

Vergaserabstimmung mittels Temperatursensor

Vorgeschichte

Sicherheitsgründe stehen im Vordergrund, wenn Piloten von Ultra- Leicht- Flugzeugen an ihren Rotax-Motoren 10 cm unterhalb des Kolbens im Auslasskrümmer einen Abgassensor einbauen um genauestens den Temperaturverlauf der Verbrennungsgase im heißesten Bereich des Zweitakters im Auge behalten zu können. Denn überschreitet der Rotax- Flugmotor die kritische Temperaturgrenze von 650° C, dann ist der Klemmer oder das Loch im Kolben nicht mehr weit entfernt. Und einen Klemmer wünscht sich keiner der Piloten hoch oben, wo die Luft keine Balken mehr hat. Sie haben richtig gelesen, der Abgassensor misst die Temperatur der Abgase und nicht die Temperatur aufgewärmter Bauteile eines Motors. Hier öffnet sich die Möglichkeit direkt in den Verbrennungsablauf hinein zu schauen. Modernste Technik macht dies heute möglich. Der Sensor ist ein 4mm dünner Stift der ca. 25mm in den Auspuffkrümmer hineinragt und dieser Stift besteht aus einem Nickel-Chrom-Nickel-Element (NiCrNi). Er ist mit Inconel 600 ummantelt, widersteht deshalb erfolgreich den aggressiven Rückständen der Abgase und hält außerdem noch Temperaturen bis über 1100° C stand. Die gemessene Temperatur geht in Sekundenbruchteilen an das Display und wird ständig aktualisiert. Ich habe zwei Sensoren in zwei ganz verschiedenen Vespa-Motoren erfolgreich im Einsatz, einen davon bereits seit fast drei Jahren und das bedeutet bei mir reichlich gesammelte Erfahrung während 20 000 gefahrenen Kilometern. Auf langen Autobahnfahrten in Deutschland, Italien oder Frankreich, aber auch bei Fahrten auf Hochgebirgsstraßen über Stock und Stein, überall haben sich die Sensoren als wertvolle Hilfsmittel erwiesen.. Ich dachte mir damals Anfang 2004, warum sollte man sich so einen Sensor nicht auch in die Vespa einbauen, der gebläsegekühlte Zweitakter ist ja sowieso als klemmerfreundlich bekannt. Bei mir lag damals der letzte Kolbenaustausch so weit nicht zurück und die Ursache ist mir bis heute unbekannt. Irgendwie hatte ich es auch satt mir immer wieder vom Zylinderschleifer sagen zu lassen, dass der Kolben viel zu heiß geworden war. Übrigens kann man das gut im Innern des Kolbens an der Kolbenbodenunterseite erkennen. Darüber hinaus liegen die Kosten für den Sensor ungefähr in der Höhe, die auch der Zylinderschleifer inklusive eines neuen Kolbens verlangt. Zu hohe Kompression, ein undichtes Kurbelgehäuse hervorgerufen durch verschlissene Dichtungsringe, eine zu warme Kerze oder zuviel Vorzündung, alle diese Faktoren können den Teufel aus der Flasche zaubern. Mit dem Sensor, sofern man ihn im Auge behält, kann man dem Klemmerteufel die rote Karte zeigen, er bleibt ganz einfach in der Flasche. Gerade Über- oder Unterbedüsung, also ein zu fettes oder zu mageres Gemisch, mangelnde Leistung und hoher Benzinverbrauch sind Mankos, die man mit dem Sensor sehr schnell diagnostizieren und erfolgreich abstellen kann. Den Lesern ist hoffentlich bekannt, daß der Zweitaktmotor seine höchsten Temperaturen nicht im Zylinderkopf, sondern beim Ausstoßen der Gase in den Auslasskrümmer entwickelt. Beim Viertakter verhält es sich gerade umgekehrt, dort ist der heißeste Bereich um das Auslassventil herum, also noch im Zylinderkopf. Eine Höchsttemperatur im Abgasstrom von max. 650° C gibt die Firma Rotax als Höchstwert für ihren Zweitakt- Flugmotor an. Rotax, ein Tochterunternehmen der Bombardier- Gruppe, hat übrigens auch den 650er Einzylindermotor für BMW entwickelt. Diese Temperaturobergrenze kann auch auf die hubraumstärkeren Vespazweitakter übertragen werden. Es gibt wohl über der genannten Obergrenze von 650° C noch einen kleinen Bereich in dem thermisch noch nichts passiert, aber spätestens zwischen 680° bis 700° C wird es auch beim Vespamotor im Dauerbetrieb eng. Einen Gutsherrenfahrer, der ab und zu gemütlich auf romantischen Straßen oder mal auf einer Korsofahrt durch München unterwegs ist, werden diese Zeilen nicht interessieren. Er fragt sich dann gelangweilt, was das alles soll. Er kennt keine Probleme dieser Art. Viel- oder Langstreckenfahrer, die mit ihrem alten Schätzchen nicht von der Ehefrau und Anhänger begleitet werden, sind da schon eher interessiert wie die Technik der fünfziger- oder sechziger Jahre standfester gemacht werden kann. Sobald der Motor erfolgreich abgestimmt ist, kann man den Sensor samt Display auf ein anderes Modell verpflanzen. Ich kann Ihnen aber aus meiner Erfahrung sagen, dass dieses Hilfsmittel bei mir vorerst nicht abgebaut wurde. Ich verfolge auch nach mehr als zwei Jahren noch alle Veränderungen der Temperaturanzeige sehr genau. Auch den raschen Verschleiß eines Kurbelwellen- SiRi's an meiner GS 160 konnte ich thermisch verfolgen. Leider musste ich die Ringe nach wenigen Monaten wieder austauschen, der gesamte Gummianteil war über und über mit kleinen Rissen überzogen. Mindestens ein Ring war daher nicht mehr dicht und über das Kurbelhaus konnte Nebenluft einströmen mit dem Effekt einer Gemischabmagerung. Vermutlich waren es Ringe aus einem sehr alten

