

CO-Einstellung

Vorraussetzung für eine richtige Vergasereinstellung ist ein mechanisch korrekt eingestellter Motor. Hier seien , in erster Linie das gleichmäßige und korrekte Ventilspiel auf allen Zylindern sowie die Dichtheit des Ansaugsystems und der Ventile genannt. Fehler in diesen Bereichen machen es nahezu unmöglich einen „runden“ Motorlauf zu erzielen und korrekte Vergasereinstellung zu erreichen.

Der richtige Dreh

Um Fehler bei der Gemischeinstellung zu vermeiden sei noch mal darauf hingewiesen, dass bei Gemischregulierschrauben (Regelvorrichtung zwischen Leerlaufkraftstoffdüse und Gemischaustritt) hindrehen ein mageres Gemisch ergibt; bei LeerlaufLuftschauben (Regelvorrichtung zwischen LeerlaufLuftdüse und Leerlaufkraftstoffdüse) hineindrehen ein fettes Gemisch ergibt.

Die klassische Methode

Jeder Meister seines Faches kennt die klassische Methode der Gemischeinstellung, die von besonderen Könnern sogar ohne spezielle Werkzeuge vorgenommen werden kann: Die Drehzahlabfall Methode. Bei dieser Vergasereinstellung werden gesetzliche Vorgaben völlig ignoriert – hier zählt ausschließlich das Ergebnis. Eine Methode die zwar grundsätzlich aus technischer Sicht noch zuverlässig funktioniert, aus Sicht des Umweltschutzes und der gesetzlichen Rahmenbedingungen unzulässig ist, bestenfalls auf der Rennstrecke noch eine gewisse Daseinsberechtigung hat.

Bei dieser Methode ist alleinige Kenngröße die Drehzahl des Motors. Die „optimale“ Gemischzusammensetzung ist aus technischer Sicht erreicht, wenn die Verbrennung möglichst schnell erfolgt.

Je höher die Flammfrontgeschwindigkeit der Verbrennung ist, desto mehr spricht man von einer sogenannten „Gleichraumverbrennung“. Dieser Fachbegriff bedeutet, dass sich der Verbrennungsraum des Motors während der Verbrennung nicht verändert bzw. größer wird. Tatsächlich aber bewegt sich der Kolben aber während der notwendigen Zeit um das Gemisch zu verbrennen. Die Raumveränderungen sind tatsächlich nicht zu vernachlässigen. Bei einem 1200 cm³ 4-Zylindermotor kann bei einer Bohrung von ca. 80 mm von einem Hub von 60 mm ausgegangen werden.

Bei einem mageren Leerlaufgemisch kann etwa eine Flammfrontgeschwindigkeit von 20 m/sec erreicht werden. Vom Überspringen des Zündfunkens bis zur vollständigen Verbrennung dauert es somit etwa 3,5 Millisekunden. Bei einer Leerlaufdrehzahl von 1200 min⁻¹ legt der Kolben in dieser Zeit einen Hub von etwa 8 mm zurück. Von diesen 8 mm liegen etwa 2 mm vor OT und ca. 6 mm nach OT. Der Verbrennungsraum hat sich hierbei deutlich vergrößert. Durch die größere Brennraumober-

fläche kann in dieser Zeit aber auch mehr Wärme aufgenommen werden. Mehr Wärmeabfuhr bedeutet aber auch geringeren Verbrennungsdruck und damit weniger Kolbenkraft.

Wird das Gemisch fetter eingestellt, erhöht sich die Flammfrontgeschwindigkeit auf etwa 30 m/sec. Bis zur Vollständigen Verbrennung dauert es nun nur noch etwa 2,3 Millisekunden und der Motor legt dabei nur noch etwa 5 mm Hub zurück, von denen aufgrund des Zündzeitpunktes ebenfalls rund 2 mm vor OT liegen und die restlichen 3 mm nach OT. Die Raumveränderung fällt deutlich geringer aus, die Brennraumoberfläche bleibt kleiner, die Wärmeverluste reduzieren sich und damit steigt der Verbrennungsdruck und die Kolbenkraft.

