

Einige Betrachtungen über die Ansaugleitungen
der Benzinmotoren für Kraftfahrzeuge

(Es werden insbesondere Probleme besprochen, welche sich
sich im Verlauf der Entwicklung des Motors für den
"Datsun Sunny" ergeben haben)

von Mitsumasa Inoue

Nissan Automobill AG.

1968

Die Leistung der Benzinmotoren für Kraftfahrzeuge wird in hohem Maße von der Funktion und dem Aufbau der Ansaugleitung beeinflusst. Die abgegebene Leistung des Motors, die Wirtschaftlichkeit des Kraftstoffverbrauches, die Betriebseigenschaften, die Warmlaufeigenschaften, und ganz besonders wieder die in der neueren Zeit in den Vordergrund des Interesses gerückte Verunreinigung der Luft, dies alles sind Probleme, welche ganz selbstverständlich auf das engste mit der Charakteristik der Ansaugleitung verknüpft sind.

Der vorliegende Bericht bezieht sich nun auf die Betrachtung der grundlegenden Problem-
punkte, die wir aufgrund des Materiales ange-
stellt haben, das wir mit den im Laufe der
Entwicklung des Motors für den Datsun Sunny
ausprobierten Ansaugleitungen gesammelt haben.
In der ersten Hälfte der Arbeit haben wir
die besonderen Merkmale der beiden Bauarten
von Ansaugleitungen, nämlich der Einzelflunch-
bauart und der auf halbem Wege abgezweigten
Bauart, einer analytischen Untersuchung unter-
worfen, während wir in der zweiten Hälfte der
Arbeit das aus der Sowjetunion stammende
praktische Versuchsbeispiel des Einflusses
der Erwärmung der Ansaugleitung auf die Lei-
stung und die Laufeigenschaften des Motors
"ZIL 130" herangezogen und anhand dieses
praktischen Versuchsbeispieles die Fragen
des Zusammenhanges zwischen der Erwärmung
der Ansaugleitung und der Beschleunigungs-
kennlinie des Wagens, sowie das Problem des
"schweren Atemholens" (des "Japsens"?) des
Motors in Zusammenhang mit der Anwärmung der
Saugleitung berührt haben; ganz zum Schluß
haben wir über die Einzelflunchbauart und
über die Bauart der Abzweigung auf halbem

Wege, welche die neuesten Erfindungen der Ansaugleitung des Motors für den Sunny darstellen, sowie über deren verschiedene Leistungskennlinien, über das Gewicht und die Kosten usw. eingehende Untersuchungen durchgeführt. In der Arbeit wird über den Verlauf unserer Untersuchungen und Erwägungen die schließlich zur Wahl des zuletzt genannten Systems geführt haben, berichtet.

1. Vorwort

Bei den Kraftfahrzeugmotoren ist es die althergebrachte Form des Reihenmotors, von dem man leicht geneigt ist, anzunehmen, daß er nach allen Seiten hin erforscht worden ist, und daß man deshalb ruhig im wesentlichen seine feste Form annehmen und beibehalten kann. Jedoch ist es die erst in der neueren Zeit erfolgte Einführung des OHC-Mechanismus (des Mechanismus der "overhead control"), weiterhin die Abstimmung der Motoren für jedes einzelne Rennen und schließlich auch die Reinigung der Auspuffgase im Zusammenhang mit der Lösung des Problems der Reinhaltung der Luft, wodurch es Gelegenheit genug gegeben hat, die einzelnen Teile des Motors Punkt für Punkt erneut zu untersuchen und von Grund aus einer genauen Betrachtung zu unterziehen.

Bei den mit Vergasern arbeitenden Kraftfahrzeugmotoren ist es die Konstruktion der vielfach abgezweigten Ansaugleitung (im folgenden kurz als Ansaugleitung bezeichnet), durch welche die Leistung des Motors in hohem Maße beeinflußt wird; deshalb ist es unerlässlich, bei der Entwicklung eines neuen Motors viel Arbeit und Mühe aufzuwenden, um auf experimentellem Wege zu einer guten und richtigen Konstruktion der Ansaugleitung zu kommen.

Sehr oft schon hat es den Konstrukteuren großen Kummer bereitet, daß es noch immer keine allgemeine Lösung gibt für die Konstruktion der Ansaugleitung. Insbesondere ist es die Gemischverteilungscharakteristik der Ansaugleitung, welche große Schwierigkeiten bereitet; es sind sehr viele Faktoren, die in einer Ansaugleitung zusammenkommen, die gleichmäßige Verteilung des Gasgemisches, die Vergasungsfähigkeit des Kraftstoffes, und Hand in Hand damit das eng mit diesen Faktoren zusammenhängende Problem der Luftverunreinigung; dazu kommen noch die Wirtschaftlichkeit im Kraftstoffverbrauch und die in immer höherem Maße verlangte Verkehrstüchtigkeit des Wagens.

Die vorliegende Forschungsarbeit ist parallel mit dem Entwicklungsprozeß der Ansaugleitung für den Motor A10, der für den "Datsun Sunny" neu entwickelt worden ist, entstanden; die dabei auftretenden Probleme haben wir auch im Vergleich mit den Ansaugleitungen einiger anderer Wagen betrachtet und untersucht.

2. Die Konstruktion der Ansaugleitung

Bei den einzelnen Arten von Motoren finden wir eine große Vielfalt verschiedener Formen der Ansaugleitung, von denen jede ihre besonderen Vorteile besitzt. In der vorliegenden Arbeit haben wir nun als das große, all diesen Ansaugleitungen gemeinsame Problem, die Schwierigkeit der Gasgemischverteilung und die Wichtigkeit der Vorwärmung der Ansaugleitung untersucht und besprochen.

2.1 Die Typen und die Formen der Ansaugleitung

1) Die Tendenz der neueren Zeit

Durch die immer weiter gehende Steigerung der von den

Motoren verlangten Leistung bzw. durch den Übergang zu den oben gesteuerten Motoren sind die gewöhnlichen Drehzahlbereiche der Motoren wesentlich erweitert worden. Es gibt daher heute schon eine ganze Reihe von Beispielen neuer Wege, um über den gesamten Drehzahlbereich hinweg zu einer hervorragenden Leistungscharakteristik des Motors zu kommen, bei denen der auf der Ansaugleitung beruhende Trägheitsaufladungseffekt in weitesten Grenzen angewandt wird. Auch bei uns hier in Japan hat man an die Leistungscharakteristik der Sechszylinder-Reihenmotoren hohe Anforderungen gestellt und man hat für diese Motoren schon verhältnismäßig frühzeitig eine eigene Ansaugleitung der selbständigen Abzweigbauart angewandt.

In den Abb. 1 und 2 sehen wir Beispiele der Ansaugleitungen des "Chrysler Valiant" und des "Dodge Plymouth"; bei dem zuerst Genannten handelt es sich um einen allgemein handelsüblichen Wagen, während der zuletzt Genannte für Bahnrennen genommen worden ist¹⁾. Bei diesen Beispielen von Ansaugleitungen hat man sein besonderes Augenmerk dem Trägheitsaufladungseffekt geschenkt und man hat umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und Überlegungen angestellt um für die einzelnen Abzweige möglichst gleichförmige Bedingungen zu schaffen.

