	130,14	127,25	114,83	112,28	150,69
7000	155,12	151,83	148,46	133,97	130,99	175,80
8000	177,28	173,52	169,66	153,11	149,70	200,92
9000	199,44	195,21	190,87	172,24	168,42	226,03
9200	203,87	199,55	195,11	176,07	172,16	231,05
9400	208,30	203,89	199,35	179,90	175,90	236,08
9600	212,74	208,22	203,60	183,73	179,64	241,10
9800	217,17	212,56	207,84	187,55	183,39	246,12
10000	221,60	216,90	212,08	191,38	187,13	251,15
10200	226,03	221,24	216,32	195,21	190,87	256,17
10400	230,46	225,58	220,56	199,04	194,61	261,19
10600	234,90	229,91	224,80	202,86	198,36	266,22
10800	239,33	234,25	229,05	206,69	202,10	271,24
11000	243,76	238,59	233,29	210,52	205,84	276,26
11200	248,19	242,93	237,53	214,35	209,58	281,28
11400	252,62	247,27	241,77	218,18	213,33	286,31
11600	257,06	251,60	246,01	222,00	217,07	291,33
11800	261,49	255,94	250,25	225,83	220,81	296,35
12000	265,92	260,28	254,50	229,66	224,55	301,38

Tabelle 5.: Übersetzungen mit käuflichen Kettenrädern

Sonderübersetzungen (aus Rohlingen)						
U/min	15/38 Serie	15/40 5% Kürzer	14/38 7% Kürzer	15/42 10% Kürzer	14/40 12% Kürzer	14/42 18% Kürzer
1000	22,16	21,05	20,68	20,05	19,65	18,71
2000	44,32	42,10	41,37	40,10	39,30	37,43
3000	66,48	63,16	62,05	60,15	58,95	56,14
4000	88,64	84,21	82,73	80,20	78,59	74,85
5000	110,80	105,26	103,41	100,25	98,24	93,56
6000	132,96	126,31	124,10	120,30	117,89	112,28
7000	155,12	147,36	144,78	140,35	137,54	130,99
8000	177,28	168,42	165,46	160,40	157,19	149,70
9000	199,44	189,47	186,14	180,45	176,84	168,42
9200	203,87	193,68	190,28	184,46	180,77	172,16
9400	208,30	197,89	194,42	188,47	184,70	175,90
9600	212,74	202,10	198,55	192,48	188,63	179,64
9800	217,17	206,31	202,69	196,49	192,56	183,39
10000	221,60	210,52	206,83	200,50	196,49	187,13
10200	226,03	214,73	210,96	204,51	200,42	190,87
10400	230,46	218,94	215,10	208,52	204,34	194,61
10600	234,90	223,15	219,24	212,52	208,27	198,36
10800	239,33	227,36	223,37	216,53	212,20	202,10
11000	243,76	231,57	227,51	220,54	216,13	205,84
11200	248,19	235,78	231,65	224,55	220,06	209,58
11400	252,62	239,99	235,78	228,56	223,99	213,33
11600	257,06	244,20	239,92	232,57	227,92	217,07
11800	261,49	248,41	244,06	236,58	231,85	220,81
12000	265,92	252,62	248,19	240,59	235,78	224,55

Tabelle 6.: Übersetzungen mittels Sonderanfertigungen von Kettenrädern

Bei Änderungen der Gesamtzähnezahl um mehr als zwei Zähne muss man die Kette kürzen bzw. verlängern. **Beispiel:** Möchte man 15/44 statt der originalen 15/38 übersetzen, müsste die Kette nun 106 Glieder haben, da die Originalkette nur 102 Glieder lang ist. Bei Umbau auf 520'er Kette kommen einige Ritzel und Kettenräder dazu, nämlich 40 Zähne für RD350YPVS in Alu von AFAM, 36,37,39,41,45 Zähne für RD350YPVS in Stahl von Götz, Hein Gericke usw. und 16 Zähne für CBR 900 von Götz, Hein Gericke usw. Die Kombination 15/41 entspricht dabei in etwa 14/38; 16/41 ist fast Serie; 16/44 ist etwas kürzer als 14/38; 16/45 entspricht in etwa 15/42.

#### 4.5 Fahrwerk

Die RD ist ja schon fast berüchtigt für ihre Fahrwerksunruhen, speziell für das Pendeln in schnellen Kurven mit leichter Schräglage.

Einige Faktoren haben hier starken Einfluß:

- Abgefahrne 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 145: RD500 fast im Serienzustand [3]

##### *4.5.1 Reifen*

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. Es gibt inzwischen für originale RD's eigentlich nur noch den Bridgestone BT45.

Der hält einigermaßen und die Haftung ist brauchbar gut.



Bild 146: Der Autor beim Reifentest (OMK-Rally, Zandvoort, Juli 1995)

#### 4.5.2 Federelemente

Bei den Federelementen darf man nicht sparen. Die Technoflex oder White Power Federbeine und Gabelfedern sind zwar nicht billig, aber dafür wirken sie sich sehr positiv auf das Fahrverhalten bei sportlicher Fahrweise aus.

Das hintere (Serien-)Federbein sollte für sportliche Gangart (= maximale Schräglagenfreiheit) immer auf größter Vorspannung stehen (Bei meinem Exemplar stufenlos über Gewinde und Nutmutter; Im Werkstattbuch Stufe 5 von 5; Serie Stufe 1). Die optimale Federvorspannung ist für den Normalfall diejenige, die mit Fahrer einen Negativ-Federweg von ca. 35 mm (mit Fahrer) ergibt.

Die Zugstufendämpfung hat nur 4 Stufen (mit je einer Zwischenrastung), wovon die 2. Serie ist. Je nach Alter des Dämpfers und Fahrstil muss dann ggf. bis auf Stufe 4 korrigiert werden. (Stufe 1 auf 9 Uhr, härter => gegen den Uhrzeigersinn drehen)

Mit dem White-Power Teil kann man die Zugstufen-Dämpfung zwischen 2 (Solo Langstrecke) und 9 (mit Sozia und sehr sportlich) variieren. Die Federvorspannung (stufenlos möglich) ist ebenfalls auf einen Negativ-Federweg von ca. 35 mm einzustellen.



