

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift  
"Nainen Kikan " (Die Brennkraftmaschine)  
Band 3, Heft Nr. 25 Juli 1964, Seite 113 - 117

Das Luft-Kraftstoff-Verhältnis der Kraftfahrzeugmotoren  
und seine Messung

---

Vervielfältigung ohne Genehmigung  
nicht gestattet  
Weitere Exemplare nur durch  
den Übersetzer

Universitätsbibliothek Stuttgart  
Zeitschriftenstelle

von Michio Shibano  
in Fa.  
Mitaka Kogyo KK

Dipl. Ing. Gustav Kraut  
7251 Warmbronn  
(bei Stuttgart) Im Gäble 16

1. Vorwort

Es gibt zwar viele Methoden zur Prüfung der Kraftfahrzeugmotoren; Prüfmethode, die auf der Untersuchung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses aufgebaut sind, sind jedoch bis heute noch sehr wenig angewandt worden. Über die Fragen, die mit zum eigentlichen Wesen einer Brennkraftmaschine gehören, nämlich über die Frage, wie die Verbrennung im Zylinder vor sich geht, wie die richtige Mischung zwischen Luft und Kraftstoff zustandekommt, welchen Wert das Luft-Kraftstoff-Verhältnis hat, mit anderen Worten, in welcher Weise man die Leistung eines Motors durch Messen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses prüfen kann, über alle diese Fragen liegen bis jetzt nur in ganz unzureichendem Maße Versuchsergebnisse vor und es ist bis jetzt noch kaum über solche Versuche berichtet worden.

Einer der Gründe hierfür ist meiner Meinung nach darin zu suchen, dass es keineswegs leicht ist, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis einer Brennkraftmaschine zu messen und dass wichtige Untersuchungen, welche sich diese Messung zum Ziel gesteckt haben, bis jetzt auch noch nicht durchgeführt worden sind. In der neueren Zeit hat man das Problem des Kraftstoffverbrauches eines Kraftfahrzeuges mit grossem Ernst angefasst und man ist zu der Auffassung gekommen, dass das Beschleunigungsvermögen, die Bremsleistung, das Anlaßvermögen der

Kraftfahrzeuge absolut wichtige Faktoren sind, die man keine wegs vernachlässigen darf. Bei der Lösung dieser wichtigen Probleme kommt man aber um eine eingehende Untersuchung des Vergasers nicht herum. Für die Prüfung der Leistung eines Vergasers aber gibt es nur ein Verfahren, nämlich das der Untersuchung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Da es jedoch bis heute für die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses kein gutes Instrument gibt, so ist, wie ich meine, doch wohl aus diesem Grunde die Forschung auf diesem Gebiete verhältnismässig langsam vorwärts gekommen. In der vorliegenden Arbeit wird nun ein Verfahren zur Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vorgeschlagen und erklärt; in ganz geringem Umfang wird zwar auch der später noch zu erklärende Luft-Kraftstoff-Verhältnismesser von Lauter angewandt, es werden Versuche angestellt, um die Änderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses mit dem Zustand des Vergasers festzustellen, die dabei erhaltenen Ergebnisse werden mitgeteilt und es wird um eine kritische Beurteilung dieser Ergebnisse gebeten.

## 2. Die Zusammensetzung der Auspuffgase und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Damit die Kohlenwasserstoffe im Zylinder verbrennen können, müssen sie natürlich mit Luft gemischt werden. Je nach dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis, je nach dem Kompressionsverhältnis, je nach dem Zündzeitpunkt, je nach der Form der Verbrennungskammer und je nach dem Einspritzzustand des Kraftstoffes ist die Geschwindigkeit der Verbrennung verschieden; die Zusammensetzung der in die Auspuffleitung ausgestossenen Auspuffgase jedoch hängt nur mit der prozentualen Zusammensetzung des Gemisches aus Luft und Kraftstoff, d.h. also mit dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis zusammen, die anderen Faktoren haben so gut wie keinen Einfluss auf die Zusammensetzung der Auspuffgase.

Wenn wir annehmen, dass der Kraftstoff im Zylinder vollständig verbrannt ist, dann sind die Auspuffgase aus  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  und  $\text{O}_2$  zusammengesetzt. Der  $\text{O}_2$ -Anteil ist umso grösser, je magerer das Gemisch ist, umgekehrt wird der  $\text{O}_2$ -Anteil umso kleiner, je fetter das Gemisch ist; bei der theoretisch richtigen Luftmenge wird  $\text{O}_2$  gleich 0. Wenn von der theoretischen Luftmenge als Grenze angesehen die Luftmenge zu klein ist, dann entstehen die noch nicht verbrannten Kraftstoffgase  $\text{CO}$  und  $\text{H}_2$ . Der Kraftstoff, welcher sich nicht an der Verbrennung beteiligt hat, wird zu Dampf und gelangt vermischt mit den Auspuffgasen ins Freie.