Bei diesen Maßnahmen hat man jeweils ganz für sich getrennt die durch den Verwendungszweck gestellten Bedingungen an die erste Stelle gesetzt, und es gibt auch Beispiele, wo man bei der Planung der Ansaugleitung auf besondere Einfachheit und Schlichtheit Wert gelegt hat. Diese Konstruktionen sind heute zwar schon ein wenig veraltet, es

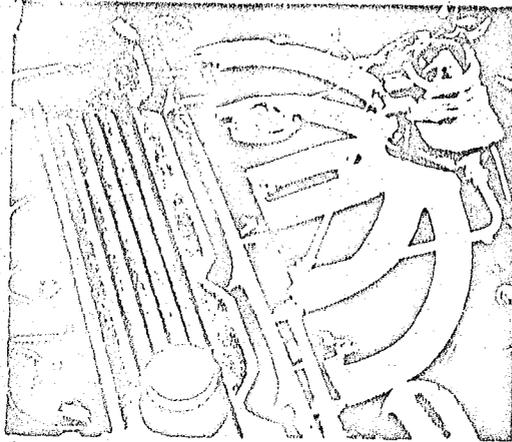


Abb.1 Die Ansaugleitung des Chrysler Valiant

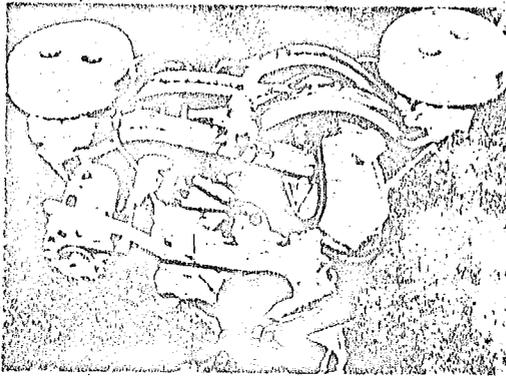


Abb.2 Die Ansaugleitung des Dodge Plymouth (auf die mittleren Drehzahlen abgestimmt)

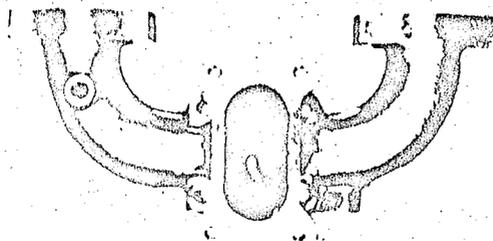


Abb.3 Bisher gebräuchliche Ansaugleitung (A) für einen Vierzylindermotor

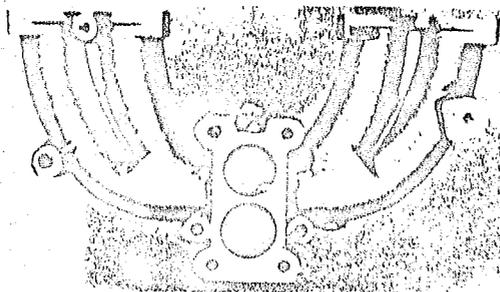


Abb.4 Bisher gebräuchliche Ansaugleitung (B) für einen Vierzylindermotor

gibt dabei jedoch auch technisch besondere bedeutsame Ausführungen, wie etwa den Sechszylindermotor des Ford Falcon oder in der neueren Zeit den Motor des Opel Kadett, bei denen die Ansaugleitung als ein Stück mit dem Zylinderkopf ausgeführt bzw. in den Zylinderkopf eingebaut ist.

2) Die bisher gebräuchlichen Ansaugleitungen

Die in den Abb. 3 und 4 dargestellten Ansaugleitungen sind Beispiele der bisher gebräuchlichen Ausführung. Beide Ansaugleitungen gehören zu Vierzylinder-Reihenmotoren, welche auch heute noch hergestellt werden.

Die Abb. 3 zeigt den Fall einer Ansaugleitung, bei welcher der sich im Zylinderkopf befindende Teil des Ansaugkanales die sogenannte Bauform der inneren Abzweigung besitzt; bei dieser Form sind die Ansaugkanäle für die Zylinder 1 und 2 (bzw. die Zylinder 3 und 4) geometrisch so ausgeführt, daß sie eine symmetrische Form haben. Die Verteilung des Gasgemisches wird in diesem Falle durch die in den Steigrohren vorgesehenen Wasserscheiden (?) in den Abzweigen vorne und hinten am Motor erreicht (diese sind dann notwendig, wenn der Motor in einen Wagen eingebaut ist, so daß er gelegentlich eine erhebliche Schräglage einnehmen kann).

Die Verteilung des Gasgemisches auf die Zylinder 1 und 2 bzw. auf die Zylinder 3 und 4 wird im wesentlichen dadurch erreicht, daß man dem Rohr einen solchen Krümmungsradius gibt, der der Länge des Rohres, dem Durchmesser des Rohres und der Rauigkeit der inneren Rohroberfläche angepaßt ist.

Die Abb. 4 zeigt eine Ansaugleitung, bei der im Zylinderkopf jeder Ansaugkanal für sich getrennt ist, und bei der

man den von der Ansaugleitung herrührenden Trägheitseffekt berücksichtigt hat. In diesem Falle wird die Gemischverteilung zu den Zylindern 1 und 2 von der Steigrohreinführung her, die man mit der Lage des Abzweigpunktes und mit der Rohrkrümmung kombiniert hat, im wesentlichen durch die Form der Endteile (wo sich der Anschluß zu den Abzweigungen vorne und hinten befindet) bestimmt.

Die beiden oben beschriebenen Beispiele von Ansaugleitungen waren für Motoren bestimmt, bei denen es auf eine hohe Drehzahl und auf eine hohe Leistung ankam. Man hatte deshalb für diese Motoren einen Duplex-Vergaser angewandt. Bei derartigen Motoren ist es sehr häufig mit großen Schwierigkeiten verbunden, vom Primärventilbereich des Vergasers bis zum Sekundärventilbereich eine gleichmäßige Gasgemischverteilung zu erzielen.

3) Die charakteristischen Merkmale einer Ansaugleitung der unabhängigen Einzelabzweigbauart

Als repräsentative Beispiele bei denen in einem gewöhnlichen Wagen diese Einzelabzweigansaugleitung angewandt ist, sind der bereits oben erwähnte Sechszylindermotor des Chrysler Valiant, sowie der Vierzylindermotor des BMW 1500 zu nennen.

Wie wir aus den Abb. 5 und 6 ersehen können, haben diese Ansaugleitungen in geometrischer Hinsicht eine sehr schöne Form.

Das gemeinsame der beiden oben beschriebenen Beispiele von Ansaugleitungen besteht darin, daß man sich die größte Mühe gegeben hat, bei jedem einzelnen Abzweig möglichst die gleichen Bedingungen zu bekommen; diese Bemühungen

haben insofern Erfolg gehabt, als die Unterschiede in der Länge der einzelnen Abzweige verhältnismäßig klein sind, so daß man eine gute Gemischverteilungscharakteristik erwarten darf. Die angewandten Vergaser waren durchweg Einfachvergaser, da man jedoch einerseits Motoren mit verhältnismäßig hoher Leistung und andererseits oben gesteuerte Motoren vor sich hatte, so machte sich, was die Anwendung des Einfachvergasers anbelangte, der Überschuß hinsichtlich der PS-Leistung bemerkbar. Bei uns hier in Japan liegen die Verhältnisse etwas anders, weil hier, bedingt durch das Wettrennen um die PS-Leistung der Motoren der Duplex-Vergaser mehr und mehr angewandt wird.

Wenn wir die Röntgenaufnahmen zum Vergleich heranziehen und damit die diesen beiden Ansaugleitungen gemeinsamen Merkmale zu ergründen versuchen, dann kommen wir zu dem Schluß, daß die grundlegenden Konstruktionsbedingungen, welche bei der Einzelabzweigbauform erfüllt sein müssen, sich wie folgt zusammenfassen lassen (vergleiche die Abb.7 u.8):

- a) Die Einzelabzweige werden in einem mittleren freien Platz (einem zentralen Erweiterungsfeld?) derart gesammelt, daß für jeden einzelnen Abzweig die gleichen Bedingungen bestehen.
- b) Die Mittellinien der einzelnen Abzweige werden in einem mittleren freien Platz in einem Punkt zusammengeführt und dieser Punkt stimmt ungefähr mit der Mitte des Vergasers überein.
- c) Das Flächenverhältnis des mittleren freien Feldes zur Vergaseröffnung (Bohrung des ansaugrohrseitigen Flunches) hat einen hohen Wert von ungefähr 5:1.