Der Vorgang bei der klassischen Methode beschränkt sich schlicht gesagt darauf, durch Verdrehen der Gemischregulierschraube den Punkt der höchsten Motordrehzahl zu finden. Hierzu wird ein möglichst genau anzeigender Drehzahlmesser mit einer Skalenteilung von mindestens 10 min^{-1} benötigt. Ausgehend von der Herstellerseitigen Grundeinstellung des Vergasers z.B. „2 Umdrehungen herausgeschraubt“ wird nun die Gemischregulierschraube in kleinen Schritten z.B. $\frac{1}{4}$ Umdrehungen weiter geöffnet. Nach jeder Veränderung wird der Schraubendreher von der Gemischeinstellschraube abgenommen um Verfälschungen zu verhindern. Bereits das Eigengewicht des Schraubendrehers verändert das Flankenspiel am Gewinde der Gemischregulierschraube und führt zu „fehlerhafter“ Einstellung. Durch das Verdrehen in kleinen Schritten lässt sich recht zuverlässig die Einstellung mit der höchsten Drehzahl ermitteln. Bei Mehrzylindermotoren ist es wichtig, dass vor Beginn der Einstellarbeit an jedem Vergaser die Leerlaufdrehzahl wieder auf den Sollwert korrigiert wird.

Der Ablauf könnte daher wie folgt aussehen:

1. Leerlaufdrehzahl einstellen (mittlerer Herstellerwert)
2. Gemischregulierschraube auf Zylinder 1 soweit verdrehen das maximale Leerlaufdrehzahl erreicht wird.
3. Leerlaufdrehzahl auf ursprünglichen Wert reduzieren.
4. Gemischregulierschraube auf Zylinder 2 soweit verdrehen das maximale Leerlaufdrehzahl erreicht wird.
5. Leerlaufdrehzahl auf ursprünglichenetc. etc.

Bei dieser Methode sollte allerdings noch darauf geachtet werden, dass der Einstellvorgang nicht zu lange dauert, da eine Veränderung der Betriebstemperatur natürlich auch Auswirkungen auf Füllungsgrad und Gemischzusammensetzung hat.

Nochmals zur Erinnerung: Nach dieser Einstellmethode läuft der Motor zwar rund, jedoch auch außerhalb der gesetzlichen Grenzwerte.

Der CO-Tester

Zeitgemäßer und auch an die geltenden Vorschriften angepasst ist daher die Verwendung eines Abgastesters. Die einfachste Form eines Abgastesters stellt der CO-Tester dar. Mit diesem Tester kann nur ein gasförmiges Produkt der Verbrennung gemessen werden – Kohlenmonoxid (CO). CO entsteht als unvollständiges chemisches Verbrennungsprodukt. Kohlenstoff (zweiwertig) benötigt eigentlich 2 Sauerstoffatome (einwertig) um zu CO₂ (Kohlendioxid) zu reagieren. Bei einem neutralen Gemisch um Lambda 1 stehen theoretisch jedem Kohlenstoffteilchen 2 Sauerstoffatome zur Verfügung.

In der Praxis wird jedoch wegen einer inhomogenen (ungleichmäßigen) Gemischverteilung immer in Teilbereichen des Brennraumes das Gemisch teilweise zu fett (Sauerstoffmangel) teilweise zu mager (Sauerstoffüberschuss) sein. Jedoch gilt der grundsätzliche Zusammenhang: Mageres Gemisch = geringer CO Gehalt und Fetttes Gemisch = hoher CO Gehalt. Bei vielen Motorrädern z.B. der Marke Yamaha gibt es einen vorgegebenen CO-Wert der sich etwa im Bereich 2,5 bis 3,5 % CO Gehalt bewegt. Es ist daher bei diesen Fahrzeugen relativ einfach die Gemischzusammensetzung nach Herstellervorgaben einzustellen.

Achtung Falle!

Natürlich gelten auch hier die eingangs erwähnten mechanischen Vorgaben hinsichtlich Ventilspiel usw. jedoch sind hier auch vorhandene Abgasreinigungssysteme nach dem Prinzip „Sekundärluftsystem“ zu beachten. Wenn dieses System bei der Messung aktiv ist und zusätzlicher Sauerstoff nach dem Auslassventil den Abgasen zugeführt wird ist eine erhebliche Verfälschung der gemessenen Abgaswerte in Richtung „zu mager = geringer CO-Gehalt“ festzustellen. Bei Abgastemperaturen größer etwa 550 Grad Celsius führt die zusätzliche Luft (Sauerstoff) zu einer Nachverbrennung von unverbrannten Kraftstoffteilchen (HC) aber auch zur Oxidation von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid (CO zu CO₂).

Diese SLS – Systeme sind daher unbedingt nach Herstellervorgabe abzuschalten. Je nach System geschieht die Ansteuerung dabei über Saugrohrdruckgesteuerte Unterdruckventile aber auch über elektrisch angesteuerte Magnetventile.