In der Abb. 1 ist das aus den Versuchen von Däppva erhaltene Zusammensetzungsdiagramm dargestellt, in der Praxis sind jedoch in einem fetten Gasgemisch, wenn es im Zylinder verbrennt wegen der Wärmezersetzung  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  und  $\text{O}_2$  enthalten. Aus den Ergebnissen der Gasanalyse werden ausserdem auch noch kleine Mengen von  $\text{SO}_2$  und  $\text{H}_2\text{S}$  festgestellt. Diese kleinen Anteile von  $\text{SO}_2$  und  $\text{H}_2\text{S}$  rühren von dem im Kraftstoff enthaltenen Schwefel her. Es ist zu erwarten, dass zwischen der Verdichtung dieser Auspuffgase und dem Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses, wie man der Abb. 1 entnehmen kann, ein ununterbrochener (?) Zusammenhang besteht. Dies hat sich auch aus den Ergebnissen praktisch durchgeführter Versuche bestätigen lassen.

Die Abb. 2 zeigt die Versuchsergebnisse, welche von dem Professor an der Universität Nagoya ( und heutigem Leiter des Zentrallaboratoriums der Fa. Toyota ) Herrn Dr. Kobayashi veröffentlicht worden sind. Durch diese Ergebnisse ist nachgewiesen worden, dass sich die Zusammensetzung der Auspuffgase zwar in Abhängigkeit von der Änderung des Luft-Kraftstoff-

Verhältnisses ändert, dass jedoch ihre gesamte Dichte oder ihr spezifisches Gewicht auf eine kontinuierliche Kurve des Diagramms fällt (?).

### 3. Die Verfahren zur Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses

#### 3.1 Die unmittelbare Methode

Um das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu messen genügt es, die Mengen der in den Zylinder eingesaugten Luft und des in den Zylinder eingesaugten Kraftstoffes zu messen und dann das Verhältnis der beiden auszurechnen. Man kann somit als ein Verfahren um eine ganz klare und eindeutige Messung zu bekommen, in der Ansaugleitung für die unmittelbare Luftansaugung eine Drosselklappe befestigen, die entstehende Druckdifferenz messen und daraus die durchströmende Luftmenge bestimmen. Da hierbei in den Auspuffgasen natürlicherweise eine pulsierende Bewegung vorhanden ist, so muss man, um eine konstante Strömungsmenge zu bekommen, zwischen der Öffnung und dem Motor einen Windkessel (surge tank) vorsehen. Wenn wir die Druckdifferenz mit  $\Delta P$ , die Beschleunigung der Schwerkraft mit  $g$  ( $m/sec^2$ ) und das spezifische Gewicht der Luft mit  $\gamma$  ( $kg/m^3$ ) bezeichnen, dann können wir die Menge der durchströmenden Luft  $Q$  aufgrund der nachstehenden Berechnungsgleichung ausrechnen:

$$Q = \alpha A \sqrt{2g\Delta P \gamma} \text{ kg/s}$$

$$A = \text{Drosselquerschnittsfläche } m^2$$

$\alpha$  = der durch die Drosselung bestimmte Durchflussmengenkoeffizient.

Die Messung des Kraftstoffs ist wesentlich leichter als die Messung der Luft, wenn man eine Bürette verwendet, lässt sich der Kraftstoffverbrauch leicht ausrechnen.

### 3.2 Die Methode der Gasanalyse

Durch analytische Feststellung der Zusammensetzung der Auspuffgase kann man in bekannter Weise umgekehrt das Luft-Kraftstoff-Verhältnis berechnen.

Dabei bereitet zwar die Tatsache einige Schwierigkeiten, dass die theoretische Luftmenge je nach der Art des Kraftstoffes verschieden ist, wenn man jedoch annimmt, dass das gewöhnlich verwendete Benzin sich aus C 85,5% und H<sub>2</sub> 14,5% zusammensetzt dann erhält man bei der Berechnung des theoretischen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses den Wert 14,8.

Wenn wir den Luftüberschusskoeffizienten mit m bezeichnen, dann können wir mit einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis (A/F) = 14,8 m rechnen.

