



**ULTRALEICHTFLUG
SCHMIDTLER**

[Startseite](#) - [Technik](#)

Der Vergaser

Veröffentlicht 1997 im DULV-Info Nr. 4 und
5

In diesem Artikel findest Du Diagnose- und Reparaturhinweise für UL-Triebwerke. Dazu eine Warnung: Die meisten Motorschäden sind nicht auf langjährigen Betrieb zurückzuführen, sondern auf mangelhaften Einbau oder auf unsachgemäßen Wartung und Reparatur. Du solltest nur dann zum Schraubenschlüssel greifen, wenn Du

- 1000%ig sicher bist, daß Du genug von der Sache verstehst,
- über alle erforderlichen Motordaten verfügst und
- perfektes Werkzeug hast.

Im Zweifelsfall ist es preisgünstiger, eine Werkstatt mit den Arbeiten zu beauftragen.

Erteile einen solchen Auftrag niemals an irgendeine Firma, sondern an einen Betrieb, der Erfahrung mit dem von Dir verwendeten Triebwerk hat.

Alle Angaben und Hinweise erfolgen ohne Gewähr. Im Zweifelsfall sind die Angaben der jeweiligen Motorenhersteller maßgeblich.

Beschrieben wird der Vergaser Bing 54, wie er zum Beispiel im Rotax 582, Rotax 532, Rotax 462 und einer Reihe weiterer gebräuchlicher UL-Motoren eingebaut wird. Andere Schiebervergaser sind ähnlich aufgebaut.

Die Funktion

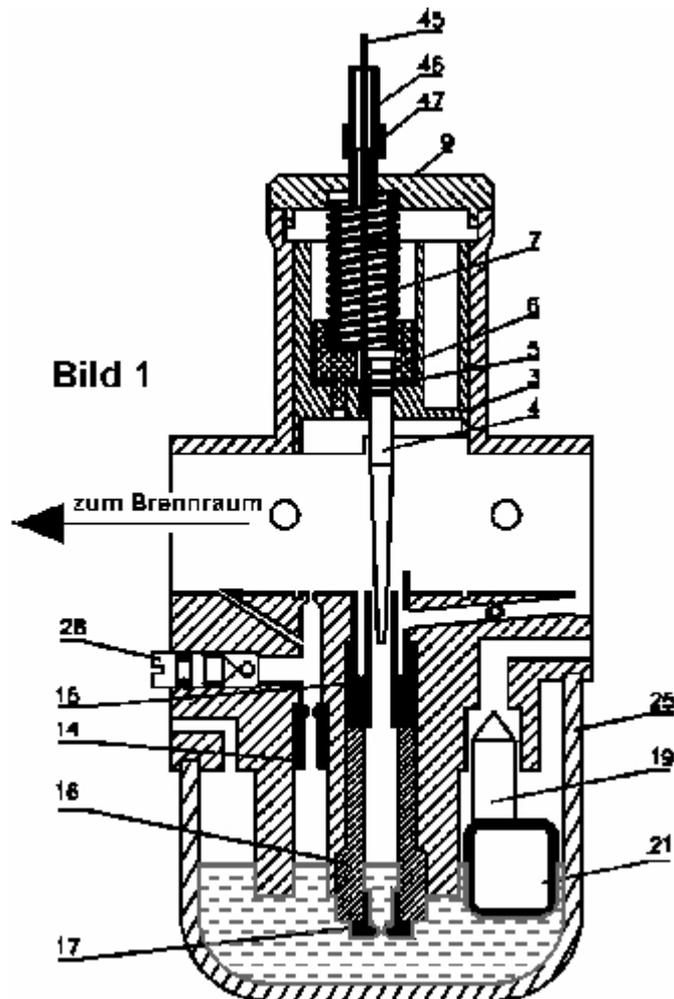
Der Vergaser soll der angesaugten Luft den Treibstoff beimischen. Dies ist nur anscheinend simpel.

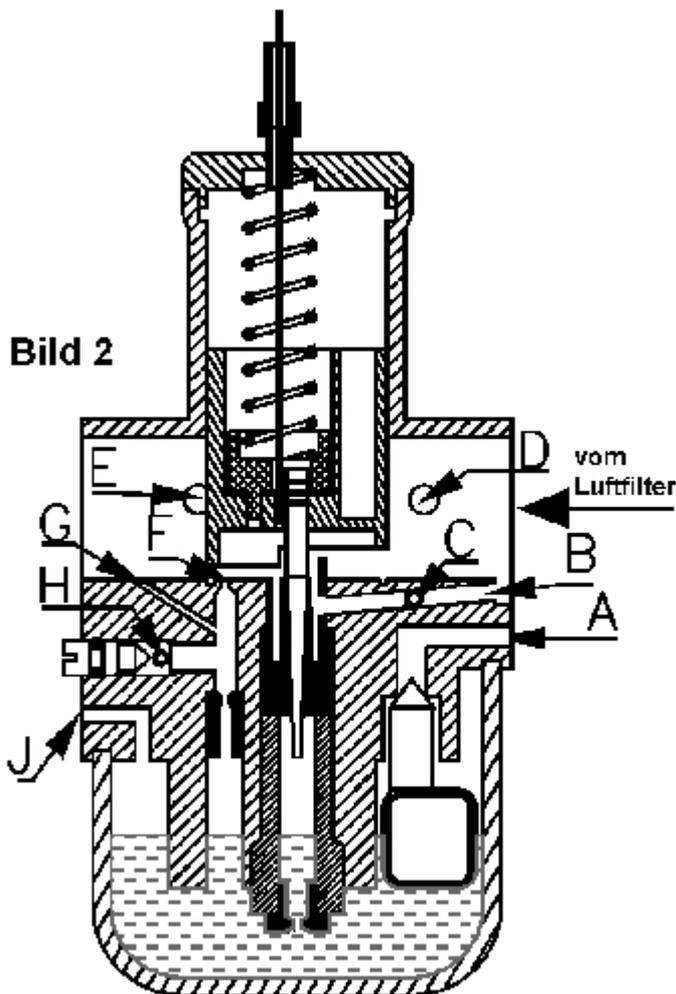
In Abhängigkeit von der abgegebenen Motorleistung und der Drehzahl ändern sich die Strömungsverhältnisse. Zusätzlich braucht der Motor im Leerlauf ein anderes Mischungsverhältnis als bei Reiseleistung, bei Vollgas benötigt er wiederum eine andere Gemischzusammensetzung. Wenn der Motor kalt ist soll es nochmal ein anderer Cocktail sein. Die

Vergaserhersteller müssen tief in die Trickkiste greifen, um bei den unterschiedlichen Bedingungen immer die richtige Mixtur bereitzustellen.

