

Bild 5: Blockschaltbild der elektronischen Steuerung.

stoffschieber, der eine Seitenwand des Steuergerätes bildet, abgezogen werden.

Bild 5 zeigt das Blockschaltbild des Steuergerätes und die mit ihm verbundenen elektromechanischen Aggregate. Die Schaltungsteile der Hauptsteuerung und deren Verbindungen sind verstärkt gezeichnet. Die Auslöseimpulse der im Zündverteiler angeordneten Auslösekontakte gelangen zum Steuermultivibrator und bringen diesen in Stellung „ein“. Sie gelangen weiterhin zur Drehzahlkorrektur, welche ihrerseits die Einschaltdauer des Steuermultivibrators beeinflusst. Schließlich steuern die Auslöseimpulse noch die Schaltlogik an, eine bistabile Stufe, welche die vom Steuermultivibrator erzeugten Steuerimpulse entweder zur einen oder zur anderen Endstufe weiterleitet, wodurch jeweils im Wechsel die Ventilgruppen 1 und 2 erregt werden. Die Dauer der vom Steuermultivibrator erzeugten Impulse hängt im wesentlichen von der Induktivität des Druckfühlers ab; weiterhin wird sie vom Temperaturfühler I über ein Widerstandsnetzwerk beeinflusst, um die Temperatur der Ansaugluft zu berücksichtigen.

Der Drehzahlschalter zur Kraftstoffabspernung erhält die Drehzahlinformation von der Impulsauslösung im Zündverteiler. Die Leerlaufstellung der Drosselklappe wird durch den Leerlaufkontakt des Drosselklappenschalters signalisiert. Die Temperaturabhängigkeit der Schaltdrehzahl wird durch den Temperaturfühler II (Kühlwasser) gesteuert. Der Drehzahlschalter unterdrückt die vom Steuermultivibrator erzeugten Impulse bei geschlossener

Drosselklappe, sofern die Motordrehzahl oberhalb der Schaltdrehzahl liegt.

Der zweite Kontaktsatz im Drosselklappenschalter liefert beim Öffnen der Drosselklappe Auslöseimpulse an die Übergangs-anreicherung, welche Steuerimpulse von 2 bis 3 ms Dauer erzeugt. Diese zusätzlichen Steuerimpulse gelangen über die Schaltlogik je nach Stellung dieser bistabilen Schaltstufe über eine der beiden Endstufen auf eine der beiden Ventilgruppen.

Die Pumpensteuerung schaltet die Kraftstoffpumpe ein, wenn entweder während des Anlassens vom Starterschalter ein Signal kommt oder wenn die Motordrehzahl oberhalb einer Grenzdrehzahl von 100 bis 300 U/min liegt. Die Drehzahlinformation wird durch eine Integrierschaltung aus den Auslöseimpulsen des Zündverteilers gewonnen.

Das Kaltstartventil wird erregt, wenn beim Anlassen ein Signal vom Starterschalter vorliegt und wenn gleichzeitig die Temperatur des Kühlwassers unterhalb der Schalttemperatur des Temperaturschalters liegt. Der Temperaturschalter kann durch einen Thermozeitschalter ersetzt werden. Dieser besteht aus einem elektronischen Zeitglied, das zu Beginn des Startvorgangs durch das Signal vom Starterschalter in Stellung „ein“ gebracht wird und dessen Einschaltdauer durch den Temperaturfühler II gesteuert wird.

Der Temperaturfühler II (Kühlwasser) bewirkt über die Warmlaufanreicherung, ein Widerstands- und Diodennetzwerk, eine temperaturabhängige Ver-

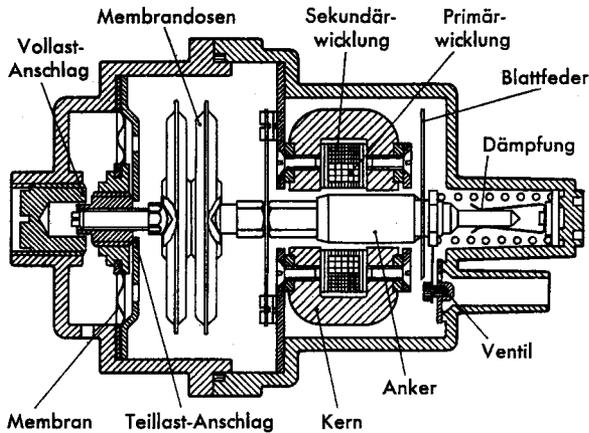


Bild 6: Druckfühler mit Vollast-Anreicherung.