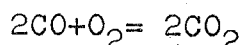
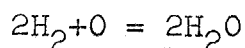
Der Wert m ist ein Koeffizient, welcher durch die Analyse der Auspuffgase bestimmt wird, seine Berechnungsgleichung ist:

$$m = \frac{20,9}{20,9 - b} \quad b = O_2\%$$

Wenn ausser dem O<sub>2</sub>%Satz von b auch noch d% H<sub>2</sub> enthalten sind, dann haben wir

$$m = \frac{20,9}{20,9 - (b-d)}$$

Dabei setzen wir jedoch voraus, dass sich nachstehende Reaktion vollzieht:



Je nach der Verschiedenheit der Kraftstoffzusammensetzung nimmt man als den theoretischen Wert des Luftkraftstoff-Verhältnisses den Wert 14,5 - 14,4, bei den Versuchen hat sich auch ergeben, dass der max. Wert des prozentualen CO<sub>2</sub>-Gehaltes

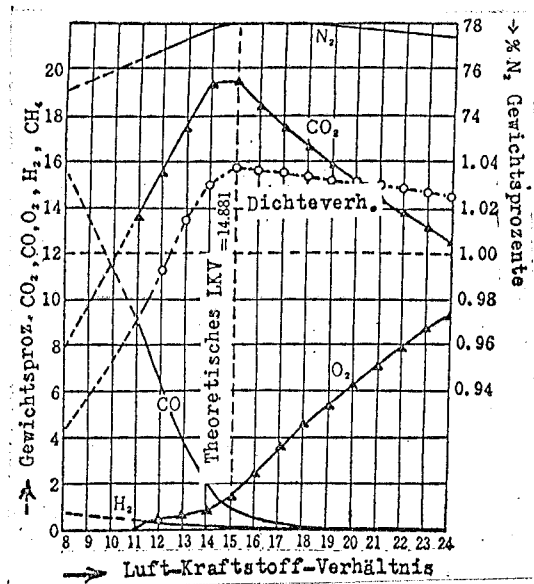
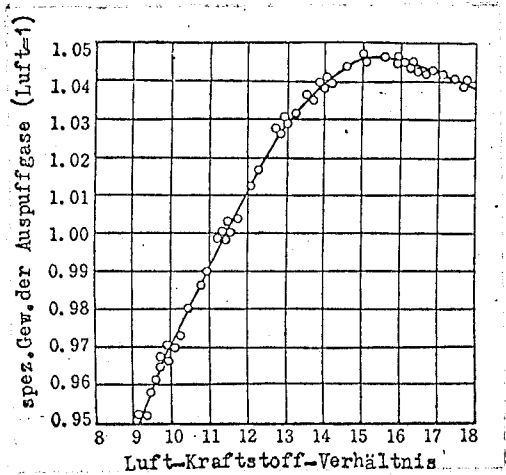


Abb. 1  
Die Abhängigkeit der gewichtsmässigen Zusammensetzung und der Dichte der Auspuffgase von dem Luft-Kraftstoff-Mischungsverhältnis



(Sowohl die Auspuffgase wie auch die Luft sind mit gesättigtem Dampf gesättigt)  
Abb. 2

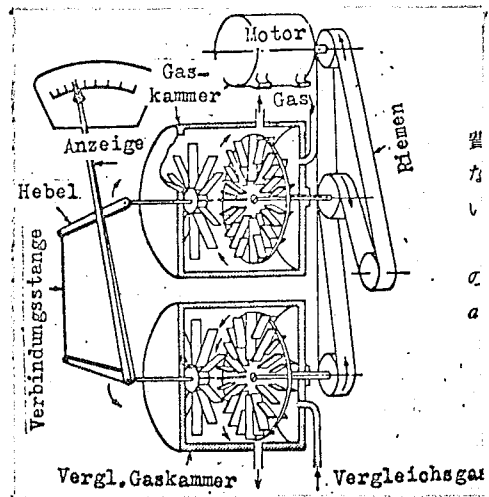


Abb. 3  
Prinzip und Aufbau des Lauter-Messers

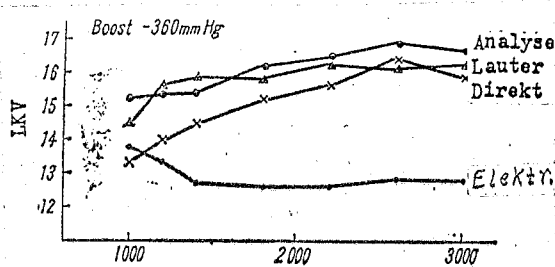


Abb. 4  
Vergleich der nach den verschiedenen Meßverfahren gemessenen Werte

bei 15,7 - 16,7% liegt.

