

Vergaser-FAQ

(V. 1.1, 04.05.1997)

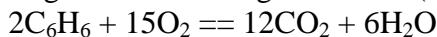
0. Einleitung

Diese Sammlung häufig gestellter Fragen (**F**_requently **A**_sked **Q**_uestions) zum Thema 'Vergaser' soll den Einstieg in das schwierige Sachgebiet erleichtern helfen.

1. 'Was ist ein Vergaser?'

Ein Vergaser dient - ähnlich wie eine Einspritzanlage - dazu, einem Benzinmotor in idealerweise allen Lastzuständen das richtige Kraftstoff-Luftgemisch zuzuführen. Dabei wird eine brennbare Flüssigkeit verdampft ('vergast') bzw. in den Ansaugkanal oder den Brennraum selbst eingespritzt (Einspritzanlage) und mit einer exakt abgestimmten Menge Umgebungsluft gemischt um ein optimal zündfähiges Gemisch zu erhalten.

Es soll beispielsweise Benzol (C₆H₆), das auch in herkömmlichem Benzin enthalten ist, verbrannt (oxidiert) werden. Dazu dient der Luftsauerstoff (O₂). Idealerweise wird Benzol nach folgender Gleichung in Wasser (H₂O) und Kohlendioxid (CO₂) überführt:



Zwei Benzolmoleküle reagieren also mit fünfzehn Luftsauerstoffmolekülen zu zwölf Kohlendioxidmolekülen und sechs Wassermolekülen. Werden Sauerstoff und Benzol im Vergaser also im (Volumen)Verhältnis 15:2 gemischt, so erfolgt die Verbrennung vollständig (stöchiometrisch).

Strenggenommen ist in der Umgebungsluft zu nicht unerheblichem Teil Stickstoff (N₂, etwa 75%) enthalten; daher entstehen bei der Verbrennung auch Stickoxide (NO_x) und - infolge unvollständiger Verbrennung des Kraftstoffes Kohlenmonoxid (CO), doch dazu später mehr in den Kapiteln 'Arbeiten am Vergasers' und 'Abgasreinigung'.

2. 'Wie funktioniert ein Vergaser?'

2.1 Der 'Minimalvergaser'

Bei allen Vergasern wird der im Motor, vom auf- und ablaufenden Kolben erzeugte Unterdruck genutzt um 1.) Umgebungsluft durch den Luftfilter und 2.) Kraftstoff durch eine oder mehrere dünne Durchgänge (Düsen) anzusaugen und zu vermischen. Abhängig von der Luftführung unterscheidet man Fallstrom- oder Querstromvergaser. Bei den hier ausführlicher behandelten Motorradvergasern handelt es sich - wegen der geringeren Abmaße - zumeist die Querstromvariante, bei der die Luftführung waagrecht vom Luftfilter in die Einlaßkanäle des Zylinderkopfes verläuft. Innerhalb des Vergasers strömt die Luft durch einen etwa zylindrischen Kanal, häufig mit einer Einschnürung in der Mitte. Durch diesen Querschnittsverlauf erzielt man einen Druckverlauf mit Unterdruckmaximum am Punkt minimalen Querschnitts. An diesem Punkt ist/sind auch die sog. Hauptdüse(n) angebracht - kleine, schraub- (und daher austauschbare) Messingstücke mit definierter Bohrung - durch die der Kraftstoff in den Kanal einströmt.

2.2 Leistungsregelung

Ein solcher 'Minimalvergaser' würde seinen Motor immer mit der - durch seinen kleinsten Querschnitt und die Düsengröße bestimmten - Maximalleistung betreiben. Zur feinfühligem Drehzahl- und Leistungsdosierung sind Regulationsmechanismen erforderlich, die die geförderte Luft und Kraftstoffmenge reduzieren ('drosseln'). Diese Funktion übernimmt eine sog. Drosselklappe, die den Vergaserquerschnitt und damit die Luftmenge reduziert. Die Drosselklappe kann als z. B. zylindrischer Verdrängungskörper, der aus einer Nebenkammer in den Ansaugkanal abgesenkt wird, ausgeführt sein (Schieber) oder als gelenkig gelagerte Klappe, die bei Vollast parallel zum Luftstrom steht und bei Leerlauf durch Drehung innerhalb ihres Gelenks den Kanal mehr und mehr verschließt.

2.3 Gemischregulierung

Wie wird nun die zu jeder Drosselklappenöffnung exakt passende Benzinzuflußmenge erreicht? Man könnte annehmen, daß durch den bei fast geschlossener Drosselklappe minimalen Unterdruck auch entsprechend wenig Benzin durch die Düse(n) angesaugt werden würde und diese Menge bei größer werdendem Querschnitt kontinuierlich ansteigt und der Motor sich damit die passende Benzinmenge selbst 'sucht'. Diese Annahme ist nur zum Teil richtig. Im Unterdruck-/Drosselklappenöffnungsverlauf liegt das Unterdruckmaximum bei etwa halbgeöffneter Drosselklappe, darüber nimmt der Unterdruck wegen der geringer werdenden Querschnittsdifferenz wieder ab um bei ganz geöffneter Klappe fast auf Leerlaufniveau abzusinken (Anm.: In der Physik ist diese Gesetzmäßigkeit auf das Poissonsche Gesetz zurückzuführen, nach dem Druck, Querschnitt und Strömungsgeschwindigkeit eines laminar, d. h. verwirbelungsfrei strömenden Gases in Beziehung stehen.). Es ist also eine weitergehende, mechanische Kontrolle über die einströmende Kraftstoffmenge erforderlich. Zu diesem Zweck ist der Düsenkanal mit einem zylindrischen Messingkörper (meist mit Zerstäubungsbohrungen) ausgestattet, dessen Bohrung weit über dem Düseninnendurchmesser liegt. In diese sog. Nadeldüse taucht die Düsennadel, eine schlanke, mit dem Gasschieber mechanisch verbundene Nadel mit wohldefiniertem Querschnittsverlauf ein. Abhängig von der Gasschieberstellung wird die Düsennadel aus der Nadeldüse gehoben und gibt so mehr oder weniger des Düsenquerschnitts frei. Bei maximaler Öffnung des Schiebers hängt die Nadel frei und die Gemischzusammensetzung wird nur noch von der Größe der Düse bestimmt.