Sie nutzen hierzu verschiedene Düsen und Einstellmöglichkeiten. Um das Prinzip aufzuzeigen ist in Bild 1 und Bild 2 ein stark schematisierter Schiebervergaser gezeichnet.

Anmerkung: Die Nummerierung in der Vergaserskizze ist gleich der Nummerierung im dem sehr empfehlenswerten "[Rotax-Reparaturhandbuch](#)". Die Ziffern sind deshalb nicht fortlaufend.





Die Zulaufregelung

Die eingebauten Düsen können nur dann den richtigen Benzindurchfluß zustandebringen, wenn der Versorgungsdruck ständig gleich bleibt. Der Treibstoff kommt von der Benzinpumpe oder, bei Fallbenzin, direkt vom Tank. Bei unterschiedlicher Anordnung der Tanks, bei unterschiedlicher Füllhöhe im Tank oder bei verschiedenen Drehzahlen (und damit unterschiedlicher Förderung der Benzinpumpe) ändert sich der Versorgungsdruck am Vergasereingang (A).

Um trotzdem immer den gleichen Benzindruck sicherzustellen, befindet sich im unteren Teil des Vergasers ein "Benzinsee". Ein gleichmäßiger Pegelstand in diesem See sorgt für den konstanten Druck an den Düsen. Steigt der Pegel, drückt der Schwimmer (21) die konische Schwimmernadel (19) in die Zulaufbohrung und verschließt so den Zufluß (siehe Bild 2). Sinkt der Pegelstand, gibt die Schwimmernadel den Zulauf wieder frei und der nachfließende Sprit läßt den Pegelstand steigen (siehe Bild 1). Durch diese Konstruktion wird der Benzinpegel und damit der Benzindruck gleichgehalten.

Damit sich über dem "Benzinsee" weder ein Vakuum noch ein Überruck aufbauen kann, ist der Raum über dem Sprit durch die Bohrung J mit der Atmosphäre verbunden.

Tatsächlich ist der Mechanismus, der über das sogenannte "Schwimmerventil" den Benzinzufluss regelt, komplizierter und störungssicherer aufgebaut, als in der Schemazeichnung dargestellt. Insbesondere wird die Schwimmernadel nicht direkt vom Schwimmer hochgedrückt, sondern über einen kleinen Hebel.

Das Hauptreguliersystem

Die Menge der vom Motor angesaugten Luft wird durch die Stellung des Vergaserschiebers bestimmt. Im Leerlauf (Bild 2) drückt die Rückstellfeder den Schieber nach unten, der Vergaserdurchgang wird weitgehend verschlossen. In der Stellung "Vollgas" (Bild 1) ist der Gasschieber durch den Gas-Bowdenzug (45) gegen die Kraft der Rückstellfeder nach oben gezogen, der Durchgang ist frei.

Durch die Strömungsgeschwindigkeit entsteht im Vergaser ein Unterdruck (Venturiprinzip). In der Stellung "Vollgas" (Bild 1) wird insbesondere über die Hauptdüse (17), den Düsenstock (16) und die Nadeldüse (15), vorbei an der Düsennadel (4) Benzin in den Luftstrom gebracht.

Über die Bohrung B wird vom Lufteingang des Vergasers ein Luftstrom abgezweigt. Dieser Luftstrom tritt ringförmig um die Nadeldüse aus und bewirkt eine Vormischung zwischen Benzin und Luft und damit eine bessere Zerstäubung des Kraftstoffes.

Im Teillastbereich drosselt der Gasschieber die Luftströmung, es gelangt weniger Luft zum Brennraum als bei Vollast. Um dabei gleichzeitig den Treibstofffluß zu drosseln, schiebt sich bei absinkendem Gasschieber die konische Vergasernadel (4) in die Nadeldüse (15) und verkleinert den offenen Ringspalt. Die Benzinmenge wird verringert.

Das Leerlaufsystem

Im Leerlauf (Bild 2) gelangt kaum Treibstoff über den Weg Hauptdüse - Düsenstock - Nadeldüse zum Luftstrom. Das Benzin wird in diesem Betriebszustand über die Leerlaufdüse (14) angesaugt und über die Leerlaufaustrittsbohrung (G) und die Bypassbohrung (F) in den Luftstrom gebracht.

Im Leerlauf und niedrigen Drehzahlbereich kann das Gemisch durch die Luftregulierschraube (28) beeinflußt werden. Über die Bohrung B und C wird (in der Zeichnung nicht sichtbar) Luft zur Bohrung H gefördert. Sie vermischt sie sich mit dem von der Leerlaufdüse (14) kommenden Treibstoff und kommt über die Leerlaufaustrittsbohrung (G) und die Bypassbohrung (F) wieder in den Luftstrom. Die zugemischte Luftmenge läßt sich durch die Luftregulierschraube regulieren. (Nicht die Benzinmenge wird reguliert, sondern die Luftmenge - Aufdrehen macht das Gemisch mager!)

Der Choke

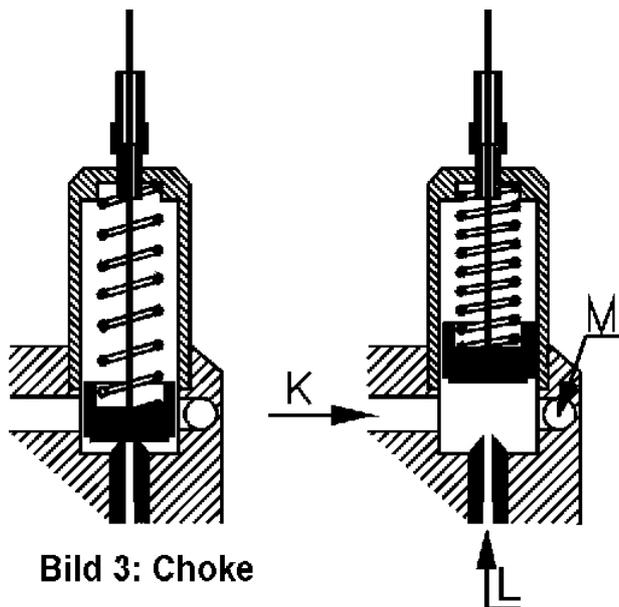


Bild 3: Choke

Streng genommen gehört der Choke nicht zum Vergaser, er ist ein eigenständiger Mini-Vergaser, der nur im gleichen Gehäuse untergebracht ist. Genau wie der richtige Vergaser hat der Choke deshalb in diesem Artikel eine Schemazeichnung bekommen, die links zeigt den Choke geschlossen, rechts ist er geöffnet.

