

Übersetzung aus der japanischen Zeitschrift

"Nainen Kikan" (Die Brennkraftmaschine)

Band 3, Heft Nr.22, April 1964, Seite 19 - 26

Die Beschleunigungsprüfung des Motors Prinz G 7

von Minoru Shimizu

(Prinz-Automobilindustrie AG,
Motorenversuchsabteilung)

1. Vorwort

Der wassergekühlte, oben gesteuerte 6-Zylinder - 4-Takt-reihenmotor Prinz G 7 ist als Motor für Personenwagen von hoher Klasse im Juni des Jahres 1963 erstmalig zum Verkauf gekommen. Dieser Motor liegt im Rahmen der für Kleinwagen vorgeschriebenen 2000 ccm; bei seiner Ausführung ist dafür Sorge getragen worden, daß der Motor den zukünftigen Anforderungen an Geschwindigkeit und Leistung entspricht. Außerdem sind alle Punkte berücksichtigt worden, die nach dem heutigen Stand für einen Motor in der Praxis wichtig sind; über den gesamten Drehzahlbereich muß der Motor gut durchziehen, er muß ein gutes Beschleunigungsvermögen besitzen, wenn er im Stand läuft, darf er nur ganz geringe Schwingungen verursachen, und außerdem muß der Motor absolut zuverlässig sein. All diese Wünsche sind bei der Konstruktion des Motors berücksichtigt worden.

Während jedoch die Versuche zur Entwicklung dieses Motors noch liefen, ist man auf verschiedene Probleme gestoßen: Das Zylindervolumen des Motors, wie auch die auf die Hinterräder gehende Antriebskraft waren zu klein, außerdem war das Trägheitsmoment der rotierenden Teile im Vergleich mit dem Lastwagenmotor Prinz G 2 (1900 ccm) wassergekühlter oben gesteuerter 4-Zylinder-4-Takt-Reihenmotor) zu groß,

und das Beschleunigungsvermögen war geringer als bei dem genannten Motor. Um die Ursache hierfür zu klären, ist man sowohl von der Leistungskennlinie des Motors im Stand, wie auch von der Übergangsleistungskennlinie bei der Beschleunigung ausgegangen und ist dabei zu einer ganzen Anzahl grundlegender Ergebnisse gekommen.

In der vorliegenden Arbeit sollen nun unter anderem die Versuche zur Lösung dieser Fragen beschrieben werden und es sollen vorallem die bei den am Versuchsstand ausgeführten Prüfungen erhaltenen Ergebnisse mitgeteilt werden, die sich vorallem auf die verschiedenen Daten des Motors beziehen, welche die Übergangsleistungskennlinie beim Beschleunigen, wie man annimmt, beeinflussen.

Diese Versuche sind für den ganz speziellen Motor Prinz G' und zu einem ganz speziellen Zweck durchgeführt worden. Untersuchungen über die Möglichkeit einer Verallgemeinerung der erhaltenen Ergebnisse sind hier wegen Raummangel nicht angestellt worden, der Verfasser wird sich jedoch freuen, wenn ihm irgendwelche Ratschläge in dieser Hinsicht zugehen werden.

2. Allgemeiner Überblick über das Beschleunigungsvermögen

Die Abb.1 zeigt für den mit einem G 7-Motor ausgerüsteten Lastkraftwagen S41D (kleiner Sedan, vorne eingebauter Motor, gesamte Länge 4650 mm, Radstand 2680 mm, Untersetzungsverhältnis des Getriebes 4.875) die Beschleunigung in den 3 Gängen in Abhängigkeit von der jeweiligen Beschleunigungszeit. In der Abbildung sind die den Anfangsgeschwindigkeiten 37 km/Stunde, 47 km/Stunde und 59 km/Stunde entsprechende Kurven dargestellt. Die Zeit, welche gebraucht wird,

bis ein nahezu konstanter Wert der Beschleunigung (0.8 m/ Sekunde²) erreicht ist, beträgt 2-5 Sekunden. Bei niedriger Anfangsgeschwindigkeit ist diese erforderliche Zeit besonders lang.

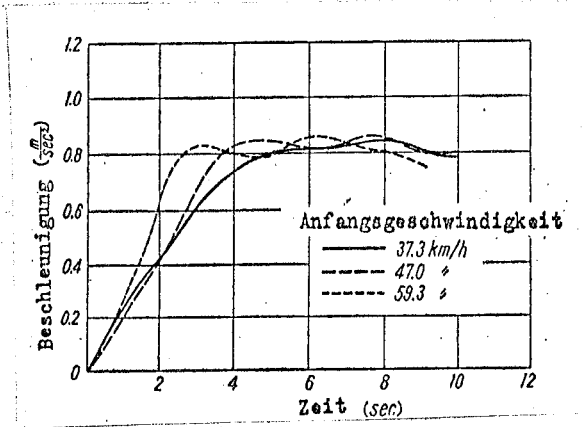
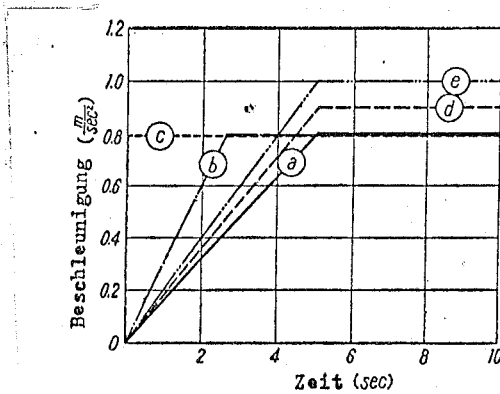


Abb. 1 Beschleunigungs-Zeit-Kurven, das Kraftfahrzeug S 41 D mit dem Motor G7, im 3. Gang voll beschleunigt, die Beschleunigungslose Periode ist verschwindend klein.



