

Grundlagen der Gemischbildung 2

Sie erinnern sich an den ersten Teil, in dem darauf hingewiesen wurde wie wichtig die richtige Verlegung der Schwimmerkammerbelüftungsschläuche war?

Trotz korrekter Verlegung, kann es aber trotzdem zu Problemen kommen, wenn z.B. das Schlauchende durch äußere Verschmutzung (Kettenfett, Dreck bei Enduros uvm.) verstopft ist. Hier können zwei völlig gegensätzliche Störungen auftreten.

Im Fahrbetrieb kann es zu einer Gemischabmagerung kommen, bei stehendem Fahrzeug kann es zu einem Überlaufen des Vergasers kommen.

Wenn im Fahrbetrieb Kraftstoff verbraucht wird, ein Druckausgleich in der Schwimmerkammer wegen des verstopften Schlauches aber nicht möglich ist, sinkt der Kraftstoffstand in der Schwimmerkammer etwas ab, bevor das Schwimmernadelventil wieder öffnet. Durch das Absinken des Kraftstoffstandes wird aber gleichzeitig durch Raumvergrößerung der Druck oberhalb des Kraftstoffes reduziert. Da es im geschlossenen Schwimmerkörper keine Druckänderung gibt, erhöht sich die Auftriebskraft, das Schwimmernadelventil bleibt länger geschlossen und der Kraftstoffstand sinkt tiefer ab, als eingestellt - Gemischabmagerung mit Leistungsverlust ist die Folge.

Bei Vergasern, die nach Abstellen des Motors der Abwärme ausgesetzt sind (z.B. Vergaser im V-Motor) kann sich durch die geschlossene Schwimmerkammerbelüftung ein gegenteiliger Effekt ergeben. Durch die Restmotorwärme wird der Kraftstoffvorrat in der Schwimmerkammer erwärmt. Der Kraftstoff beginnt zu vergasen. Da kein Druckausgleich möglich ist, erhöht sich der Druck in der Schwimmerkammer.

Da auch hier innerhalb des Schwimmerkörpers keine Druckänderung erfolgt, reduziert sich die Auftriebskraft des Schwimmerkörpers. Das Schwimmernadelventil öffnet und Kraftstoff fließt in die Schwimmerkammer. Der nachfließende Kraftstoff kann nun über die Haupt- und Leerlaufdüsen Systeme in Form eines kleinen Springbrunnens austreten. Der auslaufende Kraftstoff kann dabei das Kurbelgehäuse vollständig fluten. Spätestens bei einem Startversuch besteht hier natürlich die Gefahr eines Dichtungsschadens oder schlimmer noch die Gefahr der Beschädigung von Kolben oder Pleuel (Abriss).

Um derartige Schäden zu verhindern, sollten bei Inspektionen und Wartungsarbeiten sowohl die Gängigkeit der Schwimmerkammerbelüftungsschläuche als auch die Funktion der Benzinähne kontrolliert werden.

Funktionskontrolle der Benzinhähne ist besonders bei 2-Takt Motoren wichtig, da die Schließfedern der automatischen Membranbenzinhähne sehr schwach ausgelegt sind (geringerer Saugrohrabfall) und es durchaus zum „kleben“ der Membranen in geöffneter Stellung kommen kann.

Startsystem:

Wenn nun der Kraftstoffvorrat in der Schwimmerkammer nach Herstellervorgabe richtig eingestellt ist und die Steuerung korrekt funktioniert, steht einem Start des Fahrzeuges nichts im Wege.

Waren bei älteren Vergasern Tupfer und Starterklappen als Startsysteme vorhanden, kommen bei den heutigen Vergasern ausschließlich Startvergaser (Starterventile) zum Einsatz. Bei diesen Systemen handelt es sich praktisch um einen Vergaser im Vergaser. Zu jedem Vergaser gehören immer folgende Systeme:

1. Kraftstoffvorrat
2. Kraftstoffdüse
3. Luftdüse zum Vorverschäumen
4. Mischrohr zum Vermischen von Kraftstoff und Luft.
5. Venturirohr
6. Steuerung.
7. Austrittsöffnung

