

MOTORRAD-Technik

Sonderprobleme

Vergasertechnik

Das zur Verbrennung und für die Antriebsenergie nötige Kraftstoff-Luft-Gemisch erhalten Motorradmotoren durch Vergaser.

Vergaser und Einspritzanlagen – Gemischbildner genannt – erfüllen die gleichen Aufgaben. Die einen holen sich jedoch ihr Futter selbst, den anderen wird es aufgezwungen. Das Innenleben von Vergasern, die richtig eigentlich Zerstäuber heißen müßten, ist recht diffizil, aber nicht undurchschaubar.

Ein Verbrennungsmotor wirkt auch als Pumpe (Ansaugtakt) und saugt durch ein Rohr Luft an. Alle Luftteilchen besitzen denselben Gesamtdruck, da auf alle vor dem Rohr der gleiche atmosphärische Druck wirkt und auf der anderen Seite alle unter der gleichen Saugwirkung des Motors stehen.

Der Gesamtdruck ist die Summe aus dynamischem (auch Staudruck) und statischem Druck. Der Staudruck wächst mit der Geschwindigkeit der Luftteilchen an, dafür fällt der statische Druck, da die Summe stets gleichbleibt.

Verengt man das durchströmte Rohr an einer Stelle, so erhöhen sich dort Luftgeschwindigkeit und Staudruck, während der statische Druck um das gleiche Maß sinkt. Er wird niedriger als im übrigen Rohr und in der Atmosphäre vor dem Rohr. Es entsteht ein statischer Unterdruck. Die Vergasertechnik nutzt dieses Verhalten mit einer absichtlich angebrachten Verengung des Strömungsquerschnitts, der dort Lufttrichter heißt (Bild 1).

Dipl.-Ing. Willy Hoffmann, 46, Geschäftsführer und Technischer Leiter der Fritz Hintermayr GmbH, arbeitete in der Motorenentwicklung bei Fichtel & Sachs, später auch in der Luftfahrttechnik, und ist seit 17 Jahren für die Entwicklung von Bing-Vergasern verantwortlich.



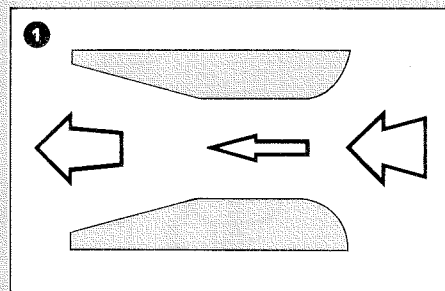
Der statische Luftdruck, auch der in einer Strömung, ist am einfachsten mit einem U-Rohr-Manometer (Bild 2) zu messen. Das Prinzip ist simpel: In einem U-Rohr stellt sich auf beiden Seiten die gleiche Spiegelhöhe ein. Saugt man an einem Ende des gebogenen Rohrs, so wird dort die Flüssig-

keit entsprechend der Saugwirkung ansteigen und bei entsprechendem Unterdruck ausfließen. Logisch, daß auf der anderen Seite der Pegel fällt.

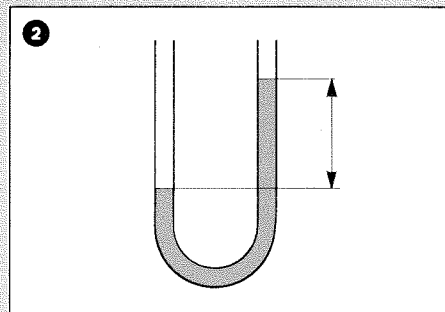
Mit dem Manometer wird jetzt der Druck in der Luftströmung durch einen Lufttrichter (Bild 3) erfaßt. Schiebt man das eine Rohrende quer in die Strömung, so zeigt die Höhendifferenz der beiden Spiegel den statischen Druck an. Richtet man die Rohröffnung gegen die Strömung, so erhält man den Gesamtdruck.

Wie erwähnt, kann an einem Ende eines U-Rohr-Manometers Flüssigkeit austreten, wenn dort der Unterdruck eine gewisse Mindesthöhe erreicht. Das U-Rohr entleert sich, wenn nicht am anderen Ende Flüssigkeit nachfließt. Ergo muß sie von außen zugeführt werden, um die Pegelhöhe zu erhalten.