Als eigenständiger Miniaturvergaser hat der Choke, wie sich gehört, einen Luftenlaß (K), einen Luftauslaß (M) und eine Düse (L), aus der der Luftstrom den

Treibstoff ansaugt. Ein Schieber, der über eine Feder nach unten gedrückt wird und mittels Seilzug oder Handhebel geöffnet werden kann, aktiviert den Choke.

Der Choke hat nur eine Aufgabe, er soll beim Start des Triebwerkes ein sehr benzinreiches Gemisch liefern, damit der Motor leichter anspringt. Der extrem fett arbeitende Miniaturvergaser ist deshalb parallel zu dem normalen Vergaser eingebaut und wird beim Start von Hand betätigt. In der Vergaserskizze Bild 1 und 2 wird die Luft für den Choke bei der Bohrung D aus dem Hauptluftstrom entnommen und, angereichert mit einer Menge Treibstoff, bei der Bohrung E wieder dem Hauptluftstrom zugeführt.

Das Gemisch

Fettes Gemisch oder mageres Gemisch?

Ehe wir am Vergaser herumschrauben sollten wir überlegen, bei welchem Betriebszustand wir welches Gemisch benötigen.

Benzin ist ein Gemenge von verschiedenen Kohlenwasserstoffmolekülen. Einzelne dieser Moleküle verdampfen leicht, sie sind besonders für eine gute Zündung erforderlich. Andere Molekülketten verdampfen erst bei höherer Temperatur, sie sind dafür energiereicher, das bedeutet, sie heizen besser.

Bei einer fetten Mischung von Treibstoff und Luft ist "viel" Benzin mit "wenig" Luft gemischt, bei einem mageren Gemisch ist "wenig" Benzin mit "viel" Luft vermischt.

Damit die Begriffe "Viel" und "Wenig" verständlich werden, stellen wir uns vor, wir hätten die ideale Mischung von Treibstoff und Luft gefunden. Bei

dieser Mischung verbrennt der Treibstoff so, daß nach der Verbrennung weder überschüssige Luft noch überschüssiges Benzin verbleibt. Die Motorentechner bezeichnen diese "richtige" Mischung als stöchiometrisches Mischungsverhältnis. Ein stöchiometrisches Gemisch haben wir bei einem Verhältnis Treibstoff zu Luft von etwa 1 zu 14,5 Gewichtsteilen oder etwa 1 zu 8500 Volumenteilen.

Bei der Verbrennung dieser idealen Mischung wird (theoretisch) keine Luft verdichtet, die später unverbrannt zum Auspuff hinauspeift, wir sparen damit Arbeit und Energie. Es wird auch kein unverbrannter Treibstoff aus dem Brennraum geblasen, wir sparen Benzin und damit Geld.

Das ist die Mischung, die wir brauchen, wird jetzt jeder sagen. Irrtum!

Um zu erkennen, welche Mischung für welchen Betriebszustand des Motors richtig ist, betrachten wir die Vorteile der einzelnen Mixturen.

Sehr fettes Gemisch

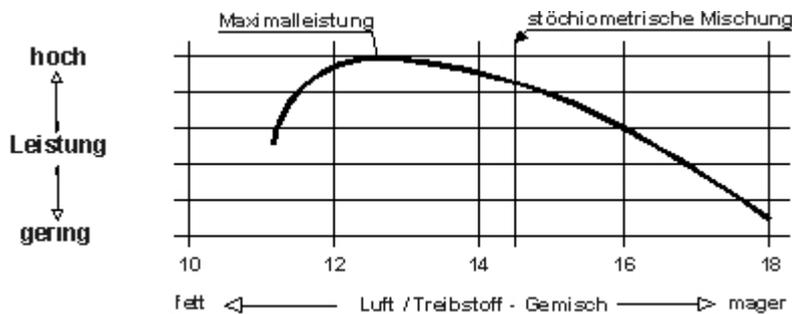
- enthält viel Benzin und damit auch viele leicht verdampfende Kohlenwasserstoffmoleküle. Bei kaltem Motor ist dieser Cocktail richtig, nur so bekommen wir im Brennraum eine zündfähige Mischung.

Fettes Gemisch

- ermöglicht die Verbrennung von Treibstoff mit niedriger Oktanzahl, ohne daß der Motor klingelt.
- benötigt viel Energie zum Verdampfen und kühlt damit den Motor "von innen".
- sorgt für einen runden Lauf des Triebwerkes im Leerlauf und im niedrigen Tourenbereich.
- bringt bessere Maximalleistung bei Vollgas. Die stöchiometrische Mischung leistet zwar die maximale Arbeit pro Liter Treibstoff, das zählt aber nur, wenn ausreichend Zeit zur vollständigen Verbrennung zur Verfügung steht.

Besonders bei Vollast geht es in der Brennkammer recht hektisch zu. Luft läßt sich nur in begrenzter Menge ansaugen, Benzin kann in beliebiger Menge dazugegeben werden. Für die Verbrennung stehen je nach Drehzahl weniger als 0,003 Sekunden zur Verfügung. In dieser Zeit soll so viel wie möglich geheizt werden. Am Schluß der Verbrennung muß jedes Sauerstoffmolekül verfeuert sein, denn die festliegende Luftmenge ergibt die Leistungsbegrenzung. Wenn einige müde Kohlenwasserstoffmoleküle übrig bleiben - raus damit, der nächste Takt beginnt.

Dem Piloten, der bei Start die Hochspannungsleitung am Ende der Bahn auf sich zukommen sieht, ist es völlig egal, ob in den nächsten 15 Sekunden 50 oder 100 Kubikzentimeter Treibstoff verbrannt werden - der will für die kurze Zeit jede mögliche Leistung, die Kiste muß schieben (oder ziehen), was das Zeug hält.



In der nebenstehenden Grafik ist der Zusammenhang zwischen Mischungsverhältnis und Leistung (bei Vollast) aufgezeichnet. Deutlich ist erkennbar, daß bei der "idealen"

stöchiometrischen Mischung die maximal erreichbare Leistung geringer ist als bei einem fetteren Gemisch.