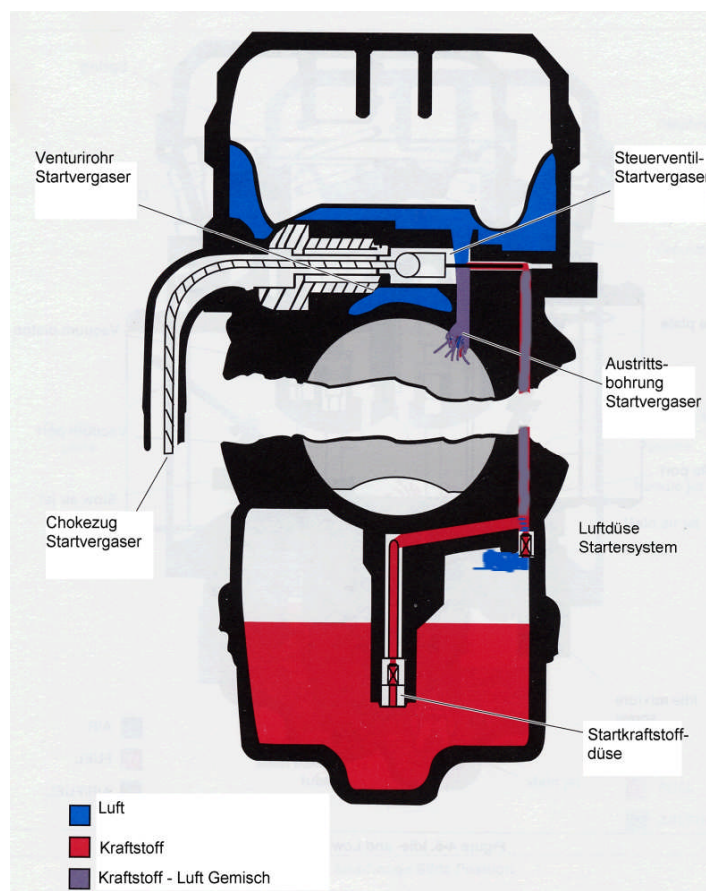


Abb 01 Startsystem mit Startvergaser

Beim Start des kalten Motors wird ein extrem fettes Kraftstoffluftgemisch ($\lambda = 0,2$ bis $0,5$) benötigt, da nur die bei niedrigen Temperaturen siedenden Kraftstoffteilchen vergasen. Zudem schlägt sich ein Teil des vergasteten Kraftstoffes sofort wieder an den kalten Ansaugrohren, Ventilen oder Zylinderwänden nieder. Dieses extrem fette Kraftstoff-Luftgemisch kann von den normalen Düsensystemen nicht geliefert werden. Daher wird ein zusätzlicher Vergaser, der Startvergaser, benötigt.