2.4 Drosselklappensteuerung

An diesem Punkt muß noch auf zwei konzeptionell verschiedene Möglichkeiten der Drosselklappensteuerung hingewiesen werden: Sie kann ausschließlich manuell, z. B. über Bowdenzüge vom Gasgriff aus betätigt werden. In diesem Fall handelt es sich um den klassischen 'Schiebervergaser', bei dem die Parameter 'Vergaserquerschnitt' (= Drosselklappenöffnung), 'Düsennadelhöhe'/'Düsenquerschnitt' (= max. Kraftstoffzuflußmenge) über die Gasgriffstellung in fester Beziehung zueinander stehen. Beim sog. 'Gleichdruck- oder unterdruckgesteuerten Vergaser' bestimmt der Fahrer am Gasgriff nur die Drosselklappenstellung. Die Position des Gasschiebers und der Düsennadel wird über eine unterdruckgesteuerte Membrane eingestellt, die sich so deformiert, daß vor und hinter der Drosselklappe der jeweils gleiche Druck herrscht. Beim Gasgeben steigt der Unterdruck, die Membrane wird deformiert, hebt die Düsennadel und gibt so einen größeren Düsenquerschnitt frei. Die Gleichdruckkonfiguration gewährleistet weiches Ansprechen des Motors und damit eine gleichmäßige Kraftentfaltung. Wegen des unter Punkt 2.3 angesprochenen Druckverlaufs wird der Gleichdruckvergaser häufig noch um einen konventionellen Schiebervergaser ergänzt, um Leistungseinbrüche speziell bei großer Drosselklappenöffnung und hohen Drehzahlen zu

verhindern. Eine derartige Verbindung wird oft fälschlicherweise als 'Doppelvergaser' bezeichnet. Beim Doppelvergaser finden sich - im Gegensatz zu den obigen Ausführungen aber zwei unabhängige Vergaser in einem gemeinsamen Gehäuse, z. B. für Motorräder mit mehreren Zylindern. Richtig ist die Bezeichnung 'Registervergaser', bei der die Gemischaufbereitung in mehreren Stufen, den Registern erfolgt. Den oben beschriebenen Vorteilen des Registervergasers steht ein wesentliche Nachteil gegenüber: Die Membransteuerung ist empfindlich gegenüber Beschleunigungen (Fliehkraft, Sprünge) und die Drosselklappensteuerung erfolgt zeitversetzt - ein schnelles Ansprechen des Motors ist also nicht immer gewährleistet. Aus diesem Grunde sind Sportmotorräder und Geländemaschinen oft nur mit Schiebervergasern ausgestattet, man nimmt die etwas 'spitze' Charakteristik d. h. im oberen Lastbereich lokalisierte Leistungsspitze in Kauf.

2.5 Leerlauf

Prinzipiell kann bei den beschriebenen Vergasern eine Einstellung der Leerlaufdrehzahl über den Drosselklappenanschlag erfolgen, der die Drosselklappe selbst bei in Ruheposition befindlichen Gasgriff noch etwas geöffnet hält. Die modernen, abgasarm und kraftstoffsparend eingestellten Verbrennungsmotoren laufen mit einer derartigen Leerlaufeinstellung aber ausgesprochen schlecht und erfordern ein hohes Leerlaufdrehzahlniveau. Es ist ein separates Leerlaufsystem mit Leerlaufluftkanälen und Leerlaufdüse erforderlich, daß bei niedrigen Drehzahlen und geringen Drosselklappenöffnungen die Gemischbildung übernimmt. Hierzu sind im Vergaser Nebenstromkanäle angebracht, durch die Luft am Gasschieber vorbei in den Motor gelangen kann. Weiters wird über die Leerlaufdüse Kraftstoff angesaugt und der Nebenluft beigemischt. Die Gemischzusammensetzung kann über die Größe der Leerlaufdüse oder ein Absperrventil, das wahlweise den Leerlaufluftkanal oder den Leerlaufgemischkanal verengt, erfolgen.

2.6 Schwimmerkammer

Die Mehrzahl der Vergaserkonzepte erlaubt kein Ansaugen des Kraftstoffes über Schläuche aus dem Tank in den Vergaser. Der hierzu benötigte Unterdruck kann durch die winzigen Düsenbohrungen nicht erreicht werden. Aus diesem Grunde benötigt man ein 'Vorratsgefäß' für den zur Verbrennung heranstehenden Kraftstoff, dessen Niveau konstant zu halten ist um Druckschwankungen und damit Gemischbildungsfehler zu vermeiden. Dieses Vorratsgefäß nennt man Schwimmerkammer. Der Name rührt von der Art der Niveauregulierung her. Ein Auftriebskörper, der Schwimmer verschließt ab einem gewissen Flüssigkeitsniveau über ein Ventil den Zulauf und gibt ihn beim Absinken des Pegels wieder frei.