Lagerbestand und die Gummimischung reagiert negativ auf unseren neuen, besonders aggressiven Bleifreisprit. Eine andere Erklärung habe ich nicht dafür. Die Abmagerung des Benzin- Luftgemisches zeigte das Gerät sofort an und ich hielt erfolglos mit immer größeren Haupt- und Nebendüsen dagegen. Nun, man kann es drehen und wenden wie man will, der eine behält mit Adleraugen sein Mäusekino oder GPS im Auto ständig im Blick, der andere orientiert sich auf der Vespa am Abgassensor. Beide Zeitgenossen können sich von ihrer Krücke nicht mehr trennen und die Krücken haben eines gemeinsam, sie liegen preislich eng beieinander.

Einbau

Der Sensor wird etwa 10 cm unterhalb des Kolbens direkt in den Auspuff eingeschraubt. Jede Veränderung der Temperatur, hervorgerufen durch kleinste Drehbewegungen am Gasgriff, werden in Sekundenschnelle an das Display in der Größe 45 x 15 mm weitergegeben. Dieses Anzeigeelement oder auch neudeutsch „Display“ genannt, habe ich zuerst in einem kleinen Kästchen auf der Oberseite meines vorderen Gepäckfaches mit Klettband, später aber innen im Kasten angebracht. Es ist so beim Fahren gut ablesbar und das Sensorkabel vom Auspuffkrümmer zum Instrument kann unter einem der Trittleistengummis verschwinden. Marcus Bauer aus Tübingen hatte in einer Fachzeitschrift von dieser neuen Meßtechnik gelesen und bat mich bei einem Stammtischabend in Stuttgart, den von ihm gekauften Sensor zu testen. Völlig problemlos ging der Einbau in die 160er GS und 200er Rally über die Bühne. Mit dem jetzt zur Verfügung stehenden Zahlenmaterial versuchte ich in den Temperaturhaushalt der beiden Vespamotoren einzugreifen. Die gewonnenen Erkenntnisse mit der GS 160 möchte ich hier nicht dokumentieren, sie entsprächen nicht den Werten eines originalen Motors, da ich zuviel am Vergaser und Zylinder verändert habe. Zum Beispiel habe ich den originalen Vergaser durchgehend auf 28mm und den Zylinder auf 68mm aufgebohrt. In Verbindung mit dem 60-iger Hub der GS ergibt das knapp 220 ccm. Schon deshalb würde auch der Vergleich mit der Rally 200 hinken. Für mich war es eine Überraschung wie schon kleinste Veränderungen, z.B. im Bereich des Luftfilters, zu Veränderungen der Gemischzusammensetzung führen können. Ich möchte daher bei meinen Schilderungen am Beispiel der Rally 200, Baujahr 1972, fortfahren.

aus Omas Nähkästchen

Eine alte Mär stellte sich bereits schon bei den ersten Testfahrten als falsch heraus. Fahren im Windschatten und Bergabfahrten nur mit Standgas würden die Klemmergefahr herauf beschwören. Sofern der Vergaser eine ausreichende Standgaseinstellung hat und genügend Öl dem Benzin beigemischt wurde, führt beides sehr schnell zu niedrigeren Temperaturen. Eine Talfahrt mit geschlossener Drosselklappe reduziert bereits auf wenigen hundert Metern die Abgas- und/oder Kolbentemperatur um die Hälfte. Klemmer gibt es aber nur, wenn die Abgastemperatur längere Zeit oberhalb von 650° C liegt. Auch Tunnelfahrten in denen Temperaturgegensätze von bis zu 30° C aufeinander treffen können, verändern nur ganz unwesentlich die Abgastemperatur. Ein anderer Faktor der auf den Temperaturhaushalt einen ganz starken Einfluss nimmt, ist aber die Höhe auf der man sich befindet. Hat man den Vergaser auf mittlerer Höhe optimal eingestellt, kann dies 500 Meter weiter oben schon zu wesentlich niedrigeren Verbrennungstemperaturen führen, verbunden mit Leistungseinbußen. Das ist sofort am Display ablesbar, die Motortemperatur erreicht dann besonders im unteren und mittleren Drehzahlbereich keine optimalen Werte mehr und der Leistungsabfall ist unabwendbar.