Mageres Gemisch

- bringt die besten Verbrauchswerte. Jedes Molekül des teuer gekauften Treibstoffes findet die für die Verbrennung erforderlichen Sauerstoffteilchen. Der Treibstoff wird (fast) vollständig verbrannt und damit am besten genutzt.

Was wollen wir vom Vergaser?

Jetzt ist offensichtlich, wie der Vergaser mischen muß.

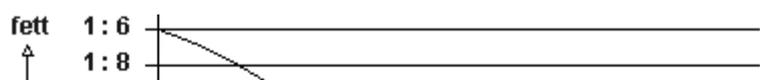
Beim Start des Triebwerkes soll eine sehr fette Mischung geliefert werden, sonst springt die Mühle nicht an. Nur mit einer sehr fetten Mischung werden auch im kalten Motor genug Kohlenwasserstoffmoleküle verdampfen, um eine zündfähige Mixtur zu erreichen.

Im Leerlauf und im unteren Drehzahlbereich soll das Gemisch fett sein, um einen "runden" Leerlauf zu bekommen.

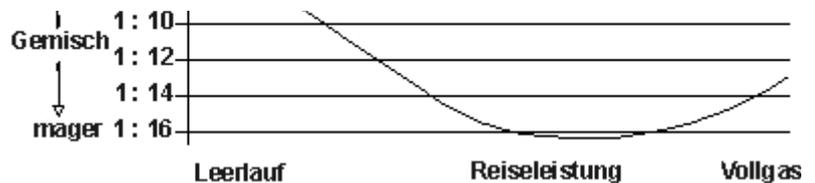
Bei Reiseleistung, also in dem am längsten geflogenen Betriebszustand, sollte das Gemisch mager sein. Nur so erreichen wir einen geringen Spritverbrauch.

Bei Vollgas wollen wir die maximal mögliche Leistung. Der Verbrauch spielt eine untergeordnete Rolle. Das Gemisch sollte hier wieder fett sein.

Unsere "Wunschkurve" für



das Mischungsverhältnis ist nebenstehend in einer Grafik dargestellt.



Die bisherige Betrachtung

beleuchtet die dem Triebwerk abverlangte Leistung bei der jeweiligen Schieberstellung, ein Einbeziehen der Drehzahl habe ich unterschlagen. Für unsere Fliegerei ist dies fast o. K. Bei einer fest eingesetzten Luftschraube ergibt sich für eine fixierte Vergaserschieberstellung nahezu eine bestimmte Drehzahl und eine Leistung. (Die Drehzahländerung bei gleichbleibender Schieberstellung und unterschiedlicher Geschwindigkeit habe ich damit vernachlässigt).

Zum Leidwesen der Vergaserkonstrukteure sind die Betriebszustände bei einem Fahrzeugmotor oder bei einer Verstelluftschraube anders. Hier kann bei der gleichen Vergaserschieberstellung einmal eine niedrige Drehzahl und eine hohe Leistungsabgabe erfolgen (das Fahrzeug fährt mit geringer Drehzahl bergauf bzw. die Verstelluftschraube ist auf großen Einstellwinkel gestellt) oder, bei der gleichen Schieberstellung, eine hohe Drehzahl und eine niedrige Leistungsabgabe gefordert sein (das Fahrzeug fährt mit hoher Drehzahl bergab bzw. die Verstelluftschraube ist auf kleinen Einstellwinkel gestellt). Damit werden die Forderungen an den Vergaser wesentlich komplizierter als bei unseren Motoren.

Die Leute im Konstruktionsbüro von Bing haben aber noch weitere Nüsse zum Knacken. Der Vergaser soll nicht vereisen. Verschleißerscheinungen wollen wir auch nicht. Die Schwimmerkammer muß belüftet sein - trotzdem darf durch die Bohrung auch bei strömenden Regen kein Wasser in den Vergaser kommen. Der Vergaser soll möglichst nahe am Motorblock sitzen, aber durch die vom Block abgestrahlte Wärme darf keinesfalls das Benzin in der Schwimmerkammer verdampfen. Die Schwingungen und das Schütteln des Triebwerkes sollen die Zulaufregelung über Schwimmer und Schwimmernadelventil nicht aus der Ruhe bringen. Auch bei einer schlecht geflogenen Kurve (seitliche Zentrifugalkräfte) oder bei unterschiedlicher Längsneigung des Flugzeuges muß der Vergaser so perfekt arbeiten wie bei horizontaler Lage.

Die Vergaserkonstrukteure haben das alles hingekriegt. Sie haben es allerdings bisher nicht geschafft, daß ihre Konstruktion auch dann noch einwandfrei arbeitet, wenn an ihren ausgetüftelten Einstellungen planlos herumschraubt wird. Deshalb soll jetzt schluß sein mit der Theorie und wir schauen an, was sich wo am Vergaser verstellen läßt.

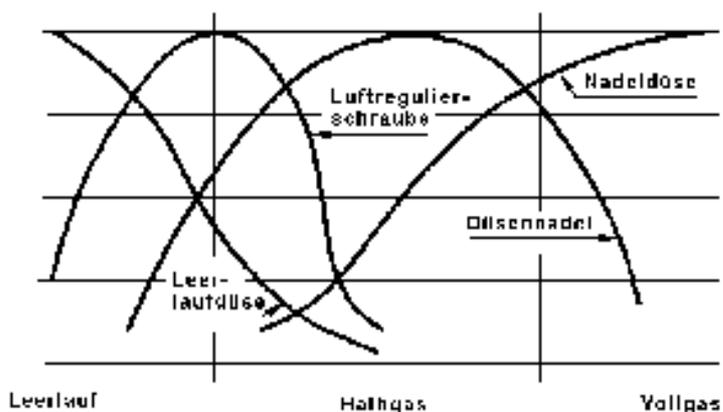
Vergasereinstellung

Wer ist hier eigentlich zuständig?

Zum Schraubenzieher sollten wir aber erst greifen, wenn wir wissen, welche Einstellmöglichkeiten am Vergaser bei welchem Betriebszustand wirken. Hierzu bitte nochmals Bild 1 und 2 ganz am Anfang des Artikels ansehen..

Die Leerlaufdüse (14) regelt das Gemisch im Leerlauf, sie wirkt (stetig abnehmend) etwa bis Halbgas.

Die Luftregulierschraube (28) ist zuständig für die Spritmischung vom Leerlauf bis etwa zu Halbgas. Ihre maximale Wirkung entfaltet sie etwa bei Viertelgas.