Die Gabel ist nicht Luftunterstützt und kann auch in der Dämpfung nicht verstellt werden. Wenn eine härtere Kennlinie gewünscht wird, kann man die Luftkammer (also die Länge des Luftpolsters bis zum Ölstand bei voll eingefedertem Gabelholm) verkleinern.

YAMAHA gibt als Füllmenge 300 ml (SAE 5W) pro Holm an; für White-Power- bzw. Technoflex Federn soll die Luftkammer 150 mm mit Öl SAE15 betragen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Vorspannung der Gabel durch längere Hülsen zu erhöhen (Originalhülsen gegen 15 - 20 mm Längere tauschen), sofern man nicht sowieso die White-Power Federn verwendet (Diese Prozedur empfiehlt sich zur Vergrößerung der Bodenfreiheit bei Problemen mit aufsetzenden Teilen).

Das Anti-Dive kann stufenlos reguliert werden, wobei eine ganz hereingedrehte Schraube eine weiche Druckstufe bedeutet; eine ganz herausgedrehte eine harte Druckstufe. Ich selbst hatte es je nach Fahrstil; d.h. für die sportliche Tour auf hart, ansonsten weich. Inzwischen habe ich aber ganz auf das Anti-Dive verzichtet und die Funktion mit White Power Gabelfedern und etwas mehr Öl kompensiert (siehe auch 2.1.4 Fahrwerk, Seite 18).

#### 4.5.3 Bremsen

Für die Bremsanlage kann man auf Stahlflex-Schläuche zurückgreifen. Diese ergeben einen besseren Druckpunkt, und man kann die Bremse besser dosieren.

Es gibt hier Kits mit 5, 4 und 2 Schläuchen für die Einsatzzwecke Straße mit Anti-Dive und Rennsport ohne Anti-Dive (Weniger Schläuche = weniger Gewicht).

Die Bremsbeläge sind nach meiner Erfahrung (auf RD350) dabei ziemlich egal. Mit Hein-Gericke Teilen (30,- pro Seite) bremst man ebensogut wie mit Sintermetallbelägen von Lucas Girling (50,- pro Seite).

Zum Nachrüsten an 47X und 1GE sind von der Firma Spiegler und Brembo (Vertrieb über Götz, Brune, Polo und Hein Gericke) feste Gußscheiben für ca. 350,- 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. Die Bleche hinter den Belägen kann man zugunsten eines besseren Druckpunkts weglassen.

Bei meinen Brembo-Scheiben traten allerdings wiederholt Risse an den Bohrungen auf – vermutlich aufgrund hoher Belastung bei Renntrainings.

Es könnte auch leichte Probleme beim TÜV-Eintrag der Brembo-Scheiben geben, da sie im Gutachten nur für die 47X geprüft wurden. Im Spiegler-Gutachten sind beide Modelle aufgeführt.



Bild 147: Spiegler-Bremsscheiben für RD 500 mit TÜV [3]

#### 4.5.4 Umbauten

Für die RD500 sind von diversen Besitzern vielfältige Umbauten im Umlauf, von denen hier einige aufgeführt werden sollen. Hauptgrund dafür ist, dass man in 16/18 Zoll kaum noch wirklich gute Reifen bekommt, und dass die Bremsanlage heutigen Standards ebenfalls nur wenig genügt.

Wer richtig Geld investieren will, kann natürlich auf neue oder gebrauchte PVM-Felgen (erhältlich in 16-18 Zoll in diversen Breiten, Neu ca. 2500,- DM) und 300'er Brembo-Scheiben mit Vierkolbenzangen (Neu ca. 2000,- DM) zurückgreifen. An der Fried-RD ist zusätzlich eine Verkleidung der alten Dreizylinder-Honda (RS500) angepasst und ein Einmannhocker montiert.



Bild 148: Fried RD500 (Zweitakttreffen in Schweich/Mosel, August 1995) [2]

Für entsprechende Bezahlung (ab ca. 2500,- DM) kann man natürlich auch eine White-Power-Gabel verwenden; gebraucht ist so etwas aber extrem selten ...

Bild 149: RD500 mit White-Power  
Upside-Down-Gabel, PVM-Bremsen,  
Lenkungsdämpfer

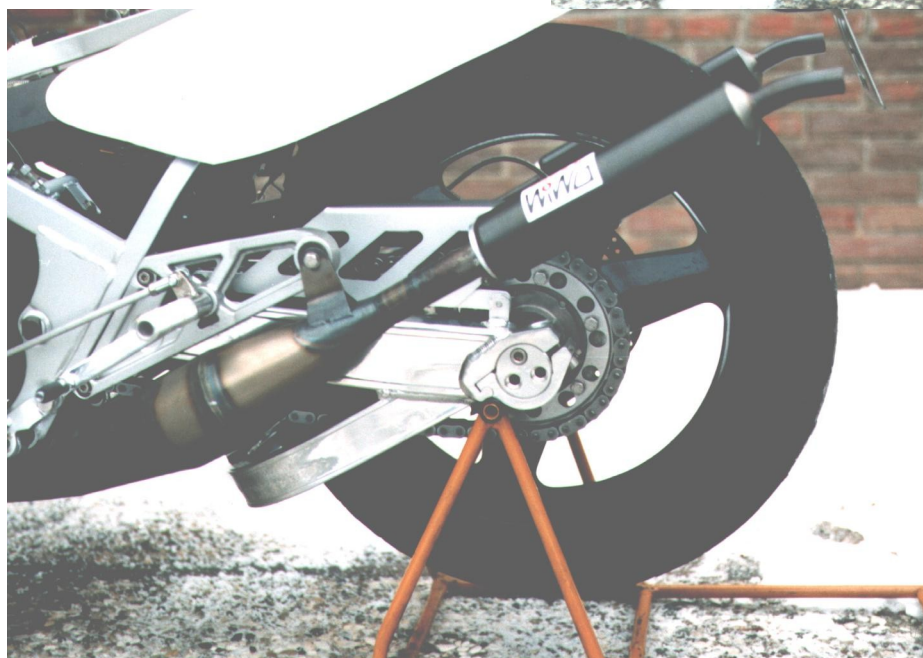


Bild 150: Schwinge mit Unterzügen, Auspuff: Jolly-Moto, Rasten: Eigenbau, Felge:  
4,5x17" PVM mit 170'er Michelin TX23

Eine vergleichsweise preiswerte Sache ist die Umrüstung auf FZ 750 Gabel, Felgen und Bremsen [3].