Abgastemperaturen im Bereich zwischen 550° und 650° C sollten aber unbedingt angestrebt werden, weil sonst die Leistung sprichwörtlich in den Keller fällt. Umgekehrt führt die Erhöhung des Luftanteils zuerst zu einer signifikanten Leistungserhöhung und im zweiten Schritt zum Hitzetod des Kolbens. An diesem Beispiel lässt sich auch das Phänomen der sechziger Jahre erklären. Viele Vespisten, die damals gerade vom obligatorischen Badeurlaub aus Italien zurückgekehrt waren, schwärmten anschließend von den guten Laufeigenschaften ihres GS- Motors. Er läuft volle „100“ in Italien, das macht sicher die südliche Wärme dort unten aus. Diese Urlauber fuhren dort mehr oder weniger auf Meereshöhe und natürlich war die Leistungssteigerung dem hohen Luftanteil und dem daraus resultierenden, magereren Gemisch zuzuschreiben.

Und noch ein Gedicht. Der gebläsegekühlte Zweitaktmotor erreicht nach 1000 Metern Fahrstrecke bei mittlerer Drehzahl bereits schon seine volle Betriebstemperatur, das Getriebe ist dann wahrscheinlich noch kalt, aber Zylinder und Kolben sind auf Temperatur. Vermutlich geht das aber bei einem flüssigkeitsgekühlten Motor wesentlich langsamer.

etwas über's Öl und Benzin

habe bei der Rally und der GS auch ausprobiert, ob das Mischungsverhältnis von 1:50 bis hoch auf Ich 1:70 Auswirkungen auf den thermischen Haushalt des Motors haben könnte. Fehlanzeige, es ist nichts feststellbar. Meine GS/4 fahre ich übrigens seit vielen Jahren auf meinen Touren in den Süden im Mischungsverhältnis 1:50. Ich verwende erfolgreich das vollsynthetische Zweitaktöl Extralub, 2 Temps, 100% Synthese, vom französischen Supermarché Leclerc zum Preis von 7,29 Euro für „zwei“ Liter, das halbsynthetische Extralub ist noch etwas billiger. Es geht aber noch günstiger mit dem ebenfalls vollsynthetischen Minerva Oil, erhältlich ebenfalls in Frankreich in vergleichbaren französischen Raiffeisen-Geschäften. Der 5 Liter Kanister kostet 15 Euro und alle genannten Öle erfüllen die Normen von Api:TC-TSC3-JASO:FC ISO:EGD Husqvarna 242 usw. Viele Veteranen fahren noch nach den alten Mischungsvorschriften von 1:25 oder gar 1:15 der fünfziger Jahre. Sie gelten für heutige Verhältnisse sicher als total überholt, die Zeit ist nicht stehen geblieben. Auch zuviel Öl kann schaden!

Es gibt ein Indiz, dass der Oktanwert des Benzins Einfluss auf die Abgastemperatur nimmt. Vermutlich könnte ein Prüfstandsversuch das besser erhärten, im Praxisbetrieb auf der Straße können auch noch andere Einflüsse dafür in Frage kommen. Ich zumindest bilde mir ein, dass das 100 Oktanbenzin speziell bei meiner alten 1962er GS, um etwa 30 bis 40° höhere Abgaswerte produziert. Auch bilde ich mir ein, dass die Beschleunigung der GS mit diesem Treibstoff wesentlich spontaner und kraftvoller ist.

Bedüsungsvarianten

Der Drehschiebermotor der Rally ist die modernere Konstruktion gegenüber der Schlitzsteuerung der GS und deshalb sollte der Füllungsgrad des Rallymotors sicher höher sein, dachte ich. Und dieser Umstand müsste mit einer leichten Temperaturerhöhung verbunden sein. Aber dem war nicht so, im Gegenteil, der Rallymotor läuft kühler, was sich auch beim vorgeschriebenen Kerzenwert ganz deutlich ausdrückt. Zuerst ging ich davon aus, dass speziell der untere und mittlere Drehzahlbereich bei der Rally davon betroffen sein könnte. Außerdem war mir am Anfang noch unklar, ob die erwähnten Bereiche ins Ressort der Haupt- oder Nebendüse gehören. Ich habe deshalb leider die Abstimmungsarie zuerst mit der Nebendüse begonnen, weil sie gerade im Teillastbereich dominierend sein soll. Man sollte aber immer zuerst von oben her abstimmen, d.h. mit der fettesten Düse und vor allem mit der Hauptdüse beginnen, um dann peu a peu auf kleinere Düsendurchmesser überzugehen. So vermeidet man Hitzeschäden.