Die Düsennadel und die Nadeldüse sind zuständig für die Gemischbildung etwa von Viertelgas bis fast Vollgas. Dies ist der Bereich der Reiseleistung. Hier ist eine besonders genaue Dosierung erforderlich, um bei längeren Flügen möglichst Sprit zu sparen.

Die Hauptdüse nimmt etwa ab Viertelgas Einfluß auf die Gemischbildung und hat bei Vollgas ihre maximale Wirkung.

Der Choke wird nur beim Start manuell betätigt. Er hat weder eine Einstellmöglichkeit noch beeinflusst er im normalen Betrieb das Gemisch. Er wird daher hier nicht betrachtet.

Die Wirkung der einzelnen Einstellmöglichkeiten ist in der Grafik aufgezeichnet. Daraus ist ersichtlich, daß das Ändern der Einstellung der Düsennadel bei einem fetten Leerlauf genauso sinnlos ist wie ein Herumschrauben an der Luftregulierschraube, wenn der Motor bei Vollgas heiß wird.

Das Einstellen des Vergasers



Bei Einstellarbeiten am Vergaser solltest Du unbedingt akkurat nach dem [Reparaturhandbuch](#) des Motorenherstellers vorgehen. Die nachstehenden Angaben beziehen sich auf den Motor Rotax 582/40 (Einvergaser Ausführung).

1. Vordruck prüfen

Jede Vergasereinstellung ist sinnlos, wenn während der Einstellarbeiten der Benzinpegel im Schwimmergehäuse falsch

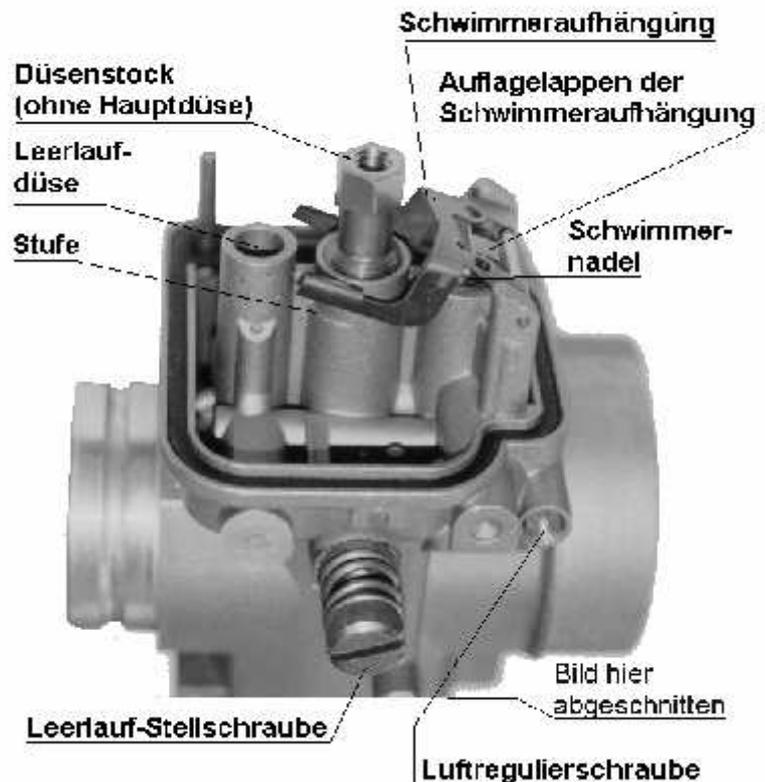
 ist. Deshalb sollte vor dem Einstellen der Benzindruck vor dem Vergaser geprüft werden. Du benötigst dafür ein **Prüfgerät für den Treibstoffdruck**.

Der Benzinvordruck muß bei jeder Drehzahl zwischen 0,2 und 0,5 bar liegen.

2. Schwimbernadeleinstellung überprüfen

Die Schwimbernadel wird durch Verbiegen des Auflagelappens der Schwimmeraufhängung (siehe Bild) eingestellt. Die Einstellung ist richtig, wenn das Maß 10,5 mm zwischen Schwimmeraufhängung und Vergasergehäuse eingehalten wird. Das Vermessen ist einfacher, wenn der Vergaser "auf dem Kopf" steht.

Trotzdem läßt sich das Maß nur schlecht ermitteln. Überschlägig kann die richtige Stellung der Schwimmeraufhängung durch eine Stufe im Guß des Vergasergehäuses abgecheckt werden. Befindet sich die Auflagefläche des Schwimmers auf der Höhe dieser Stufe (siehe Bild), ist die Einstellung o. K.



Einstellmöglichkeiten am Vergaser
Vergaser von unten fotografiert

3. Düsen und Düsennadel überprüfen

Beim Ausbau der Düsennadel unbedingt die "Nadelposition" feststellen und notieren. Die Düsennadel ist mit einem Halteplättchen befestigt. Dieses Plättchen kann in vier unterschiedlichen Positionen an der Düsennadel befestigt werden. Die oberste Position wird als Nadelposition 1, die unterste als Nadelposition 4 bezeichnet.

Die Nadelposition, die Größe der Düsennadel, die Größe der Nadeldüsen, die Größe der Leerlaufdüse und die Größe der Hauptdüse müssen die vom Motorenhersteller vorgeschriebenen Werte aufweisen.



Für den Rotax 582 (Ein- und Zweivergaser-Ausführung) mit Ansaugeräuschkämpfer und K&N



Luftfilter, also in der in Deutschland gebräuchlichen Version, gibt Rotax folgende Daten:

- Nadelposition 3
- Düsenadel 15K2
- Nadeldüse 2.68
- Hauptdüse 145
- Leerlaufdüse 55
- Standartstellung der Luftregulierschraube: 1 Drehung von der Endstellung

Bei Änderungen in Ansaugbereich (anderer Luftfilter oder anderer Ansauggeräuschkämpfer) ändert sich die Düsenbestückung des Vergasers.

4. Motor starten und warm laufen lassen.

Achtung! die folgenden Arbeiten werden bei laufendem Triebwerk in unmittelbarer Nähe der Luftschaube durchgeführt. Besondere Vorsicht ist geboten.

Ist die Drehzahl im Leerlauf zu hoch, Leerlaufstellschraube (siehe Bild) herausdrehen, ist der Leerlauf zu niedrig, diese Schraube etwas hineinschrauben.