Vergrößerung der Dauer der Impulse des Steuermultivibrators.

3.2. Impulsauslösung im Zündverteiler

Die Impulsauslösung besteht aus zwei Kontakten, welche im unteren Teil des Zündverteilergehäuses eingebaut sind. Die Kontakte werden durch einen einhöckerigen Nocken auf der Verteilerwelle pro Nockenwellenumdrehung je einmal betätigt. Material und Strombelastung der Kontakte sind so gewählt, daß ein wartungsfreier Betrieb über die gesamte Lebensdauer des Zündverteilers gewährleistet ist. Die Bauhöhe des Zündverteilers wird durch die Impulsauslösung um nur etwa 5 bis 10 mm vergrößert.

3.3. Druckfühler

Der in Bild 6 schematisch dargestellte Druckfühler enthält evakuierte Membrandosen, welche den Anker einer Spule verschieben, wodurch die Induktivität der als Transformator geschalteten Spule verändert wird. Die Spule dient als zeitbestimmendes Glied des monostabilen Steuermultivibrators im elektronischen Steuergerät, das die Dauer der Stromimpulse bestimmt. Der Saugrohrdruck wird somit kontaktlos, ohne den Umweg über ein Trägerfrequenz-System, unmittelbar in die entsprechende Impulsdauer umgewandelt. Das Meßsystem ist in einem dichten Druckgußgehäuse eingebaut, das über eine Schlauchleitung mit dem Ansaugrohr des Motors verbunden ist. Der Druckfühler der neuen Jetronic-Anlage enthält eine zusätzliche Metallmembran, welche das (im Bild) linke Lager der Membrandosen abhängig vom Unterdruck verschiebt.

Die Spule wird von einem Eisenkreis in Form eines Doppel-U umschlossen, der zwei Bohrungen für den verschiebbaren Anker aufweist. Der Anker ist in zwei Blattfedern reibungsfrei gelagert. Sein magnetisch wirksamer Teil besteht aus einem Zylinder, der an einem Ende mit einem kleinen Konus versehen ist. Der eine Luftspalt des Eisenkreises

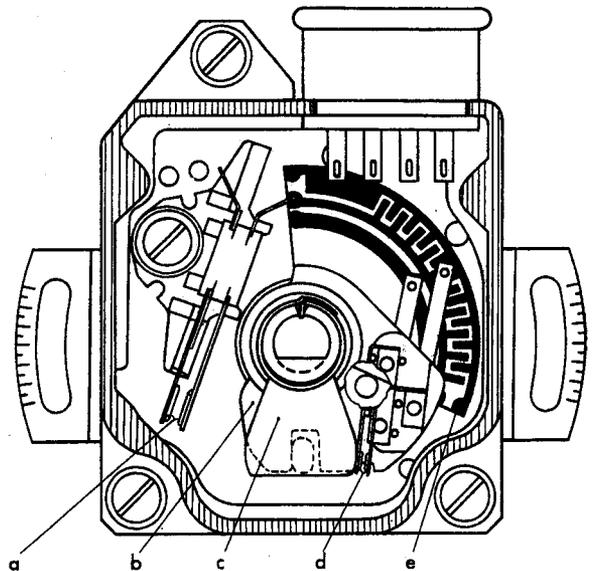


Bild 7: Drosselklappenschalter.

a = Leerlaufkontakte; b = Kontaktträgerplatte; c = Hebel; d = Schleppschalterkontakte; e = Kontaktplatte.

(rechts im Bild) ist konstant; der andere ändert sich, wenn der Anker mit seinem Konus mehr oder weniger weit in die linke Bohrung des Kernes eintaucht.