Auf der anderen Seite führte meine Methode „von unten nach oben“ verstärkt zu falschen Schlüssen, da in der Praxis die Nebendüse weit weniger Einfluss ausübt als die Hauptdüse. Aber diese Erfahrung macht man dann erst nach vielen, teilweise frustrierenden Einstellungsfahrten und oft erhält man die schon erwähnten, paradoxen Ergebnisse. Überbedüsungen führen unweigerlich zu gravierenden Leistungseinbußen, Korrekturen darauf macht man stehenden Fußes. Eine Überfettung der Nebendüse geht mit schlechtem Anspringen einher, Anschieben ist dann mitunter unausweichlich. Der Motor zieht am Berg nicht mehr die Wurst vom Butterbrot und frühes Herunterschalten ist an der Tagesordnung. Eine gekonnte Abstimmung ist die Kunst einer erfolgreichen Gratwanderung. Es gilt dabei die Vorstufe zur Überhitzung rechtzeitig zu erkennen und auf der anderen Seite muss man eine gerade noch tolerierbare Leistungseinbuße in Kauf nehmen können. Der Zweitaktmotor läuft leider in der Magerstufe am geschmeidigsten, er hat dort seine beste Leistungsentfaltung und den rundesten Motorlauf. Und leider verleitet diese Charakteristik dazu, den Motor in dieser Magerstufe zu belassen.

Es gibt Künstler unter uns, denen eine Vergaserabstimmung auf Anhieb ohne jegliche technische Hilfsmittel gelingt. Der Blick aufs Kerzenbild genügt ihnen meistens. Darüber hinaus haben diese Künstler auch noch das besondere Händchen im entsprechenden Moment die richtige Kombination von Luft- und Benzindüsen parat zu haben. Sie verfügen darüber hinaus noch über den notwendigen Riecher, das passende Mischrohr zur genau richtigen Hauptdüse zu finden.

Ich muss an dieser Stelle in Erinnerung bringen, dass es bei den SI Vergasern fünf verschiedene Hauptluftdüsen (140/160/180/185/190), sechs Mischrohre (BE1 bis 6) und eine Vielzahl von Umluft-Nebendüsen, speziell der neueren PX, gibt. Jetzt kann man sich selbst die Kombinationsmöglichkeiten untereinander ausrechnen. Ich für meine Person muss zugeben, dass ich dieses Händchen für Düsenbestückungen nie gehabt habe. Ich behaupte an dieser Stelle, dass die Künstler oft nur Glück oder Dusel hatten und so vor kapitalen Motorschäden verschont blieben. Mir blieb früher nichts anderes übrig, als mich bei der Bestückung des Vergasers auf die Werksangabe und das Kerzenbild zu verlassen. Immer war ich dann aufs neue frustriert, wenn sich wieder einmal ein Klemmer eingestellt hatte. Heute vertraue

ich dem Zahlenmaterial meines Sensors und schließe daraus auf die richtige Düsenkombination. Dass das immer noch recht schwierig sein kann ist unschwer den vielen Abstimmungsfahrten zu entnehmen, die ich nachstehend für Sie festgehalten habe.

die Abstimmungsarie

Langsam aber stetig habe ich Schritt für Schritt dem SI Schiebervergaser seine Geheimnisse entlocken können und war erstaunt über das eng verzahnte Zusammenspiel von Nebendüse, Hauptdüse und Mischrohr. Im Teillastbereich überlappen beide Düsenarten miteinander, sodass nicht immer sicher auf Anrieb diagnostiziert werden kann, welche Düse genau verantwortlich ist. Immer wieder wurde ich dann an die recht einfache Teillast- Abstimmung beim Nadelvergaser erinnert, man variiert dort einfach mit den verschiedenen Nadeldurchmessern oder schiebt die Nadel hinein oder heraus. Beim SI übernimmt die Funktion der Nadel das Mischrohr in Verbindung mit ND und HD. Beim SI Vergaser der neueren PX- Modelle steht auch noch der Gasschieber mit seiner unteren Ausfräsung zur Verfügung.

Ich frage mich immer wieder, wie brachten die Techniker in Pontedera das Kunststück fertig, den SI Vergaser für den Katalysatorbetrieb der PX 125 so zu beeinflussen, dass das Abgas akzeptable Werte erreicht. Dafür brauchen andere Hersteller eine Einspritzanlage, Piaggio schafft es mit einem Primitivvergaser. Nun, vielleicht bin ich auch verwöhnt, wenn man sich vorher mit dem Nadelvergaser der 150er GS beschäftigt hat. Auch der japanische Mikuni läßt grüßen. Natürlich reagiert jeder Motor auf seine Weise und es ist nicht gesagt, dass die nachstehend von mir geschilderte Abstimmungsarie übertragbar ist.

In einem Punkt habe ich allerdings vorgesorgt und habe die ermittelten Werte auch mit einem zweiten, identischen SI- Vergaser im Fahrbetrieb verglichen und Gott sei Dank die Werte bestätigt bekommen. Im Hinterkopf behalten sollte man aber, dass Motoren infolge ihrer unterschiedlichen Leistungen selten voll vergleichbar sind und dadurch können auch die Werte für die Vergaserbestückung streuen.

Ausgangspunkt war für mich die originale Bestückung der Rally 200 mit 118er Hauptdüse gepaart mit der 160er Luftkorrekturdüse und dem Mischrohr BE3. Als Auspuff hatte ich einen Sitoplus montiert, die Kupplung wurde schon vor Jahren mit einem 21er Ritzel versehen. Sonst war der Motor völlig original. Erwähnen möchte ich noch, dass die Dichtlippe des Drehschiebereinlasses mit 0,10 mm Spiel, gemessen mit einer Fühllehre, noch im tolerierbaren Bereich lag. Ich weiß aus Erfahrung, dass gerade dieser Spalt bei vielen Motoren zuviel Luft aufweist. Er ist verantwortlich, dass im unteren und mittleren Drehzahlbereich die notwendige Vorverdichtung zustande kommt, ganz wichtig für einen moderaten Benzinverbrauch.