	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Verzögerung sec	5	2.5	0	5	5
max. Beschl. $\frac{m}{sec^2}$	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0
f. Beschl. gebr. Zeit					
sec 0~200m	14.25	13.50	13.13	13.95	13.68
sec 0~400m	23.05	22.30	21.52	22.30	21.57

Abb. 2 Die Modelle der Beschleunigungs-Zeit-Kurven. Die Berechnung der für die Beschleunigung gebrauchten Zeit aufgrund von Modellkurven ist für eine Anfangsgeschwindigkeit von 36 km/ Stunde durchgeführt worden.

Wenn wir nun die in der Abb. 1 dargestellten Beschleunigungs-Zeit-Kurven als Modell nehmen, und uns die in der Abb. 2 dargestellten einfachen Kurven vorstellen, dann wird

die Kurve des Kraftfahrzeuges S 41 D (in der Abb.1 die Anfangsgeschwindigkeit 37.3 km/Std.) als Kurve a ausgedrückt. Wenn wir nun annehmen, diese Kurve sei auf die Beschleunigungszeitkurven mit dem durch die Kurven (b), (c), (d) und (e) dargestellten Verlauf ersetzt worden, dann ist die für die Beschleunigung gebrauchte Zeit von 0-200 m und von 0-400 m jeweils gleich dem entsprechenden in der Tafel der Abb.2 angegebenen Wert. Dies zeigt deutlich, daß die ursprüngliche Verringerung der Startverzögerung (d.h. Verringerung der Zeit, welche gebraucht wird, bis die Beschleunigung von dem Wert 0 einen bestimmten Wert erreicht hat) der Erhöhung der Beschleunigungsfähigkeit zugute kommt.

Hieraus ergibt sich für uns, daß zwar die maximale Beschleunigung, sowohl bei der einen, wie auch bei der anderen der beiden Beschleunigungs-Zeit-Kurven (b) und (c) die gleiche ist, wie bei der Kurve (a) und 0.8 m/Sekunde^2 beträgt, daß jedoch die ursprüngliche Startverzögerung von 5 Sekunden auf 2.5 Sekunden bzw. auf 0 Sekunden verkürzt worden ist. Die Kurven (d) und (e) sind Beispiele dafür, daß man die ursprüngliche Startverzögerung in der gleichen Weise wie bei der Kurve (a) mit 5 Sekunden angenommen und dadurch die maximale Beschleunigung erhöht hat. Während man bei den zuerst genannten Kurven (b) und (c) eine Verbesserung der ursprünglichen Startverzögerung beabsichtigte, hat man bei den beiden zuletzt genannten Kurven (d) und (e) eine Erhöhung des überschüssigen Drehmomentes erreicht. Es ist zwar ganz natürlich, daß man in beiden Fällen die für das Anfahren gebrauchte Zeit gegenüber dem Falle der Kurve (a) noch verkürzt hat, vorallem hat man dabei aber ganz deutlich erkannt, daß das Verfahren der Verbesserung der

ursprünglichen Verzögerung (der Anfangsverzögerung?) einer wichtigen Einfluß auf die Erhöhung des Beschleunigungsvermögens besitzt.

3. Das Prüfverfahren

Die augenblickliche Winkelgeschwindigkeit des Motors hat man, wie dies in der Abb.3 dargestellt ist, dadurch gemessen, daß man an dem Abtriebswellenverbindungsstück nach dem Drehzahlwechselgetriebe eine Schlitzscheibe und eine fotoelektrische Einrichtung befestigt hat. Die Schlitzscheibe hatte einen Durchmesser von 260 mm und war an ihrem Umfang im Abstand von 1° und im Abstand von 2° mit Schlitzen versehen. Die Schlitze im Abstand von 1° dienten der Messung der Drehzahl, während die Schlitze im Abstand von 2° zum Zwecke der Prüfung der Beschleunigungsfähigkeit vorgesehen waren. Sodann bringt man eine Lichtquelle (eine Taschenlampe) und einen Fototransistor so an, daß sich die Scheibe zwischen den beiden befindet; so daß auf diese Weise den Schlitzen entsprechende elektrische Impulse erzeugt werden. Diese elektrischen Impulse führt man zu einem Geschwindigkeitsänderungsmesser und verwandelt sie in einen zu der Drehzahl proportionalen Gleichstrom, der dann von einem elektromagnetischen Oszillographen aufgezeichnet wird.

Mit dem Motor hat man, um ein äußeres Bremsmoment angreifen zu lassen, ein Wirbelstromdynamometer unmittelbar verbunden; durch Ändern des Erregerstromes dieses Wirbelstromdynamometers hat man das äußere Bremsmoment geändert.

Bei der Prüfung ging man so vor, daß man den Motor zunächst im Leerlauf laufen ließ, und daß man dann vom Leerlauf aus

plötzlich die Vergaserdrosselklappe voll öffnete und dadurch eine plötzliche Beschleunigung bekam. Die zum vollen Öffnen der Drosselklappe gebrauchte Zeit betrug ungefähr 0.2 Sekunden.