Die Kammer, welche durch die Metallmembran und den Gehäuseboden gebildet wird, ist durch eine Bohrung mit der Atmosphäre verbunden; im übrigen Druckfühlergehäuse herrscht der Saugrohrdruck des Motors. Im Teillastbereich liegt die Membran infolge des hohen Unterdruckes unter Überwindung der Vorspannung der Schraubenfeder (rechts im Bild) am Teillastanschlag an. Mit zunehmender Last, d. h. mit zunehmendem Absolutdruck im Saugrohr, werden die Membrandosen zusammengedrückt, der Steuerkonus des Ankers taucht weiter in den Kern ein, wodurch die Induktivität vergrößert, die Impulsdauer verlängert und damit die Einspritzmenge erhöht wird. Beim Übergang zur Vollast, wenn der Unterdruck kleiner als 100 Torr wird, überwiegt die Vorspannung der Schraubenfeder, die Membran bewegt sich nach links und liegt bei etwa 50 Torr am Vollastanschlag an. Diese Bewegung wird der Längenänderung der Membrandosen überlagert und bewirkt eine zusätzliche Verstellung des Ankers in Richtung einer Vergrößerung der Impulsdauer.

Um eine Schwingungsanregung des Meßsystems durch den pulsierenden Druck im Ansaugrohr des Motors zu verhindern, ist am Anschlußstutzen für den Druckschlauch eine Drosselbohrung kleinen Querschnitts zur Dämpfung angebracht. Damit trotzdem der Motor beim raschen Öffnen der Drosselklappe schnell anspricht, wird bei raschem Ansteigen des Saugrohrdruckes ein Ventil großen Querschnittes selbsttätig geöffnet.

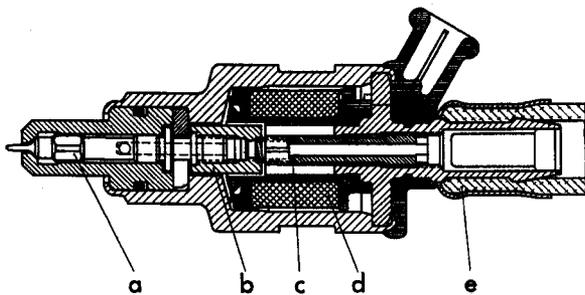


Bild 8: Einspritzventil.

a = Düsennadel; b = Magnetanker; c = Schraubenfeder; d = Magnetwicklung; e = Kraftstoffzuleitung.

3.4. Drosselklappenschalter

Bild 7 zeigt den Drosselklappenschalter in der Draufsicht bei geschnittenem Deckel. Die den Leerlaufschalter bildenden Kontakte a werden durch den mit der Drosselklappenwelle starr verbundenen Hebel c bei geschlossener Drosselklappe betätigt. Die Platte b ist zur Nabe des Hebels c konzentrisch angeordnet. Eine Wellfeder zwischen der Platte und dem Gehäuseboden sorgt für eine definierte Reibung gegenüber dem Gehäuse. Beim Öffnen der Drosselklappe (im Bild entgegen dem Uhrzeigersinn) wird die Platte b durch die Reibung zunächst festgehalten, der Hebel c bewegt sich gegen den Kontaktsatz d des Schleppschalters und schließt diesen. Nach einem kleinen Überlaufweg für den Kontaktsatz nimmt ein gestrichelt gezeichneter Mitnehmer des Hebels c die Platte b mit. Dadurch gleiten die beiden mit der Platte b fest verbundenen Schleifer auf der Kontaktplatte e. Bei geschlossenem Kontaktsatz d werden die Zähne der beiden Kontaktkämme im Wechsel elektrisch mit der durchgehenden Schleifbahn verbunden. Das Umschalten von einem Kamm zum anderen hat gegenüber einem einfachen Ein- und Ausschalten den Vorteil, daß bei unsicherer Kontaktgabe oder einem Prellen der Kontakte keine zusätzlichen Anreicherungsimpulse im Steuergerät ausgelöst werden.

3.5. Temperaturfühler

Die Temperaturfühler bestehen aus stark temperaturabhängigen Widerständen (NTC-Widerstände), die in hohle Gewindebolzen mit Kunststoff eingespritzt sind. Bild 4 zeigt zwei verschiedene Ausführungen von Temperaturfühlern.