Dazu benötigt man die Gabel und einen Satz Felgen der FZ 750 (Typ 2KK ab Bj. 88) incl. der zugehörigen Scheiben und Bremssättel. Zur Not kann man auf die Gabel verzichten, man muss dann aber einen Adapter fräsen, damit die FZ-Bremssättel an die RD-Gabel passen.

Die Vorteile dieses Umbaus liegen auf der Hand: Es handelt sich um 17 Zoll Felgen im Dreispeichen-Design (jeweils ein halbes Zoll breiter). Auf diese Felgen kann man die derzeit besten Metzeler-Reifen aufziehen die es gibt: Den ME Z 1 Radial in Racing Mischung!

Ebenfalls möglich ist die Verwendung von FZR 600 oder FZR 1000 Teilen. Die Vorderräder haben dabei 17 Zoll, die hinteren 18 Zoll (FZR1000 ab ca. '89 => 17 Zoll). Die FZR 1000 Gabel besitzt zudem Einstellmöglichkeiten für die Dämpfung.

Man benötigt am Front-End den kompletten Umfang; d.h. Gabel kpl., Bremsanlage, Schutzblech, Pseudostabi, Felge mit Scheiben und Steckachse, Stummellenker. Der Einbau ist relativ problemlos. Die Holme schauen ca. 4 cm über die obere Gabelbrücke hinaus. Einziger Haken der FZR600-Gabel ist der wesentlich kleinere Lenkeinschlag (Sturzgefahr beim Rangieren und in engen Kurven!).

Hinten muss man etwas mehr tricksen, denn die FZR600 Schwinge ist in der Aufnahme 16 mm schmaler. Dafür ist aber die hintere Bremsscheibe und der Kettenradträger maßlich identisch mit den RD-Teilen, so dass man da die Qual der Wahl hat.

Das Kettenrad muss man mit 10 mm langen Abstandsbuchsen ( $\varnothing 8,1 \times \varnothing 16 \times 10$ ) vom Kettenradträger distanzieren und die Bremsscheibe muss 6 mm Abstand (Hülsen  $\varnothing 8,1 \times \varnothing 16 \times 6$ ) bekommen. Besser wären einteilige Distanzringe mit je 6 Bohrungen von 8,3 mm.

Wenn man schon mal beim Dreher ist, kann man sich gleich die Buchsen zwischen Kettenradträger und Schwinge links bzw. zwischen Felge und Bremsanker rechts neu anfertigen lassen (Links, Kettenseitig 10 mm länger = jetzt 18 mm lang; Rechts Bremsenseitig 6 mm länger).

Bei dem hier gemachten Umbau wurde mit Metzeler MEZ1 vorne 110/70 ZR17 und hinten 150/60ZR18 bereift. Die Gesamtkosten der Teile beliefen sich auf ca. 2500,- ; TÜV-Eintrag folgt. Hauptvorteil dieser Kombination ist, neben den Top-Reifen (120'er vorne soll weniger handlich sein), die wesentlich bessere Bremsanlage.

Weitere Fragen dazu beantwortet: Dieter Glatting Tel.: 07132/81836 (Neckarsulm).



Bild 151: RD500 mit RGV Verkleidung/Höcker, FZR1000 Gabel/Felgen/Bremsen, 120/190'er MEZ1, Jolly-Moto



Bild 152: Und noch mal FZR1000 : Vorderrad mit Guß-Scheiben und Adapter an RD500 Gabel

Nachdem bei meiner 350'er der Umbau auf 17 Zoll Felgen ein voller Erfolg war, durfte natürlich die 500'er nicht lange auf sich warten lassen. Aufgrund eines sehr günstigen Angebots kam ich an ein RGV250 (VJ21A) Vorderteil, obwohl ich schon eine FZR 1000 Gabel besorgt hatte. Da beide undichte Gabelsimmis hatten, lagen schon bald vier 41 mm Standrohre auf der Werkbank – und siehe da: Das Innenleben war halbwegs kompatibel, und so kombinierte ich Gabelbrücken und Standrohre von der FZR mit Tauchrohren, Bremse und Felge der RGV. Es waren dazu „nur“ eine Sonderanfertigung von Gabelfedern (Technoflex, 160,- DM) und einige Abstandsbuchsen nötig.

Hinten war's wesentlich einfacher: Man nehme eine RGV250 (VJ22B) Felge, fräse sich ein Teil, an dem der Bremsenträger festgemacht werden kann und befestige diesen mit zwei Schrauben an der Schwinge. Dann tausche man die Buchsen und Radlager gegen solche mit 17 mm Bohrung, damit die Serienachse paßt.

Damit das ganze nicht aussieht wie ein hüftkranker Schäferhund, muss man das Heck ca. 3 cm anheben. Ich habe mir dazu ein längenverstellbares Technoflex Federbein bestellt; zur Not tut es aber auch eine Modifikation des vorderen Befestigungspunktes des Federbeins an der Motorhalterung (z.B. mit Langloch probieren und dann über aufgeschweißtes Blech ca. 5 – 7 mm nach hinten legen).

Der Handlichkeit halber hatte ich zunächst 110/70 und 150/60 ZR 17 MEZ1 Racing (= Grip ohne Ende ...) versucht. Das Fahrwerk war dann auch wesentlich besser als vorher, aber die Schräglagenfreiheit war nicht berauschend und der Vorderreifen war an den Flanken schneller weg als in der Mitte.

Aktuell verwende ich 120/70 und 160/60 MEZ1 - Demnächst wohl auch MEZ3 (gibt es in drei Mischungen bis hin zu super soft). Vom Handling gab es z.T. Unterschiede; bei Schräglage fühlt sich die Hinterhand mit dem breiten Reifen besser an, weil der 150'er auf der 4.5 Zoll Felge eine zu flache Kontur hatte; der 160'er hat dann die richtige Wölbung. Vorne hat der 120'er aber ein gutes Stück der ursprünglichen Handlichkeit genommen. Nach einiger Zeit hat man sich aber daran gewöhnt und es stört nicht mehr ... .