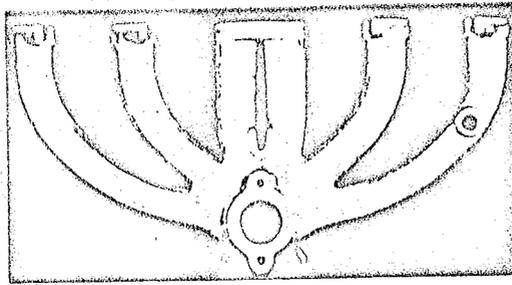


Abb.5 Die Ansaugleitung des Chrysler Valiant

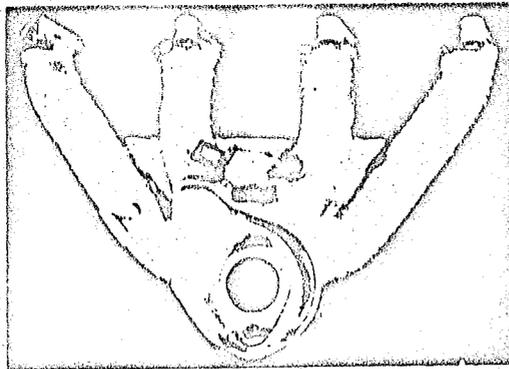


Abb.6 Die Ansaugleitung des BMW 1500

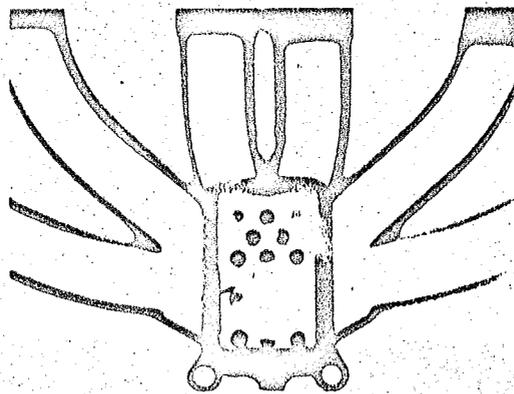


Abb.7 Die Ansaugleitung des Chrysler Valiant (Röntgenaufnahme)

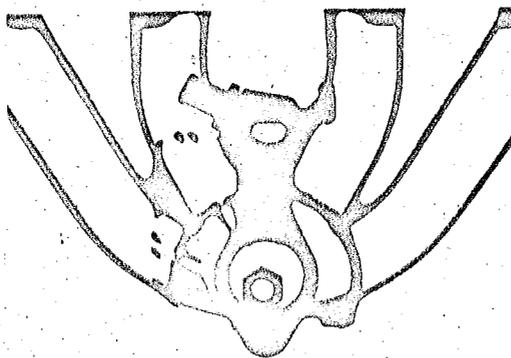


Abb.8 Die Ansaugleitung des BMW 1500 (Röntgenaufnahme)

d) Der Steigrohrboden bildet eine gleichförmige ebene Bodenseite.

e) Die innere Querschnittsform der Abzweige ist nahezu eine rechteckige Querschnittsfläche.

f) Das Ende der Bohrung des Vergaserbefestigungsflunches hat eine mechanische Fertigbearbeitung erfahren und weist scharfe Kanten auf.

Bei dem BMW 1500 sind in den beiden vorderen Abzweigen Nuten vorgesehen, und auf diese Weise wird die ungleiche Verteilung (unbalance) kompensiert, welche durch den entlang den unteren Wänden fließenden flüssigen Kraftstoff bei einer Schräglage des Motors hervorgerufen wird.

Die obenstehende Darstellung bezieht sich auf die besonderen Merkmale des Einzelabzweigsystems, dabei handelte es sich um Versuchsweise hergestellte Ansaugleitungen des Einzelabzweigsystemes für Sechszylindermotoren und für Vierzylindermotoren; da wir hierbei jedoch keine ausreichende Leistung erzielt haben, so haben wir uns entschlossen, den Ursachen nachzugehen. Bei diesen beiden Beispielen hat man als Vergasertypen Duplex-Vergaser angewandt, die Abb.9 und 10 zeigen die Röntgenaufnahmen dieser Ansaugleitungsformen. Auf den ersten Blick scheint es, man habe hier eine Form vor sich, welche als Einzelabzweigform hergestellt worden ist; die im folgenden aufgeführten einzelnen Feststellungen sind jedoch von den repräsentativen Beispielen, wie wir sie oben angeführt haben, verschieden. Man kann sagen, daß die Charakteristik der Einzelabzweigform als Ansaugleitungsform mit den Daten des Duplex-Vergasers nicht verdaut werden kann.

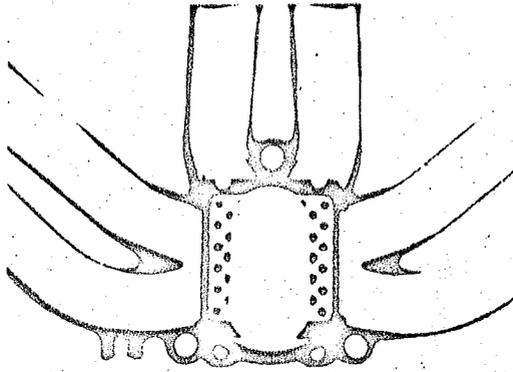


Abb. 9 Versuchsweise hergestellte Ansaugleitung für einen Sechszylindermotor (Röntgenaufnahme)

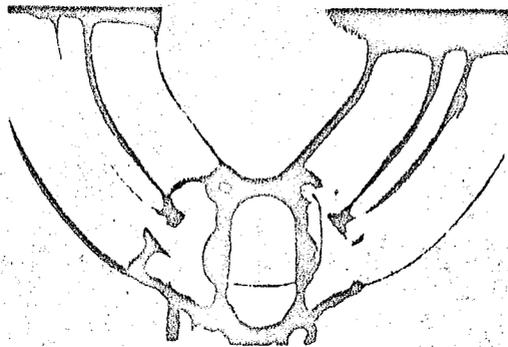


Abb. 10 Versuchsweise hergestellte Ansaugleitung für einen Vierzylindermotor (Röntgenaufnahme)

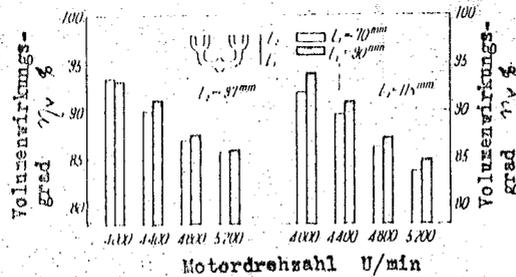


Abb. 11 Die Charakteristik des Volumenwirkungsgrades bei einer Ansaugleitung mit Abzweigung auf halbem Wege (Beispiel für einen Motor mittlerer Größe)

a') Die oben unter a) genannten Bedingungen werden befriedigt.

b') Die Mittellinien der einzelnen Abzweige laufen im mittleren freien Feld in einem Punkt zusammen, dieser Sammelpunkt bildet jedoch im Zusammenhang mit der Lage des Vergasers ein Problem.

c') Das Flächenverhältnis des mittleren freien Feldes und der Vergaseröffnung (diese ist in der gleichen Weise wie oben die Befestigungsbohrung) ist verhältnismäßig klein, es beträgt ungefähr 2-3 : 1.

d') Hier sind die gleichen Bedingungen wie oben bei d) erfüllt.

e') Die innere Querschnittsform des Abzweiges ist kreisrund

f') Das Ende der Bohrung des Vergaserbefestigungsflunches besitzt einen großen Radius und verläuft so übergangslos und verbindet die einzelnen Abzweige.

g') Man kann sagen, daß die Mittellinien der einzelnen Abzweige unmittelbar unter dem Vergaser in der Mitte zusammenlaufen, es handelt sich hier nur ganz vage um die Vergasermittle; wenn man in der Hauptsache ausschließlich den Primärventilbereich des Bereiches der niedrigen Drehzahlen bei vollständig geöffneter Drosselklappe, wo die Luftströmungsgeschwindigkeit klein ist, in Betracht zieht, dann sind die oben unter b) genannten Bedingungen nicht erfüllt. Dies bedeutet, daß bei niedriger Drehzahl und vollständig geöffneter Drosselklappe die mittleren Zylinder (bei einem Sechszylindermotor die Zylinder 3 und 4 und bei einem Vierzylindermotor die Zylinder 2 und 3) ein fetteres Gemisch erhalten.

Wie wir unter c') dargelegt haben, erhalten wir bei einem

kleinen Flächenverhältnis eine Form, bei welcher die Motorseite des Vergaserprimärventiles unmittelbar mit den Seitenwänden (mit der Seitenwand?) des mittleren freien Feldes verbunden ist; im Bereiche der niedrigen Drehzahlen bei vollständig geöffneter Drosselklappe hat dies dann zur Folge, daß der an der Motorseitigen Innenwand der Drosselkammer des Vergasers herabfließende Kraftstoff, so wie er ist, in den Zylinder hineinfließt.

Die Mängel der Form, auf welche wir oben hingewiesen haben, sind bei den in Japan hergestellten Motoren den Beispielen mit Einzelabzweigansaugleitungen gemeinsam, und man verwendet viel Mühe darauf, diese Defekte zu korrigieren.