3.6. Einspritzventil

Das Einspritzventil ist in Bild 8 im Schnitt dargestellt. Es besteht im wesentlichen aus einem Ventilkörper und der Düsennadel mit aufgesetztem Magnetanker. Der Ventilkörper enthält rechts die Magnetwicklung und links die Führung für die Düsennadel. Ist die Magnetwicklung stromlos, so wird die Düsennadel durch eine Schraubenfeder auf ihren Dichtsitz gedrückt, der sich am linken Ende des Ventils befindet. Wird der Magnet erregt, so

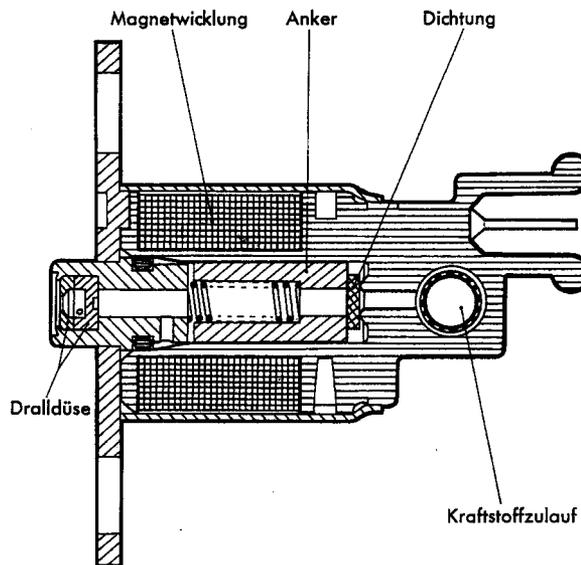


Bild 9: Kaltstartventil.

wird die Düsennadel um etwa 0,15 mm von ihrem Sitz abgehoben, und der Kraftstoff kann durch einen kalibrierten Ringspalt austreten. Das vordere Ende der Düsennadel enthält zur Zerstäubung des Kraftstoffes einen Spritzzapfen mit Anschlag. Anzugs- und Abfallzeit des Ventils liegen bei etwa 1 ms.

3.7. Kaltstartventil

An das Kaltstartventil werden keine hohen Anforderungen hinsichtlich der Anzugs- und Abfallzeit gestellt. Dafür wird auf eine extrem feine Zerstäubung des Kraftstoffes größter Wert gelegt. Es wurde daher ein für diese Zwecke besonders geeignetes Magnetventil entwickelt, das in Bild 9 im Schnitt dargestellt ist. Der bewegliche Anker des Magnetkreises wird im Ruhezustand durch die Schraubenfeder mit der Dichtung gegen den Ventilsitz gedrückt und sperrt diesen ab. Bei angezogenem Anker wird der Ventilsitz freigegeben. Der Kraftstoff strömt seitlich an dem angeflachten Anker vorbei und gelangt durch eine Quer- und eine Längsbohrung des als Düsenhalter ausgebildeten Teils des Magnetkreises zur Dralldüse. In der Dralldüse wird der Kraftstoff durch zwei tangentiale Einlaufbohrungen in Rotation versetzt und verläßt die Düse fein zerstäubt auf dem Mantel eines Kegels von etwa $\pm 45^\circ$.

3.8. Zusatzluftschieber

Der Zusatzluftschieber beim VW 1600 ist als Drehschieber ausgeführt, der durch eine Bimetallspirale betätigt wird, die mit dem Motoröl im Kurbelgehäuse in Verbindung steht. Für wassergekühlte Motoren wurde ein neuer Zusatzluftschieber entwickelt, welcher in Bild 10 im Schnitt dargestellt ist. Ein wachsgefülltes Ausdehnungselement verschiebt mit steigender Kühlwassertemperatur einen Steuerkolben in einer Laufbüchse gegen eine starke Rückstellfeder. Das Steuerfenster am Lufteintritt