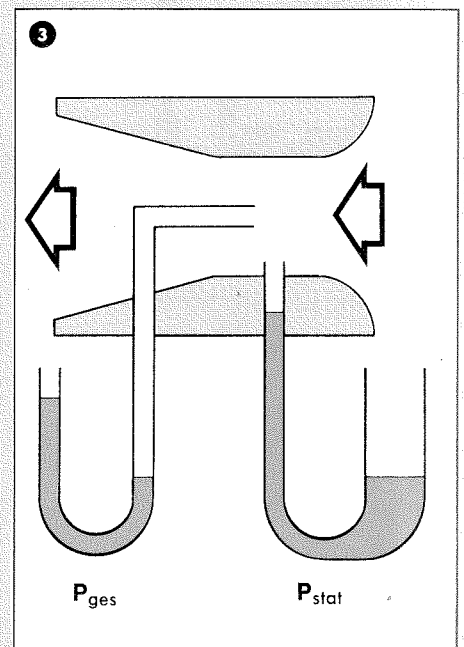
Die Zuflußregelung übernimmt zum Beispiel ein Körper, der in der Flüssigkeit schwimmt und bei Überschreitung der vorgesehenen Spiegelhöhe den Zulauf verschließt.



Im Lufttrichter steigt der Staudruck, der statische Druck sinkt



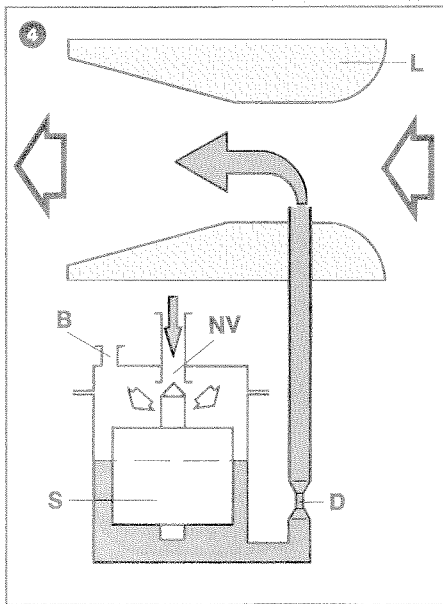
U-Rohr-Manometer: Die Druckdifferenz bewirkt unterschiedlichen Pegel



Manometer mit Lufttrichter: Überdruck im linken (Gesamtdruck), Unterdruck im rechten Rohr (statischer Druck)

Wenn zusätzlich noch der Durchfluß per Verengung am U-Rohr gedrosselt wird, hat man schon die einfachste Form eines Schwimmervergasers (Bild 4).

Im Lufttrichter (L) verursacht die durchströmende Luft einen Unterdruck, der Kraftstoff aus dem Schwimmergehäuse (S) durch die Düse (D) hindurch ansaugt. Über das Nadelventil (NV) fließt Kraftstoff nach, bis der aufsteigende Kraftstoff den Schwimmer (S) so weit angehoben hat, daß er mit der Schwimbernadel das Nadelventil verschließt. Wichtig dabei ist die Schwimmergehäusebelüftung (B) als zweite Öffnung des U-Rohr-Manometers.



Einfachster Vergaser mit Lufttrichter (L), Drosselstelle (D), Schwimmer (S), Nadelventil (NV), Belüftung (B)

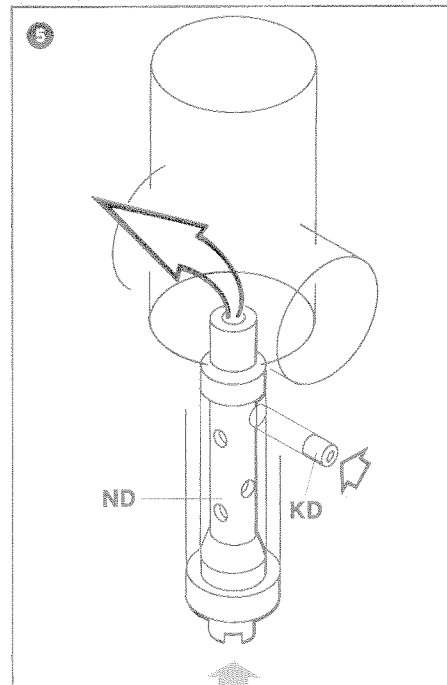
Der Motor verlangt vom Vergaser, daß er ein Kraftstoff-Luft-Gemisch mit einer bestimmten Zusammensetzung und Mischqualität zuliefert, und zwar abhängig von der erforderlichen Leistung. Aufgaben des Vergasers sind also:

- Gemischregelung
- Gemischaufbereitung
- Mengenregelung.