2.7 'Choke'

Beim Kaltstart eines Benzinmotors sind spezielle Vorkehrungen erforderlich um den veränderten Betriebsbedingungen gerecht zu werden. Bei niedrigen Temperaturen verdampft der Kraftstoff nur schlecht, zusätzlich kommt es zur Rückkondensation an den kalten Vergaserwänden. Schließlich muß, um die höhere innere Reibung im Motor und die damit verbundene Tendenz zum 'absterben' auszugleichen, die Leerlaufdrehzahl angehoben werden. Diese Aufgaben übernimmt ein Kaltstartanreicherungs-system, das im einfachsten Fall aus einer zusätzlichen Drosselklappe (dem Choke) besteht, die den Unterdruck im Vergaser erhöht und damit das Gemisch mit Kraftstoff anreichert. Die Chokeklappe ist mechanisch betätigt und soll mit warmlaufendem Motor mehr und mehr in ihre Ruheposition gebracht werden, um die mit einem zu stark angereicherten (zu 'fetten') Gemisch verbundenen Nachteile wie hoher Verbrauch, abfallende Leistung, unruhiger Motorlauf zu vermeiden. Modernere Vergaser sind mit Kaltstartsystemen ausgestattet, die mit dem Choke nur noch den Namen gemeinsam haben. Über Membranpumpen wird zusätzlich Kraftstoff eingespritzt, Vergaserwände und Ansaugkrümmer sind elektrisch und/oder kühlwasserbeheizt um dem Kondensationseffekt entgegenzuwirken, die angesaugte Luft wird vorgewärmt um der Vergaservereisung vorzubeugen (s. unten) und ein mit der Motortemperatur gekoppeltes System sorgt über Bimetallstreifen (zwei verbundene

Metallstreifen mit unterschiedlichem Temperaturendeckungskoeffizienten - es kommt zu einer temperaturabhängigen Verbiegung des Sandwichs) oder Wachsdruckdosen für eine Anhebung der Leerlaufdrehzahl.

2.8 Schiebebetrieb

Bei sich schließender Drosselklappe und hoher Drehzahl (Schiebebetrieb) neigen Viertaktmotoren dazu, in den Auspuff zu knallen. Dies liegt am zu 'mageren' (zu gering angereichertem) Gemisch, das keine Verbrennung mehr zuläßt. Es sammelt sich Kraftstoff im Abgaskanal der spontan und explosionsartig verbrennt, sobald eine zündfähige Konzentration erreicht wird. Eine Gegenmaßnahme bietet die sog. Schubabschaltung, bei der die Gemischzufuhr im Schiebebetrieb gänzlich - z. B. durch ein mit der Leerlaufsteuerung verbundenes Membransystem - unterbrochen wird. Im Geländesport disqualifiziert sich die Schubabschaltung durch verzögertes Ansprechen des Motors aus dem Leerlauf. Daher wird der umgekehrte Weg beschritten und - z. B. durch ein sog. 'Luftabsperrentil' - die Leerlaufuftmenge reduziert und damit sichergestellt, das das Gemisch auch im Schiebebetrieb zündfähig bleibt.

2.9 Beschleunigungsanreicherung

Um einen spontanen Leistungsabfall beim ruckartigen Aufreißen der Drosselklappe entgegenzuwirken, sind manche Vergaser noch mit einer Beschleunigungsanreicherung versehen, die über eine unterdruckgesteuerte Membranpumpe bei hohen Druckdifferenzen Kraftstoff in den Vergaser spritzt. Diese Strategie wird vor allem bei großvolumigen Motoren (z. B. Kfz) verfolgt, deren niedrigerer spezifischer Wirkungsgrad solche Maßnahmen verlangt.

3. Arbeiten am Vergaser

Einführend und zur Warnung sei angemerkt, daß Arbeiten am Vergaser eine ausreichende Sachkenntnis gepaart mit Fingerfertigkeit und ein solides Maß an Geduld voraussetzen. Weiterhin ist absolute Sauberkeit und einwandfreies Werkzeug unumgänglich. Die feinen Kanäle, Bohrungen und Düsen sind schnell verstopft oder verklebt, die sensiblen Messinggewinde mit geringstem Kraftaufwand abgerissen, Schlitzschrauben und Dichtsitze nur zu schnell ruiniert. Vergasermodifikationen sind *** GRUNDSÄTZLICH *** Schritt für Schritt vorzunehmen, ausreichend zu protokollieren und anhand von Probefahrten auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen. Abschließend ist noch zu erwähnen, daß bei eigenmächtigen Veränderungen am Gemischbildungssystem zumeist die Werksgarantie erlischt und das Fahrzeug ohne Eintragung bei TÜV oder Dekra mangels Betriebserlaubnis im öffentlichen Verkehr nicht mehr bewegt werden darf. Ich will niemanden zum Gesetzesbruch ermutigen, die hier geschilderte Tips und Vorgehensweisen dienen nur der persönlichen Information - für die Richtigkeit der Angaben und eventuell entstehende Schaden kann und will ich keine Haftung übernehmen. Schrauben ohne Sachverstand gefährdet Mensch und Maschine. Dazu später mehr.

3.1 Werkzeug

Für Schraubereien am Vergaser ist hochwertiges, sauberes und exakt passendes Werkzeug Voraussetzung. Im Umgang mit der Materie hat sich folgender Grundstock an häufig benötigtem Zubehör bewährt:

- Satz Kreuzschlitzschraubendreher mit gehärteter, eingesetzter Spitze. Die gehärtete Spitze ist nicht wegen dem höheren Anzugsdrehmoment, sondern wegen ihrer schraubenschonender Eigenschaften zu wählen.
- Satz Schlitzschraubendreher mit gehärteter Spitze.
- Kurze(r) Vergaserschraubendreher. Vergaserschraubendreher haben einen kurzen, kugeligen Griff und geringe Schaftlängen. Sie eignen sich daher besonders für z. B. die

schlecht zugänglichen Schwimmerkammerschrauben oder eine Einstellung des Leerlaufgemischs ohne Abbau des Vergasers.