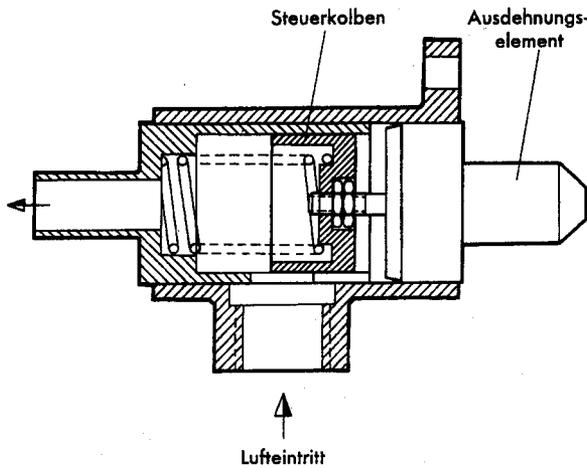


Bild 10: Zusatzluftschieber.

wird mit steigender Temperatur verkleinert und ist bei 60 bis 70°C Kühlwassertemperatur ganz geschlossen. Durch eine entsprechende Form des Steuerfensters wird der Öffnungsquerschnitt in Abhängigkeit von der Temperatur so gewählt, daß sich bei jeder Starttemperatur die gewünschte Leerlaufdrehzahl einstellt.

Der Zusatzluftschieber kann an den Zylinderkopf oder an den Wasseraustrittsstutzen des Kühlwasserkreislaufes angeflanscht werden, wobei das Ausdehnungselement vom Kühlwasser umströmt wird. Bei Anbauschwierigkeiten am Motor besteht die Möglichkeit, den Zusatzluftschieber mit einem getrennten Gehäuse zusammenzubauen, das über Schlauchleitungen mit dem Kühlwasserkreislauf in Verbindung steht.

3.9. Kraftstoffpumpe

Als Kraftstoffpumpe wird eine Rollenzellenpumpe verwendet, die durch einen permanentenregten Elektromotor angetrieben wird. Je nach Kraftstoffbedarf des Verbrennungsmotors stehen Pumpen mit Förderleistungen von 60 l/h, 90 l/h und 120 l/h zur Verfügung. Die elektrisch aufgenommene Leistung liegt abhängig von der Förderleistung zwischen 30 und 50 Watt.

Die eigentliche Pumpe besteht aus einem zylindrischen Hohlraum, in dem eine rotierende Läuferscheibe exzentrisch angebracht ist. Die Läuferscheibe enthält an ihrem Umfang fünf taschenförmige Aussparungen, in denen sich jeweils eine Metallrolle befindet. Die Rollen werden bei der Rotation der Läuferscheibe durch die Zentrifugalkraft nach außen gepreßt und wirken als umlaufende Dichtung. Eine Pumpwirkung kommt dadurch zustande, daß durch die umlaufenden Dichtrollen am Kraftstoffeintritt ein sich periodisch vergrößerndes und am Kraftstoffaustritt ein sich periodisch verkleinerndes Volumen entsteht.

Bei einer ersten Ausführung der Kraftstoffpumpe waren Elektromotor und Pumpe getrennte Aggregate, die durch eine elastische Kupplung mitein-

ander verbunden waren. Inzwischen wurde eine neue Ausführung entwickelt und in die Produktion aufgenommen, bei welcher die Läuferscheibe der Pumpe auf der Welle des Elektromotors sitzt. Die Pumpe ist gegen den Elektromotor nicht abgedichtet, der Elektromotor ist mit Kraftstoff gefüllt. Die neue Pumpe (Bild 4) ist wesentlich kürzer und besteht aus wenigen Teilen.

3.10. Druckregler

Der Druckregler besteht aus einem zweiteiligen Metallgehäuse, in das eine Membran eingebördelt ist. Der Kraftstoff tritt durch einen oder mehrere radiale Stutzen ein und drückt auf die Membran, die auf der Gegenseite mit einer vorgespannten Schraubenfeder belastet ist. Die Membran gibt beim Überschreiten des eingestellten Druckes die Öffnung zu einem axial angeordneten Überströmkanal frei. Der Kraftstoffdruck wird durch Verstellen der Vorspannung der Schraubenfeder eingestellt.