Für Motorbetrieb mit vollem Ansaugquerschnitt, also Vollgas, genügt zunächst der beschriebene einfache Vergaser (Bild 4). Bei beliebiger Motordrehzahl dosiert man durch Wahl einer

geeigneten Größe der Düse (D) die angesaugte Kraftstoffmenge so, daß im Lufttrichter beispielsweise 14,8 Gewichtsteilen Luft ein Gewichtsteil Kraftstoff zugeführt wird. Dieses Mischungsverhältnis benötigt der Motor im Idealfall für vollkommene Verbrennung. Der tatsächliche Motor, der ja nicht vollständig verbrennt, erfordert je nach Belastung und Drehzahl ein kraftstoffreicheres oder -ärmeres Gemisch.

Saugt der Motor bei höherer Drehzahl mehr Luft an, so bliebe, abgesehen von Strömungsverlusten, das einmal gewählte Mischungsverhältnis erhalten, wäre nicht die Luft zusammendrückbar – „kompressibel“. Sie dehnt sich mit steigendem Unterdruck im Lufttrichter aus, weshalb das angesaugte Luftgewicht weniger ansteigt als das Kraftstoffgewicht. Das Gemisch wird reicher oder fetter.



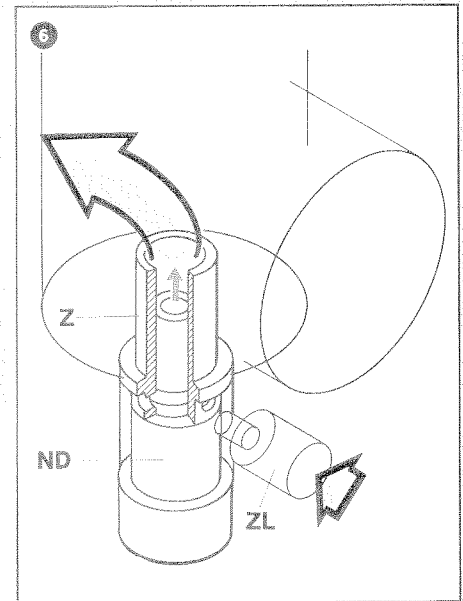
Mit der Korrekturluftdüse (KD) wird die Benzinzufuhr abgemagert

Um das Mischungsverhältnis konstant zu halten, wird der Kraftstoff vor seinem Austritt in den Lufttrichter abgebremst, indem ihm Bremsluft beigegeben wird (Bild 5). Sie korrigiert den Fehler und heißt deshalb auch Korrekturluft. Ihre Menge ist mit einer Korrekturluftdüse (KD) bestimmt.

Eine weitere Einflußmöglichkeit wäre, dem Kraftstoff erst nach seinem Austritt in den Lufttrichter Luft beizumischen (Bild 6), die als Zerstäubungsluft den Kraftstoffstrom zersplittert.

Nun läuft ein Motor natürlich nicht immer unter Vollgas. Unter Teillast muß das Gemisch weniger werden, allerdings mit ungefähr dem gleichen Mischungsverhältnis wie unter Vollast. Man verringert die angesaugte Menge, indem der Querschnitt im Lufttrichter oder nach dem Lufttrichter willkürlich verengt wird, den Querschnitt also drosselt. Von den vielen Drosselorganen im Lauf der Motorenentwicklung haben sich praktisch nur der quer zur Strömung eintauchende Gasschieber und die Drosselklappe (Bild 7) hinter dem Lufttrichter erhalten. Drehschieber, Längsschieber, Irisblenden und andere Exoten sind zu aufwendig in der Herstellung und auch im Betrieb mit mechanischen Problemen behaftet.