Bei der versuchsweise hergestellten Einzelabzweigansaugleitung für den Datsun Sunny-A10-Motor, über die wir später noch sprechen werden, sind diese problematischen Punkte nahezu vollständig gelöst worden und man ist zu einem guten Ergebnis gelangt.

4) Die besonderen Merkmale der Ansaugleitung mit Abzweig auf halbem Wege

Bei der Ansaugleitung mit Abzweigung auf halbem Wege werden die besonderen Vorzüge der in den Abb.3 und 4 dargestellten Ansaugleitungen ausgenützt. Durch die entsprechende Zusammenstellung der Länge der einzelnen Abzweige erhält man den vielfarbigen Trägheitsaufladeeffekt, und andererseits hat man aufgrund der einfachen Form, wie sie in der Abb.3 dargestellt ist, den besonderen Vorzug, daß die Verteilung des Gemisches verhältnismäßig leicht zu erreichen ist. Diese Form der Ansaugleitung ist in der neueren Zeit bei dem Auto Union Audi angewandt worden.

Die Abb.11 zeigt einen Teil der Ergebnisse, die wir bei der Messung des Ansaugeffektes nach dem "motoring"-Verfahren bei einem Motor mittleren Typs unter Verwendung einer aus Holz hergestellten Ansaugleitung erhalten haben. Durch entsprechende Kombination der in der Abbildung aufgeführten Maße L_1 und L_2 und der Rohrdurchmesser haben wir die verschiedenen Charakteristiken des Ansaugwirkungsgrades erhalten (vergleiche die, noch nicht veröffentlichte, werksinterne Mitteilung der Firma Nissan von Tanuma und Takai) (die Charakteristik des Ansaugwirkungsgrades beim Zünden und die beim Schiebetrieb erhaltenen Ergebnisse sind zwar ihrem absoluten Wert nach und ihrem charakteristischen Verlauf nach mehr oder weniger verschieden, man kann jedoch nach dem "motoring"-Verfahren die Faktoren untersuchen, welche man durch Kombination der Maße L_1 und L_2 des Rohrdurchmessers und des Krümmungsradius des Rohres erhält).

Die Abb.12 zeigt die Änderung der Gemischverteilungsleistungscharakteristik bei sich änderndem Krümmungsradius R . Bei den Vergasern, um die es sich in dieser Abbildung handelt, liegen die besten Werte des Krümmungsradius R zwischen 35^R und 65^R (noch nicht veröffentlichte, werksinterne Mitteilung der Firma Nissan von Inoue und Nagaoka).

Mit Hilfe einer durchsichtigen Ansaugleitung mit Abzweig auf halbem Wege, bei welcher man das Innere der Ansaugleitung beobachten konnte, haben wir die Bewegung des Gasgemisches und des flüssigen Kraftstoffes während des Betriebes verfolgt und dabei die nachstehend aufgeführten Fest-

stellungen gemacht (vergleiche die Abb.13):

- a) Das Gasgemisch nimmt seinen Weg durch die Ansaugleitung, indem es in dem Abzweig eine schraubenförmig rotierende Bewegung ausführt.
- b) Bei Vollast natürlich, aber auch bei Teillast gelangt eine erhebliche Menge flüssigen Kraftstoffes an die Wände und fließt an den Wänden entlang, dabei führt der an den Wänden entlang fließende Kraftstoff die gleiche Bewegung aus wie die oben erwähnte schraubenförmige Bewegung des Gasgemisches.
- c) Bei geeigneten Abmessungen und geeigneter Form der einzelnen Teile und bei guter Gemischverteilung wird der vom Steigrohrboden ausgehende Hauptstrom des flüssigen Kraftstoffes in eine schraubenförmig rotierende Bewegung versetzt und gelangt so in die Mitte der Oberseite des Abzweigpunktes zu den Zylindern 1 und 2.
- d) Diese schraubenförmige Strömung wird durch die Menge des Luftstromes beeinflusst; bei kleiner Strömungsgeschwindigkeit kann dieser schraubenförmig rotierende Gasgemischstrom nicht bis zu der Oberseite des Abzweigpunktes gelangen, was zur Folge hat, daß in die Außenseitigen Zylinder (die Zylinder 1 und 4) mehr einströmt. Bei einer hohen Strömungsgeschwindigkeit zeigt sich die umgekehrte Wirkung, da die Bewegung des Gasgemisches außerordentlich heftig ist, so breitet sich der Hauptstrom im vollen Bereich der Innenwände aus und seine Orientierung wird schwerfällig.
- e) Die Form des Steigrohres bei einer Ansaugleitung mit Abzweig auf halbem Wege sollte, soweit irgend möglich, kugelförmig sein, damit man eine Gleichmäßigkeit in der Richtung des flüssigen Kraftstoffes in der Nähe der Ab-

zweigmündung erhält.

Wie wir aus der obigen Darlegung sehen, hat eine Ansaugleitung mit Abzweigen auf halbem Wege in der gleichen Weise wie auch die Ansaugleitung mit selbständigen Einzelabzweigen eine ganze Anzahl von Vorzügen.

2.2 Die Anwärmung der Ansaugleitung

Die Anwärmung der Ansaugleitung ist außerordentlich wichtig im Hinblick auf die Beschleunigungscharakteristik, die Fahreigenschaften, die Warmlaufeigenschaften eines Wagens ganz allgemein können wir sagen, für die Antriebsleistung des Wagens.

Über Verfahren zur Anwärmung der Ansaugleitung und über die Verbesserung der Beschleunigungseigenschaften sind in der Sowjetunion einige Forschungsarbeiten durchgeführt worden, von denen wir hier die eine oder andere anführen wollen; über den Einfluß der Vorwärmung der Ansaugleitung sowie über die von den Verfassern gesammelten Erfahrungen und einige Beispiele der von ihnen durchgeführten Versuche soll hier berichtet werden. Weiterhin soll über die verschiedenen Verfahren zur Anwärmung der Ansaugleitung und über die Tendenz der Ergebnisse, die man an verschiedenen Arten von Motoren erhalten hat, berichtet werden.

Die Verfahren zum Erwärmen der Ansaugleitung und die Beschleunigungsleistung

Im kraftfahrzeugtechnischen Forschungsinstitut in Moskau ist eine experimentelle Forschungsarbeit über das Thema durchgeführt worden "Der Einfluß der Saugrohranwärmung auf die Arbeitsweise des Motors ZIL 130"; als Schlußfolgerung aus dieser Arbeit ist darauf hingewiesen worden, daß für

eine Verbesserung der Beschleunigungsleistung eine Anwärmung mit heißem Wasser besser ist als eine Vorwärmung mit Hilfe des Auspuffes²⁾.

Der genannten Arbeit entnehmen wir zunächst folgendes:

Die allgemeine Gleichung, welche die indizierte PS-Leistung angibt, formen wir wie folgt um:

$$N_i = \frac{H_u}{n \cdot L_{min} + 1} \cdot \frac{P_0 \cdot V_h}{R \cdot T_0} \cdot \eta_v \cdot \eta_i \cdot \frac{n_E}{120} \quad (\text{kW}) \dots \dots \dots (1)$$

Hierin sind

- N_i : die indizierte Leistung (in PS)
- n : der prozentuale Luftüberschuß
- L_{min} : die theoretische Luftmenge (das theoretische Gemischverhältnis)
- H_u : die niedrige (die untere?) Wärmeentwicklungsmenge des Kraftstoffes (?)
- η_v : der Volumenwirkungsgrad
- η_i : der indizierte Wirkungsgrad
- n_E : die Motordrehzahl
- V_h : die gesamte Auspuffmenge

Wir nehmen einen kleinen Fehler in Kauf u. setzen: $n \cdot L_{min} + 1 = n(L_{min} + 1)$ und erhalten

$$N_i = \frac{H_u}{L_{min} + 1} \cdot \frac{P_0 \cdot V_h}{R \cdot T_0} \cdot \eta_v \cdot \frac{\eta_i}{n} \cdot \frac{n_E}{120} \dots (2)$$

Diese Gleichung formen wir wie folgt um:

$$N_i = \frac{H_u}{L_{min} + 1} \cdot \frac{(G_a + G_f)}{3600} \cdot \frac{\eta_i}{n} \dots \dots \dots (3)$$

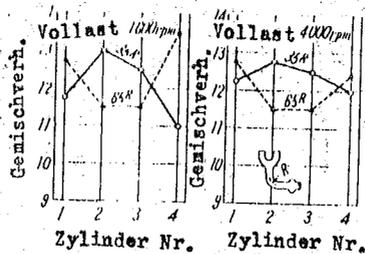
Hierin sind G_a : die zugeführte Luftmenge
 G_f : die Menge des zugeführten Kraftstoffstromes

Hieraus erhalten wir:

$$\frac{\eta_i}{n} = \frac{N_i}{G_a + G_f} \cdot \frac{3600(L_{min} + 1)}{H_u} \dots \dots \dots (4)$$

In dieser Gleichung ist η_i/n das Verhältnis zweier wichtiger Parameter im Motor, es gibt daher die Möglichkeit, die Gasmischbildung und die Vollständigkeit des Verbrennungsprozesses insgesamt zu beurteilen und zu bewerten.