3.11. Kraftstofffilter

Das Filter enthält einen Papiereinsatz mit einer mittleren Porengröße von 20 µm. Es ist für eine Laufzeit von etwa 20000 km ausgelegt und wird als Ganzes ausgewechselt. Je nach Förderleistung der Pumpe stehen verschiedene Größen zur Verfügung. Für einen Einbau auf der Saugseite der Pumpe wird ein Filter mit Kunststoffgehäuse verwendet. Bei druckseitigem Einbau besteht das Gehäuse aus Aluminium.

4. Entwicklungstendenzen

4.1. Weiterentwicklung der Jetronic-Anlagen

Mit der vorstehend beschriebenen Einspritzanlage wurde ein technischer Stand erreicht, der hinsichtlich der von der Motorenseite her bestehenden Anforderungen kaum noch Wünsche offen läßt. Die Anlage erfaßt und verarbeitet alle wesentlichen in Frage kommenden Einflußgrößen, welche die vielfältigen Betriebszustände eines Motors kennzeichnen, und sie könnte gegebenenfalls noch weitere Einflußgrößen berücksichtigen. Bei der Weiterentwicklung muß daher vorzugsweise die Verbesserung und Vereinfachung der Einspritzanlage und weniger die Änderung des Zusammenspiels zwischen Motor und Einspritzsystem angestrebt werden.

Beim elektronischen Steuergerät als dem vom Umfang und von der Kostenseite her wichtigsten Aggregat der Einspritzanlage zeichnet sich ab, daß durch Einführung integrierter Schaltkreise eine Reihe bedeutender Vorteile erzielt werden kann. Neben einer merklichen Verringerung der Kosten, einer geringeren Baugröße und geringerer Eigenwärme ist mit einer noch höheren Zuverlässigkeit zu rechnen.

Die Jetronic-Anlage wurde als Baukastensystem konzipiert. Sie besteht aus einer Reihe von Aggre-

gaten, deren Einbau am Motor bzw. im Fahrzeug größtenteils frei gewählt werden kann. Daraus folgt, daß die Aggregate in ihrer Formgebung weitgehend unabhängig vom jeweiligen Anwendungsfall sind oder mindestens sein könnten. Nachdem nunmehr bereits eine größere Anzahl von Motortypen mit Jetronic-Anlagen ausgerüstet wurde, liegen umfangreiche Erfahrungen vor, die nach entsprechender Auswertung zu Aggregaten führen werden, welche möglichst universell verwendbar sind. Diese universell verwendbaren Aggregate werden dann bei der sich bereits abzeichnenden Verwendung der Jetronic-Anlagen bei einer Vielzahl von Motortypen zu wirtschaftlichen Stückzahlen führen, die sich auf die Kosten der Anlagen günstig auswirken werden.

4.2. Benzineinspritzung und Abgasentgiftung

Die elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung ist ein wesentliches Hilfsmittel bei der Reduzierung der Konzentration unverbrannter Abgasbestandteile. Mit den neuen Jetronic-Anlagen ist es in der Regel ohne Schwierigkeiten möglich, die von 1970 an in den USA geltenden verschärften Abgasbestimmungen [14] einzuhalten. Bei dem Versuch, die Abgasemission im Hinblick auf die in den USA geplanten noch schärferen Bestimmungen weiter zu senken, stellt man fest, daß für den Grad der Entgiftung vom Motor her gewisse Grenzen gesetzt sind, welche durch die Benzineinspritzung nicht beeinflußt werden können. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist es im allgemeinen mit Jetronic-Anlagen kein Problem, die vom Gesetzgeber geforderten Grenzwerte für die Emission von Kohlenmonoxid (CO) einzuhalten. Dagegen ist es nicht in jedem Fall ohne weiteres möglich, die Emission unverbrannter Kohlenwasserstoffe (HC) genügend weit zu senken.