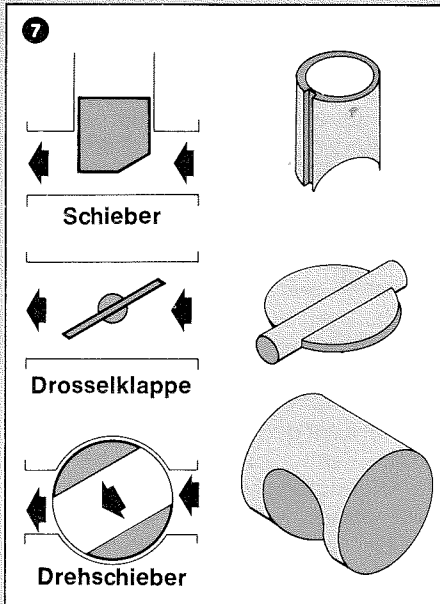
Die Drosselklappe wird stets hinter dem Lufttrichter angeordnet (Bild 8). Mit dem allmählichen Schließen sinkt



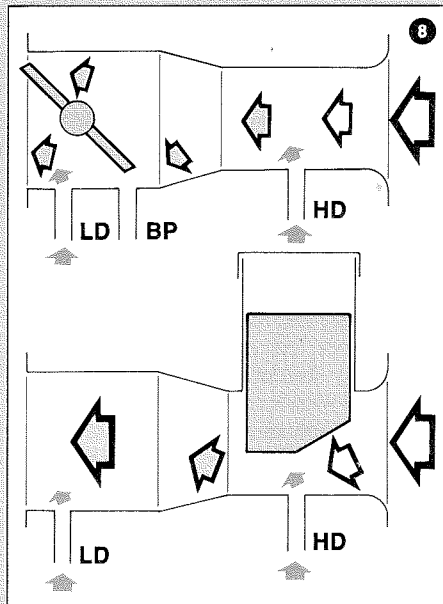
Korrektur durch Zerstäubungsluft (ZL) im Hauptluftstrom: Die zugeführte Luft zersplittert den Kraftstoffstrom

die Luftgeschwindigkeit im Lufttrichter, bis der Unterdruck nicht mehr ausreicht, Kraftstoff aus dem Düsensystem zu saugen. Dagegen ergibt sich jetzt eine neue Verengung um die Drosselklappe herum, die sich wieder wie ein Lufttrichter benimmt. Also bringt man dort in der Rohrwand sogenannte Übergangs- oder Bypass-Bohrungen (BP) an und verbindet sie mit der Schwimmerkammer. Der Unterdruck an der Drosselklappenkante führt dann den nötigen Kraftstoff der Luft zu.