Eine weitere Voraussetzung für eine vernünftige CO-Messung ist der Zugriff auf das Abgas eines jeden einzelnen Zylinders bzw. Vergasers. Es macht wenig Sinn z.B. bei einem 2 Zylindermotor das Abgas zu messen das am Auspuff austritt. Durch Verbindungsrohre der Auspuffanlage vermischen sich die Abgase beider Zylinder und es kann nur der Durchschnittswert gemessen werden. Ein Vergaser zu fett und den anderen Vergaser zu mager eingestellt, ergibt im Durchschnitt genau passende Werte. Es ist daher zwingend erforderlich bei Mehrvergasermotoren jeden Zylinder einzeln zu messen. Im Bereich der Abgaskrümmerrohre müssen sich daher Entnahmeöffnungen für die Abgassonde

befinden. Dieser Service wird leider nicht bei allen Motorrädern geboten und müsste daher nachgerüstet werden. Hier bieten sich ausschließlich Einschweißmutter an. Bei den heutigen Auspuffkrümmern aus Edelstahlrohren oder gar doppelwandigen verchromten Auspuffrohren handwerklich nicht einfach und preiswert herstellbar. Von der Verwendung von sogenannten Blindnietmutter aus Aluminium oder Edelstahl muss in der Praxis gewarnt werden, da Temperaturwechsel und Vibrationen auf Dauer nicht verkraftet werden.

Kalibrierung notwendig

CO-Tester sind heute mittlerweile fast vollständig aus dem Angebot der Werkzeuglieferanten mangels Nachfrage verschwunden. Dies ist zwar für die ein oder andere Motorradwerkstatt schmerzhaft aber unausbleiblich. Da die CO-Tester, wie alle anderen Abgastester auch, nur über einen begrenzten Zeitraum hinweg korrekte Messwerte liefern, ist eine regelmäßige Eichung (mindestens einmal jährlich) mittels Prüfgasen erforderlich. Ohne Eichung wird das Messwerk zwar immer noch einen Wert anzeigen, der jedoch nur entfernte Ähnlichkeit mit dem tatsächlichen Wert aufweisen wird. Als Abgastester ursprünglich für den Bereich Abgasuntersuchung PKW konzipiert waren diese Geräte weit verbreitet. Seitdem aber in PKW Werkstätten aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen AU nur noch 4 bzw. 5-fach Abgastester zum Einsatz kommen ist dieser Absatzmarkt völlig weggebrochen. Für die wenigen verbleibenden Motorradwerkstätten sind aber die entsprechenden Prüfkosten bei der zuständigen Prüfanstalt so hoch, dass ein wirtschaftlicher Absatz nicht mehr möglich erscheint. Es bleibt hinsichtlich der Geräteausstattung abzuwarten wie sich der zukünftige Markt entwickeln wird.

Schritt für Schritt

Die Vorgehensweise beim CO-Test ist grundsätzlich identisch wie bei der vorgehend beschriebenen Drehzahl-Methode. Auch hier muss jeder Zylinder ausgehend von der Leerlaufdrehzahl einzeln eingestellt werden. Alle Zylinder sollten am Ende der Abgaseinstellung möglichst innerhalb eines Bereiches von maximal 0,5 % Unterschied im Bereich des CO-Gehaltes liegen (also z.B. zwischen 3,0 und 3,5 %). Keinesfalls sollte der gesamte Toleranzbereich genutzt werden.

Merke:

- **Abgase sind giftig und müssen durch technische Maßnahmen (Absauganlage) vom Arbeitsplatz abgeführt werden.**
- **Vorsicht vor heißen und drehenden Motorteilen.**
- **Leerlaufdrehzahl nach Herstellervorgabe mit genau anzeigendem externen Drehzahlmesser einstellen.**

- **CO-Tester müssen jährlich mit Prüfgas geeicht werden und vor jedem Einsatz auf Funktion geprüft werden.**
- **Der Motor muss sich vor jeder Gemischeinstellung in einwandfreiem mechanischen Zustand befinden.**
- **Auf unterschiedliche Arbeitsweisen bei Gemischregulierschrauben und Luftregulierschrauben achten.**
- **Gemischveränderungen nur in kleinen Schritten vornehmen und nach jeder Veränderung Werkzeug von der Einstellschraube entfernen.**
- **Beim Einsatz von Abgastestern auf die Reaktionszeit des Gerätes achten und Sekundärluftsysteme nach Herstellervorgabe deaktivieren.**