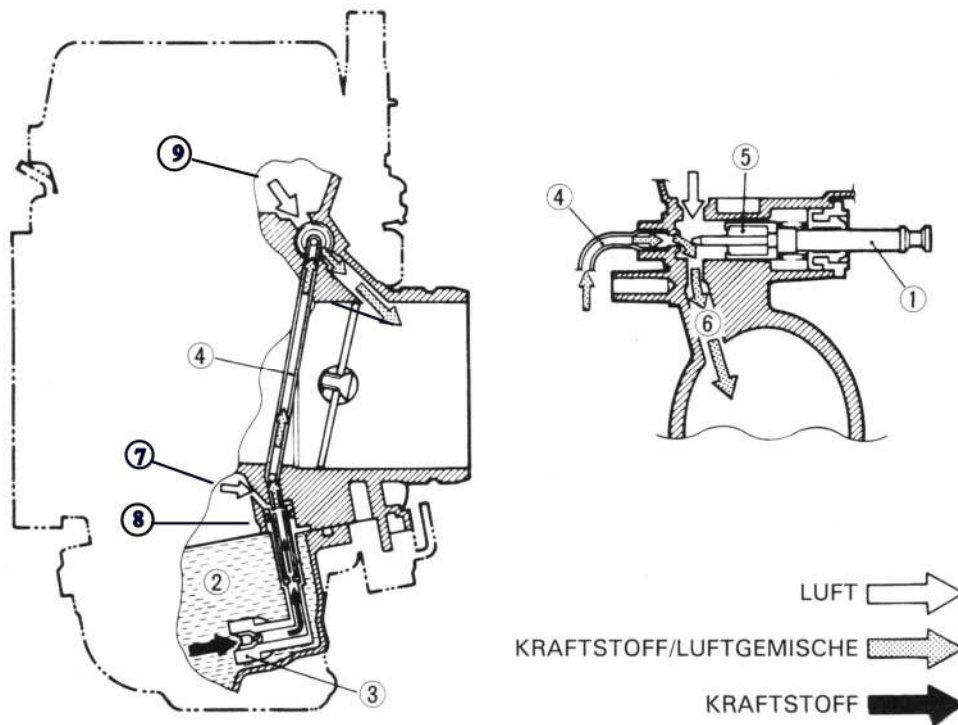


Abb 02 Startvergaser

Beim Startvorgang muss die Drosselklappe geschlossen sein (kein Gas geben), damit bei geöffnetem Starterventil eine möglichst große Luftmenge durch das Venturirohr des Startvergasers angesaugt wird. Die Öffnung des Venturirohrs beginnt häufig bei CV-Vergasern unterhalb der Schiebermembran (und damit im Bereich des Atmosphärendrucks) kann aber auch als Bohrung durch den Vergaser verlaufen. Durch die sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit im Starterventurirohr kommt es zu einem großen Druckabfall im Starterkraftstoffsystem. In der kleinen Kammer zwischen Startkraftstoffdüse und Mischkammer ist das Niveau des Kraftstoffes aufgrund der Kapillarwirkung etwas höher als in der umgebenden Schwimmerkammer. Durch den großen Druckabfall steigt der Kraftstoff im Steigrohr (Nr. 4) nach oben und wird dabei mit Luft aus der Startluftdüse vorverschäumt. Durch das Vorverschäumen wird die kompakte Kraftstoffmasse „aufgelockert“ und kann beim Austritt in deutlich kleinere und feinere Kraftstoffpartikel zerstäubt werden. Durch die feinere Zerstäubung erhöht sich die Anzahl der Kraftstofftröpfchen und damit der Oberfläche. Durch die größere Oberfläche kann der Kraft-

stoff vollständiger und schneller vergast werden und steht somit der Gemischbildung zur Verfügung. Aus der Austrittsbohrung tritt der Startkraftstoff zwischen Drosselklappe und Einlassventil aus. Sobald der Motor die ersten Arbeitstakte erfolgreich absolviert hat und damit eine Temperaturerhöhung der Bauteile eintritt, muss nun aber das extrem fette Kraftstoff-Luftgemisch etwas abgemagert werden ($\lambda = 0,5$ bis $0,7$), da ansonsten nach wenigen Sekunden Motorlauf der Motor wegen Überfettung absterben würde. Diese Abmagerung geschieht ohne zutun des Fahrers. Die geringe Kraftstoffmenge zwischen Starterkraftstoffdüse und Mischkammer ist nach wenigen Sekunden verbraucht, die aus der Schwimmerkammer nachlaufende Kraftstoffmenge wird aber durch die Starterkraftstoffdüse begrenzt. Dies hat ein Absinken des Kraftstoffstandes im Startersystem und damit eine größere Höhendifferenz zur Folge. Bei gleichem Druckabfall ergibt die größere zu überwindende Förderhöhe eine geringere Kraftstoffmenge und damit ein weniger fettes Startgemisch, wie es für die ersten ein oder zwei Minuten Motorlauf erforderlich ist.

Wegen dieses Absinkens des Kraftstoffniveaus sollte übrigens auch ein erfolgloser Startversuch nach etwa 15 bis 20 Sekunden abgebrochen werden. Nach kurzer Wartezeit (ca. 30 Sekunden) hat sich die Kraftstoffnebenkammer wieder befüllt und es steht wieder die richtige Kaltstartkraftstoffmenge zur Verfügung. Angenehmer Nebeneffekt: Die Batterie erholt sich etwas und durch die höhere Spannung kann der Anlassermotor mit höherer Starterdrehzahl den Motor durchdrehen. Höhere Starterdrehzahl wiederum bedeutet größere angesaugte Luftmenge und damit stärkeren Venturieffekt.

Wird während des Startvorganges die Drosselklappe geöffnet („Gas gegeben“) saugt der Motor die Luftmenge nicht mehr über den Startvergaser an, sondern an dem vergrößerten Drosselklappenspalt – die Funktion des Startvergasers ist nicht mehr gewährleistet. Um die Wirkung des Startersystems zu erhöhen (z.B. bei extrem niedrigen Temperaturen) kann die Drosselklappe zeitweilig weiter geschlossen werden („Leerlaufdrehzahl niedriger einstellen“).

Sobald die Phase der ersten ein oder zwei Minuten abgeschlossen ist, muss der Fahrer durch manuelles Nachregeln des Steuerventils den Startvergaser nach und nach schließen ($\lambda = 0,7$ bis $1,0$), bis bei zunehmender Motortemperatur das Leerlaufsystem die weitere Motorfunktion sicherstellt.