In meinem speziellen Fall fing mein Motor vor zwei Jahren, nachdem er viele Jahre über problemlos gelaufen war, plötzlich aus heiterem Himmel ab etwa 80 km/h im vierten Gang zu stottern an, obwohl ich keine einzige Veränderung vorgenommen hatte. Um sicher zu sein, dass die Pleuellens- SiRi's auch noch dicht waren, drückte ich das Pleuellengehäuse ab. Ohne großen Aufwand kann man sich so ein Primitivgerät selbst aus einem Stück Messingblech und einem Schlauchventil zusammen löten. Das Billigmanometer bekommt man im Fachhandel und den Gummistopfen zum Verschließen des Auslasskrümmers in einem Gummi- Fachbetrieb. Solchermaßen bestückt, erhält man durch Aufpumpen bereits nach wenigen Minuten Klarheit, ob der Pleuellerraum des Motors überhaupt einen akzeptablen Überdruck aufbauen kann. Es gibt mir persönlich auch nach erfolgtem Zusammenbau eines überholten Motors die Bestätigung, dass ich nicht die Pleuelle des SiRi's beim Durchstecken der Pleuellennachse herunter geschoben habe. Auch mit einem Pariser über der Achse kann das passieren. Sind die SiRi's nicht mehr dicht, dann macht der Motor was er will. Er dreht im Standgas wie von magischer Hand gesteuert, plötzlich hoch oder er geht einfach aus. Schlechtes Anspringen bei heiß gefahrenem Motor ist an der Tagesordnung, andere Bedüsungen werden schlicht und einfach ignoriert, der Motor reagiert auf gar nichts mehr. Ist der pleuellenseitige SiRi undicht wird meistens Getriebeöl in den Pleuellerraum angesaugt. Gut zu erkennen an der blauen Ölfahne. Aber es kann auch das Gegenteil der Fall sein und über die Entlüftungsschraube am Pleuellendeckel findet das Benzin- Luftgemisch seinen Weg nach draußen. Auf der Lichtmaschinen Seite findet man im Bereich der Pleuellengrundplatte gerne einen öligen Belag vor, das Benzin ist längst verdunstet. Ein sicheres Zeichen für einen undichten Pleuellendichtungsring.

Bei meinem speziellen Vergaserproblem riet man mir zur PX Bestückung mit 190er Pleuellendüse, Mischrohr BE4 und 118er Pleuellendüse. Die originale 50er Nebendüse blieb vorerst unangetastet. Der Motor lief danach spontan rund, die Schüttelei hatte ein Ende. Nach der Erklärung suche ich noch heute. Die höchsten Temperaturen im Abgas stellten sich dann aber komischerweise nicht im Halbgasbereich ein,

sondern bereits bei „Viertelgasstellung“. Den schon genannten guten Ratschlag „von oben abzustimmen“, also mit der größten, vorstellbaren HD zu beginnen, hatte ich natürlich nicht befolgt, aber es ist trotzdem gut gegangen. Ganz zum Schluss habe ich noch verschiedene Mischrohre ausprobiert, aber die Auswirkungen auf das Temperaturniveau waren bescheidener Art., trotzdem aber gut spürbar. In diesem Punkt gibt es für mich noch im Bereich der Feinabstimmung Bedarf herauszufinden, welches Mischrohr mit welcher Hauptluftdüse optimal korrespondiert. Auf jeden Fall trägt das richtige Mischrohr im unteren und mittleren Drehzahlbereich zu einem runden Motorlauf und zu spontaner Gasannahme bei.

Die ganze Testerei hätte ohne den Sensor leicht in die Hosen gehen können, denn die Temperaturen kletterten im Teillastbereich mit der PX Bestückung (190/BE4/118er HD und 50er ND) bereits nach 500 bis 800 Metern auf volle 700° C, und da kann dann der Exitus nicht mehr weit entfernt sein. Es galt das Display auf den Probefahrten nicht mehr aus den Augen zu verlieren, denn es entwickelten sich zwischen Zylinderkopf und Auslasskrümmer wahre Höllentemperaturen. Beim weiteren Öffnen der Drosselklappe ging die Temperatur zwar wieder leicht, aber nicht entscheidend zurück. Da wurde mir mit einem Schlag klar, dass das nicht alleine der ND angelastet werden kann, die ja für den Teillastbereich mitverantwortlich sein soll. Mir wurde sofort klar, dass hier bereits die Hauptdüse überwiegend zuständig sein muß. Ein Fahrttest mit ausgebauter Hauptdüse ergab, dass die Wirkung der ND gerade mal ausreichte um im ersten oder zweiten Gang in Schwung zu kommen. Eine Erkenntnis, die ich so deutlich nicht erwartet hatte.