Der Umbau hat natürlich auch den nötigen TÜV Segen bekommen (Wer bei seinem Heim-TÜV Probleme hat, der wende sich vertrauensvoll an Marco Böhmer.)



Bild 153: Meine RD500 mit RGV/FZR Gabel und RGV Felgen

In Frankreich gibt es ebenfalls eine aktive RD Szene. Sehr sehenswert ist z.B. das jährliche Treffen der RD500LC Club de France auf der Rennstrecke in Lurcy-Levy (bei Magny-Cours).

Die Jungs haben uns gegenüber den Vorteil, dass man dort nicht zum TÜV muss; dementsprechend sehen die Motorräder auch aus.

Da sieht man dann RD's mit dem Alu-Rahmen der Gebrüder Sambiasi, der für ca. 6 bis 7000,- DM einen RD500 Motor und andere Original-Anbauteile aufnimmt. Wahlweise gibt's das gegen Aufpreis auch mit anderem Heckteil oder Einarmschwinge. Der Rahmen hat eine eigene Kennzeichnung und am Steuerkopf die vom Kunden gewünschte Nummer (sinnvollerweise die, die im Kfz-Brief steht ...).





Bild 154: Gerome Buscail's RD500 mit Sambiasi Rahmen und Einarmschwinge

Im nächsten Beispiel wurde eine CBR900 recycled und mit Schwinge, Gabel, Rädern und Bremsen in einer RD 500 verwendet. Man beachte auch die selbst gedengelte Auspuffanlage.



Bild 155: CBR900 Umbau

Als nächstes noch ein seltenes Fotodokument einer RZV500 mit Alu-Rahmen. Zu erkennen ist er an der Verrippung im Bereich der Schwingenaufnahme (siehe Kreis). Auspuff, Felgen und Schwinge sind allerdings nicht ganz original .....



Bild 156: RZV500 mit Alurahmen

Sogar aus England kommen Fans zum Treffen nach Frankreich. Diese hübsche gehört Stephen Jago (Der mir auch freundlicherweise bei der Übersetzung meiner Bücher ins Englische geholfen hat).

Er hat vorne eine ZXR400 Gabel mit Felge verwendet und hinten auf RGV 250 Teile zurückgegriffen. Die Verkleidung ist von einer FZR600 (man beachte die DE-Scheinwerfer in den Frischluftereinlässen) und der Höcker stammt von Harris



Bild 157: Stephen Jago's RD500

Auch in den USA gibt es noch RD Fans. Der Präsi der RD/RZ500 Owners Group hat eine besonders hübsche und die darf natürlich hier nicht fehlen. Die Devise war hier: „alles was geht“. Das war dann z.B. ein mit zusätzlichen Profilen verstärkter RZV Alu-Rahmen, Kohlefaser Heck und Verkleidung, kiloweise Titan- und Alu-Schrauben, GSX-R 750 Front.-End, Schwinge und Felgen, extrem bearbeiteter Motor (RD350 Membranen, Kanalbearbeitung, Verdichtung, 28'er Vergaser), handgemachte Auspuffe, ..... Wyn behauptet, das Gerät hätte trocken 147,5 kg.

Es können übrigens auch Europäer Mitglied in der Owners Group werden, was durchaus lohnt, denn der vierteljährliche Newsletter ist sehr lesenswert. Dieses Jahr gab es auch noch Pin's, Aufkleber, eine Reparaturanleitung und einen Teilekatalog in jeweils Top-Qualität dazu. Einziger Pferdefuß bei der Sache: Alles ist in Englisch.

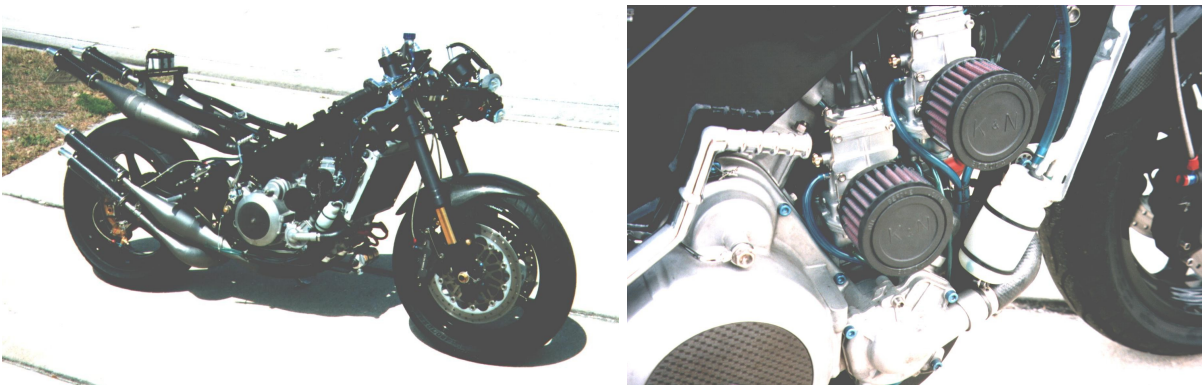


Bild 158: Wyn Belorusky's RZV500

Um die Suche nach Teilen zu erleichtern habe ich noch einmal die Modellbezeichnungen der deutschen YAMAHA Modelle aufgelistet:

Model Code	Jahr	Bemerkung
FZR1000, 2 LA	87/88	41 mm Gabel, 18 Zoll Hinterrad
FZR1000, 3LE	89	43 mm Gabel, 5.50 x 17 Hinterrad
FZR1000, 3LE	90 -	USD Gabel, 5.50 x 17 Hinterrad
FZ750, 1FN	85/86	Gleicher Schrott wie RD500
FZ750, 2KK	89-90	39 mm Gabel, 3.5 x 18 Hinterrad
FZ750, 3KT	91-	39 mm Gabel, 3.5 x 18 Hinterrad
FZR600, 3HE, 3RG, 3RH	88/89	38 mm Gabel, 3.5 x 18 Hinterrad
FZR600, 3HE, 3RG, 3RH	90-92	38 mm Gabel, 4.0 x 18 Hinterrad
FZR600R, 4JH	93	41 mm Gabel, 5.0 x 17 Hinterrad
YZF750	1992	USD Gabel, 6 Kolben Zangen, 5.0x17 Hinterrad
R6	1999	43 mm Gabel 3.5x17 Vorderrad

Tabelle 13: Yamaha Sport Bikes (Modellbezeichnungen)

Für den Ersatz von Unfallschäden (Felgen, Gabel) kann man übrigens auf FZ750-Teile zurückgreifen [3]. Dazu benötigt man aber den Typ 1FN (Bj. 84-87).