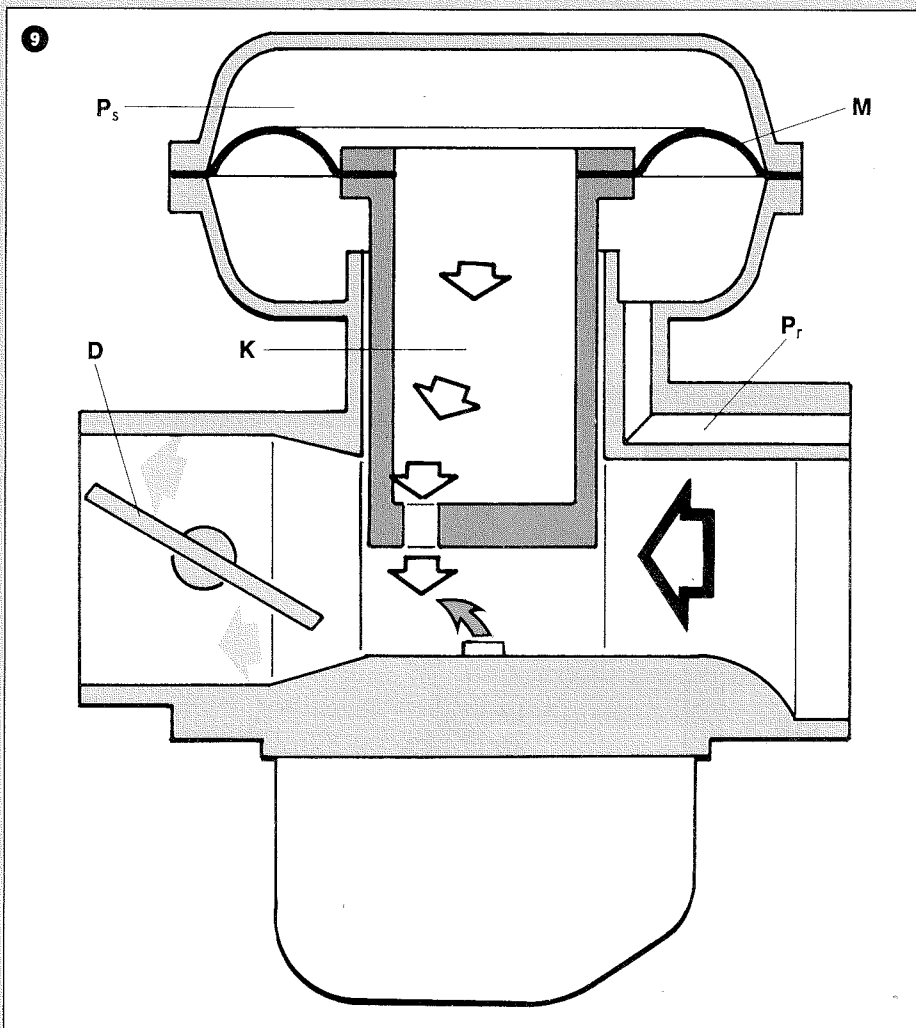
Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß der Unterdruck auf die Übergangs-



Regelung der Luftzufuhr durch Schieber (oben), Drosselklappe (Mitte) und Drehschieber (unten). Beim Motorrad sind Schieber üblich



Der Drosselklappenvergaser (oben) braucht im Teillastbereich eine zweite Kraftstoffzufuhr, der Schiebervergaser nur im Leerlauf



Gleichdruckvergaser: Der an der Membran (M) aufgehängte Schieber regelt durch den Druck im Trichter (P_s) und im Rohr (P_r) automatisch die Luftzufuhr

bohrungen mit zunehmender Öffnung der Drosselklappe rascher oder langsamer absinkt als der Unterdruck im ~~Lufttrichter~~ ansteigt. Treffen ungünstige Bedingungen zusammen, so ergibt sich das berühmte Gasloch, wo der Motor ein zu kraftstoffarmes oder -reiches Gemisch bekommt.

¹Lufttrichter

Viel günstiger als der Drosselklappenvergaser verhält sich ein Schiebervergaser, dessen Schieber den Querschnitt des Lufttrichters in der Nähe des Kraftstoffaustrittes verengt. Die bei teilweise geschlossenem Gasschieber verringerte Luftmenge durchströmt den freigelassenen Querschnitt noch immer mit hoher Geschwindigkeit. Der Unterdruck reicht dort zum Fördern von Kraftstoff aus, bis der Schieber fast ganz geschlossen ist. Dann erst – im Leerlauf – muß Kraftstoff hinter dem Lufttrichter eingebracht werden. Das beim Drosselklappenvergaser erwähnte Loch kann sich also beim Schiebervergaser – wenn überhaupt bemerkbar – nur in Leerlaufnähe auftun.

Als Kombination beider Vergasertypen kann der Gleichdruckvergaser (Bild 9) angesehen werden. Die Nachteile des Drosselklappenvergasers mit festem Lufttrichter behebt bei diesem Vergasertyp ein zusätzlicher Gasschieber, der den Querschnitt des Lufttrichters automatisch verengt, um auch bei geringem Luftdurchsatz dort eine Mindestgeschwindigkeit und einen Mindestunterdruck zu erhalten. Meist hängt dieser Schieber an einer Membrane.

Der Unterdruck im Lufttrichter überträgt sich durch eine Öffnung auf die Oberseite der Membrane, während die Unterseite mit dem geringeren Unterdruck vor dem Vergaser verbunden ist. Der Unterdrucküberschuß auf der Oberseite der Membrane genügt, um den Schieber gegen die Wirkung seines Gewichtes und einer zusätzlichen Feder anzuheben.