- Knarrensatz mit Stecknüssen 4 mm bis 12 mm und Inbus, 2 mm bis 5 mm.
- Langhaarpinsel (kraftstoffbeständig),
- Glasschälchen (zum Ablassen der Schwimmerkammer und zum Reinigen),
- Pinzette,
- Flachzange(n),
- Druckluftspray,
- Silikonspray.

Für 'schwerere Fälle' (und größere Geldbeutel) - vor allem bei emsigen Vergaserschrauben - lohnt sich die Anschaffung oder der Zugang zu

- einem (ölfreien) Luftkompressor (2-5 bar) und
- einem Ultraschallreinigungsbad.

Auch die Anschaffung einiger Vergaserdüsen in Standardgrößen (5x fetter, 2x magerer) auf Vorrat kann lohnen. Bei japanischen Vergasern (Mikuni, Keihin) sind Ersatzteile oft mit einer beachtlichen Gewinnspanne belegt und im Ausland (Amerika) häufig für einen Bruchteil des hiesigen Preises zu beziehen. Oft lohnt sogar ein Import.

In den folgenden Abschnitten sollen die Grundlagen der Vergasereinstellung, wie sie bei annähernd allen Modellen anfallen, umrissen werden. Besonderheiten und Abweichungen sowie Einstellmaße sind den Werkstatthandbüchern zu entnehmen. Einschlägige Schrauberbücher liefern hier oft nicht die gewünschte Information; Luftdruck- und Temperaturkorrekturtabellen sucht man vergebens.

3.2 Grundvoraussetzungen

Vor dem Schrauben am Vergaser ist darauf zu achten, daß die übrigen Fehlerquellen, die den Motorlauf beeinflussen könnten, vermieden bzw. ausgeschlossen werden. Kontrolliert werden:

- Luftfilter (Sauberkeit),
- Auspuff (Durchgängigkeit, Verschmutzung, Dichtigkeit),
- Zündkerzen (Sauberkeit, Wärmewert, Elektrodenabstand, Anzugsmoment),
- Motoröl (Viskosität, Ölstand),
- alle Flansche, Verbindungen, Dichtungen und Schläuche (auf festen Sitz, Beschädigungen, korrekte Verlegung, etc.).

3.3 Schwimmerstand

Vor Reparatur- und Optimierungsmaßnahmen am Vergaser ist der Schwimmerstand zu kontrollieren, da z. B. ein zu hoher Schwimmerstand über den gesamten Last- und Drehzahlbereich ein zu fettes Gemisch bewirkt. Glück haben diejenigen, deren Schwimmerkammer mit einer Ablassschraube nebst zugänglichem Stutzen vorfinden. Mittels eines am Stutzen angeschlossenen, durchsichtigen Schlauch, z. B. aus der Scheibenwaschanlage des Pkw, der U-förmig gebogen wird, kann mit geöffneter Ablassschraube der Schwimmerstand bei laufendem Motor ermittelt werden. Bezugsmarke für den Flüssigkeitspegel ist meist die umlaufende Trennfuge zwischen Vergaserkörper und Schwimmerkammerdeckel. Der Abstand zwischen Fuge und Flüssigkeitspegel ist der Schwimmerstand. Eine Korrektur des Schwimmerstandes ist nur nach Ausbau des Kammerdeckels, z. B. mit dem kurzen Vergaserschraubendreher möglich. Hierbei wird die sog. Angel, das ist der Betätigungshebel, der das Schwimmerventil betätigt, vorsichtig verbogen. Soll der Schwimmerstand bei ausgebautem Vergaser ermittelt werden oder ist eine Ablassschraube nicht vorhanden oder zugänglich, so kann man sich an der Distanz zwischen unterem Schwimmerende und der Trennfuge des Kammerdeckels orientieren, sobald der Schwimmer das Ventil soeben geschlossen hat (Vorsicht: Die Ventulfeder nicht komprimieren!).

3.4 Vergasersynchronisation

Bei Krafträdern mit Doppel- oder Registervergaser ist die Abstimmung (Synchronisation) der einzelnen Stufen erforderlich. Ein Doppelvergaser wird an seinem Unterdruckmeßanschlüssen (zumeist mit Stopfen verschlossen) mit Unterdruckmeßuhren verbunden und mittels der Gemischregulierungsschrauben auf gleichen Unterdruck eingestellt. Diese Einstellung sorgt für gleiche Füllung der Zylinder und einen vibrationsfreien Motorlauf. Nach allen Maßnahmen am Vergaser, die eine Veränderung der Gemischregelung zur Folge haben könnten ist eine Neusynchronisation angeraten. Ich will im folgenden vom einfachstem Fall, einem einzelnen Schiebervgaser ausgehen. Bei Motorrädern mit aufwendigeren Anlagen sind die Methoden ggf. anzupassen, d. h. parallel oder sinngemäß anzuwenden.

3.5 Hauptdüse

Die Größe der Hauptdüse hat Einfluß auf das obere 1/3 bis 1/4 des Lastbereichs, also den Bereich ab dem sich die Düsennadel weitestgehend aus der Nadeldüse (dem Düsenstock) gehoben hat und so nicht mehr zum Querschnitt der Hauptdüse beiträgt. Für Testfahrten suche man sich eine Strecke, die mit Vollgas befahren werden kann. Nach einer ausgiebigen Warmlaufphase ist diese Strecke mehrfach zu befahren.