Zur Veranschaulichung der Problematik ist in *Bild 11* der prinzipielle Verlauf der Konzentrationen von Kohlenmonoxid (CO), der Stickoxide (NO_x) und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe (HC) über dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis bzw. der Luftzahl λ dargestellt. Die Kurven gelten für einen stationären Betriebspunkt im Teillastbereich. Für einen bestimmten Motor kann den Skalen für Luft-Kraftstoff-Verhältnis bzw. Luftzahl λ eine dritte gegenläufige Skala mit der Einspritzmenge pro Hub oder der Impulsdauer zugeordnet werden. Die Einspritzanlage erlaubt bei der Wahl der Gemischanpassung eine Variation längs der Abszisse.

Die CO-Konzentration nimmt zunächst mit zunehmender Luftzahl ab, erreicht oberhalb von $\lambda = 1$, dem stöchiometrischen Verhältnis, bereits einen sehr niedrigen Wert, der im allgemeinen unter 0,25% liegt, und behält diesen Wert mit weiter ansteigender Luftzahl bei. Die Konzentration unverbrannter Kohlenwasserstoffe weist ein schmales

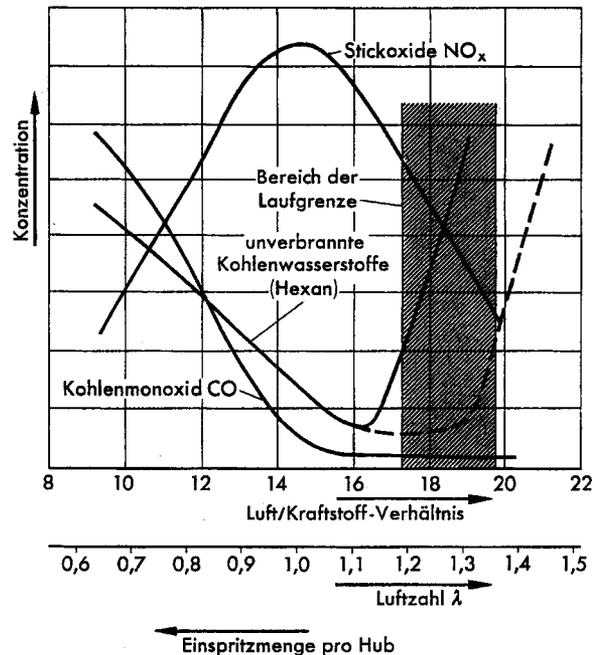


Bild 11: Prinzipieller Verlauf der Konzentration von CO, NO_x und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe über dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis bzw. der Luftzahl λ .

Minimum im Bereich zwischen $\lambda = 1,0$ und $\lambda = 1,2$ auf und steigt bei einer weiteren Abmagerung des Gemisches wieder steil an, wobei die ausgezogene Linie in *Bild 11* einen Durchschnittswert für europäische Motoren darstellt. Messungen an einigen großvolumigen amerikanischen Achtzylindermotoren ergaben Wiederanstiege bei wesentlich höheren Luftzahlen (gestrichelte Linie). Der steile Wiederanstieg hängt mit beginnenden Verbrennungsaussetzern zusammen, die durch das bereits zu magere Kraftstoff-Luft-Gemisch hervorgerufen werden. Die Verbrennungsaussetzer haben einen unruhigen Lauf des Motors zur Folge und bestimmen die sogenannte Laufgrenze. Diese liegt wie der Anstieg der Kohlenwasserstoffkonzentration abhängig vom Motortyp bei unterschiedlichen Luftzahlen und hängt offensichtlich von einer Reihe konstruktiver Merkmale des Motors ab.

Die Kraftstoffmenge wird in der Regel so festgelegt, daß der Motor im Kohlenwasserstoff-Minimum betrieben wird, sofern noch ein ausreichender Sicherheitsabstand zur Laufgrenze hin eingehalten werden kann. Eine geringere als die im Minimum auftretende HC-Konzentration kann jedoch durch Variation der Kenngrößen der Einspritzanlage nicht erreicht werden. Der Minimalwert wird durch die Parameter des Motors bestimmt. Wichtige Einflußgrößen sind die Brennraumform, das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen im Kompressionsraum, die Höhe des Verdichtungsverhältnisses, die Steuerzeiten der Nockenwelle, die Ausbildung der Kolbenringe, die Art der Kurbelgehäuseentlüftung und die

Vorzündung. Im Hinblick auf eine weitere Verringerung der maximal zulässigen HC-Konzentration im Abgas ist es daher erforderlich, auch bei Anwendung der Benzineinspritzung gewisse Änderungen an den Motoren vorzunehmen, um das Niveau des HC-Minimums weiter zu senken.