## **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  
 Hanseemannstr. 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/Hebele	
☎ +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>		

Großewächter	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)
info@sonic-speed.net	Eindüsen von Vergasern z.B. nach Motorbearbeitung oder f. offene Filter (Düsen, Nadeln, Vergaservermodifikation)
http://sonic-speed.net/ www.moto-boehmer.de	Spezial-Umbauten mit und ohne TÜV Aluminium/Edelstahl-Schweißen Kühlerbau nach Maß

Martin Kieltsch	Aktuelle Ausgaben Tuningbücher RD 350 / RD 500
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:

<a href="http://www.rzrd500.com">http://www.rzrd500.com</a>	The US RD page. (RZ/RD500 Owners Club, Bulletin Boards for RD350/500 and other twostrokes
<a href="http://rd500lc.free.fr/">http://rd500lc.free.fr/</a>	Homepage of the french RD500 Club Info's for annual meeting in France
<a href="http://forum.rd350lc.de">http://forum.rd350lc.de</a>	DIE deutschsprachige RD-Seite. Interessantes RD Diskussions-Forum
<a href="http://www.rd350lc.net">http://www.rd350lc.net</a>	French RD site with model history
<a href="http://rdlccrazy.proboards.com/">http://rdlccrazy.proboards.com/</a>	THE UK RD page ! Bulletin Boards for RD350/500 and other twostrokes

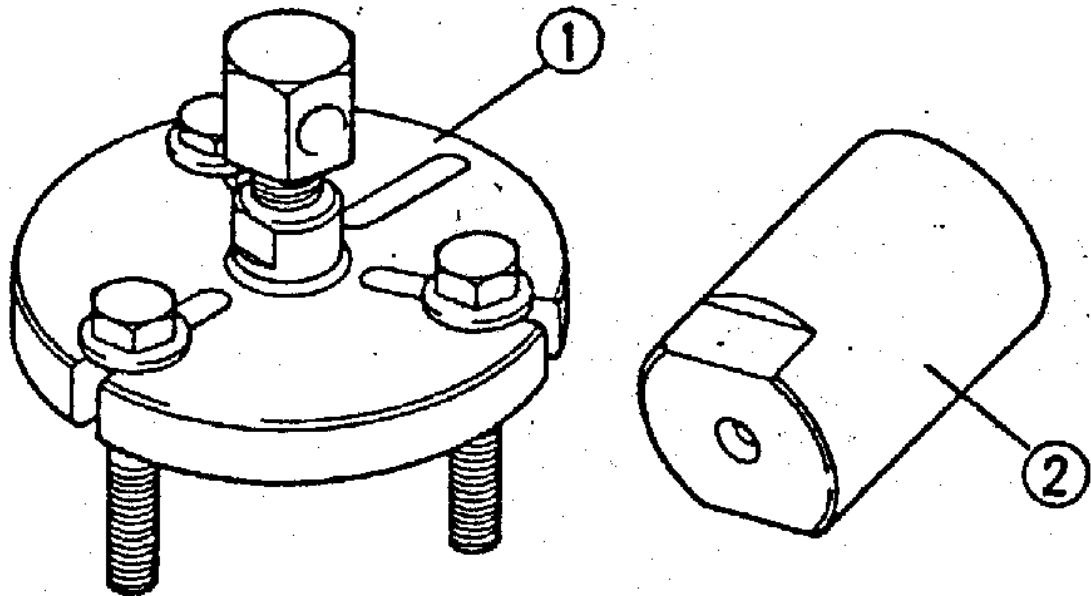
**6. Anhang****Testberichte RD 500**

Motorrad: 18/83, 22/83, 4/84, 7/84, 10/84, 14/84, 15/84, 16/84,  
12/85, 15/85, 13/86,  
19/98 (Gebrauchtkaufberatung)