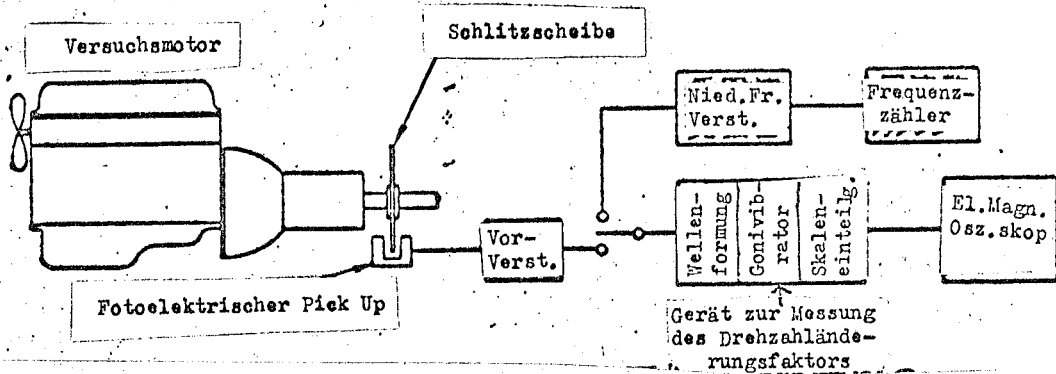


Abb. 3 Die Einrichtung zum Messen des Beschleunigungsvermögens und des Drehzahländerungsfaktors eines Motors

Sämtliche hier beschriebenen Prüfungen wurden bei einer Kühlwassertemperatur des Motors von 70-80°C und bei einer Schmieröltemperatur von 65-70°C ausgeführt.

Tafel 1

Die Daten des bei den Versuchen benützten Motors

	Versuchsmotor
Motortyp	G 7
Herstellerfirma	Prinz-Automobilindustrie
Art des Motors	Benzinmotor
Kühlsystem	Wasserkühlung
Zahl u. Anordnung d. Zylinder	6-Zylinder-Reihenmotor
Takte	4
Verbrennungskammer	Spezial-Heißwasserbad-Bauart
Ventilanordnung	oben angeordnete, oben gesteuerte Ventile
Zylinderdurchmesser u. Hub	75 x 75
Gesamte Auspuffmenge	1.988 l
Kompressionsverhältnis	8.8
maximale Leistung	105 PS/5 200 U/Min.
maximales Drehmoment	16.0 mkg/3 600 U/Min.

Tafel 2

Die verschiedenen Daten der für die Versuche verwendeten Vergaser

		Für die Versuche benützter Vergaser	
Typ		2 D-34A-2	
		Primärklappe	Sekundärklappe
Luftansaughorn ϕ		75 ϕ	
Venturi ϕ		24 ϕ × 16 ϕ × 8 ϕ	30 ϕ × 10 ϕ
Bohrung ϕ		32 ϕ	32 ϕ
Hauptstrahl ϕ		1.04 ϕ	1.70 ϕ
Beschl. Pumpe		16 ϕ	
Kolben ϕ		16 ϕ	
Kolbenhub		(1) 4.2	(2) 2.8 (3) 1.6
Fördermenge		0.7cc	0.5cc 0.3cc
wirksamer ϕ			56 ϕ
Sekundärklappe		Öffngs. Beginn	bei Vollast 1 200rpm
		Öffngs. Ende	bei Vollast 3 600rpm

5. Das Verfahren zum Ausdrücken der Beschleunigungsfähigkeit

5.1 Der Grad der Beschleunigungsfähigkeit (α)

Um einen Wert zu haben, welcher die Beschleunigungsfähigkeit des Motors ausdrückt, hat man eine Formel aufgestellt in welcher sowohl die der Beschleunigung des Wagens beim Beschleunigen entsprechende mittlere Winkelgeschwindigkeit des Motors, wie auch die der während des Beschleunigens vom Wagen zurückgelegten Fahrtstrecke entsprechende Anzahl der Winkelgrade der Motordrehungen berücksichtigt werden, und man hat den durch diese Formel ausgedrückten Wert α als den Grad der Beschleunigungsfähigkeit bezeichnet (vergleiche (1)).

$$\alpha = \frac{2}{t_n^2} \left(\int_0^{t_n} \omega dt - \omega_0 t_n \right) \dots\dots\dots(1)$$

Hierin sind α - der Grad der Beschleunigungsfähigkeit
(rad/sec²)

t_n - die gesamte gebrauchte Zeit (sec)

ω_0 - die Anfangswinkelgeschwindigkeit (rad/sec)

$$\int_0^{t_n} \omega dt - \omega_0 t_n = \text{Fläche A}$$

= der Gesamtzahl der Winkelgrade, um welche sich
beim Beschleunigen infolge des Beschleunigens die
Motorwelle zuviel gedreht hat (vergl. Abb.4).

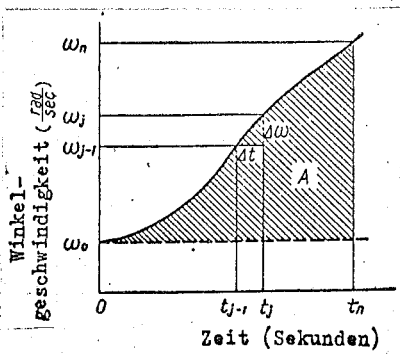


Abb.4 Die Winkelgeschwindigkeits-Zeit-Kurve

5.2 Die mittlere Winkelbeschleunigung auf einer kurzen Strecke (a_j)

Um die Beschleunigungsfähigkeit des Motors während der verhältnismäßig langen Zeit von der Anfangsgeschwindigkeit ω_0 an bis zu der Endgeschwindigkeit ω_n auszudrücken, ist die oben angegebene Gleichung (1) zwar geeignet, da jedoch die Änderung der Winkelgeschwindigkeit innerhalb der kurzen Zeit während der Beschleunigung als nahezu geradlinig angesehen werden kann, so wird die mittlere Winkelbeschleunigung durch die nachstehende Gleichung (2) definiert. Im vorliegenden Bericht erfolgt die Bewertung der Beschleunigungsfähigkeit hauptsächlich durch die in der Gleichung (2

ausgedrückte mittlere Winkelbeschleunigung.

$$a_j = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_j - \omega_{j-1}}{t_j - t_{j-1}} \quad (2)$$

(vergleiche Abb.4)

5.3 Der Beschleunigungswirkungsgrad (η_j)

Wenn wir nun das vom Motor im stationären Zustand erzeugte Nettodrehmoment mit τ_{ei} (mkg) und das äußere Bremsmoment mit τ_r (mkg) bezeichnen, dann wird das Fahrdrehmoment τ_i durch nachstehende Gleichung (3) ausgedrückt

$$\tau_i = \tau_{ei} - \tau_r \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dieses Fahrdrehmoment ist ausschließlich eine Funktion der Winkelgeschwindigkeit ω des Motors.