Ein Gleichdruckvergaser läßt sich oft so abstimmen, daß auf Kraftstoffzufuhr im Bereich der Drosselklappe ganz verzichtet werden kann. Ein weiterer Vorteil des Systems liegt darin, daß bei sehr rasch geöffnetem Drosselorgan (hier Drosselklappe) sofort ein Unterdruck im Lufttrichter zur Verfügung steht und Kraftstoff ansaugt, während zumindest ein Drosselklappenvergaser der Mithilfe einer Beschleunigungspumpe bedarf.

MOTORRAD-Technik

Sonderprobleme

Die Betrachtung der Gemischbildung bei Teillast soll sich hier auf den für Zweiradfahrzeuge bevorzugten Schiebervergaser beschränken. Im Idealfall, den es im übrigen nicht gibt, würde sich auch in einem teilweise verengten Lufttrichter noch immer das gleiche Mischungsverhältnis zwischen Luft und Kraftstoff einstellen wie unter Vollast. Der Verlauf der Luftströmung unter einem Gasschieber mit Ausnehmungen, scharfen Kanten und ähnlichem ist jedoch alles andere als ideal.

Zur Störung der Verhältnisse trägt auch der Motor selber bei, der nicht glatten Luftstrom einatmet, sondern auch pulsierend zurückbläst. Das Gemisch wird dadurch meist angereichert.

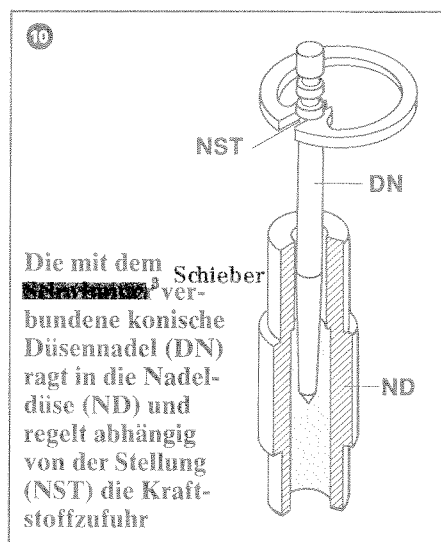
Da der Motor ohnehin bei geringer Last einen Kraftstoffüberschuß braucht, ist das nicht ganz unerwünscht. Den Rest besorgt die sogenannte Düsennadel, die mit dem Gasschieber verbunden ist und in die Kraftstofföffnung, die Nadeldüse, eintaucht (Bild 10). Das eintauchende Ende ist konisch mit einem oder zwei Kegeln ausgeführt. Im Gasschieber kann die Nadel in verschiedenen hohen Stellungen befestigt werden.

Bei sehr geringer Belastung des Motors nutzt man zusätzlich die vorher als störend beschriebenen Ausnehmungen des Gasschiebers, um das Mischungsverhältnis zu verschieben. Das erspart kostspielige Gestaltungen der Düsen-

nadel in einem Bereich von nur wenigen Millimetern Gasschieberhub über Leerlauf.

Zur Anpassung von kleinen Schiebervergäsern an besonders anspruchslose Motoren genügt mitunter eine geschickte Gestaltung des Gasschiebers. Solche nadellosen Vergaser kommen ohne Düsennadel und Nadeldüse aus.

Wenn dann – bei noch geringerem Gasschieberhub – die Strömung im Lufttrichter zusammenbricht, wird der Kraftstoff hinter dem Schieber zugeführt, wo noch brauchbarer Unterdruck herrscht. Er wird schon vor seinem Austritt mit Luft vermischt (Bild 11 und 12), deren Menge mit einer Leerlaufdüse (LLD) oder einer Luftregulierschraube (LRS) dosiert wird.