### 3.3 Ein elektrischer Luft-Kraftstoff-Verhältnismesser

Nach den beiden oben beschriebenen Verfahren kann man das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zwar auf empirischem Wege verhältnismässig genau messen und berechnen, beide Verfahren erfordern jedoch viel Arbeitsaufwand und Zeit, und die Messung des sich kontinuierlich ändernden Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ist eine ziemlich umfangreiche Operation, und letzten Endes kann man doch keine eigentlich befriedigenden Ergebnisse bekommen. Deshalb hat man zu diesem Zwecke ein kontinuierlich messendes Instrument erfunden. Was man bisher bei einem solchen Bedürfnis angewandt hatte, das ist dieses Instrument. Das Prinzip dieses Instrumentes besteht darin, dass man von den physikalischen Eigenschaften, welche die Gase besitzen, ihre Wärmeleitfähigkeit ausnützt. Man lässt dabei die Auspuffgase und ein Vergleichsgas jeweils durch eine zu einer "Brücke" (?) geflochtene Leitung hindurchströmen und aus dem dabei entstehenden Ungleichgewichtsstrom kann man in bekannter Weise unmittelbar auf den Gasgehalt ( $\text{CO}_2\%$ ) schliessen. Der größte Nachteil dieses Instrumentes besteht darin, dass der  $\text{CO}_2\%$ Satz (vergl. die Abb.1) in dem noch nicht verbrannten Anteil, d.h. also in dem fetten Anteil des Gasgemisches, infolge des Einflusses der entstehenden  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}$  einen ganz erheblichen Fehler hervorruft. Demzufolge waren die Versuchsergebnisse bei den niedrigen Motordrehzahlen mit erheblichen Fehlern belastet (s. Abb. 4).

### 3.4 Die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses aufgrund des Verhältnisses der spezifischen Gewichte

Die Zusammensetzung der Auspuffgase wird ausschliesslich mit dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis in Beziehung gebracht, durch Versuche ist einwandfrei festgestellt worden, dass die

Zusammensetzung der Auspuffgase von anderen Faktoren nicht beeinflusst wird. Wenn es also nur gelingt, das spezifische Gewicht der Auspuffgase zu messen, dann kann man sofort das Luft-Kraftstoff-Verhältnis bestimmen. Der Lauter-Luft-Kraftstoffmesser ist ein Instrument bei dem man sich diese Überlegung zunutze gemacht hat und welches in ganz hervorragender Weise zur Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses geeignet ist.

#### 4. Der Lauter-Luft-Kraftstoff-Verhältnismesser und seine Meßgenauigkeit

Der Lauter-Messer ist ein Meßinstrument, welches als ein nach dem Dichteverfahren arbeitender mechanischer Gasanalysator bereits weithin bekannt ist. Sein Prinzip besteht in der Messung des Verhältnisses der spezifischen Gewichte des zu messenden Gases und eines Normalvergleichsgases. Der konstruktive Aufbau des Lauter-Messers ist in der Abb. 3 dargestellt. Durch 2 sich entgegengesetzt drehende durch einen Elektromotor mit konstanter Drehzahl angetriebene Ventilatoren werden die Gase in die diesen Ventilatoren gegenüberliegenden Windräder hineingesaugt. Dadurch entsteht in den genannten Windrädern ein Drehmoment. Dieses Drehmoment ist proportional zu dem Ansaugwinddruck, und der Winddruck ist proportional zu der Dichte der in diese Windradkammern eingeleiteten Gase. Die Achse des Windrades, dessen Drehmoment dieser Richtung entgegengesetzt ist, gibt dadurch, dass sie durch einen Verbindungsstab mit einem Hebel verbunden ist die Möglichkeit, das Drehmoment-Verhältnis festzustellen. Dadurch, dass man in das Vergleichsgas Luft hineinleitet, lässt sich das spezifische Gewicht des zu messenden Gases leicht feststellen.

Die Genauigkeit des Lauter-Messers beträgt 0,001; aus dem



die Beziehung zwischen dem spezifischen Gewicht des Gases und dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis darstellenden Diagramm (siehe Abb. 2) kann man erkennen, dass diese Genauigkeit ausserordentlich hoch ist.

X Wie oben dargelegt worden ist, gibt es z. Z. 4 verschiedene Arten von Methoden zur Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses; die nach diesen Methoden bei einem und demselben Motor erhaltenen Meßergebnisse sind sämtliche in der Abb. 4 dargestellt. Da selbst bei der den wirklichen Werten am nächsten zu kommen scheinenden Analysenmethode eine kontinuierliche Analyse nicht gegeben ist, so dass man annehmen muss, dass ein zeitliches Nacheilen vorhanden ist, so kann man sagen, dass der Lauter-Messer den wirklichen Werten am nächsten kommt.

Die Abb. 5 zeigt einen Vergleich der im Falle der vollständigen Öffnung (ful open) nach der unmittelbaren Methode, nach der Analysenmethode und nach der Lauter-Methode erhaltenen Ergebnisse. Wenn man von dem elektrischen Meßinstrument absieht, dann sind die nach den 3 Meßverfahren erhaltenen Ergebnisse nahezu gleich. Die hier beschriebenen Versuche hat man bei verschiedenen Bedingungen des Motorbetriebes mehrere Male ausgeführt, da die hierbei erhaltenen Ergebnisse jedoch nahezu ganz gleich waren, so hat man die anderen (Ergebnisse?) vernachlässigt.