Wenn wir andererseits das Trägheitsmoment der rotierenden Teile des Motors mit I_e (mkg-sec²) und das von außen her angreifende Trägheitsmoment mit I_r (mkg-sec²) bezeichnen, dann wird das Trägheitsmoment I aller rotierenden Teile ausgedrückt durch

$$I = I_e + I_r \quad \dots\dots\dots (4)$$

Damit bekommen wir die Bewegungsgleichung des Systemes

$$\tau_i = I \frac{d\omega}{dt} \quad \dots\dots\dots (5)$$

In dem Idealzustand also, den wir dann als gegeben annehmen, wenn der Motor dauernd das gleiche Drehmoment erzeugt, wie im stationären Zustand, wird die Zeit, welche gebraucht wird, um von ω_{j-1} bis ω_j zu beschleunigen, durch nachstehende Gleichung ausgedrückt

$$t_j - t_{j-1} = \int_{\omega_{j-1}}^{\omega_j} I/\tau_i \, d\omega \quad \dots\dots\dots (6)$$

Die mittlere Winkelbeschleunigung α_{ij} auf dieser Strecke ist somit

$$a_{ij} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_j - \omega_{j-1}}{\int_{\omega_{j-1}}^{\omega_j} I/\tau_i \, d\omega} = \frac{1}{I} \cdot \frac{\omega_j - \omega_{j-1}}{\int_{\omega_{j-1}}^{\omega_j} \frac{1}{\tau_i} \, d\omega} \quad \dots\dots(7)$$

Wenn wir hierin $J = \frac{1}{I} =$ einem durch das Trägheitsmoment bestimmten Koeffizienten
 ($\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{sec}^{-2}$)

und $K_j = \frac{\omega_j - \omega_{j-1}}{\int_{\omega_{j-1}}^{\omega_j} \frac{1}{\tau} d\omega} =$ einem durch das Motordrehmoment des Idealfalles bestimmten Koeffizienten (mkg) } 8

setzen, dann ist $a_{ij} = J \cdot K_j \dots\dots\dots (9)$.

Andererseits hat man die in dem praktisch vorkommenden Falle der Beschleunigung des Motors erhaltene mittlere Streckenwinkelbeschleunigung mit a_j und das Verhältnis zu a_{ij} als den Beschleunigungswirkungsgrad η_j bezeichnet.

$$\eta_j = \frac{a_j}{a_{ij}} \dots\dots\dots (10)$$

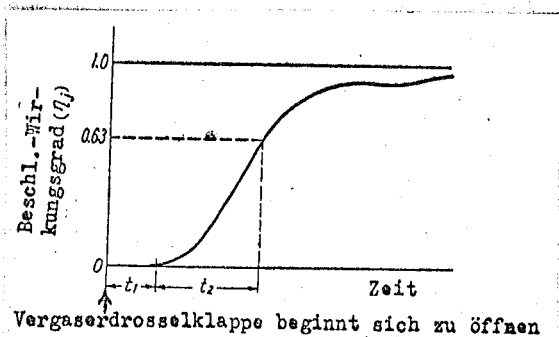
Demnach wird ausgehend von den beiden Gleichungen (9) und (10) die praktisch erhaltene mittlere Streckenwinkelgeschwindigkeit durch die nachstehende Gleichung (11) ausgedrückt

$$a_j = \eta_j \cdot J \cdot K_j \dots\dots\dots (11)$$

Die Beschleunigungsfähigkeit eines derartigen Motors ist umgekehrt proportional zu dem reziproken Wert J des Trägheitsmomentes der rotierenden Teile, und sie ist proportional zu dem durch das stationäre Drehmoment bestimmten Beschleunigungskoeffizienten K_j . Demnach ist es ganz natürlich, daß die Beschleunigungsfähigkeit umso besser wird, je kleiner das Trägheitsmoment und je größer das stationäre Moment sind. Jedoch auch dann, wenn man diese Werte festlegt, ist es, da die Beschleunigungsfähigkeit eines Motors proportional zu seinem Beschleunigungswirkungsgrad ist, wichtig, daß eine Steigerung von η_j eine Verbesserung der Beschleunigungsfähigkeit bringt.

5.4 Die Periode, während welcher nicht beschleunigt wird (t_1) und die Verzögerungszeit (t_2)

Im allgemeinen wird die Änderung des Beschleunigungswirkungsgrades während der Beschleunigung des Motors durch die in der Abb.5 dargestellte Kurve ausgedrückt. Nachdem man die Vergaserdrosselklappe zu öffnen begonnen hat, wird für eine ganz kurze Zeit die Anfangsgeschwindigkeit ω_0 beibehalten und die Motordrehzahl steigt nicht an. Diesen Zeitabschnitt t_1 bezeichnet man als die Nichtbeschleunigungsperiode (d.h. also die Periode, während welcher nicht beschleunigt wird) und auch dann, wenn der Motor zu beschleunigen beginnt, ist der Beschleunigungswirkungsgrad eine ganz kurze Zeitlang klein. Die Zeit t_2 , welche verstreicht, bis zu der Beschleunigungswirkungsgrad den Wert $0.63 (= 1 - \frac{1}{e})$ erreicht hat, bezeichnet man als die Verzögerungszeit.



t_1 = Beschleunigungslose Periode (sec)

t_2 = Verzögerungszeit (sec)

Abb.5 Die Kurve des Beschleunigungswirkungsgrades

6. Die grundlegenden Versuche zum Zwecke der Erhöhung des Beschleunigungsvermögens

Bei der Ausführung der Versuche zur Erhöhung des Beschleunigungsvermögens des Motors G7 hat man zunächst untersucht, welchen Einfluß die Vergaserbeschleunigungspumpe, die sekundäre Vergaserklappe, und der Zündverstellwinkel

auf das Beschleunigungsvermögen ausüben.