Zeigt der Motor Symptome, die an Kraftstoffmangel erinnern, klingelt er oder zeigt das Zündkerzengesicht nicht die optimale, leicht bräunlich/graue Farbe sondern ist hellweiß evtl. sogar mit Schmorstellen oder Schmelzkügelchen überzogen, so ist das Gemisch zu mager eingestellt. Ein derartiger Gemischbildungsfehler erweist sich als besonders fatal, da er die Brennraum- und daher die Motortemperatur unzulässig nach oben treibt. Es fehlt außerdem die Innenkühlung der Einlaßventile durch das kühle Kraftstoff- Luftgemisch. Beim 'Klingeln' entzündet sich das Gemisch bereits an der (zu heißen) Zündkerze oder dem heißen Kolbenboden oder den Zylinderwänden, noch bevor der Zündfunke eine Zündung einleiten soll. Die abwärtslaufende Flammenfront schlägt auf den aufwärtslaufenden Kolbenboden auf und übt mechanische Kräfte auf Kolben, Pleuel, Kurbelwelle und Lager aus und führt längerfristig zu Motorschäden durch ruinierte Lager oder durchgebrannte Kolben.

Abhilfe schafft hier eine größere Hauptdüse. Als Faustregel darf gelten, daß eine Vergrößerung der Hauptdüse um dieselbe Schrittweite, wie sie - in entgegengesetzter Richtung - bei einem Höhenanstieg von ca. 1000 m lt. Höhenkorrekturtabelle angeraten wäre, bereits merklichen Einfluß zeigt. Das entspricht typischerweise etwa 2 bis 5 Prozent, eine 152er Hauptdüse könnte man also testweise auf 158 erhöhen. Abstufungen erfolgen im ...0...2...5...8...0... Intervall, für eine Grobjustierung reichen Düsen mit Endung 0 und 5.

Verliert der Motor bei Vollgas an Leistung, ruckt oder rußt er anormal und tendiert beim leichten Schließen des Gasgriffes zum Beschleunigen und das Zündkerzengesicht zeigt eine rußige, schwarze oder sogar leicht ölig/feuchte Färbung, so ist das Gemisch zu fett und die Hauptdüse zu verkleinern. Eine zusätzliche Prüfung des Luftfiltereinsatzes ist angezeigt, da verstopfte oder verölte Filter ähnliche Auswirkungen haben können.

Zweitaktmotoren liefern im allgemeinen ihre höchste Leistung bei einem eher mager eingestellten Gemisch. Viertaktmotoren zeigen die besten Laufeigenschaften bei eher etwas fetterem Gemisch. Insgesamt läßt sich sagen, das eine leichte Gemischanfettung mit weniger gravierenden Nachteilen (z. B. ein Abwaschen des Ölfilms von den Zylinderwänden, verrußende Zündkerzen, höherer Kraftstoffverbrauch) verbunden als das gegensätzliche Extrem (Motorschaden!).

3.6 Düsennadel

Die Position und Form der Düsennadel beeinflußt den Motorlauf im mittleren Lastbereich, also beim kraftvollen Beschleunigen aus mittleren Drehzahlen. Entstehen hier 'Löcher', dreht also der Motor nicht weich hoch, klingelt es (Beschleunigungsklingeln), rußt es oder hängt das Kraftrad nicht gut am Gas, so ist eine Veränderung der Nadelhöhe in Erwägung zu ziehen. Die meisten

Düsennadeln sind hierzu mit etwa 5 ringförmigen Rillen im Abstand von etwa 0.5 mm ausgestattet, in die ein Sicherungsring eingeklipst werden kann und die Position der Nadel im Schieber fixiert. Hängt man die Nadel tiefer, ragt also das spitze Ende weiter in den Düsenstock hinein (durch Anheben des Sicherungsringes um eine oder mehrere Positionen), so wird das Gemisch im mittleren Lastbereich abgemagert, da bei gleichbleibender Schieberstellung der effektive Düsenquerschnitt reduziert wird. Im Gegensatz kann die Nadel durch Unterlegen von speziellen Beilagscheiben um halbe Positionen oder Umhängen des Rings um ganze Positionen erhöht und damit das Gemisch angefettet werden.

Weiters liefern einige Tuning- und Zubehörfirmen (Dynojet: <http://www.dynojet.com>) und Vergaserhersteller auf den Motorradtyp abgestimmte Düsennadeln, die mit einem anderen Profil (Leistungscharakteristik), geringerem (Anfettung) oder höherem (Abmagerung) Durchmesser ausgestattet sind. Eine Veränderung der Nadelhöhe oder gar des Typs wird in der Mehrheit der Fälle nicht erforderlich sein und eine Abstimmung ohne CO- Meßgerät (s. weiter unten) ist schwierig und vom Hobbybastler meist nicht zufriedenstellend gelingen.

3.7 Leerlaufgemisch

Startet das Motorrad nur unwillig, ist der Kaltleerlauf unruhig, patscht der Motor im Schiebetrieb kräftig in den Auspuff oder stirbt die Maschine beim Gasgeben sogar ab, kann möglicherweise eine Neujustierung des Leerlaufsystems Abhilfe schaffen.

Dazu ist der Vergaser mit einer Leerlaufdrehzahlregulierungsschraube und einer Leerlauf[luft][kraftstoff][gemisch]regulierungsschraube (je nach Ausführung) ausgestattet. Zunächst ist zu prüfen, ob der warme Motor bei leicht erhöhter Leerlaufdrehzahl (Schraube!) auf Variationen des Leerlaufgemischs überhaupt reagiert. Gelegentlich sind kurze Gasstöße erforderlich, um den Vergaser von angereichertem Benzindampf zu säubern. Reagiert er, so kann eine Neujustierung nach folgendem Rezept erfolgen:

- Hinausdrehen der Leerlaufgemischregulierungsschraube (LGRS, sinngemäß) bis die Drehzahl abfällt.
- Hineindreuen der LGRS, bis die Drehzahl erneut bis auf diesen Wert abfällt.
- Einstellen der LGRS auf die Mitte zwischen beiden Extremen.

Grundeinstellung der LGRS ist bei vielen Vergasern etwa 1 bis 2 volle Umdrehungen vom **LEICHTEN** Ansitzen auf dem Lagersitz.