5. Luftregulierschraube einstellen

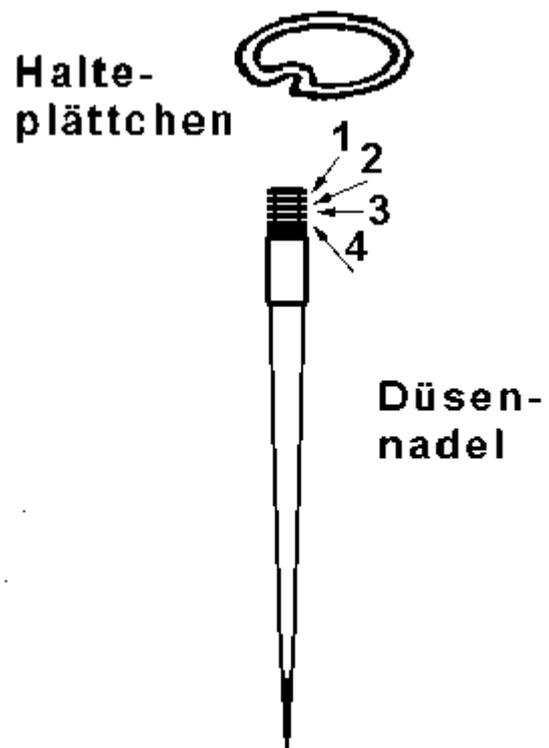
Durch Drehen der Luftregulierschraube im Leerlauf ist die Einstellung zu suchen, bei der die höchste Drehzahl erreicht wird.

Soweit erforderlich, nochmals die Drehzahl einregulieren wie unter 4. beschrieben.

Das war es schon *).

Tuning

Wenn Du jetzt eine Strategie erwartest, mit der Du über Schraubchendrehen aus einem Solo-Einzyylinder 50 PS herauskitzeln kannst, muß ich Dich enttäuschen. Der Hersteller Deines Motors hat mit viel Aufwand auch aus



dem Vergaser alles rausgeholt, was rauszuholen war.

Er hat dabei aber vielleicht einen "Fehler" gemacht. Er hat angenommen, Du bist ein normaler UL-Pilot, der mit einem normalen Ultraleichtflugzeug in normalen Höhen fliegt. Er konnte es nicht ahnen, daß Du jedes Wochenende in 4000 m MSL zu Deiner Freundin in den Westalpen fliegst. Für solche Sonderfälle hat der Hersteller den Vergaser nicht optimal bedüst und eingestellt.

Für die Korrektur brauchst Du drei "Werkzeuge", ohne die die Geschichte in die Hose geht, und zwar

- ein Schulheft
- für jeden Zylinder eine digitale EGT-Messung und
- einen genauen Drehzahlmesser.

In dem Schulheft notierst Du jede Änderung am Triebwerk und ihre Auswirkungen. Zu jeder Temperatur- oder Drehzahlnotiz solltest Du zusätzlich Luftdruck bzw Flughöhe und Außentemperatur schreiben. Du wirst mehrere Modifikationen untersuchen müssen. Erfahrungsgemäß kannst Du Dich nach der dritten Änderung und der zweiten Zwangspause wegen Regenwetter nicht mehr an die Ausgangskonfiguration erinnern.

EGT ist die Abkürzung für Exhaust Gas Temperatur, zu Deutsch Abgasemperatur. Du mußt Instrumente für das Messen der EGT fest in das UL einbauen. Gemessen wird die Temperatur der ausströmenden Verbrennungsgase etwa 100 mm hinter den Auslaßschlitzen bzw. hinter den Auslaßventilen. Nach Rotax-Angabe soll die Abgastemperatur bei wassergekühlten Zweitaktern nicht höher sein als 650°C. Die Temperaturdifferenz zwischen zwei Zylindern soll 25°C nicht überschreiten.

Der Drehzahlmesser sollte genau gehen. Leider tun das nicht alle angebotenen Instrumente (auch dann nicht, wenn sie von Rotax verkauft werden). Wenn Du wissen willst, ob Dein Drehzahlmesser stimmt, kaufe Dir zur Überprüfung einen optisch-elektronischen Drehzahlmesser, wie er im Modellbau üblich ist (Conrad-Elektronik, Tel.0180-5312111, Bestell-Nr. 239909-99 DM 99,80). Solche optisch-elektronischen Drehzahlmesser sprechen so genau an, daß sie über das 50-Hz-Flackern einer Wechselstrom-Glühlampe abgecheckt werden können.

Mit einem genauen Drehzahlmesser kannst Du einfach die Leistung bei Vollast beurteilen. Mehr Drehzahl bedeutet mehr Leistung. Das gilt zwar nur, solange die gleiche Luftschraube mit der gleichen Einstellung auf der Maschine sitzt. Das ist hoffentlich der Fall, denn eine Grundregel jeder Motoroptimierung lautet: Ändere niemals zwei Dinge gleichzeitig.

Ein Abmagern bei Reiseleistung ist durch Tieferhängen der Vergasernadel einfach erreichbar. Ich hatte dies in meinem Enduro versucht und damit den Spritverbrauch nochmal merkbar gesenkt. Als ich mit der neuen Konfiguration zur Ostsee flog, dort ist die Elevation und damit auch die Flughöhe etwa 400 m geringer als an meinem Heimatplatz, stieg die EGT in beängstigende Höhen. Ich habe die Nadel daraufhin reumütig zurückgehängt.

Grundsätzlich kannst Du durch Auswechseln der verschiedenen Düsen bzw. der Düsennadel in jedem Drehzahlbereich das Gemisch beeinflussen. Die erhältlichen Düsen bzw. Düsennadeln findest Du in nachstehenden Tabellen. Nach meinen Erfahrungen solltest Du aber die Finger davon lassen, es bringt nichts außer einer Menge Arbeit.

Tabelle 1: Lieferbare Düsennadeln

6G1	1O	8L2
8H1	15E5U	4E2
11G2	8O2	2H2
11K2	8G2	15K2
		6H2

Für die Systematik bei der Benennung der Düsennadeln gilt:

- Die Ziffer am Anfang ist ein Code für den Konus-Durchmesser am Ende der Nadel.

Nadeln mit einer höheren Ziffer am Anfang bringen ein fetteres Gemisch bei einer Gasschieberstellung oberhalb von Halbgas. Die Nadel 6G1 bringt also ein magereres Gemisch im oberen Drehzahlbereich als die Nadel 8G2. Im unteren Drehzahlbereich ändert sich nichts.

- Der folgende Buchstabe ist ein Code für die Konuslänge der Nadel.