6.1 Die Vergaserbeschleunigungspumpe

Durch Änderung des Hebelverhältnisses der Vergaserbeschleunigungspumpe hat man verschiedene Fördermengenleistungen der Vergaserbeschleunigungspumpe eingestellt und dabei jeweils Beschleunigungsprüfungen durchgeführt. In der Abb.6 sind zum Vergleich die Ergebnisse dargestellt, die man für die verschiedenen Fördermengen bei einem Drehzahlfortschritt von jeweils 500 U/Min. für die mittlere Winkelbeschleunigung (den Drehzahlanstieg) erhalten hat.

Bei der Fördermenge 0 der Beschleunigungspumpe ist die beschleunigungslose Periode lang, und außerdem ist die Beschleunigung des Beschleunigungsanfangsbereiches bis 2000 U/Min. sehr klein. Im Gegensatz hierzu wird bei Förderung von Beschleunigungskraftstoff die beschleunigungslose Periode um etwa (auf etwa?) 1/3 verkürzt und auch die Anfangsbeschleunigung wird größer; hieraus dürfen wir entnehmen, daß die Fördermenge der Beschleunigungspumpe einen ganz wesentlichen Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen der Beschleunigungsanfangsperiode besitzt.

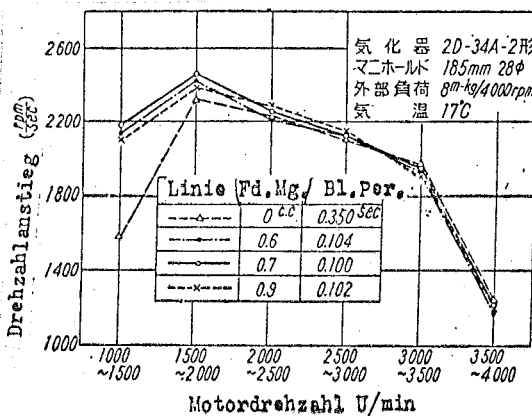


Abb.6 Der Einfluß der Fördermenge der Vergaserbeschleunigungspumpe
 Vergasertyp 2D-34A-2
 Ansaugstutzen Länge 185 mm, ϕ 28 mm
 äußere Last 8 mkg/4000 U/Min.
 Lufttemperatur 17°C

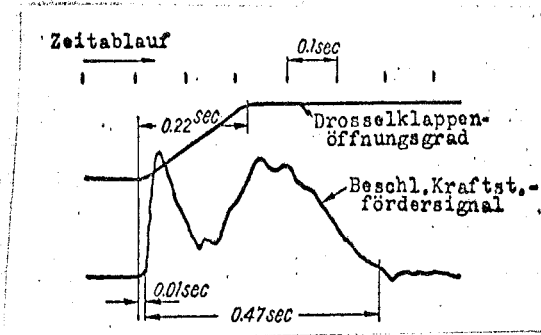


Abb.7 Ein Beispiel der Messung der Beschleunigungskraftstoff-Förderbedingungen durch die Vergaserbeschleunigungspumpe

Jedoch auch dann, wenn man die Fördermenge von 0.6 ccm bis 0.9 ccm ändert, so hat dies auf die Beschleunigung nahezu gar keinen Einfluß. ~~mit~~ Bei einer Fördermenge von 0.7 ccm scheint die Beschleunigung etwas besser zu sein.

Die Fördermenge und die Förderperioden der Vergaserbeschleunigungspumpe müssen der Änderung der Winkelbeschleunigung des Motors genau entsprechend gewählt werden; man kann jedoch nicht sagen, daß man für die Werte, bei welchen man in den hier beschriebenen Beschleunigungsprüfungen das beste Beschleunigungsvermögen erhalten hat, auch bei der praktischen Beschleunigung des Wagens in der gleichen Weise die besten Ergebnisse liefern. Bei den Beschleunigungsprüfungen hat man um die Förderperioden zu untersuchen, die Kraftstoff-Förderbedingungen der Beschleunigungspumpe unter Verwendung eines Fototransistors gemessen. Die dabei erhaltenen Ergebnisse sind in der Abb.7 dargestellt. Daraus sehen wir, daß, sobald sich die Drosselklappe zu öffnen beginnt, die Kraftstoff-Förderung nahezu ohne Verzögerung einsetzt. Der praktische Beginn der Beschleunigung des Motors jedoch findet erst nach Ablauf der beschleunigungslosen Periode (ungefähr 0.1 sec) statt; es wird angenommen, daß diese beschleunigungslose Periode

daher rührt, daß eine bestimmte Zeit gebraucht wird, bis der Kraftstoff in der Ansaugleitung zur Ruhe kommt und bis das wirksame brennbare Gasgemisch in den Zylinder gelangt.