Ein weiteres, noch schwerer wiegendes Problem entsteht durch die im Staate Kalifornien von 1971 angeforderte Beschränkung der Stickoxidkonzentration im Abgas. Diese weist bei stationärem Betrieb des Motors den in *Bild 11* im Prinzip dargestellten Verlauf über der Luftzahl λ auf. Einspritzmotoren werden im Teillastbereich in der Regel in der Nähe der Luftzahl $\lambda = 1,1$ betrieben.

Bei dieser Luftzahl erreicht die Konzentration der Stickoxide annähernd ihr Maximum. Eine wirk-same Senkung der Konzentration kann durch einen

extrem mageren Betrieb des Motors erreicht werden, sofern die Laufgrenze noch nicht überschritten wird. Erste Versuche an Motortypen mit hierfür günstigen Laufgrenzen bei extrem magerem Kraftstoff-Luft-Gemisch haben beträchtliche Reduzierungen der Stickoxidkonzentration ergeben.

Der hier aufgezeigte Weg einer Senkung der Stickoxidkonzentration durch extrem magere Anpassung des Kraftstoff-Luft-Gemisches setzt voraus, daß die Motoren mit dem Ziel weiterentwickelt werden, ihre Laufgrenze in Richtung zum mageren Gemisch zu verschieben. Weiterhin sind eine extrem gleichmäßige Kraftstoff- und Luftverteilung auf die einzelnen Zylinder sowie eine sehr präzise Kraftstoffzumessung erforderlich. Die letztgenannten Voraussetzungen sind mit Einspritzanlagen ohne allzu große Schwierigkeiten zu erfüllen.

Literatur

- [1] O. Eberle: Bosch-Einspritzausrüstung für Viertakt-Ottomotoren mit Mengenteiler-Saugrohreinspritzung. MTZ 20 (1959), S. 331.
- [2] H. Scherenberg: Erfolg der Benzineinspritzung bei Daimler-Benz. MTZ 22 (1961), S. 241.
- [3] U. Anders: Entwicklungsprobleme der Benzineinspritzung von Personenwagenmotoren. ATZ 63 (1961), S. 315.
- [4] H. Grözinger: Die Benzineinspritzung des 230-SL-Motors von Daimler-Benz. ATZ 65 (1963), S. 166.
- [5] R. Schenk: Kraftstoffeinspritzung beim Peugeot 404. ATZ 65 (1963), S. 169.
- [6] H. Knapp, E.-U. Joachim u. G. Baumann: Beeinflussung der Kraftfahrzeugabgase durch Benzineinspritzung. Bosch Techn. Ber. 1 (1965), S. 206, u. MTZ 26 (1965), S. 353.
- [7] A. H. Winkler and R. W. Sutton: Electrojector — Bendix Electronic Fuel Injection System. SAE-Transactions 65 (1957), S. 758.
- [8] R. Brüning: Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung für Verbrennungsmotoren. Funk-Technik 18 (1963), S. 862.
- [9] Electronically Controlled Petrol Injection. Automobile Engineer 56 (1966), S. 461.
- [10] J. Zeyns u. K. Müller: Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung. I. Aufbau der elektronisch gesteuerten Benzineinspritzung. MTZ 28 (1967), S. 10.
- [11] —: Elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung. II. Versuchsergebnisse an einem Sechszylinder-Einspritzmotor. MTZ 28 (1967), S. 13.
- [12] G. Baumann: Eine elektronisch gesteuerte Benzineinspritzung für Ottomotoren. Bosch Techn. Ber. 2 (1967), H. 3, S. 107; MTZ 28 (1967), S. 475.
- [13] H. Scholl: Elektronische Benzineinspritzung. ATZ 70 (1968), S. 115.
- [14] K. Obländer und D. Kräft: Abgasreinigung an Kraftfahrzeugen; Meßverfahren und Testzyklen. ATZ 71 (1969), S. 117.