Also, herauf mit der HD in zwei Schritten, zuerst auf 122, dann auf 125 und in einem weiteren Schritt wechselte ich auch das Mischrohr, von BE4 auf BE5. Auch die 50er ND tauschte ich in eine 55er aus. Zufrieden konnte ich aber immer noch nicht sein, denn mit nur ganz wenig geöffnetem Gas genau im Fahrbereich mit dem geringsten Benzinverbrauch, ging mir die Temperatur immer noch über die 650° C hinaus. Ich erinnerte mich bei der Suche nach der Ursache plötzlich daran, dass ich früher mal ein Loch in den Filter, genau über der Hauptdüse, gebohrt hatte. Und tatsächlich war dieses 5er Loch der Hauptverursacher der Abmagerung im Teillastbereich. Ich habe es natürlich sofort mit einer Aluniete wieder verschlossen und ging erneut auf Probefahrt. Endlich gab es eine deutlich sichtbare Absenkung der Temperatur auf jetzt fast zu moderate Werte, leider gepaart mit Viertakteln im unteren Drehzahlbereich sowie mit miserabler Leistungsentfaltung. Also war der Vergaser jetzt zu fett bestückt. Dass ich jetzt endlich den Finger im richtigen Loch hatte, war mir schnell bewusst, ich musste nur die Bohrung über der HD wieder öffnen und zwar äußerst dezent. Das war genau die richtige Entscheidung, wie sich später herausstellen sollte. Schnell brachte ich im Filter wieder eine Bohrung an, aber nur mit einem Durchmesser von jetzt zwei Millimetern. Es war genau der richtige Kompromiss um die verschwundene Geschmeidigkeit im unteren Drehzahlbereich wieder zurückzuholen und ohne die Verbrennungstemperatur wieder nach oben zu treiben. Wie schon erwähnt, die optimale Abstimmung eines Zweitaktmotors stellt einen Königsweg dar zwischen Gut und Böse.

Für mich steht fest, der SI Vergaser macht sehr früh von der Hauptdüse gebrauch und läuft in der Viertelgasstellung vermutlich wegen des hohen Unterdrucks im Kurbelhaus extrem mager. Nur mit einer Überfettung im Teillastbereich (ND und HD) kann man dieses Manko in Griff bekommen. Die Leistungseinbuße muss dann mit der Bohrung des Lochs im Filter wieder wett gemacht werden. Vermutlich geht es auch umgekehrt und ohne Loch im Filter, dann muss man mit der Bedüsung wieder zurück gehen. Bei einem Nadelvergaser stellt sich so eine komplizierte Situation schon gar nicht ein. Die Schiebernadel steckt da noch weit im Düsenstock drin und entweder man hängt sie höher oder niedriger, oder man greift auf eine Nadel mit anderer Konizität zurück. Das ist wahrscheinlich auch der Grund warum die Tuning- Fuzzis in der Regel meist zu Nadelvergasern greifen.

Nebendüsen

Es gibt die alte Rally- ND, die etwas kürzer auch in der GS 160 Verwendung findet und die neue, sogenannte Umluft- Nebendüse der neueren PX. Die Letztere hat zusätzlich eine senkrechte „Luftbohrung“ zur bekannten Bohrung fürs Benzin, z.B. 50/120. Das ist die Standarddüse der 200er PX. Der Wert 120 entspricht einer Bohrung von 1,2 mm und steht für die Luftbohrung. Der Wert 50 basiert auf einem Durchmesser von 0,5 mm. Über den im Vergaser entstehenden Unterdruck wird durch diese Bohrung Benzin angesaugt. Die Rally und GS/4 Nebendüsen haben nur eine zweistellige Prägung, die Luftzuführung erfolgt hier über eine separate Bohrung im Vergasergehäuse. Der Wert 50 ist Standard bei beiden Modellen. Größere Nebendüsen muss man sich selbst bohren bzw. aufreihen. Äußerlich können die beiden ND- Systeme leicht verwechselt werden und das führt unweigerlich zu Aussetzern im Fahrbetrieb.

Der alte Rallyvergaser hat links von der ND im Gehäuse seine Luftbohrung von 1,15 mm, die GS/4 hat nur 1,05 mm. Diese Bohrung ist beim PX- Umluftvergaser mit einer Bleikugel gut sichtbar verplombt. Die Nebendüsen der PX gibt es in vielen Abstufungen bis hinein in ganz magere Bereiche wie z.B. 45/160, Faktor 3,56. Für den fetten Bereich sind leider nur wenige Kombinationen erhältlich, hier muss man sich dann selbst helfen. Zum Beispiel stellt man fett oder mager durch Teilen der großen durch die kleine Zahl fest. Standardwert der Grundbestückung beim 200er PX Modell ist wie oben schon erwähnt die 50/120 mit dem Faktor „2,4“. Darunter wird's fetter und darüber magerer. Die mir bekannte, magerste Düse ist die 45/160 mit Faktor „3,56“, die fetteste die 55/100 mit Faktor „1,82“. Wird eine noch fettere ND benötigt reibt man die 55/100 auf 60/100 auf und erhält dadurch den Faktor „1,67“. Die Verbindung zum Rally- oder GS/4 Vergaser ist schnell hergestellt, man zieht die im Vergasergehäuse fest angebrachte Luftbohrung mit heran und schon kann man sich den Faktor errechnen.