Mit dem Ziel die Förderverzögerung der Vergaserbeschleunigungspumpe und die durch das Zurruhekommen des Gasgemisches bedingte Verzögerung experimentell auszuschalten (?) hat man dafür gesorgt, daß der Beschleunigungspumpenhebel betätigt wird, ehe die Drosselklappe sich zu öffnen beginnt (man hat dies so gemacht, daß man die Betätigung des Pumpenhebels um ungefähr 0.05 sec früher beginnen ließ als die Öffnung der Drosselklappe), und für diesen Fall hat man die beschleunigungslose Periode etwas verkürzt und damit auch das ursprüngliche Beschleunigungsvermögen etwas erhöht. Diese Ergebnisse sind in der Tafel 3 zusammengestellt.

Da man bei dem Motor G 7 die Ansaugsammelleitung länger gemacht hat als bei den bisherigen Motoren, so ist zu bedenken, daß, obwohl an der Stelle, an welcher sich der Vergaser befindet, Beschleunigungskraftstoff gefördert wird, doch bis dieser Kraftstoff praktisch als Gasgemisch in den Zylinder gelangt, eine bestimmte Zeit gebraucht wird. Man hat sich nun daran gemacht, einen Versuch durchzuführen, bei welchem man den Beschleunigungsstrahl auf halbem Wege in die Ansaugleitung aufgenommen und so die Entfernung bis zum Zylinder abgekürzt hat (Abb.8). Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der Tafel 4 zusammengestellt. Wie man sieht, hat sich dabei in der gleichen Weise die in dem bereits oben beschriebenen Falle eine Auswirkung der genannten Maßnahme dahingehend gezeigt, daß die beschleunigungslose Periode abgekürzt und das Anfangsbe-

schleunigungsvermögen erhöht wurde.

Tafel 3

Die Wirkung des Verfahrens des frühzeitigen Einsetzens der Arbeit der Vergaserbeschleunigungspumpe

Beschleunigungs- pumpe arbeitet	Beschlgs- lose Per.	1000~1500 rpm	1500~2000 rpm
frühzeitig	sec 0.090	sec 0.224	sec 0.192
rechtzeitig	0.102	0.230	0.203

Tafel 4

Die Wirkung des Verfahrens des Einspritzens eines Vergaser beschleunigungsstrahles in die Ansaugsammelleitung

	Beschlgs- lose Per.	1000~1500 rpm	1500~2000 rpm
Einspritzung in Ansaugt.	sec 0.093	sec 0.223	sec 0.196
Regelm. Strahl	0.102	0.230	0.203

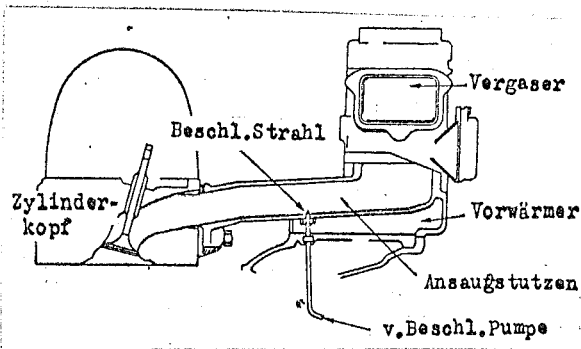


Abb.8 Das Verfahren der Einspritzung des Beschleunigungskraftstoffes in die Ansaugsammelleitung.

6.2 Die Vergasersekundärklappe

Bei einem mit einer doppelt gekröpften vom Ansaugdruck betriebenen Sekundärklappe versehenen Vergaser hat man die Rückführfeder der Sekundärklappe in 2 oder 3 verschiedenen Stärken ausgeführt und dabei jeweils das Beschleunigungsvermögen gemessen. Die Ergebnisse sind in der Abb.9 dargestellt.

Selbst in dem Falle, daß man die Sekundärklappe überhaupt nicht geöffnet hat, ist ein Einfluß auf das anfängliche

Beschleunigungsvermögen bis zu einer Drehzahl von 3000 U/Min. überhaupt nicht vorhanden. Beim stationären Betrieb mit 2 verschiedenen Versuchsausführungen der Rückführfeder für diese Sekundärklappe wurde zwar bei einer Motordrehzahl von 3200 U/Min. und darüber die Sekundärklappe vollständig geöffnet, beim plötzlichen Beschleunigen während des Betriebes jedoch trat eine Ansprechverzögerung auf und die Sekundärklappe öffnete sich bis zu der Drehzahl von 3700 U/Min. überhaupt noch nicht. Somit wird im anfänglichen Bereich der niedrigen Drehzahlen selbst dann, wenn die Sekundärklappe nicht geöffnet wird, kein Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen ausgeübt, bei 2500 U/Min. und darüber jedoch beginnt sich dieser Einfluß bemerkbar zu machen und deshalb ist es am besten, wenn die Sekundärklappe möglichst in die gleiche Öffnungsstellung gebracht wird, wie beim stationären Betrieb. Wenn man jedoch in der gleichen Weise wie bei dieser Prüfung verfährt und dabei eine schwächere Rückführfeder benützt, so daß sich die Sekundärklappe frühzeitig öffnet, dann ist es nicht die Kennlinie beim stationären Betrieb, welche die günstigsten Ergebnisse liefert und es ist überaus schwierig, in diesem Falle beide Seiten zu befriedigen.

6.3 Der Zündvoreilwinkel

Indem man die ursprüngliche Einstellung des Zündvoreilwinkels beim Leerlauf änderte, hat man den Einfluß des Zündvoreilwinkels auf das Beschleunigungsvermögen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Abb.10 dargestellt; der Zündvoreilwinkel, bei welchem man das beste Beschleunigungsvermögen erhielt, lag bei dem hier untersuchten Motor in der Nähe einer Anfangseinstellung

von 17° vor der oberen Totpunktslage.