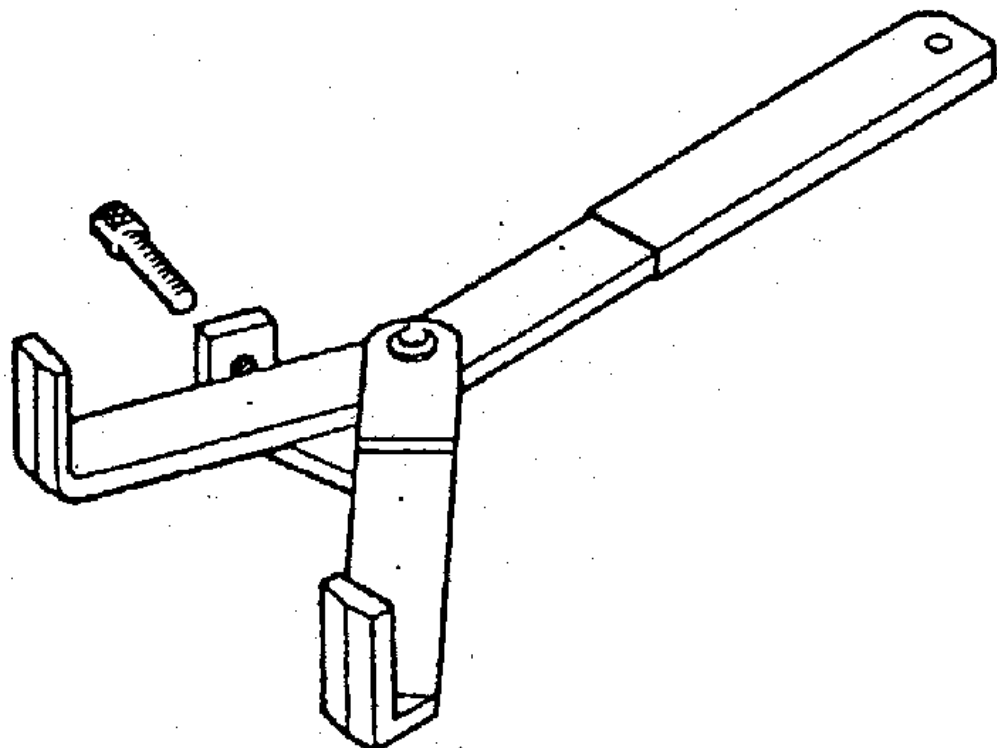
MO: 8/86

Motorrad, Reisen & Sport: 6/84, 9/84, 12/84, 16/84, 24/84, 14/85

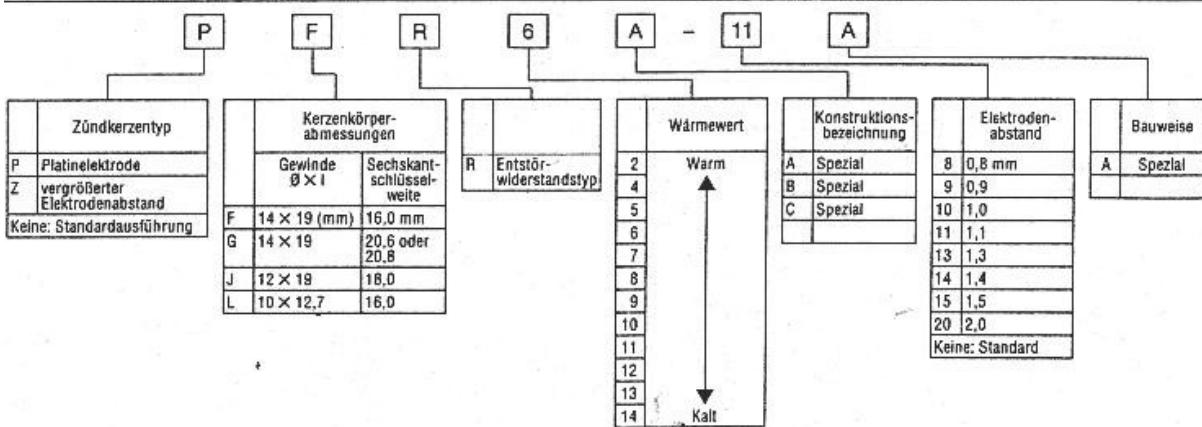
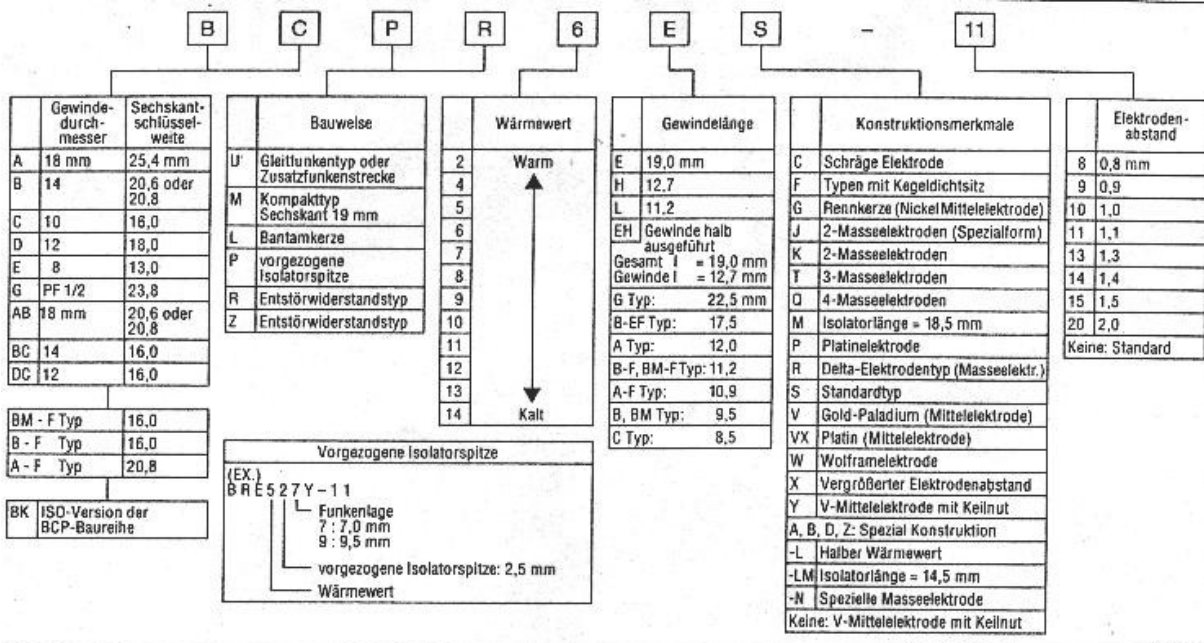
**Skizze Polradabzieher**