Übrigens auf Seite 65 des alten Werkstatthandbuchs wird für die älteren Modelle „Vespa P 125/150/200 E“ erklärt, wie die Nebdüsenumstellung auf Leerlaufbremse bei den alten Vergasern im Falle von „Überflutungen“ (vermutlich meint man das Ersaufen des Motors), gemacht werden kann. Die alte Luftbohrung soll mittels einer Bleikugel verschlossen werden. Der neue „Gasschieber“ der dazu empfohlen wird, hat unten eine Aussparung die das Gemisch im Teillastbereich abmagert. Der Vorteil des Umluftvergasers liegt in erster Linie darin, dass man jetzt mit zwei Faktoren gleichzeitig variieren kann und zwar mit der Luft- und der Benzindüse. Die Umstellung funktioniert nur mit dem alten Rally-Vergaser, der fast baugleiche GS/4 Vergaser reagiert leider negativ, er bekommt zu viel Benzin.

Hauptdüsen

Das Nachmessen der Bohrung ist ganz wichtig. Mit einer Fühllehre von Hein Gericke oder Polo lassen sich die Blender leicht feststellen. Gerade bei den alten GS Modellen wurden die Düsen wegen der schlechten Verfügbarkeit früher viel von Hand aufgerieben, aber niemand hat es damals auf der Düse vermerkt. Für richtiges Abstimmen ist so eine Lehre für ein paar Euro unentbehrlich.

Mischrohre

Ich habe die Mischrohre nicht aufsteigend gemäß ihrer Zahlenfolge, sondern dem Querschnitt ihrer Löcher nach, aufgelistet. Mit der Formel „Halbmesser zum Quadrat mal 3,14“ habe ich die Fläche ermittelt. SIP in Landsberg und SCK in Bergheim- Glessen geben in ihren Katalogen den folgenden Hinweis: Je kleiner die Zahl hinter der Bezeichnung, desto fetter. Die Reihenfolge kann aber nicht ganz stimmen, vielleicht kann mich jemand aufklären.

BE 4, Fläche aller Bohrungen **06,28**, (8 Löcher mit je 1mm Bohrung)

BE 5, Fläche aller Bohrungen **08,28**, (12 Löcher ges., davon 4x0,8mm und 8x1mm)

BE 6, Fläche aller Bohrungen **09,42**, (12 Löcher mit je 1mm Bohrung), identisch mit E1.

BE 1, Fläche aller Bohrungen **10,08**, (12 Löcher ges., davon 4x1,1mm und 8x1mm)

BE 3, Fläche aller Bohrungen **13,35**, (12 Löcher ges., davon 4x1,5mm und 8x1mm)

BE 2, Fläche aller Bohrungen **20,41**, (16 Löcher ges., davon 8x1mm und 8x1,5mm)

Schwimmer

Die alten Schwimmer der Rally unterscheiden sich durch ihre dunkelgraue Einfärbung von den neueren PX- Schwimmern, die fast weiß aussehen. Die weißen Schwimmer haben auch eine andere Aufhängung der Schwimmernadel. Achtung, diese neuen, weißen Schwimmer erhöhen den Schwimmerstand in den alten Vergasern, die Geometrie ist eine andere. Gravierend macht sich das im GS/4 Vergaser SI 27/23 bemerkbar. Kommt noch eine geringfügig höhere Papierdichtung hinzu, z.B. wenn die Dichtung neu ist, dann hat man das Problem, dass der Motor im Stand und im Schiebepetrieb kein Standgas mehr entwickeln kann. Er ersäuft ganz einfach, weil dann gerade der Verbrauch am geringsten ist.

Schwimmernadeln

Immer wieder kommen dreikantige Nadeln auf den Markt, die rein gar nichts mit den von Piaggio für die Vespa eingesetzten SI Vergasern zu tun haben können. Diese dreikantige Ausführung schlackert in der Führung des Schwimmeroberteils. Der Durchmesser des Nadelkopfes beträgt nur 3,75 mm, die vierkantige Ausführung hat aber 4,45 mm. Die Führung in der die Nadel ihre Arbeit verrichtet, weist eine Bohrung von ca. 4,65 mm auf, gemessen an einem neuen Schwimmerkammeroberteil. Im Laufe der Zeit

wird die Führung größer, weshalb man das Schwimmerkammeroberteil als Verschleißteil kaufen kann. Auch der Schaft der Nadel nützt sich ab, bedingt durch die vielen vertikalen Bewegungen der Nadel. Hinzu kommt aber noch ein anderer Faktor, der leicht übersehen wird. Die Gummispitze der dreikantigen Nadel hat an ihrer dicksten Stelle gerade mal 2,3 mm Durchmesser, die vierkantige hat 3,0 mm. Die Bohrung der Benzinzuführung im Kammeroberteil hat aber schon 2,2 mm. Es ergibt sich somit bei der dreikantigen Nadel nur eine Überdeckung von einem Zehntelmillimeter und ich meine das ist zu wenig, aber ich kann mich vielleicht auch täuschen. Wer misst gewinnt, ist meine Devise. Andere sagen das bringt nichts, man sollte nicht in jedem Detail „Grundlagenforschung“ betreiben.