Die besonderen Merkmale des Lauter-Luft-Kraftstoff-Verhältnismessers, durch die er sich ganz besonders auszeichnet, sind:

1. Kein zeitliches Nacheilen;
2. Dadurch, dass die Meßwerte kontinuierlich aufgezeichnet

werden, erhält man sofort die für jeden einzelnen Motor charakteristische Kurve des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und man kann diese Kurve sofort im Vergleich mit einer Normalkurve beurteilen;

- 3. Wenn an einem Ort elektrischer Strom zur Verfügung steht, dann ist die Messung möglich, da sich der Apparat überall hin leicht transportieren lässt;
- 4. Die Messung ist auch möglich, in dem man die Batterie des Kraftfahrzeuges als Stromquelle benützt;
- 5. Die Genauigkeit der Messung ist ausserordentlich hoch.

5. Das Luft-Kraftstoff-Verhältnis und der prozentuale Kraftstoff-Verlust

Bei gleichen Betriebsbedingungen des Motors kann man die Beziehung zwischen dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis und dem Kraftstoffverbrauch mit Hilfe der nachstehenden Berechnungsgleichungen ausrechnen. Je kleiner also der Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ist, umso höher wird der Kraftstoffverbrauch.

Wenn wir nun annehmen, dass sich der Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von  $K_1 - K_2$  geändert hat, und wenn wir dabei die jeweiligen Mengen der Luft und des Kraftstoffes mit  $A_1, A_2, F_1, F_2$  (Gewicht), und  $a_1, a_2, f_1$  und  $f_2$  bezeichnen, dann bekommen wir die Gleichungen

$$K_1 = \frac{A_1}{F_1} = \frac{\left(\frac{29}{22.4}\right)a_1}{\left(\frac{114}{22.4}\right)f_1} \dots\dots\dots(1)$$

$$K_2 = \frac{A_2}{F_2} = \frac{\left(\frac{29}{22.4}\right)a_2}{\left(\frac{114}{22.4}\right)f_2} \dots\dots\dots(2)$$

$$a_1 + f_1 = a_2 + f_2 \dots\dots\dots(3)$$

Aus den Gl. (1), (2) und (3) erhalten wir

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{3.9K_1 + 1}{3.9K_2 + 1} = \frac{K_1 + 0.25}{K_2 + 0.25} \dots\dots\dots(4)$$

Die Abb. 6 zeigt die Beziehung zwischen dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis und dem prozentualen Kraftstoffverlust für den Fall dass wir in der Gleichung 4 das theoretische Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit  $K_1$  bezeichnet haben.

Bei einem Luft-Kraftstoff-Verhältnis von 12 kommen wir auf einen Kraftstoffverlust von ungefähr 25%.

#### 6. Das Luft-Kraftstoff-Verhältnis und die Betriebsleistungskennlinie

Beim Betrieb eines Kraftfahrzeuges werden verschiedene Arten von Leistungskennlinien aufgenommen, von diesen sind die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, die Beschleunigungsfähigkeit, die Verzögerungsfähigkeit, die Leistung des Motors bei niedrigen Drehzahlen usw. nahezu ausschliesslich von der Leistungsfähigkeit des Vergasers abhängig; um jedoch die Leistungskennlinie des Vergasers festzustellen, gibt es nur ein Verfahren, nämlich die Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses.

Die Abb. 7 zeigt den Fall einer schlechten Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem alten Vergaser und zum Vergleich einen Vergaser mit einem genau eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

Diese Abbildung zeigt uns deutlich, dass bei diesem Wagen die Beschleunigungsfähigkeit und die Verzögerungsfähigkeit ausserordentlich schlecht sind. Wie zu erwarten, haben wir zahlreiche Versuche angestellt, um darüber Aufschluss zu bekommen, in welcher Weise die Leistungskennlinie des Vergasers in dem Luft-Kraftstoff-Verhältnisdiagramm zum Ausdruck kommt.

Mit Rücksicht auf den beschränkten hier zur Verfügung stehenden Raum können wir zwar nicht alles veröffentlichen, im folgenden sollen jedoch einige repräsentative Beispiele erklärt werden:

7. Die Leistungskennlinie des Vergasers und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis

Wir haben die Punkte, welche beim Bau eines Vergasers zu beachten sind und die Tatsachen, welche aufgrund der jahrelangen Erfahrung bei einem Vergaser auftreten können, hypothetisch vorausgesetzt und mit einem und demselben Vergaser unter Änderung seines Zustandes (seiner Einstellung?) Versuche angestellt:

7.1 Bei kleinem Leerlaufdüsendurchmesser (Abb. 8)  
(Verstopfung der Leerlaufdüse)

(1) Da bei niedrigen Drehzahlen das Ausspritzen von der Leerlaufdüse sehr gering ist, so ist natürlich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis höher als regulär (das Gasgemisch ist mager). In diesem Falle ist die Anlauffähigkeit natürlich schlecht, und auch die abgegebene Leistung des Motors ist gering.