Nadeln mit einem höheren Buchstaben bringen ein fetteres Gemisch bei einer Gasschieberstellung unterhalb von Halbgas. Die Nadel 8L2 bringt also im unteren Drehzahlbereich ein fetteres Gemisch als die Nadel 8G2. Im oberen Drehzahlbereich ändert sich nichts.

- Die nach dem Buchstaben folgenden Angaben sind reserviert für andere Informationen

Tabelle 2: Lieferbare Hauptdüsen

120	136	145	158	170	190
125	138	148	160	175	195
130	140	150	162	180	200
135	142	155	165	185	205

Vernünftig ist der Einsatz anderer Hauptdüsen bei einer Änderung im Ansaugtrakt (anderer Luftfilter oder Ansaugdämpfer), bei ständigen Starthöhen über etwa 300 Meter oder ständig anderen Temperaturen als im Mittel 15°C. Bei Änderungen im Ansaugtrakt ist aus den technischen Informationen des Motorenherstellers die neue Bestückung der Hauptdüse zu entnehmen. Die Korrekturfaktoren für Höhe und Temperatur sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Korrekturwerte für die Hauptdüse
 (% der Bedüsung bei Höhe = 0 und Temperatur = 15°C)

Temp. °C	Höhe 0 m	Höhe 500 m	Höhe 1000 m	Höhe 1500 m	Höhe 2000 m	Höhe 2500 m	Höhe 3000m
-30	104	103	101	100	98	97	95
-20	103	102	100	99	97	96	95
-10	102	101	99	98	96	95	94
0	101	100	98	97	95	94	93
10	100	99	97	96	95	93	92
15	100	99	97	96	94	93	92
20	100	98	97	95	94	93	91
30	99	97	96	94	93	92	90
40	98	96	95	94	92	91	90
50	97	96	94	93	92	90	89

Hierzu eine Beispielrechnung, die etwa für einen Umzug ins Ahaggar-Gebirge (Sahara, südliches Algerien) zutreffen könnte:

- Ursprüngliche Hauptdüse, gedacht für Höhe 0 m und Durchschnittstemperatur 15°C = 145
- Vorgesehene andauernde Starthöhe = 2000 m, voraussichtliche mittlere

Temperatur = 30°C

- Korrekturfaktor laut Tabelle= 93
- Korrigierte Hauptdüse = $93/100 * 145 = \text{rund } 135$

Nach jeder Änderung am Vergaser sollte die Gemischeinstellung überprüft werden. Hierfür ist die EGT-Messung ideal. Die Temperatur der Auspuffgase spricht sehr genau auf jede Gemischänderung an, gleichzeitig ist erkennbar, ob die Änderung noch im zulässigen Bereich war oder ob die Temperaturen im Brennraum zu hoch werden.

Wesentlich ungenauer ist die Beurteilung der Gemischeinstellung über das Kerzenbild. Du solltest dazu die Maschine einige Minuten in dem Drehzahlbereich laufen lassen, in dem die Gemischeinstellung geändert wurde. Unmittelbar danach (ohne längere Leerlaufzeit) zeigen die Kerzen, wie fett das Gemisch in diesem Drehzahlbereich ist.

Vergaserstörungen und was dagegen zu tun ist



Eine sehr häufige "Vergaserstörung" ist eine mangelhafte Spritversorgung durch fehlerhaften Einbau von Tank, **Filter**, **Brandhahn** oder durch eine defekte **Benzinpumpe**, durch verstopfte oder undichte **Benzinleitungen** (Luftblasen werden angesaugt) oder durch fehlerhafte **Armaturen** oder **Schlauchsellen**. Im Zweifelsfall

solltest Du immer mit einem geeigneten **Treibstoffdruck-Prüfgerät** den Benzinvordruck prüfen und durch **transparente Treibstoffleitungen** checken, ob Luftblasen mit dem Sprit gefördert werden.

Durch die sehr großen Benzineinfüllöffnungen des Enduro sehe ich sehr gut in die Tanks. Es ist immer wieder verblüffend, wieviel Dreck im normalen Tankstellenbenzin treibt. Gelingt es einem Schmutzteilchen, am Filter vorbei in den Vergaser zu schwimmen, verlegt es dort fast sicher eine Düse. Abhilfe schafft dann nur eine Demontage des Vergasers. Die folgenden Stellen sind bei Dreckflusen besonders beliebt, dort können sie abscheuliche Störungen bewirken.

- Bohrung zwischen Benzin-Einlaßnippel und Schwimmernadel
- Sitz der Schwimmernadel
- Hauptdüse
- Nadeldüse
- Leerlaufdüse

- Sitz der Luftregulierschraube

Wasser im Vergaser ist am Boden des Schwimmergehäuses sichtbar



Wasser im Vergaser ist am Boden des Schwimmergehäuses in Form kleiner Perlen sichtbar. Du solltest nicht nur das Wasser aus dem Vergaser entfernen, sondern auch das Wasser aus dem Tank - da liegt normalerweise die Quelle der "Vergaserbewässerung".

Mechanische Beschädigungen an Düsen haben ihre Ursache in Reinigungsversuchen mit ungeeigneten Werkzeug. Erkennbar sind sie am besten mit einer Lupe.

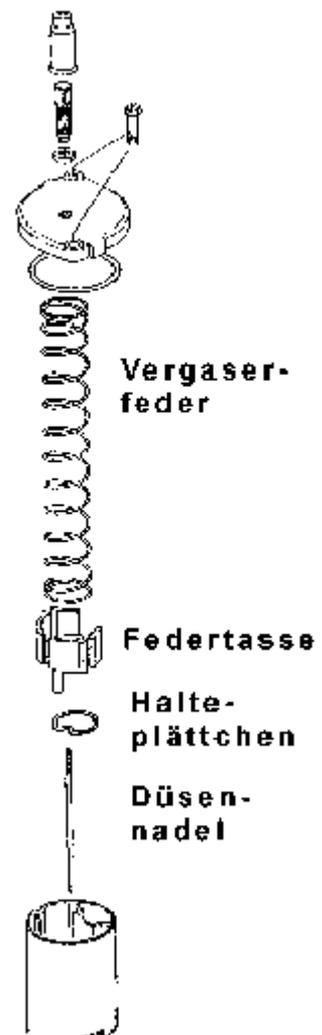
Mit der Lupe solltest Du auch die Düsenadel beäugen. Zeigen sich Abnützungserscheinungen an der Kerbe für das Halteplättchen ist nicht nur die Nadel, sondern auch das Halteplättchen auszuwechseln. Solche Abnützungserscheinungen entstehen bisweilen durch rotierende Düsenadeln. Warum bei einigen Motoren die Nadeln solange Pirouetten tanzen, bis sie an der Einkerbung für das Halteplättchen durchgeschliffen sind, weiß ich nicht, sie tun es aber. *)

Ausgeschlagene Nadeldüsen sind an den im konischen Teil geringfügig abgewetzten Nadeln erkennbar. Nadeldüse und Düsenadel müssen ausgewechselt werden.