Übrigens

Die kritische, thermische Obergrenze beim luftgekühlten Zweitakter beginnt bei etwa 680° C Abgastemperatur, knapp darüber kommt es zum Klemmer oder es verformt sich der Kolbenboden, der Fachausdruck dafür ist „er fällt ein“ und danach folgt in kurzem Abstand das berühmte Loch im Kolbenboden. Auch bei Viertaktern kommt es zu Löchern im Kolben. Ob zuerst der Klemmer oder das Loch kommt, darüber kann auch der Sensor leider keine Antwort geben, es hängt vermutlich auch stark von der Bedüsung ab. Zu mager bedeutet in der Regel der Kolben klemmt, viel zu mager könnte das Loch provozieren. Natürlich spielt auch die Kolbengeometrie, beim Kolben spricht man von Balligkeit, der Ausdehnungskoeffizient des Kolbenmaterials und die Laufleistung des Kolbens eine Rolle. Im allgemeinen erreicht man höhere Abgastemperaturen nur im vierten Gang, wenn man über einen Zeitraum von mehreren Minuten hohe Drehzahlen bei mindestens halb geöffneter Drosselklappe ansteuert. Bei oft wechselnder Gasstellung, z.B. auf kurvenreicher Landstraße, besteht so gut wie keine Klemmgefahr. Bleibt das Gas über einen Zeitraum von mehreren Minuten im Teillastbereich unverändert geöffnet, erfährt der Zylinder seine höchsten Temperaturen. Meistens aber nicht bei Vollgasstellung, warum weiß nur der Vergaserhersteller. Fast alle Vergaser sind so ausgelegt, dass sie bei Vollgas fetter werden. Mehrmaliges kurzes, aber volles Gaswegnehmen kann die Abgastemperatur sofort und entscheidend um bis zu 100° C nach unten verändern. Die Kunst der Vergaserabstimmung liegt einerseits darin, die Temperatur im vierten Gang nicht über den kritischen Bereich von 680° C hinaus schießen und andererseits aber auch nicht wesentlich unter die 550° C kommen zu lassen, denn sonst geht wie bereits schon erwähnt, die Leistung in den Keller. Im Bereich des Standgases liegt die Temperatur je nach Bedüsung, Stellung der Leerlauf Luftschraube und Höhe der Drehzahl, bei 250 bis 300° C.

Kerzenbild

Mit dem Abgassensor eingestellte Motoren verfügen über ein Kerzenbild wie aus einem Lehrbuch der Firma Bosch. Die Farbe „rehbraun“ ist gleichmäßig verteilt, es gibt keine Stelle mit dunklem Ruß, auch sind keine Ablagerungen zu sehen. Allerdings darf man den Motor nicht vorher im Standgasbetrieb laufen lassen, denn hier reicht die Temperatur für die Selbstreinigung der Kerze nicht aus.

Wann ist der Sensor überfordert?

Der Sensor trägt keine Verantwortung,

- wenn das Zweitaktöl vergessen wurde,
- wenn ein Kolbenring gebrochen ist,
- wenn der Zylinderschleifer schräg geschliffen hat,
- wenn ein Motorradkolben ohne ausreichende Balligkeit eingebaut wurde,
- wenn zuwenig Standgas am Vergaser eingestellt ist und
- wenn das obere Pleuellager zu eng ist.

Einige der Punkte führen natürlich auch zu Temperaturerhöhungen aber sie lassen sich in der Regel nicht über den Vergaser beeinflussen.

Hersteller von Sensor und Display

Das Anzeigeinstrument und das Thermoelement werden von der Firma Greisinger in 93128 Regenstauf, Hans Sachs Straße 26, hergestellt. (www.greisinger.de) Für die Entwicklung des Sensors im Abgas von Rotax- Zweitaktmotoren und für den Vertrieb ist die Firma Schmidler, Spezialist für Ultraleichtflug, verantwortlich. Eine der ersten Veröffentlichungen über Temperaturmessungen der Verbrennungsgase und nicht die von aufgewärmten Bauteilen, erfolgte 1998 im DULV Info. Im Internet gibt es eine

Information über den Sensor unter www.schmidtler.de mit dem Titel: Wer richtig misst, macht kaum Fehler.

Die Postadresse lautet:

Ultraleichtflug Schmidtler
Wilhelmstr. 14
80801 München

Tel: 089 392817, Fax: 390755, e-mail Anschrift: UL@Schmidtler.de
Der Preis betrug Anfang 2004 inkl. Porto und Verpackung 124 Euro.

Text und Bilder
Horst Binnig
(im Januar 2007)

Meinen Dank an Matthias Bailly und Lutz Damm für die Öltipps, Dank auch an Horst Ellenberger für die Bauanleitung zum Abdrücken des Kurbelraums samt wertvoller Hinweise zur Vergaserabstimmung. Sehr hilfreich waren mir auch die Gespräche mit Kurt Geuder in Bezug auf seine Erfahrungen mit Dell'Orto Vergasern, gesammelt auf seinen langen Touren mit der Vespa in Übersee, deshalb auch ihm ein Dankeschön.