(2) Die Ausspritzung aus der Hauptdüse wird schneller (800 U/min).

(3) Bei Verstopfung der Leerlaufdüse wird die Ausspritzung aus der Hauptdüse sehr stark, bei hohen Drehzahlen wird der Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses niedriger (das Gasgemisch wird fetter). Bei hohen Drehzahlen ändert sich die abgegebene Leistung nahezu überhaupt nicht mehr, natürlich kommt es dabei zu einem Absinken in der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit.

7.2 Bei grossem Durchmesser der Leerlaufdüse (Abb. 9)

(1) Bei niedrigen Drehzahlen wird die Ausspritzung aus der Leerlaufdüse natürlich stärker und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird niedriger (das Gasgemisch wird fetter).

(2) Die Ausspritzung aus der Hauptdüse wird langsamer. Die Beschleunigungsleistung wird schlechter.

(3) Auch bei den hohen Drehzahlen erfolgt eine Ausspritzung aus der Leerlaufdüse und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird niedriger. Demzufolge wird die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit schlechter. Die abgegebene Leistung jedoch scheint grösser zu werden.

7.3 Der Fall eines grossen Durchmessers der Hauptdüse (Abb. 10)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen bekommt man nahezu das gleiche Diagramm wie regulär.

(2) Mit dem Beginn der Ausspritzung aus der Hauptdüse wird der Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses sehr schnell niedriger. Natürlich wird das Gasgemisch fetter und bei den hohen Drehzahlen wird ein starker Rauch ausgepufft. Natürlich wird dabei die Wirtschaftlichkeit schlechter.

7.4 Hauptdüsendurchmesser gross (Abb. 11)

(bei grossem Leerlaufdüsendurchmesser)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen ist das Luft-Kraftstoff-Verhältnis niedrig, bei den hohen Drehzahlen wird es schnell noch niedriger.

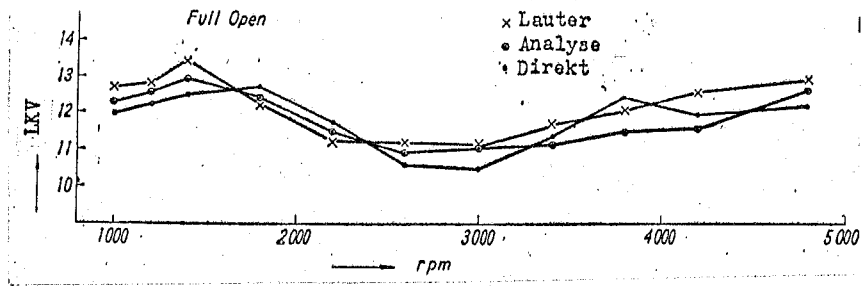


Abb. 5

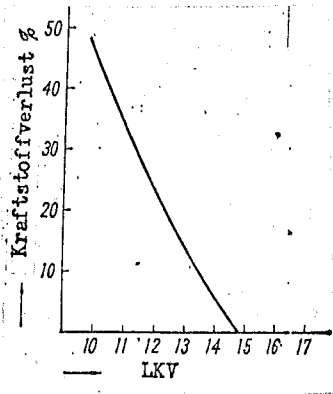


Abb. 6

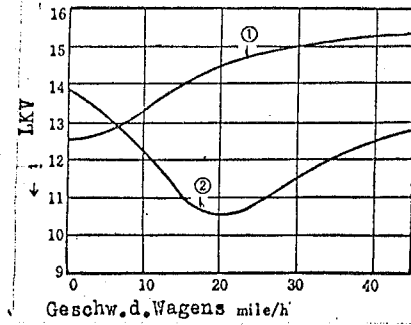


Abb. 7

Das Luft-Kraftstoff-Verhältnis u. der prozentuale Kraftstoffverlust

- ① Vergaser mit neu eingestelltem genauem Luft-Kraftstoff-Verhältnis
- ② alter Vergaser bei welchem die Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses schlecht geworden ist