Funktioniert obiges Verfahren nicht, so muß die Leerlaufdüse angepaßt werden. Der volle Stellbereich der LGRS (von 0.5 bis etwa 2.5 Umdrehungen) ist damit etwa einer Düsengrößenintervall gleichzusetzen. Ist etwa die LGRS ganz zu schließen, dann führt eine Vergrößerung/Verkleinerung (je nachdem, ob es sich um eine LGRS oder eine LLRS oder eine LKRS handelt) der Leerlaufdüse um eine Größe zum gewünschten Ergebnis.

Wie erkennt man ein zu mageres oder zu fettes Leerlaufgemisch generell?

Allgemein läßt sich sagen, daß

Auspuffpatschen, spontanes Absterben im Warmleerlauf, Drehzahleinbruch beim Wegbeschleunigen aus den Leerlauf (Schluckauf), schlechtes Startverhalten ohne Choke, selbst im Warmzustand und eine 'käsige' Zündkerze im Leerlauf

Anzeichen für ein zu mageres und

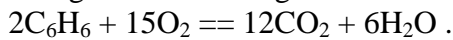
- Kaltstartschwierigkeiten (sehr sensible Reaktionen auf den Choke, nasse Zündkerzen)
- rußender Warmleerlauf und
- träges Beschleunigen

Anzeichen für ein zu fettes Leerlaufgemisch sind.

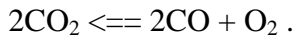
Den genauesten Aufschluß über die Gemischzusammensetzung erhält man freilich nur auf dem Prüfstand.

3.8 Der Prüfstand

Die Prinzipien einer Vergasereinstellung mittels Prüfstand, d. h. CO-Test und gebremsten Abtriebströmen sollen im folgenden erläutert werden. Wie unter Abschnitt 1 bereits besprochen, erfolgt die vollständige Verbrennung von Benzol nach der chemischen Gleichung



Infolge der hohen Prozeßtemperatur entstehen aber unter anderem auch nur kurzkettiger Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und Kohlenmonoxid - letztere nach der vereinfachten Gleichung



Abhängig vom Benzolanteil im Gemisch verschiebt sich der Reaktionsschwerpunkt mehr oder weniger Richtung Kohlenmonoxid. Ein fetteres Gemisch begünstigt eine Entstehung von CO. Nimmt man nun eine in etwa konstante Brennraumtemperatur an, so kann man vom prozentualen CO-Gehalt im Abgas auf die Gemischzusammensetzung schließen. 4-Takt Motoren laufen mit etwa 1.5 bis 2.0 Vol-% CO optimal.

Mittels eines gebremsten Prüfstandes kann über die gesamte Lastkurve der jeweilige CO-Gehalt ermittelt und protokolliert werden und eine gleichmäßige Analyse und optimale Korrektur des Gemischs ist möglich. Derartige Arbeiten führt die Fa. Dynojet (s. oben) durch. Die erhebliche Erfahrung auf dem Gebiet der Vergaserabstimmung rechtfertigt wohl auch die stolzen Preise der fachmännischen Beratung.

4. Vergaserreinigung

Beim Überwintern oder gar längerfristiger Stilllegung des Motorrades ist der Vergaser zu entleeren und ggf. zu säubern. Die Entleerung kann behelfsweise durch fahren mit geschlossenem Kraftstoffhahn oder ein Öffnen der Ablassschraube erfolgen.

Ist durch ein Versäumnis Benzin im Vergaser eingetrocknet (die schwerlöslichen Öle verkleben Schwimmmadeln, Düsen und Kanäle) oder Ablagerungen durch rostige Tanks oder Verunreinigungen im Kraftstoff oder der Ansaugluft in den Vergaser gelangt, muß er gereinigt werden. Dazu ist er auszubauen und möglichst komplett zu demontieren (Einstellungen und Ausbaureihenfolge protokollieren). Klebrige Ablagerungen können durch Einlagern in

Reinigungsbenzin an- und abgelöst werden. Die Verwendung von anderen Verdünnungsmitteln (Nitro, Terpentin, Petroleum) ist kritisch, da O-Ringe, Lagerbuchsen u. U. nicht resistent gegen sie sind. Nach einer gut bemessenen Einlagerungszeit sind die Teile mit Pinzette und Pinsel zu reinigen. Vorsicht: Auch Reinigungsbenzin wirkt beim Einatmen und Hautkontakt krebserregend! Ggf. Handschuhe benutzen! Lassen sich Ablagerungen in Luftkanälen oder Bohrungen nicht beseitigen, so hilft der Gang zum Optiker, der mit einem

Ultraschallreinigungsbad ausgestattet ist. Als Lösungsmittel eignet sich Ethanol oder besser Isopropanol (wasserfrei!). Nach einer gründlichen Reinigung sind alle Öffnungen mit Druckluft freizublasen. Dabei bitte auf Filzdichtungen zur Durchführung von Wellen achten. Die Druckluft treibt die Dichtungen aus ihren Sitzen. Eine Wiedereinbau ist dann oft nur schwer möglich.

Anschließend wird der Vergaser ***** MIT NEUEN PAPIERDICHTUNGEN ***** und ggf. mit neuen O- und Dichtringen wieder zusammen zu bauen (Dichtsatz kaufen).

Alle nach außen führenden Schrauben (z. B. die LGRS) sind mit O- Ringen, Druckfedern und Beilagscheiben ausgestattet. Auf Vollständigkeit überprüfen!

Lager, Wellen, O-Ringe, Dichtpapier und Schieber ***** AUF KEINEN FALL EINFETTEN ***!** Der Staub bindet sich an das Fett und wirkt wie eine feine Schleifpaste, die in kürzester Zeit sämtliche Lager ruiniert. Durch ausgeschlagene Lager kann dann Falschluff in den Vergaser eindringen. Falls unbedingt ein Gleitmittel notwendig ist (z. B. zum Montieren von O-Ringen) kann mit Reinigungsbenzin angefeuchtet werden. Notfalls hilft ein Spritzer Silikonspray.