Die manuelle Regelung des Steuerventils kann auch durch eine automatische Regelung (z.B. beim Roller) ersetzt werden. Hier kommen üblicherweise elektrisch beheizte Dehnstoffelemente zum Einsatz. Die elektrische Beheizung ist nur dann in Funktion, wenn der Motor auch tatsächlich läuft und wird daher häufig direkt mit Generatorspannung versorgt.

Leerlaufsystem:

Auch zum Leerlaufsystem gehören wieder die bereits genannten 7 Grundelemente eines Vergasersystems.

Aufgabe des Leerlaufsystems ist es, dem Motor eine ausreichende Gemischmenge und damit Energiemenge zur Überwindung der inneren Reibung zur Verfügung zu stellen. Die mit dem Leerlaufsystem verbundenen Übergangseinrichtungen (Bypassbohrungen) stellen sicher, dass der Motor aus dem Leerlauf in den Teillastbereich beschleunigt werden kann. Bei dem derzeitigen Abgasmessverfahren nach ECE Regelung Nr. 40 bzw. 47 hat aber das Leerlaufsystem erheblichen Einfluss auf die Abgasgrenzwerte.

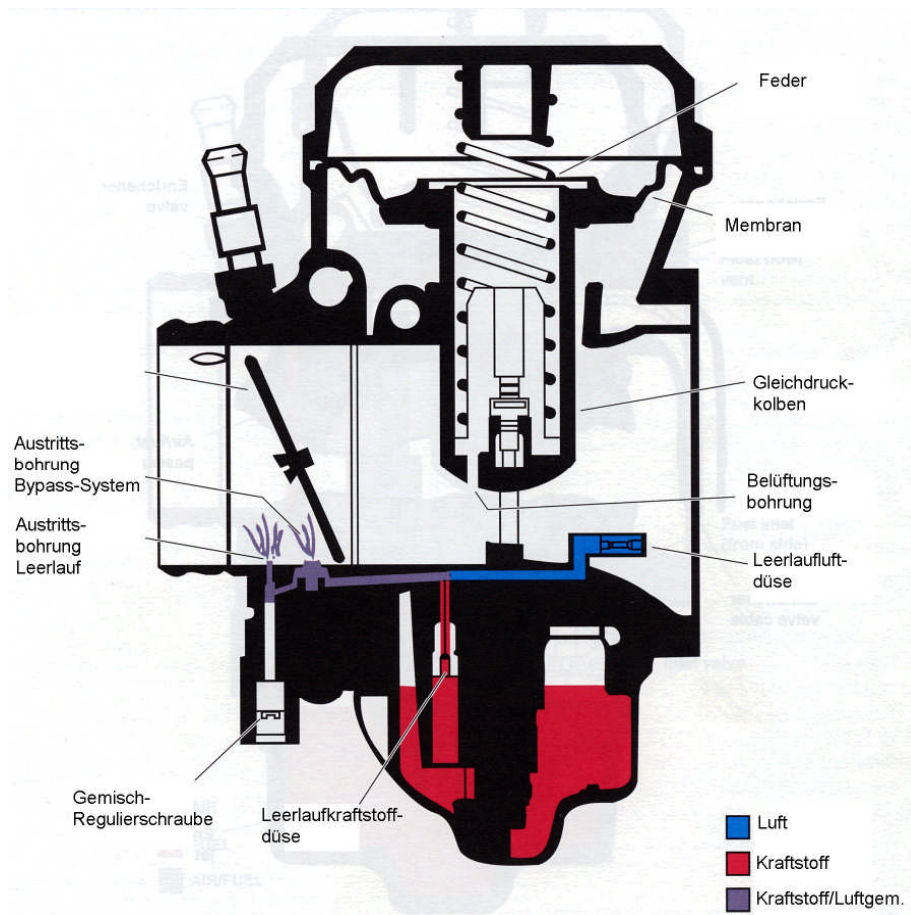


Abb 03 Leerlaufsystem

Im Leerlauf ist die Drosselklappe bis auf einen kleinen Spalt geschlossen. Am Drosselklappenspalt herrschen Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 400 m/s und daraus resultierend ein relativ großer Druckabfall. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass vor der Drosselklappe aufgrund des großen Querschnitts die Strömungsgeschwindigkeiten sehr gering sind und nach der Drosselklappe aufgrund der Massenträgheit der Luft die Strömungsgeschwindigkeit auch an der Austrittsbohrung noch sehr hoch ist. Der Druckabfall an der Austrittsbohrung setzt sich in das gesamte Leerlaufsystem fort. Der Atmosphärendruck in der Schwimmerkammer drückt nun Kraftstoff durch die Leerlaufkraftstoffdüse in das Mischröhrchen, wo der Kraftstoff mit Luft aus der Leerlaufluftdüse vorverschäumt wird. Auch hier dient die Vorverschäumung wieder der feineren Zerstäubung. Luft (Gasgemisch) hat im Gegensatz zu einer Flüssigkeit (hier Kraftstoff) aber noch einen entscheidenden Unterschied aufzuweisen. Gase sind im Gegensatz zu den meisten Flüssigkeiten kompressibel. Während sich die meisten Flüssigkei-

ten bei einem Druckabfall nur wenig ausdehnen, dehnen sich Gase sehr weit aus, d.h. sie nehmen einen größeren prozentualen Rauminhalt ein.

Wenn aufgrund des Druckabfalls Gase aber einen größeren Rauminhalt einnehmen, bleibt für den Kraftstoff nur noch weniger Raum übrig, so dass es zu einer Reduzierung des Kraftstoffanteils und damit Abmagerung des Gemisches kommt.

Das vorverschäumte Kraftstoff-Luftgemisch wird nun weiter Richtung Bypassraum transportiert. Hier sind meist 2 bis 4 kleine Bohrungen zum Venturirohr vorhanden. Die vorderste Bohrung befindet sich unmittelbar in der Nähe des Drosselklappenspaltes, die übrigen Bohrungen sind weiter hinten in Richtung Luftfilter angebracht.