Rückführfeder	Anfangsbelastung	Federkonstante	Drehzahl bei ganz geöffneter Sekundärklappe	Beschleunigungslose Periode
Nr. 1	∞ g	— 97/mm	開かず rpm	0.104 sec
Nr. 2	130	12	3700	0.102
Nr. 3	130	4	3400	0.105
Nr. 4	60	4	3200	0.105

Vergaserbauart
 2D-34A-2
 Bohrung 32φx32φ
 Venturi φ primär 24φx16φx8φ
 Venturi φ sekundär 30φx10φ
 Beschl.pumpenkolben φ 16φ

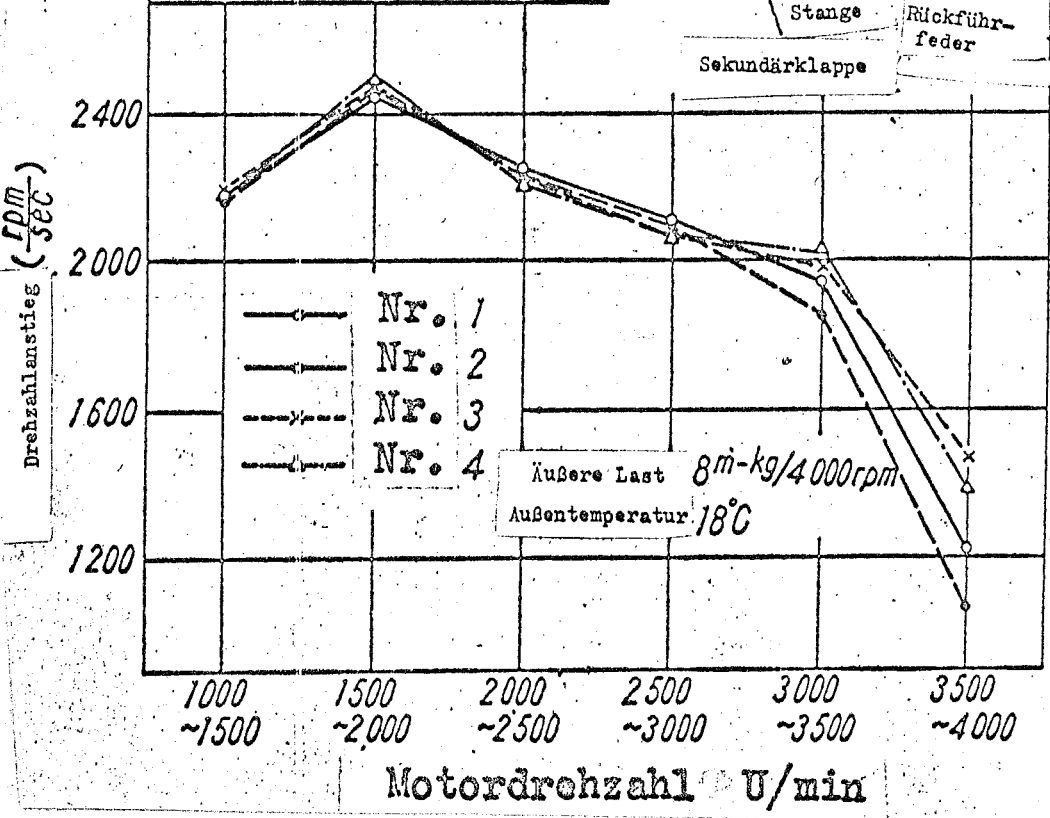
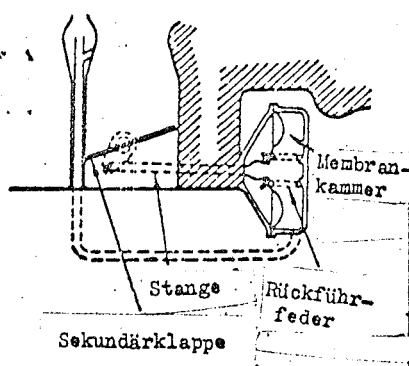


Abb.9 Der Einfluß der vollen Öffnungszeit der Vergasersekundärklappe

Andererseits erhält man bei diesem Motor bei einer Anfangseinstellung in der Nähe von 15° vor der oberen Totpunktslage die günstigste Drehmomentkennlinie im stationären Betrieb. Somit zeigt zwar der vom Zündvorkwinkeln herrührende Einfluß die gleiche Tendenz, wie der auf die stationäre

Kennlinie des Motors ausgeübte Einfluß. Bei einer plötzlichen raschen Beschleunigung jedoch scheint eine Vorausstellung um $1-2^{\circ}$ besser zu sein.

Der Grund hierfür dürfte darin zu suchen sein, daß durch das Nacheilen der Winkelvorverstelleinrichtung der praktische Zündvoreilwinkel beim Beschleunigen demjenigen beim stationären Betrieb um $1-2^{\circ}$ nacheilt.

7. Der Einfluß der Ansaugsammelleitung

Die Form des Ansaugsammelstutzens (einschließlich der zur Vorwärmung des Ansauggasgemisches getroffenen Maßnahmen) ist, wie hinlänglich bekannt ist, von ganz wesentlichem Einfluß auf die stationäre Leistungskennlinie des Motors, sie besitzt jedoch auch darüberhinaus noch einen großen Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen und eine Ansaugleitung, welche mit bezug auf die stationäre Leistungskennlinie die günstigste Form besitzt, muß durchaus nicht immer auch im Hinblick auf das Beschleunigungsvermögen die günstigste Form darstellen. Somit muß also die Form der Ansaugsammelleitung so entwickelt werden, wie sie entsprechend dem Verwendungszweck des Motors am günstigsten ist.