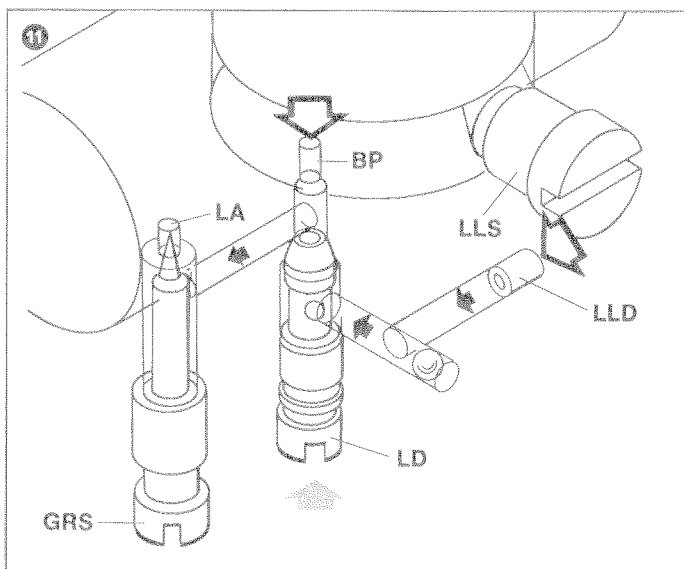


Den Kraftstoff bemißt die Leerlaufdüse (LD). Die Menge des austretenden Vorgemisches kann bei manchen Vergäsern zusätzlich mit einer Gemischregulierschraube (GRS) beeinflusst werden, mit der man den Querschnitt der Leerlaufaustrittsbohrung (LA) verändert.

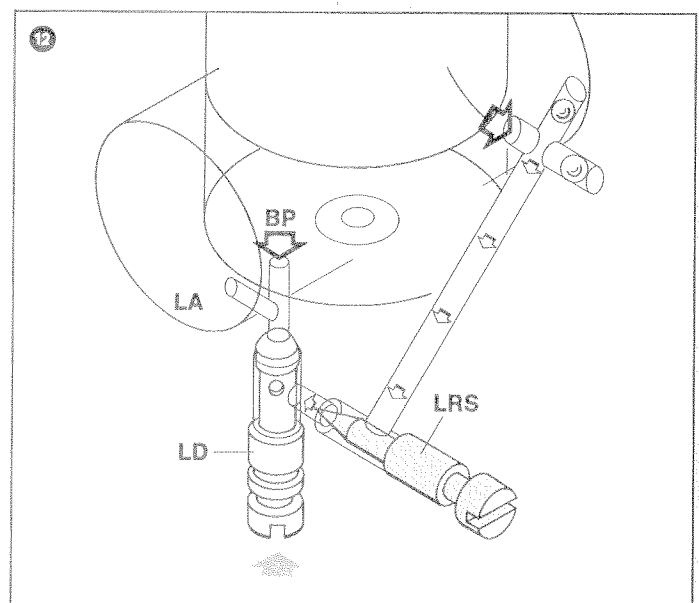
Bisher wurden nur die theoretischen Eigenschaften eines Motors und eines Vergasers betrachtet. Der praktische Einsatz schafft andere Bedingungen und Anforderungen:

- Die Luftströmung im Vergaser pulsiert mit dem des Motors Arbeitszyklus
- Der Wärmefluß vom Motor her kann zu Verdampfung von Kraftstoff im Vergaser führen
- Bei bestimmten Temperaturen schlägt sich die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit im Vergaser als Eis nieder.
- Mit der Meereshöhe verändert sich das Mischungsverhältnis
- Starke Vibrationen, Staub und Wasser (Seewasser) begünstigen den Verschleiß von bewegten Teilen
- Der Motor soll bei kaltem und warmem Wetter stets gleich gut starten
- Beim Einstellen eines Vergasers ist in Zukunft auch verstärkt Rücksicht auf die Abgaszusammensetzung zu nehmen.

Diese Punkte machen viele Sondermaßnahmen und Zusatzeinrichtungen notwendig. Ein Vergaser kann seine Aufgaben deshalb nur dann optimal erfüllen, wenn er für den jeweiligen Verwendungszweck richtig ausgewählt und ausgeführt wird.



Leerlaufsystem mit Gemischregulierschraube: Leerlaufschraube (LLS), Leerlaufdüse (LLD), Leerlaufdüse (LD), Bypass (BP), Gemischregulierschraube (GRS), Leerlaufaustrittsbohrung (LA)



Leerlaufsystem mit Luftregulierschraube: Der Bypass reguliert die Abmagerung im Schieberbetrieb, beim Gasgeben tritt Gemisch aus wie bei LA