**Skizze Kupplungshaltewerkzeug**

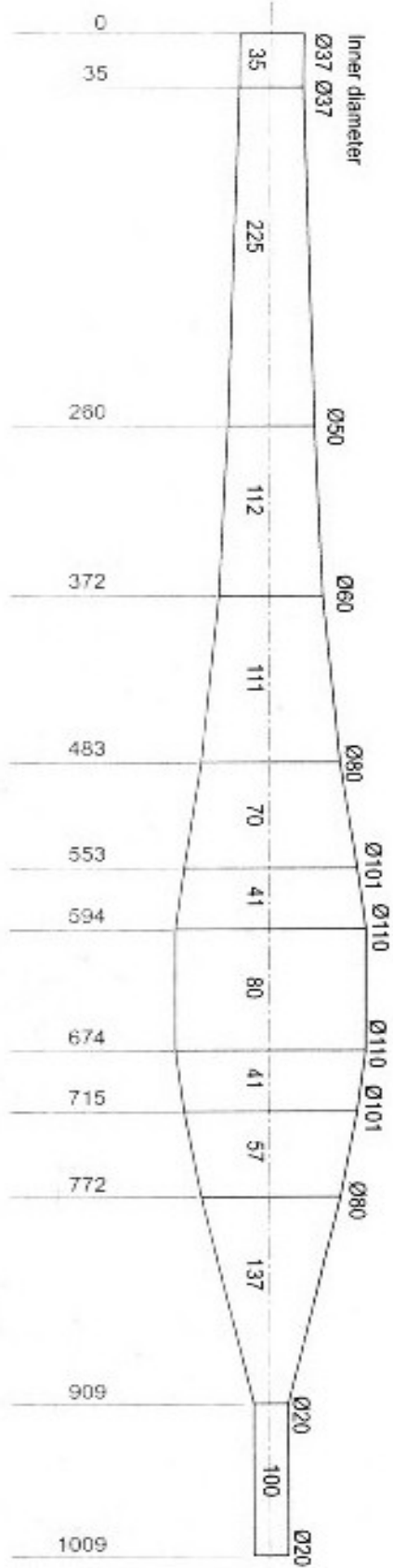


### NGK- Zündkerzen-Typen

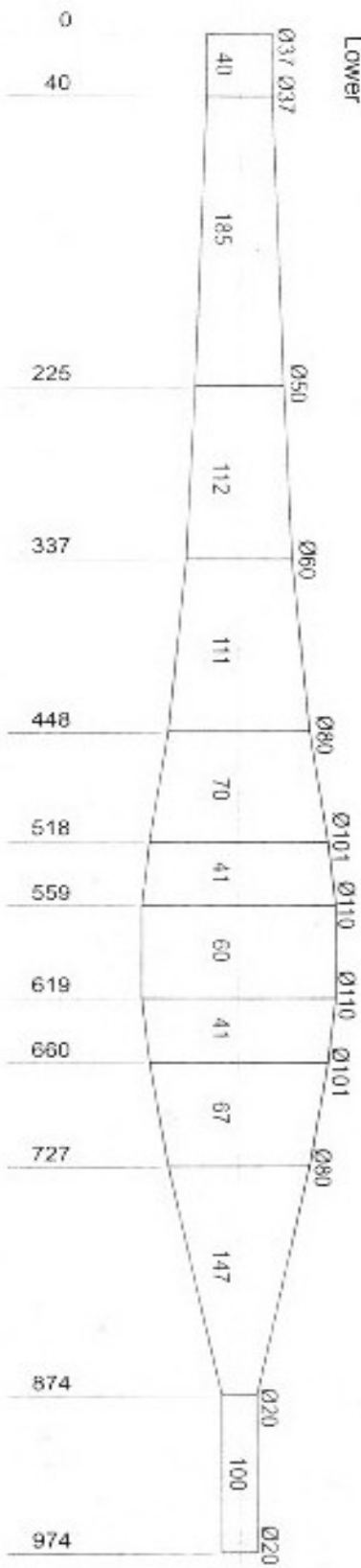


### YAMAHA Rennauspuffe

**Expansion chamber # 1 & 3**  
Upper



**Expansion chamber # 2 & 4**  
Lower



## YAMAHA Tuning (Sonstiges)

--	--	--

Overseas Service Dept.

Reporter: MASAYOSHI S.

T.S.I. NO. MC-86002 1/8

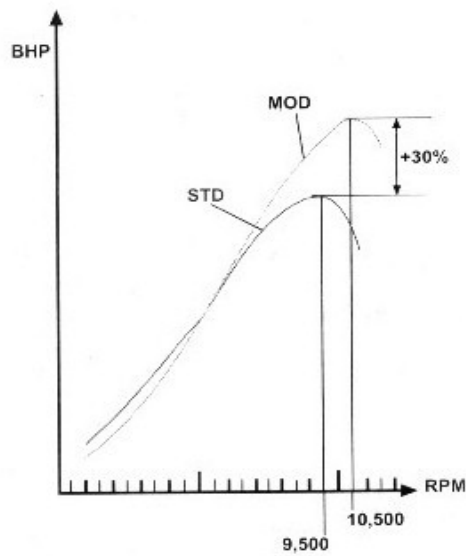
Date: 86 1 22

<b>MODEL</b>	RD500
<b>SUBJECT</b>	ENGINE MODIFICATION

This T.S.I. is advise you of engine tuning modification to the 1984 and 1985 RD500 model.

We hope these modification will prove effective in your road race activities.

The following modification should increase performance as shown.



**YAMAHA MOTOR CO. LTD.**



## (7) Other Modifications

DESCRIPTION	TUNE-UP	REMARKS
FRICITION GEAR	Remove (Both sides of crank 1 & 2)	Drive gear can be fastened with friction gears removed.
AIR CLEANER	Remove	Add shroud to carb flange (air inlet) (Use intake silencer)
SPARK PLUG	NGK ? Champion B10H W31FSG L55G B10HV	
CARBURETOR SETTING	Mainly change Main Jet on STD.	Test in actual run. (MJ #260 - #300).
CUSHION RING (CLUTCH)	Remove	
CLUTCH SPRING	90501-23141	
FINAL GEAR RATIO	16/36, 15/35	STD 15/38
AUTOLUBE PUMP	Remove pump drive gear Mixture of 25:1 (4%).	

M Holmberg

---

## 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 Hochleistungsweitakter 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 niedrigen Drehzahlen ist entweder der Auspuff zu kurz oder die Schallgeschwindigkeit zu hoch. Variablen 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  $16^\circ$  Vorzündung. Mit diesem fixen Wert machen wir eine Prüfstandmessung und dabei kommt irgendeine Leistungskurve heraus.

Dann stellen wir die Zündung auf  $12^\circ$  fix und messen wieder. Nehmen wir mal an, dass die  $16^\circ$ -Leistungskurve die beste ist bis 10.000 U/min, und die  $12^\circ$ -Kurve ab 10.000 U/min. Bei 10.000 U/min schneiden sich die beiden Kurven; sie haben also dort die gleiche Leistung. Man könnte dann sagen: bei 10.000 U/min sind diese  $16^\circ$  genauso viel zu früh wie die  $12^\circ$  zu spät sind.  $14^\circ$  könnte also der optimale Wert sein für 10.000 U/min.