Wir haben nun die einzelnen charakteristischen Werte auf



Anmerkung: Die oben gemessenen Ansaugleitungen sind für Motoren mittlerer Größe versuchsweise hergestellt worden, hinsichtlich ihrer Leistungscharakteristik sind sie nicht ausreichend.

Abb.12 Die Gasgemischverteilungsscharakteristik in Abhängigkeit vom Saugrohrkrümmungsradius bei Ansaugleitungen mit Abzweigung auf halbem Wege

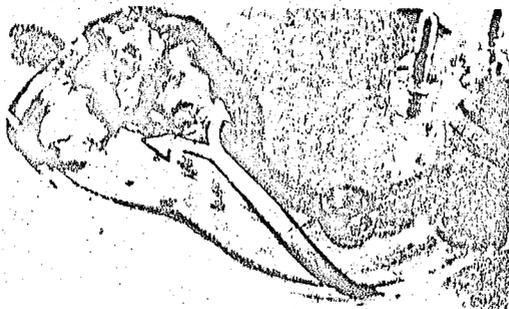


Abb.13 Die Strömung des flüssigen Kraftstoffes in einer Ansaugleitung mit Abzweigung auf halbem Wege

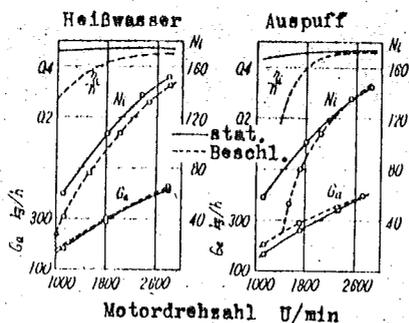


Abb.14 Die Motorleistungskennlinien im stationären Zustand und beim Beschleunigen (Motor ZIL 130)

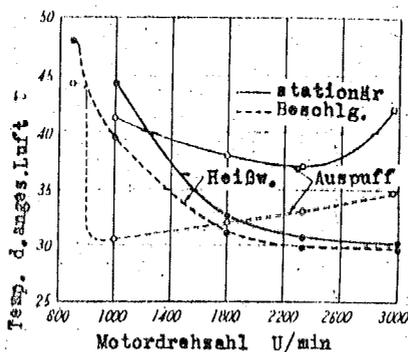


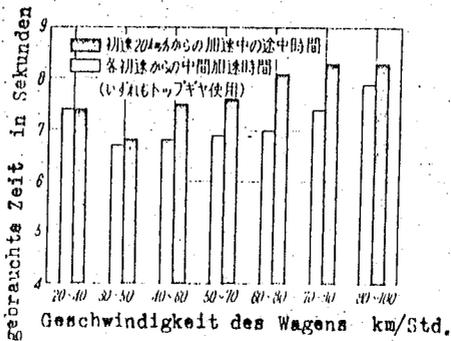
Abb.15 Die Temperatur der angesaugten Luft in Abhängigkeit vom Verfahren der Saugrohrwärmmung 2) (Motor ZIL 130)

der rechten Seite der Gleichung (4) in jedem einzelnen Augenblick gemessen und für η_i/n , N_i und G_a die in der Abb 14 dargestellten Ergebnisse erhalten. Diesen Ergebnissen können wir folgendes entnehmen:

- a) Im Vergleich mit dem stationären Zustand haben wir beim Beschleunigen für eine und dieselbe Motordrehzahl beim Beginn des Beschleunigens eine Steigerung der Luftmenge im Falle der Vorwärmung mit Hilfe des Auspuffes um 25% und im Falle der Vorwärmung mit heißem Wasser um 3-5% erhalten.
- b) Diese Erscheinung der Luftmengensteigerung können wir so betrachten, daß, wie wir dies aus der Abb.15 ersehen, im Vergleich mit dem stationären Zustand beim Beschleunigen die Temperatur der angesaugten Luft plötzlich absinkt, und daß dadurch der Füllungswirkungsgrad erhöht wird.
- c) Trotzdem ist die indizierte PS-Leistung N_i gegenüber dem stationären Zustand stark abgesunken.
- d) In der gleichen Weise ist auch die charakteristische Zahl η_i/n beim Beschleunigen sehr viel schlechter (kleiner?) als im stationären Betriebszustand, diese Verschlechterung beträgt bei Anwärmung der Ansaugleitung mit Hilfe der Auspuffgase im Anfang der Beschleunigung 40-50%, während sie bei Anwärmung der Ansaugleitung mit Hilfe von heißem Wasser 20% beträgt; das Ausmaß der Verschlechterung ist also bei Anwärmung der Ansaugleitung durch die Auspuffgase wesentlich größer. Aus dem Obengesagten ergibt sich, daß ungeachtet der Steigerung der Ansaugluftmenge beim Beschleunigen die Ursache des erheblichen Absinkens der Leistung im Anfang der Beschleunigung in einer Verschlech-

terung bei der Gemischbildung und beim Verbrennungsprozeß zu suchen sind; wenn wir weiterhin von der Tatsache ausgehen, daß eine durch das eine bzw. das andere der beiden Erwärmungsverfahren bedingte Differenz in der Leistung vorhanden ist und daß durch eine fette Vergasereinstellung das Ausmaß der anfänglichen (?) Verschlechterung wesentlich verringert wird, dann erhalten wir dadurch einen deutlichen Hinweis darauf, daß wir die Ursachen für das Absinken der Leistung im Anfang der Beschleunigung in der durch das schnelle Absinken der Gemischtemperatur in der Ansaugleitung bedingten plötzlichen Verdünnung des Arbeitsgasgemisches, sowie in dem durch die Bildung eines Flüssigkeitsfilmes bedingten Niederschlagen des Kraftstoffes in großer Menge zu suchen haben.

In diesem Forschungsbericht ist jedoch über die Konstruktion der Ansaugleitung nicht im einzelnen berichtet worden, es ist nur darauf hingewiesen worden, daß das Verfahren der Anwärmung der Ansaugleitung mit Hilfe der Auspuffgase deshalb weniger günstig ist, weil bei der Erwärmung der angesaugten Luft durch die Wände der Ansaugleitung hindurch gegenüber dem Ansteigen der Auspuffgastemperatur eine zeitliche Verzögerung vorhanden ist; Da jedoch auch die Möglichkeit einer durch die Wärmeaufnahme fläche der erwärmten Teile bedingten Änderung der Leistung in ausreichendem Maße berücksichtigt worden ist, so gewinnt man den Eindruck, daß es je nach der Konstruktion auch ein Verfahren der Anwärmung der Ansaugleitung durch die Auspuffgase geben kann, daß sich auf die Beschleunigungsleistung in der gleichen Weise auswirkt, wie das Verfahren der Anwärmung mit Hilfe heißen Wassers.