Da die hinteren Bypassbohrungen in einer Zone niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit liegen, herrscht dort im Venturirohr ein höherer Druck als nach der Drosselklappe an der Leerlauf-Austrittsbohrung und dem damit verbundenen Bypassraum. Weitere Luft gelangt daher bei Leerlauf über die Bypassbohrungen in das Leerlaufsystem und magert das Leerlaufkraftstoff-Luftgemisch ab. Dieses abgemagerte Gemisch ($\lambda = 0,95$ bis $1,0$) tritt zu einem geringen Teil an der vordersten Bypassbohrung (Nr. 6) aus und zum größten Teil über den Ringspalt an der Austrittsbohrung (Nr. 7). Die Größe des Ringspaltes wird über die Gemischregulierschraube eingestellt. Hineindrehen der Gemischregulierschraube bedeutet kleinerer Ringspalt und damit weniger Austrittsmenge (= mageres Leerlaufgemisch), herausdrehen der Gemischregulierschraube bedeutet größeren Ringspalt und damit mehr Austrittsmenge (= fettes Leerlaufgemisch).

Beim Umgang mit den Gemischregulierschrauben ist im wahrsten Sinne des Wortes „Fingerspitzengefühl“ angebracht. Durch zu festes Anziehen der Gemischregulierschrauben bei der Vergasergrundeinstellung können die häufig leicht konisch geformten Spitzen der Gemischregulierschraube die Austrittsbohrung irreparabel aufweiten, die Gewindeflanken beschädigt werden oder schlimmer noch, die Spitzen können in der Austrittsbohrung abreißen. Eine abgerissene Schraubenspitze kann fast nie mehr entfernt werden und führt zum Austausch des Vergasers.

Bei der Grundeinstellung ist es wichtig, die Gemischregulierschrauben mit Gefühl (!) einzudrehen und dann auf den vorgeschriebenen Grundöffnungswert (meist 1,5 bis 2,5 Umdrehungen) zu öffnen. Um den richtigen Grundöffnungswert einzuhalten, müssen Fahrzeug, Ausführungsvariante und Baujahr anhand der technischen Grundlagen (Vergaserkennzeichnung, Leistungsvariante und Fahrzeugidentnummer) zweifelsfrei identifiziert werden. Bei Mehrvergaseranlagen ist es zudem wichtig, dass alle Vergaser die gleiche Grundeinstellung erhalten. Sollten bei Reinigungsarbeiten die Gemischregulierschrauben entfernt werden, ist darauf zu achten, dass die Schrauben fast immer mit einer kleinen Scheibe (Federsitz), einer Feder und einem Gummidichtring montiert sind. Häufig werden bei der

Demontage Schraube, Feder und Scheibe entfernt und der O-Ring verbleibt im Vergaser. Wird nun das Leerlaufsystem mit Druckluft ausgeblasen, wird der O-Ring herausgeblasen und verschwindet irgendwo auf dem Werkstattfußboden. Durch den fehlenden O-Ring gelangt Falschluf in das Leerlaufsystem, die zu einer unkontrollierten Abmagerung und damit schlechtem Motorlauf führt.