Anschließend stellen wir die Zündung auf  $14^\circ$  fix und machen wieder eine Leistungskurve.

Beispielsweise schneidet diese  $14^\circ$ -Kurve die  $16^\circ$ -Kurve bei 8000 U/min und die  $12^\circ$ -Kurve bei 11000 U/min.

Dann können wir schlussfolgern, dass  $15^\circ$  optimal ist bei 8000 U/min,  $14^\circ$  bei 10.000 U/min, und  $13^\circ$  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  $30^\circ$  Vorzündung, und das geht auch bis 8000 U/min noch gut.

Wer aber mit dieser  $30^\circ$  Vorzündung versucht, eine komplette Leistungskurve bis zur Höchstdrehzahl zu messen, kann sich eigentlich die Mühe ersparen und den Motor gleich entsorgen.

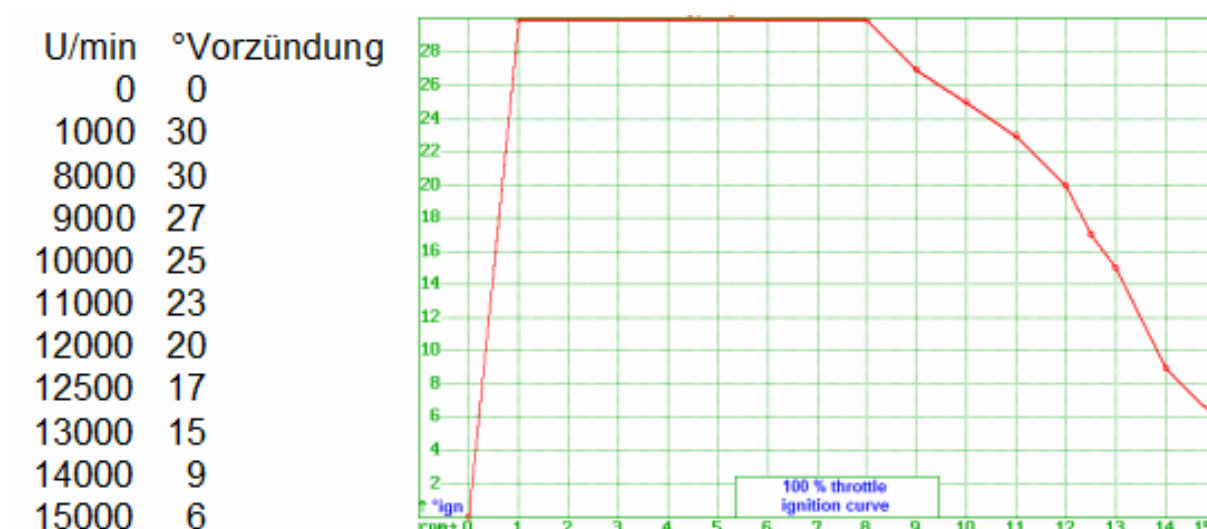
Mit soviel Vorzündung darf man nur dort messen, wo der Motor wenig Füllung hat.

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:



### 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 Zeitquerschnitte geraten bei Überdrehzahlen zu klein. Wegen des zu kleinen Vorauslass-zeitquerschnittes liegt dann bei Üö der Zylinderdruck noch über der Spül Druck 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.

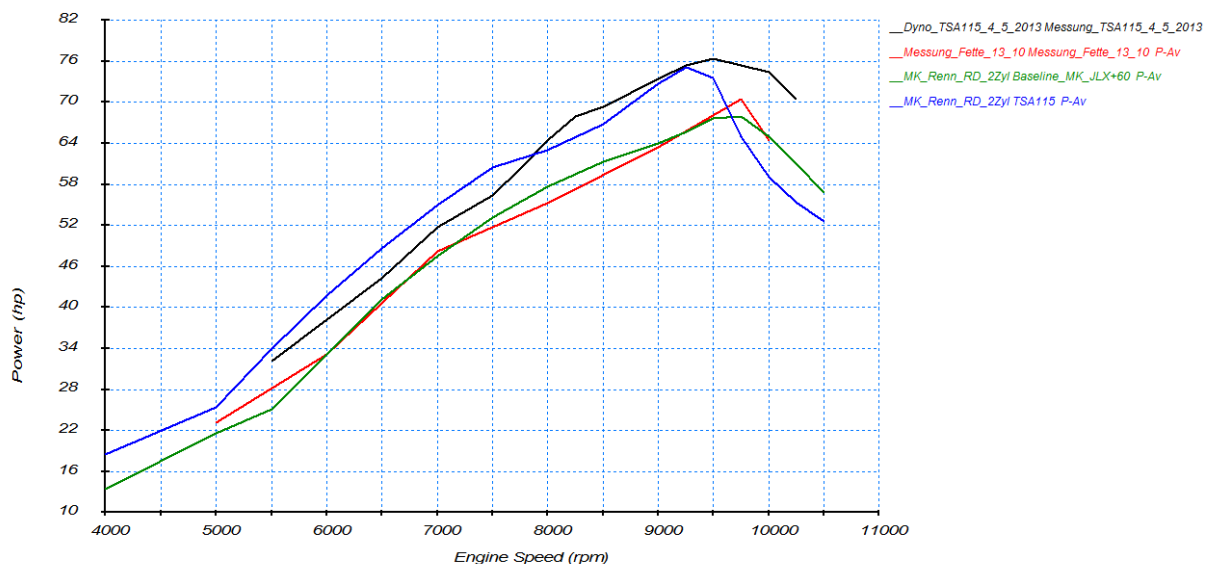
Es gibt das Programm auch als App für Apple/Android: MicroDyno -SIP HorsePower Dyno

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**

Tja Leute, das war's. Wenn Ihr zusätzliche, gleiche oder abweichende Erfahrungen gemacht habt, lasst es mich doch einfach wissen. Ich bin immer dankbar für gute Tips und Unterlagen.

Die nächste Auflage wird dann vielleicht auch Eure Tips enthalten, damit man eine RD 500 meistens so sieht ...



(Zandvoort 1995, Lurcy-Levy 5/98, Stammbach 1999)