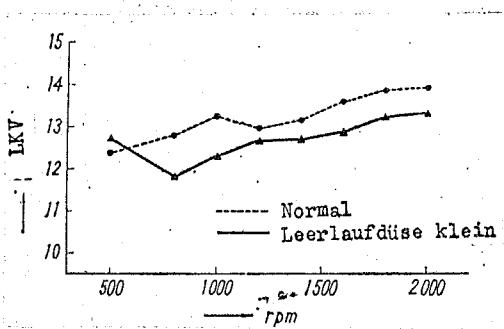


Abb. 8

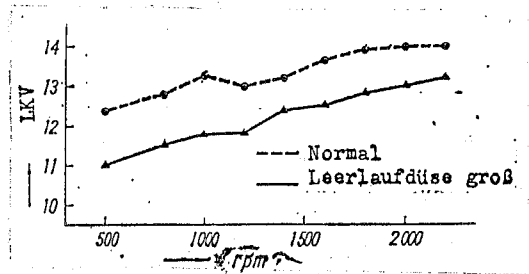


Abb. 9

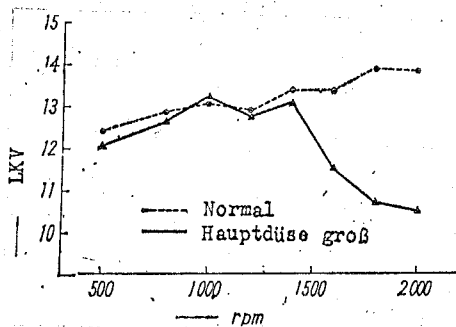


Abb. 10

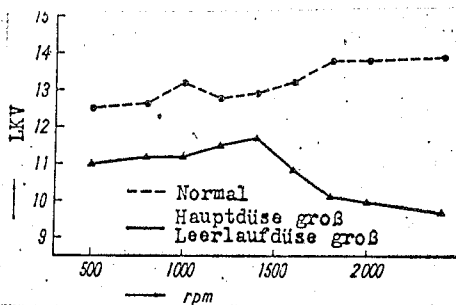


Abb. 11

(2) Auch bei Ausspritzung der Hauptdüse läuft der Motor noch etwas schneller als in dem Falle, in welchem nur die Hauptdüse gross ist.

(3) Wirtschaftlichkeit, Verzögerungsleistung (?), Beschleunigungsleistung werden schlechter.

#### 7.5 Hauptdüsendurchmesser klein (Abb. 12)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen keine Änderung.

(2) Die Ausspritzung der Hauptdüse wird langsamer.

(3) Bei den hohen Drehzahlen tritt die Erscheinung auf, dass das Gasgemisch noch fetter wird. Diese Erscheinung ist ein Ergebnis, das entgegen aller Erwartung herausgekommen ist, die Ursache hierfür ist nicht geklärt, ebenso wie wir auch bei Versuchen, bei denen man Änderungen des Ansaugdruckes durchgeführt hat, das gleiche Ergebnis beobachten konnte. Man hat den Eindruck, als ob die Ausspritzung aus der Leerlaufdüse vielleicht zu-nehmen wolle.

#### 7.6 Spardüsendurchmesser klein (verstopft) (Abb. 13)

(1) Bei niedrigen Drehzahlen wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis höher.

(2) Im allgemeinen zeigt es zwar einen niedrigen Wert, bei den hohen Drehzahlen stimmt es mit dem normalen Wert überein.

(3) Die Beschleunigungsleistung, die Anlaufleistung werden schlechter.

#### 7.7 Spardüsendurchmesser gross (Abb. 14)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen wird das Luftkraftstoff-Verhältnis niedrig (das Gasgemisch wird fett).

(2) Auch bei den hohen Drehzahlen wird das Luft-Kraftstoff-verhältnis im Durchschnitt niedrig.

(3) Die Ausspritzung der Hauptdüse scheint ausserordentlich langsam zu werden. Möglicherweise ist der Grund hierfür darin zu suchen, dass die Strömung der Luft in das Leerlaufsystem zunimmt.

7.8 Der Durchmesser für die Primärzusatzluft (primary air bleed) ist klein (das Loch ist verstopft)

Bei den niedrigen Drehzahlen wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis etwas niedriger, mit zunehmendem Drehzahlanstieg jedoch wird diese Differenz vergrössert (Abb. 16A).

7.9 Der Durchmesser für die Sekundärzusatzluft (secondary air bleed) ist klein (das Loch ist verstopft)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen ist das Luft-Kraftstoff-Verhältnis besonders niedrig (fett).

(2) Mit steigender Drehzahl nähert sich das Luft-Kraftstoff-Verhältnis der normalen Kurve.

(3) Die Ausspritzung der Hauptdüse wird langsamer (Abb. 15B).

7.10 Die Vakuümöffnung ist dichtverschlossen (verstopft) (Abb. 16)

(1) Bei den niedrigen Drehzahlen nahezu keine Änderung, erst bei steigender Drehzahl zeigt sich eine Änderung.

(2) Bei den höheren Drehzahlen beginnt die Hauptdüse zu arbeiten und das Gasgemisch wird fetter. Da sich das Leistungsventil (Hauptventil ?) (Power Valve) öffnet, so scheint man eine Form zu bekommen, bei welcher die Ausströmöffnung vergrössert worden ist (?).