Bei älteren Bing-Vergasern läßt sich der Vergaserdeckel falsch montieren, 180° verdreht zur richtigen Stellung. Die Vergaserfeder muß sich bei dieser Montagevariante mit S-Schlag in den Schieber krümmen. So dämlich, um so zu montieren, kann kein UL-Pilot sein, wirst Du jetzt sagen. Doch, ich kenne einen solchen Piloten, ich hab es selber gemacht. Anscheinend hatte ich viele Nachahmer, denn bei neuen Maschinen verhindert eine Bohrung und ein Stift diese Fehlmontage.

Auch die Reihenfolge der Bauteile im Schieber läßt sich vertauschen. Falsch: Halteplättchen der Düsenadel (Teil 5 in Bild 1) oberhalb der Federtasse (weißes Kunststoffteilchen, Teil 6 in Bild 1). Richtig: Halteplättchen der Düsenadel unterhalb der Federtasse.

Zukunftsmusik



Egal wie perfekt ein Vergaser gebaut ist, er kann niemals alle für die Gemischbildung relevanten Einflussgrößen berücksichtigen. Es wurden daher Einspritzsysteme mit elektronischer Steuerung entwickelt, bei denen der Treibstoff in den Ansaugkanal gespritzt wird. Die Elektronik erfaßt alle erforderlichen Daten und dosiert den Sprit perfekter, als dies jemals mit einem Vergaser möglich wäre.

Der nächste Schritt ist das elektronische Motormanagement. Hierbei wird nicht nur die Benzindosierung, sondern auch der Zündzeitpunkt von der Elektronik gesteuert.

Wahre Wunderdinge werden von einer elektronischen Direkteinspritzung für Zweitaktmotoren erzählt. Diese wurde im Umfeld der ehemaligen DDR-Zweitakterproduktion entwickelt, ist aber erst nach der Wende zur Serienreife gelangt. Bei dieser Einspritzung wird der Treibstoff erst nach dem Schließen der Auslaßschlitze über eine elektronische Steuerung direkt in den Brennraum gespritzt. Das Entweichen von unverbranntem Treibstoffgemisch über die Auslaßschlitze ist damit unterbunden, die Ursache des hohen Verbrauches der Zweitakter ist beseitigt.

Übrig bleiben die angenehmen Eigenschaften des Zweitakters, die einfache Bauweise, das geringe Gewicht und die hohe Störsicherheit.

Beim Gedanken an solche Entwicklungen komme ich ins Träumen. Alle Welt redet vom 3-Liter-Auto, warum spricht keiner vom 3-Liter-UL? Die passenden Motoren wären heute herstellbar. Hätten wir solche Triebwerke, könnte ich mit nur einer Tankfüllung bis Istanbul oder auf die Krim fliegen, nach Athen, Petersburg oder Madrid....

***) Nachtrag (geschrieben Ende 1998):**

In neueren Vergasern verhindert ein O-Ring das oben beschriebene Rotieren der Düsennadeln. Die Nachrüstung wird von Rotax empfohlen.

Zum Zeitpunkt des Artikels waren Einvergasermotoren der Stand der UL-Technik. Inzwischen hat Rotax die Fertigung der 582er Einvergaser-Modelle eingestellt. Hier deshalb eine Beschreibung der Einstellung von Zwei- oder Mehrvergaser-Anlagen.

1. Vordruck prüfen wie oben beschrieben. Der Benzinvordruck muß an jedem Vergaser bei jeder Drehzahl zwischen 0,2 und 0,5 bar liegen.
2. Schwimmernadeleinstellung an jedem Vergaser überprüfen wie oben für den Einvergaser-Motor beschrieben.
3. Düsen und Düsennadel an jedem Vergaser überprüfen wie oben für den Einvergaser-Motor beschrieben.

4. Vergaser-Synchronisationsgerät anschließen

Auf der Motorseite der Vergaser ist ein kleines, normalerweise durch eine Kunststoffkappe verschlossenes Röhrchen. Die Kunststoffkappe abziehen, so daß der Druck hinter dem Vergaserschieber geprüft werden kann. An jedem Vergaser ist an das Röhrchen ein Schlauch des Synchronisationsgerätes anzuschließen.

5. Motor starten und warm laufen lassen.

Achtung! die folgenden Arbeiten werden bei laufendem Triebwerk in unmittelbarer Nähe der Luftschraube durchgeführt. Besondere Vorsicht ist geboten.

Die Leerlaufstellschrauben aller Vergaser sind so einzustellen,

- daß jeder Vergaser den gleichen Druck im Ansaugkanal aufweist (die einzelnen Drücke sind ablesbar am Synchronisationsgerät) und
- daß der Leerlauf im richtigen Drehzahlbereich liegt.

Die maximale Differenz zwischen den Drücken hinter den einzelnen Vergasern sollte aus dem Manuel des Motorenherstellers entnommen werden.

Ist die Drehzahl im Leerlauf zu hoch, Leerlaufstellschrauben herausdrehen, ist der Leerlauf zu niedrig, diese Schrauben etwas hineinschrauben.

6. Luftregulierschrauben einstellen

Durch Drehen der Luftregulierschrauben ist an jedem Vergaser im Leerlauf die Einstellung zu suchen, bei der die höchste Drehzahl erreicht wird.

7. gegebenenfalls Leerlaufstellschrauben nochmals einstellen wie unter 4 beschrieben.

8. Vergaserschieber synchronisieren.

Durch Einstellen der Bowdenzug-Justierschrauben (Nr. 47 in Bild 1) sind die Bowdenzüge so einzustellen, daß alle Vergaserschieber beim Gasgeben gleichmäßig angehoben werden. Ist dies der Fall, so zeigt das Synchronisationsgerät bei jeder Gasstellung für jeden Vergaser gleiche Werte.

[Startseite](#)

[Technik](#)

Ultraleichtflug Schmidtler, D 80801 München, Wilhelmstr. 14
Tel. 0049-(0)89-392817, Fax 0049-(0)89-390755
mail UL@schmidtler.de
Weitere Informationen über uns finden Sie
[hier](#)