■ 半wegzeit beim Beschleunigen aus 20 km/Std.
 □ Mittl. Beschleunigungszeit aus den einzelnen Anfangs. Geschw.
 (durchweg im schnellen Gang)

Abb. 16 Der Zustand der Beschleunigung beim Überholen (Beispiel eines Pkw mittlerer Größe)

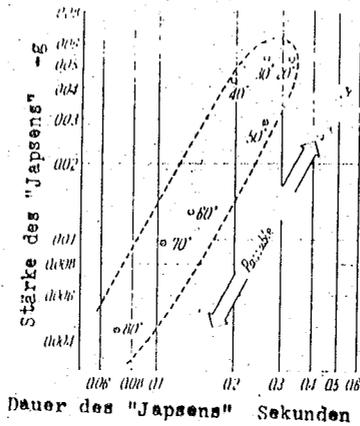


Abb. 17 Der Zusammenhang zwischen der Steigrohrtemperatur und dem "schweren Atemholen" ("Japsen") (S-M)

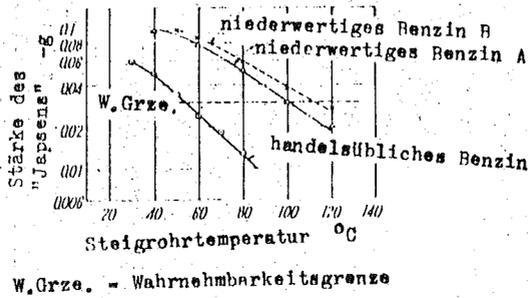


Abb. 18 Steigrohrtemperatur und "schweres Atemholen" für verschiedene Benzinqualitäten (S-M)

Als Beispiele, welche das oben beschriebene Absinken der Leistung im Anfang der Beschleunigung deutlich zeigen, kann hier die bei der praktischen Fahrt im Wagen vorkommende Beschleunigungsleistung beim Überholen angeführt werden:

a) Man beschleunigt im schnellsten Gang aus einer Anfangsgeschwindigkeit von 20 km/Stunde und stellt die vom Wagen während des Beschleunigens für die einzelnen Geschwindigkeitsabschnitte (beispielsweise von 40-60 km/Stunde, von 50-70 km/Stunde usw.) gebrauchte Zeit fest.

b) Man stellt beim Beschleunigen im schnellsten Gang die aus einer ganz bestimmten festgelegten Anfangsgeschwindigkeit (beispielsweise 30 km/Stunde, 50 km/Stunde usw.) die bei einer Zwischenbeschleunigung (mittleren Beschleunigung) gebrauchte Zeit in der gleichen Weise fest.

Die Ergebnisse, die man nach den beiden obengenannten Verfahren für Personenkraftwagen mittlerer Größe erhalten hat, sind in der Abb.16 dargestellt. Aus dieser Abbildung können wir entnehmen, daß bei b) die gebrauchte Zeit auch maximal etwa 1 Sekunde beträgt (ungefähr 14%) und man sieht deutlich, daß zwischen a) und b) ein Unterschied vorhanden ist, wodurch die oben angeführten Versuchsergebnisse bestätigt werden. Indem wir in der oben beschriebenen Weise die bei der praktischen Fahrt im Wagen erhaltenen Versuchsergebnisse mit einbeziehen, erkennen wir deutlich, daß der Einfluß der Anwärmung der Ansaugleitung auf die Beschleunigungsleistung groß ist.

2) Der Beitrag zu den Fahreigenschaften

Die Abb.17 und 18³⁾ zeigen einige Versuchsbeispiele, bei

TABELL 1

Die Systeme der Saugrohrvorwärmung
bei den Motoren in Japan hergestell-
ter Personenkraftwagen
(wassergekühlte Motoren)

W a g e n t y p	Motor	Verwärmssystem	Vergasertyp
Nissan-Präsident H 150	V 8	Heißwasser	D.D. 4-barrel
Nissan-Präsident 150	L 6	Auspuff	D.D. 1-barrel
Nissan-Cedric-Spezial 6	L 6	Heißwasser	Su-Twin
Nissan-Cedric-Custom 6	L 6	Heißwasser	D.D. 2-barrel
Nissan-Cedric	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Datsun Blue Bird SSS	L 4	Heißwasser	SU - Twin
Datsun Blue Bird SS	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Datsun Blue Bird	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Datsun Sunny 1000	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Prince Grand Gloria	L 6	Auspuff	D.D. 4-barrel
Prince Gloria 6	L 6	Heißwasser u. Auspuff	D.D. 2-barrel
Prince Gloria	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Prince Sky Line	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Toyota Crown 8	V 8	Heißwasser	D.D. 2-barrel
Toyopet Crown 2000 S	L 6	Heißwasser	SU - Twin
Toyopet Crown 2000	L 6	Heißwasser	D.D. 2-barrel
Toyopet Corona	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Isuzu Bellel Special	L 4	Heißwasser	D.D. 2 B - Twin
Isuzu Bellel Special	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Isuzu Bellet	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel
Mitsubishi De Bonheure	L 6	Auspuff	D.D. 2 B - Twinn
Mitsubishi Colt 1500, 1000	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrell
Hino Contessa 1300	L 4	Heißwasser	D.D. 2-barrel
Matsuda Familia	L 4	Heißwasser	D.D. 2-barrel
Daihatsu Compano-Berliner	L 4	Auspuff	D.D. 2-barrel

denen man durch Anwärmung der Ansaugleitung hinsichtlich der Erscheinung des "schweren Atemholens" beim Beschleunigen, die beim Fahrer ein so unangenehmes Gefühl auslöst, bessere Fahreigenschaften erzielt hat; aus diesen Ergebnissen sieht man deutlich, daß die Größe des beim Übergang vom "slow system" zum "main system" des Vergasers entstehenden "schweren Atemholens" durch die Temperatur der Innenwände des Steigrohrbodenteiles der Ansaugleitung beeinflusst wird, und daß man diese besseren Ergebnisse trotz der Verschlechterung der Eigenschaften des Kraftstoffes erhalten hat (?).

3) Die neueste Tendenz der Ansaugleitungsvorwärmssysteme
Als Vorwärmssysteme für die Ansaugleitung werden, wie auch in dem in der Abb. 19 dargestellten Falle des Motors für den Fiat 1100 häufig auch Heißwasservorwärmssysteme angewandt. In manchen Fällen werden auch schon bei der Konstruktion des Motors Heißwassersysteme angewandt, die dem Wärmeaustausch zwischen Ansaugöffnung und Auspufföffnung dienen (?). In der Tafel 1 werden Beispiele von in der neueren Zeit in Japan hergestellten Motoren aufgeführt, von diesen 25 Beispielen sind es 11, bei denen man das Heißwassersystem angewandt hat; diese Tendenz wird bei den neuerdings bekannt gewordenen Motorenentwicklungen immer stärker. .

3. Die Ansaugleitung des A10-Motors

Bei dem "Datsun Sunny", in welchem der A10-Motor eingebaut wurde, hat man schon auf der Stufe seiner Entwicklung Schritt für Schritt ein Erzeugnis angestrebt, dessen einzelne Werte hinsichtlich des Gewichtes und hinsichtlich

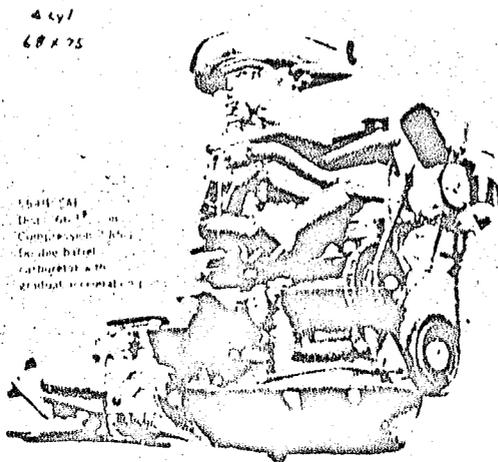


Abb.19 Das Saugrohrvorwärmesystem beim Motor Fiat 1100

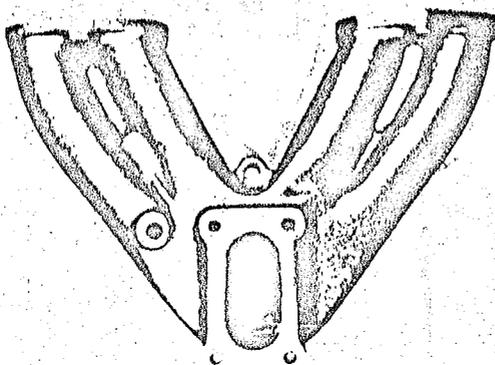


Abb.20 Versuchsweise hergestellte Ansaugleitung (A) für den A10-Motor, selbständige Einzelabzweige

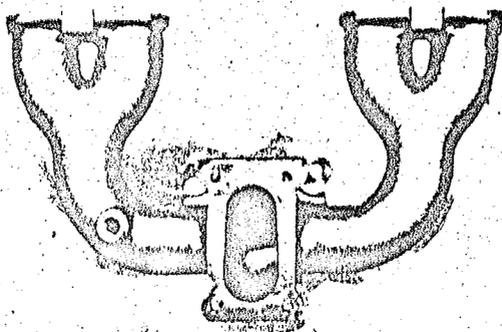


Abb.21 Versuchsweise hergestellte Ansaugleitung (B) für den A10-Motor, Abzweigung auf halbem Wege (diese Bauform ist für die Fertigung übernommen worden).

des Preises von vornherein genau festgelegt waren und eingehalten werden mußten; bei der Festlegung des Systemes der Ansaugleitung hat man deshalb die drei Bedingungen der Leistung, des Preises und des Gewichtes eingehend untersucht und geprüft.