7.11 Sonstiges

Im übrigen wird bei kalter Witterung bei den niedrigen Drehzahlen das Gemisch fetter, und man stellt deutlich die Notwendigkeit einer Drossel(choke) fest; wenn sich die Lage



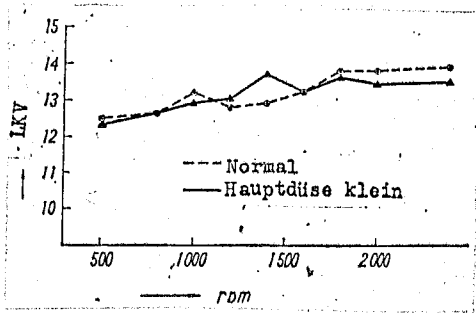


Abb. 12

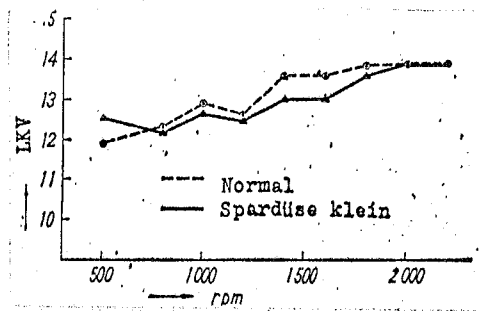


Abb. 13

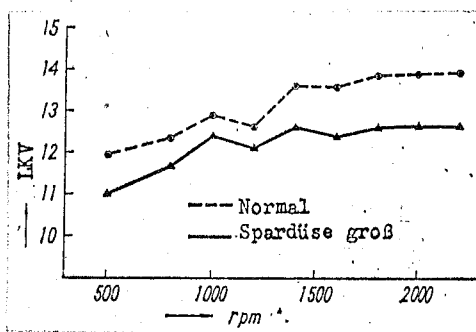


Abb. 14

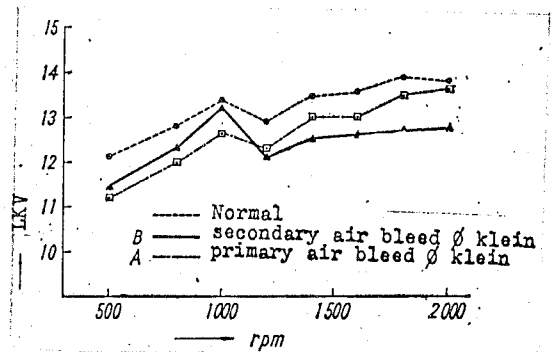


Abb. 15

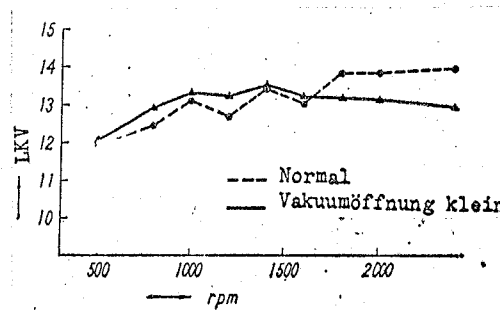


Abb. 16

des Schwimmers verschoben hat, dann ist ein Einfluss hiervon nahezu überhaupt nicht festzustellen.

#### 8. Zusammenfassung

In der vorstehenden Arbeit sind zwar nur wenige Versuche beschrieben worden, aber es ist doch versucht worden, den Zusammenhang zwischen der Änderung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses und der Vergaserleistungskennlinie zu klären. Wenn es mir gelungen ist, durch die erhaltenen Ergebnisse zu den Prüfungen der Kraftfahrzeuge nach ihrer Ausrüstung und Fertigstellung beizutragen, dann freue ich mich darüber. In der neueren Zeit hört man überall den Ruf nach Maßnahmen zur Verhinderung der Verschmutzung der Atmosphäre, in den grossen Städten jedoch rührt die Verschmutzung der Luft zum allergrössten Teil von den Auspuffgasen der Kraftfahrzeuge her. Bei der Ausrüstung und Inbetriebnahme der Kraftfahrzeuge dürfte meiner Meinung nach eine Messung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses der Auspuffgase keinesfalls fehlen. Die hier beschriebenen Versuche sind unter Benützung eines Lauter-Luft-Kraftstoff-Verhältnismessers durchgeführt worden, und ich habe das feste Vertrauen, dass in Zukunft unter Benützung dieses Meßgerätes auf diesem Gebiete immer mehr getan werden wird.

Bei den hier durchgeführten Versuchen bin ich von der Firma Toyota Kraftfahrzeugverkaufs-Aktiengesellschaft in freundlicherweise unterstützt worden und sage hierfür meinen verbindlichsten Dank. Es muss noch bemerkt werden, dass die oben aufgeführten Ergebnisse durchweg ohne Belastung erhalten wurden. Für Kritik und Hinweise bin ich den verehrten Lesern sehr dankbar.