Neben der abgebildeten Gemischregulierschraube kommen vereinzelt auch noch Luftregulierschrauben zum Einsatz. Die Luftregulierschrauben lassen sich häufig aufgrund der Form (Spitze = stumpfer Kegel), immer jedoch aufgrund der Lage identifizieren. Luftregulierschrauben sitzen immer zwischen Atmosphärendruck (Airboxdruck) und Leerlaufkraftstoffdüse. Die Gemischregulierschrauben hingegen sitzen immer zwischen Leerlaufkraftstoffdüse und Austrittsbohrung.

Bei den Luftregulierschrauben bewirkt hineindreher weniger Leerlaufuft und damit fetteres Gemisch, herausdrehen mehr Leerlaufuft und damit mageres Gemisch.

Übergangseinrichtungen

Den Bypassbohrungen kommt beim Übergang vom Leerlauf zum Teillastbetrieb (Teillast = teilweise geöffnete Drosselklappe) erhöhte Bedeutung zu.

Wenn der Fahrer beginnt die Drosselklappen zu öffnen herrschen noch sehr niedrige Drehzahlen (meist 1000 bis 1500 min^{-1}) und damit niedrige angesaugte Luftmengen. Würde nun die Drosselklappe geöffnet und damit der Strömungsquerschnitt vergrößert, sinkt die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb des Venturirohrs erheblich ab. Durch die reduzierte Strömungsgeschwindigkeit tritt weniger Druckabfall auf und damit weniger Leerlaufgemisch aus. Der Motor würde ein sehr mageres Kraftstoff-Luftgemisch erhalten und absterben. Aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten kann auch am Teillastsystem kaum Kraftstoff austreten.

Es muss also ein System vorhanden sein, das bei Öffnungsbeginn der Drosselklappen den notwendigen zusätzlichen Kraftstoff liefert um einen Drehzahlgewinn und damit größere angesaugte Luftmenge zu ermöglichen. Diese Aufgabe übernehmen die Bypassbohrungen.

Wird die Drosselklappe aus der Leerlaufstellung heraus geöffnet, bewegt sich der Drosselklappenpalt über die Bypassbohrungen. Die Bypassbohrungen gelangen jetzt nach und nach in den Bereich der erhöhten Strömungsgeschwindigkeit und des daraus resultierenden Druckabfalls. Es gelangt nun über die Bypassbohrungen keine Luft mehr in das Leerlaufsystem sondern Leerlaufgemisch tritt aus den Bypassbohrungen aus. Die Zusammensetzung des Leerlaufgemisches wird jetzt nur noch über die Leerlaufkraftstoffdüse und die Leerlaufuftdüse bestimmt. Das Gemisch wird dabei auf einen Wert von $\lambda \sim 0,8$ bis $0,9$ angefettet. Dieses fettere Gemisch ermöglicht nun eine schnellere Verbrennung (Flammfrontgeschwindigkeit bei Leerlauf ca 20 – 25 m/s; bei fettem Gemisch ca. 30 – 35 m/s). Schnellere Verbrennung bedeutet aber wiederum eine höhere Brennraumtemperatur und daraus re-

sultierend einen höheren Verbrennungsdruck der eine Zunahme der Motordrehzahl bewirkt bis das Teillastsystem ausreichende Wirkung aufweist.

Merke:

- **Bei allen Vergaserarbeiten Sicherheitsbestimmungen beachten (siehe Teil 1) und am Arbeitsplatz für Sauberkeit sorgen.**
- **Technische Werte des Fahrzeuges anhand von Identnummer des Fahrwerkes und der Vergaserkennzeichnung festlegen.**
- **Hineindreihen von Luftregulierschrauben bewirkt fettes Gemisch, herausdrehen mageres Gemisch (qualitative Regelung)**
- **Hineindreihen von Gemischregulierschrauben bewirkt mageres Gemisch, herausdrehen fettes Gemisch (quantitative Regelung)**
- **Auf O-Ringe, Scheiben und Federn achten.**