Auf der Stufe der Entwicklung, auf welcher die richtigen Daten für den Motor erreicht waren, sollte als charakteristisches Merkmal des Wagens eine ganz hervorragende Wirtschaftlichkeit im Kraftstoffverbrauch herauskommen; man hat deshalb, um auf dieses Ziel loszugehen, bei der Vergasereinstellung eingehende Untersuchungen über die bereits oben besprochene Fahrleistung im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch im Teillastbetrieb angestellt.

3.1 Die Wahl des Systems und der Form der Ansaugleitung

Um die richtige Anordnung der Ansaugkanäle im Zylinderkopf herauszufinden, haben wir für die Einzelabzweigbauform und für zwei Arten der Wassermantelbauform (??) nahezu 10 verschiedene Arten von Ansaugleitungen versuchsweise hergestellt und schließlich haben wir für einen Zylinderkopf mit Einzelansaugkanälen die beiden in den Abb.20 und 21 dargestellten Vorschläge in die engere Wahl gezogen.

Dabei handelte es sich um die beiden bereits oben eingehend besprochenen Formen der Ansaugleitung, nämlich um die Ansaugleitung mit Einzelabzweigen und um die Ansaugleitung mit Abzweigung auf halbem Wege.

Im Hinblick auf die Betriebsdaten des Duplex-Vergasers hat man bei der in der Abb.20 dargestellten Ansaugleitung die erheblichen Schwierigkeiten der richtigen Gasgemischverteilung

lung durch eine hervorragende Konstruktion gemeistert und sehr gute Ergebnisse erzielt:

- a) Die einzelnen Abzweige hat man derart in dem mittleren freien Feld zusammenlaufen lassen, daß man gleiche Bedingungen bekam.
- b) Man hat es so eingerichtet, daß die sich ihrer Länge nach erstreckenden Mittellinien der einzelnen Abzweige in einem Punkte des mittleren freien Feldes zusammenlaufen, und über diesem Punkte hat man die Mitte des Primärventiles des Vergasers angeordnet.
- c) Das Flächenverhältnis zwischen dem mittleren freien Platz und der Vergaseröffnung hat man verhältnismäßig groß gemacht, nämlich 5.7 : 1.
- d) Das Steigrohrbodenteil hat man gleichmäßig flach (eben?) gemacht.
- e) Die innere Querschnittsform der Abzweige ist auf der Seite des Zylinderkopfes kreisförmig, und auf der Seite des Steigrohranschlusses viereckig, dadurch ist die Verbindung des Steigrohrbodenteiles am Anschlußpunkt des Abzweiges vereinfacht worden.
- f) Wie wir das auch bei dem BMW 1500 sehen, hat man, um das bei einer Schräglage des Motors hervorgerufene mangelnde Gleichgewicht (unbalance) der Bodenfläche auszugleichen, in den beiden vorderen Abzweigen Nuten vorgesehen (vergleiche die Abb.22).

Auch bei der in der Abb.21 dargestellten Ansaugleitung mit Abzweig auf halbem Wege hat man eingehende Untersuchungen angestellt und durch entsprechende Korrektur und Kompensation die gleichen hervorragenden Ergebnisse hinsichtlich der Gasgemischverteilungscharakteristik erhalten wie bei

der oben beschriebenen Ansaugleitung. Der Prozeß der Gasgemischverteilung in diesem Falle ist aus der Abb.13 deutlich zu erkennen.

Der durch die überhängende (overhung) Länge der obengenannten beiden Arten von Ansaugleitungen bedingte Trägheitseffekt ist ungefähr aus der Abb.23 ersichtlich; im Hinblick auf die konstruktiv vorgeschriebene gleiche Überhanglänge (overhung) ist die Ansaugleitung mit Abzweig auf halbem Wege, bei welcher man die praktisch wirksame Länge der Abzweige groß genommen hat, hinsichtlich einer passenden Kombination mit dem oben besprochenen Vielfachträgheitseffekt günstiger.

3.2 Die Ansaugleitungsvorwärmverfahren

Bei den beiden oben beschriebenen Arten von Ansaugleitungen haben wir jeweils sowohl das Verfahren der Vorwärmung mit Hilfe der Auspuffgase, wie auch das Verfahren der Vorwärmung durch heißes Wasser angewandt und somit insgesamt vier verschiedene Bauarten versuchsweise hergestellt.

Was nun die Leistung des Motors anbelangt, so haben wir die Steigrohrtemperatur während der Fahrt untersucht, um dadurch die abgegebene Leistung des Motors, die Warmlaufleistungskennlinie und eine gute Betriebsleistungskennlinie zu gewährleisten; die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in den Abb.24 und 25 dargestellt.

Das durch die Anwärmung der Ansaugleitung bedingte Absinken des Füllungswirkungsgrades im Bereich der hohen Drehzahlen bringt keinen so hohen Anstieg der Temperatur der angesaugten Luft, wie man ihn im Hinblick auf die mit dem

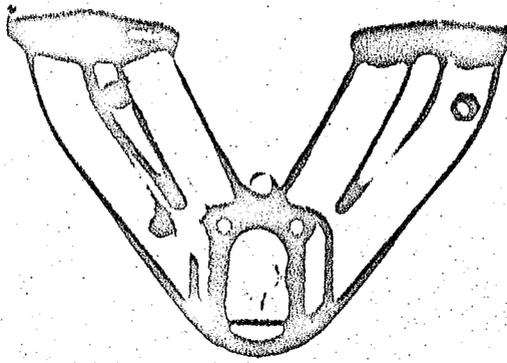


Abb.22 Röntgenaufnahme der versuchsweise hergestellten Ansaugleitung (A)

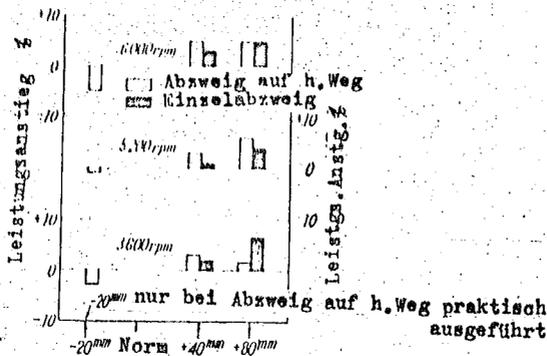


Abb.23 Die Überhanglänge (overhung) der Ansaugleitung und die Leistungssteigerung

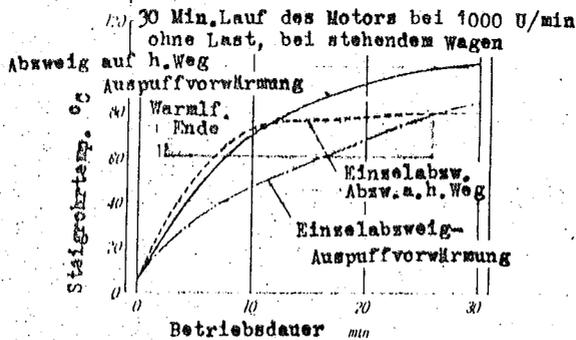


Abb.24 Die Steigrohrtemperatur beim Warmlaufbetrieb für vier verschiedene versuchsweise hergestellte Ansaugleitungen

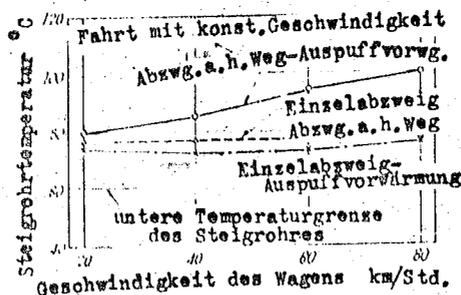


Abb.25 Die Steigrohrtemperatur während der Fahrt für vier verschiedene versuchsweise hergestellte Ansaugleitungen

Anwachsen der Kraftstoffströmungsmenge Hand in Hand gehende Zunahme der latenten Vergasungswärme befürchtet hätte, und der Leistungsverlust liegt im Größenbereich von 2%..