Nach der Grundeinstellung (Notizen!) sollte sich ein ausgiebiger Funktionstest mit Gemischüberprüfung anschließen, da durch die nun fehlenden Ablagerungen Veränderungen

eingetreten sein könnten.

Noch ein Ratschlag: Verstopfte Düsen sind - auch nicht behelfsmäßig - *** **NICHT MIT DRAHTSTÜCKEN O. Ä. ***** zu reinigen. Das weiche Messing erleidet Deformationen, die die Abstimmung des Vergasers zum Alptraum werden lassen!

5. Abgasreinigung

Die bei der Verbrennung entstehenden Nebenprodukte (CO, HC, NO_x, etc.) bergen ein gesundheitliches Risiko. In Abgasreinigungsanlagen werden sie daher katalytisch zu CO₂, H₂O und N₂ nachverbrannt (KAT). Damit ein KAT funktioniert, muß er eine gewisse Temperatur erreichen und die Gemischzusammensetzung stimmen. Geregelter KATs (G-KAT) erfordern Einspritzanlagen oder elektronische Vergaser, die für ein intervallweise leicht überfettetes Gemisch sorgen, wie es für die Nachverbrennung erforderlich ist. Vergaserabstimmungen erfolgen hier meist über eine Veränderungen des Kennfeldes der Anlage, also durch eine Überarbeitung der im Speicher des Systems abgelegten Werte. Hobbybastler ohne detaillierte Erfahrungen sollten deshalb von Eingriffen in Ansaug- und Abgaswege absehen.

Der - wenn überhaupt - bei Motorrädern häufiger anzutreffende KAT ist ungerichtet (U-KAT), d. h. Eingriffe seitens des Vergasers erfolgen nicht. Der Wirkungsgrad des Systems ist, verglichen mit der obenstehenden Variante, etwas eingeschränkt. Bei der Abstimmung einer U-KAT-Anlage nach der 'Gefühlsmethode' ist, außer einem leicht erhöhten Staudruck im Abgastrakt, der das Gemisch aufgrund des verzögerten Abgastransports etwas anfettet, nichts grundsätzliches zu beachten. Erfolgt die Abstimmung mit dem CO-Tester, ist der möglicherweise reduzierte CO-Gehalt zu berücksichtigen, oder vor dem KAT, z. B. mittels eines verschließbaren Diagnoserohrs zu messen.

6. Düsenreibahlen und Düsenlehren

Nach erfolgter Vergaserabstimmung kann der Innendurchmesser der verwendeten Düsen mit einer Düsenlehre ermittelt und eine 'serienmäßige' Düse mittels Reibahle auf die passende Größe gebracht werden. Das diese Vorgehensweise nicht der Verschleierung von Modifikationen vor den strengen Augen des Gesetzes sondern nur einer effizienten Materialwirtschaft dient (man hat noch weitere Düsen für zukünftige Tests übrig), muß wohl nicht extra erwähnt werden. ;-)

7. Fragen und Antworten

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit häufig gestellten Fragen und Antworten zum Thema 'Vergaser'. Die Punkte erscheinen in ungeordneter Reihenfolge - daher sind für weitere Informationen die obigen Sachverhalte und Ratschläge zu beherzigen.

F:	A:
Mein Motorrad springt nicht mehr an. Der Anlasser dreht aber durch und Sprit ist auch im Tank. Die Zündkerzen habe ich überprüft. Was tun?	Vergaser öffnen, auf Verunreinigungen und Ablagerungen untersuchen. Düsen und Kanäle mit Druckluft freiblasen, alle Flächen mit Reinigungsbenzin auswaschen. Düsen mit Düsenlehre [s. oben ;-)] kontrollieren. Vergaser mit neuen Dichtungen zusammenbauen, Grundeinstellung. Falschluff ausschließen. Abgastest.