Die Abb.24 zeigt die Charakteristik des Temperaturanstieges im Steigrohr der Ansaugleitung, während des Betriebes bei 1000 U/Min. ohne Last. Mit Ausnahme der Einzelabzweigbauform mit Anwärmung durch die Auspuffgase haben wir durchweg die gleiche Warmlaufleistungscharakteristik erhalten, und die Temperaturanstiegscharakteristik dabei war die gleiche wie der Temperaturanstieg des Kühlwassers im Zylinderkopf. Bei der Einzelabzweigbauart mit Anwärmung durch die Auspuffgase reicht offenbar wegen des großen Überhan- ges (overhung) die von den zu den heißen (hot spot) Stellen hinströmenden Auspuffgasen bewirkte Erwärmung nicht aus. Dagegen hat man bei den drei anderen oben erwähnten Bauarten bei einem Warmlaufbetrieb des stehenden Wagens von 6-7 Minuten hervorragende Warmlaufeigenschaften erhalten.

Die Abb.25 zeigt die Ergebnisse, die man bei der Messung der Steigrohrtemperatur für die einzelnen Geschwindigkeiten des Wagens während der Fahrt erhalten hat; man sieht aus dieser Abbildung, daß man bei allen vier Arten von Ansaugleitungen eine ausreichende Temperatur bekommt. Da jedoch bei der Ansaugleitung mit Abzweigung auf halbem Wege und mit Vorwärmung durch die Auspuffgase bei den hohen Drehzahlen die Temperatur auf über 100° ansteigt, so ist zu befürchten, daß im Sommer infolge der von der Auspuffleitung her kommenden Erwärmung im Vergaser eine Perkolatation und ein "vapour lock" entstehen, durch welche die Wärmebeständigkeitscharakteristik verschlechtert wird;

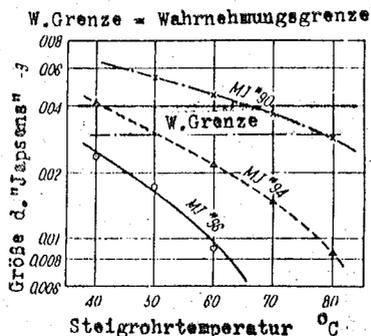


Abb. 26 Die Steigrohrtemperatur in Übereinstimmung mit der Saugrohrvorwärmung und der Vergasereinstellung, die Leistungskennlinien in Abhängigkeit vom "primary jet" und vom "main jet".

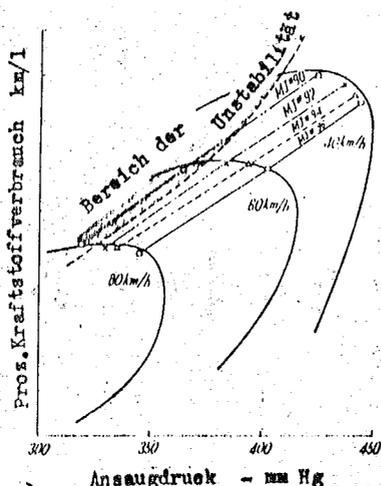


Abb. 27 Die Grenze der "main jet"-GröÙe bei Teillastbetrieb (Prüfung auf der Straße)

Tafel 2

Vergleichende Gegenüberstellung der Gewichte und der Herstellungskosten der vier versuchsweise hergestellten Ansaug- und Auspuffsysteme für den A10-Motor

Einheiten: Gewicht in kg, Selbstkosten %

Vorwärmsystem Gewicht Preis	Einzelabzweig				Abzw.a.h.Weg			
	H.W.		Auspuff		H.W.		Auspuff	
	Gew.	Pr.	Gew.	Pr.	Gew.	Pr.	Gew.	Pr.
Ausaugltg.	1.07	107	0.98	107	0.92	100	0.86	100
Auspuffltg.		100		113		100		110
Zubehör	3.4	480	3.8	100	3.4	480	3.2	100
Insgesamt	4.47		4.78		4.32		4.06	
Proz. Anteil	110	106	118	105	106	103	100	100

die Ergebnisse, die wir mit dem Chassis-Dynamometer und bei unseren eingehenden praktischen Versuchen im fahrenden Wagen erhalten haben, bestärken uns jedoch in der Überzeugung, daß wir dank der hervorragenden Durchlüftungseigenschaften des Motorraumes mit keinerlei Mängeln zu rechnen haben.

In der Tafel 2 sind die Gewichte und die Preise der oben besprochenen vier verschiedenen Ansaugleitungen zusammengestellt; man hat sich für die Abzweigung auf halbem Wege und für die Anwärmung durch die Auspuffgase entschlossen, weil hier sowohl die zuerst experimentell erhaltenen Ergebnisse, wie auch die Ergebnisse der kombinierten Untersuchung hinsichtlich der Leistung in ausreichendem Maße zufriedenstellend waren, und weil hier sowohl das Gewicht, wie auch der Preis am niedrigsten waren.

3.3 Das Zusammenpassen mit dem Vergaser

Wir haben auf dem Versuchsstand den Betriebszustand des Wagens reproduziert, und wir haben das Wellendrehmoment beim Beschleunigen aufgezeichnet, durch eine Analyse der erhaltenen Ergebnisse haben wir die Einstellung (setting) des Vergasers untersucht. Als Beispiel einer Untersuchung der Verbindungsleistungscharakteristik (der Koppelungsleistungscharakteristik?) im Bereiche der niedrigen Drehzahlen haben wir die Grenze der Drosselmöglichkeit des primärseitigen "main jet" bestimmt und dabei die in der Abb. 26 dargestellten Ergebnisse erhalten.

Um nun auch im Teillastbetrieb einen stabilen Betrieb des Motors zu erhalten, bei dem eine hohe Wirtschaftlichkeit des Kraftstoffverbrauches gewährleistet ist, haben wir

die Größe des "main jet" unter Berücksichtigung der Herstellungstoleranzen in der Größenordnung von ungefähr Nr. 95 verlangt (vergleiche Abb.27).

Da, wie wir oben bereits dargelegt haben, die Steigrohrtemperatur während der Fahrt dauernd auf 80°C und mehr gehalten wird, so kann man sagen, daß für die obengenannte Einstellung (setting) des Vergasers bei der Herstellung der Ansaugleitung Bedingungen vorgesehen worden sind, bei denen man die gewünschten Fahreigenschaften in ausreichendem Maße erhält.

4. Schlußwort

Wir haben die Ansaugleitungen repräsentativer Wagen zum Vergleich herangezogen und deren besondere Eigenschaften im einzelnen analytisch untersucht, und durch versuchsweise Herstellung und entsprechende praktische Versuche haben wir festgestellt, daß es bis jetzt noch verhältnismäßig schwierig ist, eine allgemeine Lösung für die Ansaugleitung zu finden; wir glauben jedoch, daß es uns, indem wir uns auf die Gasgemischverteilung konzentrierten, gelungen ist, die Bedingungen, welche an die Ansaugleitung gestellt werden müssen, bis zu einem gewissen Grade qualitativ zu erfassen, und die Gedankengänge, welche bei einer zukünftigen Entwicklung und experimentellen Erforschung maßgebend sein sollten, um einen Schritt weiter vorwärts zu tragen.

Der Motor des Datsun Sunny, über den es bereits allgemeine Veröffentlichungen gibt, haben wir in der vorliegenden Forschungsarbeit vorallem hinsichtlich der Brennpunkte beim Entwicklungsprozeß der Ansaugleitung betrachtet, über

alle anderen Punkte ist geplant eine eingehende Forschung, die sich auf alle einzelnen Teile erstreckt, durchzuführen und gleichzeitig auf dem Wege über die vielen Versuche und Forschungen den Bericht über die Gesamtplanung des Motors zu vervollständigen.

Zum Schluß der Arbeit wollen wir nicht versäumen, allen Herren, die uns dabei wertvolle Unterstützung zuteil werden ließen, unseren herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturhinweise

- 1) Automotive Industries : Feb. 1. 1964 Chrysler's Developments in Ram-charging of Engines
- 2) Sowjet, Zeitschrift: "Konstruieren, Forschen, Prüfen"
"Der Einfluß des Verfahrens zum Anwärmen der Ansaugleitung auf die Leistung des Motors ZIL 130 bei nicht stationärem Betrieb"
- 3) Diese Zeitschrift; Bd. 4, Februar 1965
"Die Erhöhung der Betriebseigenschaften durch Saugrohranwärmung bei einem Kfz-Benzinmotor" von Tanuma u. Inoue.