Der Warmleerlauf ist unruhig. Was tun?	Falschlucht ausschließen. Bedüsung überprüfen. Zu mager?
Das Mopped stirbt warm oft ab. Warum?	Anderes kaufen. Oder: S. oben!
Ich habe mein Mopped entdrosselt. Irgendwie erreiche ich aber BEI WEITEM nicht die vorgesehene Endleistung. Was tun?	Ablagerungen in Motor, Auspuff und Vergaser können die Ursache sein. Freifahren bzw. Reinigen. Wurde die Bedüsung angepaßt? Der Vergaser eingestellt? Irgendwelche Modifikationen z. B. durch den Vorbesitzer?
Ich habe einen Poserauspuff der Firma XYZ montiert. Mein Supersportler geht jetzt aber schlechter statt besser. Warum?	Viele Sportmotorräder sind herstellereitig bereits gut optimiert. Ein anderer Auspuff ändert die Gemischbildung. Im besten Fall kann man mittels akribischer Abstimmung noch etwas PS herauskitzeln, im schlechtesten Fall ist das Ding nicht nur lauter sondern auch noch langsamer!
Mit den neuen Luftfiltern hört sich mein Chopper zwar prima an, er läuft aber heiß und hat weniger Leistung. Warum?	Das Gemisch ist mit fast 100%iger Sicherheit zu mager. Bitte rasch größere Düsen einbauen, sonst wird der Motor ruiniert!
Ich habe jetzt statt einem Gleichdruckvergaser mit 38 mm Öffnungsdurchmesser einen Flachschieber mit 45 mm eingebaut. Im unteren Drehzahlbereich rührt sich jetzt aber nicht mehr viel.	Selber schuld. Die höhere Spitzenleistung (soll heißen: Spitzenluftdurchsatz) erkaufte man sich meistens mit einer 'spitzeren' Charakteristik, d. h. 'unten rum' nix, dafür 'oben rum' Granate. So ist das Leben!
Wie funktioniert eine Drosselung über Gasschieberanschlätze?	Der maximale Membranhub des Schiebers wird eingeschränkt, d. h. der effektive Vergaserdurchmesser und der effektive Hauptdüsendurchmesser verringert.
Nachdem ich meinen Drosselsatz eingebaut habe, läuft meine Kiste total mies. Was tun?	Evtl. hilft eine Umbedüsung. Die modernen Vergaser reagieren extrem empfindlich auf Einschnürungen des Luftstroms vor und hinter der dafür eigentlich vorgesehenen Stelle. Es kann zu Rückstaus und jeder Menge anderen interessanten Phänomenen kommen. Viel Glück!
Mein Motor macht beim Beschleunigen komische Geräusche. Hört sich an, als ob die Kette irgendwo schleift. Woher kommt's?	Möglicherweise liegt 'Beschleunigungsklingeln' vor. Evtl. mal den Choke leicht einschalten und prüfen, ob das Klingeln weggeht. Falls ja, ist das Gemisch deutlich zu mager. GRÖßERE DÜSEN, ABER DALLI!!
Kann ich mit 'Normal Bleifrei' fahren, obwohl mein Motor für 'Super Bleifrei' oder 'Super Plus' vorgesehen ist?	Ja, aber bitte sehr schonend. Durch die hohe Kompression neigt des Motor bei nicht genug ROZ/MOZ (ResearchOktanZahl/MotorOktanZahl) zum klingeln.
Mein Motor ist für 'Normal Bleifrei' spezifiziert. Er klingelt aber. Soll ich jetzt 'Super Plus' tanken?	Dem Klingeln über die ROZ abzuhelfen ist immer zweite Wahl. Wenn ein Motor klingelt, ist immer etwas faul. Lieber etwas weniger Leistung durch fetteres Gemisch, als einen durchgebrannten Kolben. Fährst Du Rennen?
Kriege ich mit mehr ROZ auch mehr Leistung?	Evtl. minimal mehr, eher nicht. S. o.

Warum muß man Vergaser synchronisieren?	Wenn sich die Versorgung der Zylinder unterschiedliche Vergaser 'teilen', dann müssen diese gleichmäßig abgestimmt sein, damit die Zylinder einheitlich gefüllt werden.
Ich möchte in die Berge. Was muß ich beachten?	Es gibt Temperatur- und Höhenkorrekturtabellen. Da kann man seine Höhe über dem Meeresspiegel (0 m) und die Mittelumgebungstemperatur eintragen. Aus dem Korrekturfaktor (z. B. 0.9) kann man errechnen, um wieviel die Düsen zu verkleinern sind. Z. B. bei Faktor 0.9 muß die serienmäßige Hauptdüse 152 auf $0.9 \cdot 152$ verkleinert werden. Evtl. ist das Leerlaufgemisch und/oder die Düsenadel neu zu justieren. Händler fragen oder im Werkstatthandbuch nachsehen.
Was ist Vergaservereisung?	Durch den Unterdruck im Vergaser und das verdampfende Benzin kühlen die Wände ab. Speziell bei feuchtkaltem Wetter kann die Luftfeuchtigkeit ausfrieren und die Düsen oder Luftkanäle verstopfen. Symptom: Motor stirbt in der Warmlaufphase ab und ist erst nach erheblicher Wartezeit (bis das Eis schmilzt) wieder zu starten. Abhilfe: Vergaservorwärmung einbauen, Fön.
Schaut der TÜV die Bedüsung nach?	Eher nicht.
Erlischt bei einer Bedüsungsänderung der ABE?	Nein. Aber Deine Betriebs Erlaubnis, was auf's selbe 'rauskommt. Du mußt die Bedüsungsänderung eintragen lassen. Abgasgutachten erforderlich !
Mein Motorrad säuft unüblich viel Sprit. Was tun?	Luftfilter sauber? Vergaser korrekt eingestellt? Betrieb in großer Höhe (s. o.)?
Was ist Colortune?	Eine Optik, mit der man das Verbrennungsbild beobachten kann. Ideal zur richtigen Gemischeinstellung. Einen Prüfstand braucht man allerdings immer noch, es sei denn, man möchte bei Tempo 200 in die Zündkerzenbohrung schauen...
Wird es diese FAQ auch für Einspritzanlagen geben?	Nein.
Wohin wende ich mich mit Korrekturen und Ergänzungen?	An den Hüter der d.r.m.-FAQ oder bartheld@mppmu.mpg.de .

8. Schlußwort

Ich habe mich ein einem längeren Kraftakt bemüht, alles wesentliche zum Thema 'Vergaser' zusammenzutragen. Sicherlich kann und will diese Sammlung nicht vollständig sein. Hoffentlich ist sie trotzdem oder gerade deswegen ein Anstoß für persönliche Kreativität und hilft, die Angst vor der unbekanntem Materie etwas zu mildern. Ich habe den Vergaser meiner Honda XR600R inzwischen schon mehrfach ausgebaut, zerlegt, modifiziert und wieder installiert und kann vom

Arbeitsaufwand aber auch den Erfolgen ein Lied singen. Übung macht wie immer und so auch hier den Meister!

Laßt mich also eure Erfolge und Mißerfolge wissen, ergänzt diese FAQ mit euren Tips und Anregungen, damit sich möglichst viele stolze Moppedbesitzer mit dem Innenleben des silbergrauen Kästchens vor dem Einlaß beschäftigen. Meine Devise lautet: Lieber ein optimal eingestellter und illegaler als ein verpfuschter und dafür legaler Vergaser, der zudem - und da werden mir die Profis Recht geben - mehr Schadstoffe in die Umwelt pustet als ersterer.

Happy Biking !

München, 03.05.1997 Volker Bartheld