In dem hier beschriebenen Falle sind nun Versuche durchgeführt worden, die den Zweck hatten festzustellen, welchen Einfluß die Länge und der Innendurchmesser der Ansaugsammelleitung sowie die zur Vorwärmung des Gasgemisches getroffenen Maßnahmen auf das Beschleunigungsvermögen des Motors haben. Von den bei diesen Versuchen erhaltenen Ergebnissen sollen hier nun einige Beispiele angeführt und die wesentlichen Punkte näher erklärt werden.

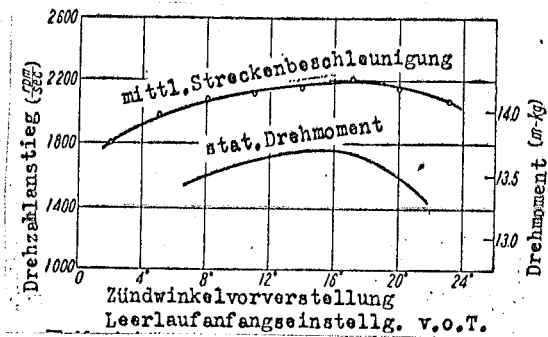


Abb. 10 Die Beziehung zwischen der Zündwinkelvorverstellung und dem Beschleunigungsvermögen, bzw. dem stationären Motordrehmoment
(Motordrehzahlbereich: 1500 - 2500 U/Min)

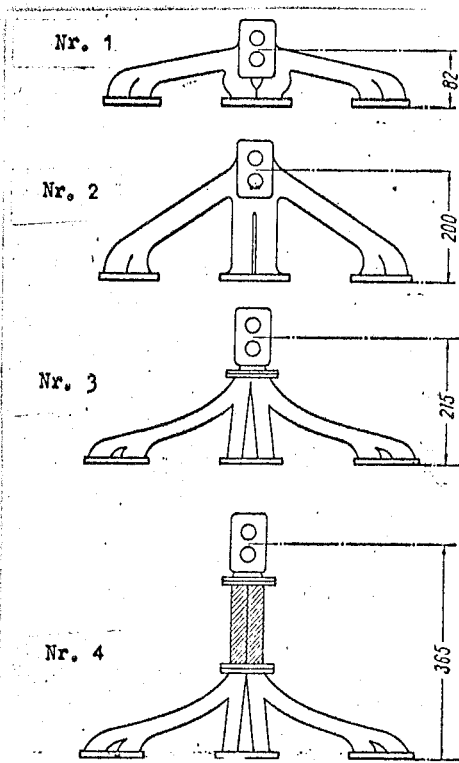


Abb. 11 Schematische Darstellung der Formen der Ansaugsammelleitung

7.1 Die Länge des Ansaugsammelstutzens

Die Form der bei den Versuchen verwendeten Ansaugsammelstutzen ist in der Abb. 11 dargestellt. Die geradlinigen Entfernungen zwischen dem Zylinder und dem Vergaser betragen 82 mm, 200 mm, 215 mm und 365 mm. Da sich die beiden zuerst genannten in ihrem Innendurchmesser und in ihrer Form von den beiden zuletzt genannten Ansaugstutzen unterschieden, so war es nicht möglich, die Versuchsergebnisse

ausschließlich als Einfluß der unmittelbaren Länge der Ansaugstutzen zu betrachten.

In der Abb. 12 sind die Ergebnisse dargestellt, die man bei der Prüfung der stationären Leistungskennlinie des Motors, der mittleren Streckenbeschleunigung und des Beschleunigungswirkungsgrades bei Verwendung der obengenannten Ansaugstutzen erhalten hat.

Aus dieser Abbildung sind zwar auch die beschleunigungslosen Perioden zu ersehen, hierzu ist jedoch zu sagen, daß eine lange beschleunigungslose Periode umso weniger wünschenswert ist, je länger der Ansaugstutzen ist.

Wie man aus der Abbildung (A) ersieht, bekommt man bei dem Motor G 7 mit einer Ansaugstutzenlänge von 365 mm eine gute stationäre Leistungskennlinie, während demgegenüber bei den kürzeren Ansaugstutzen die Leistung erheblich kleiner wird (es sind hier allerdings nur die Leistungen für den Drehzahlbereich bis zu 4000 U/Min. miteinander verglichen worden). Wenn man jedoch aus den bei den mit diesen Ansaugstutzen durchgeführten Beschleunigungsprüfungen erhaltenen Ergebnissen für die einzelnen Drehzahlen im Abstand von jeweils 500 U/Min. die mittlere Beschleunigung (den Drehzahlanstieg) bestimmt, dann erhält man die in der Abbildung (B) gezeigten Ergebnisse. Wenn man die Versuchsansaugstutzen 1 und 2 miteinander vergleicht, dann stellt man fest, daß man für den längeren Versuchsansaugstutzen 2 eine besonders hohe mittlere Beschleunigung in einem höheren Drehzahlbereich bekommt, als bei dem Versuchsansaugstutzen 1. Auch wenn wir die Versuchsansaugstutzen 3 und 4 miteinander vergleichen, stellen wir fest, daß der längere Versuchsansaugstutzen 4 eine besonders hohe mittlere Beschleunigung in einem höheren Drehzahlbereich bekommt, als bei dem Versuchsansaugstutzen 3.

saugstutzen 4 in einem höheren Drehzahlbereich dem anderen überlegen ist. Im Bereich der niedrigen Drehzahlen beim Beginn des Beschleunigens jedoch besteht zwischen den beiden Ansaugstutzen 1 und 2 nahezu überhaupt kein Unterschied während von den Ansaugstutzen 3 und 4 eher der kürzere Ansaugstutzen 3 die besseren Ergebnisse aufweist.

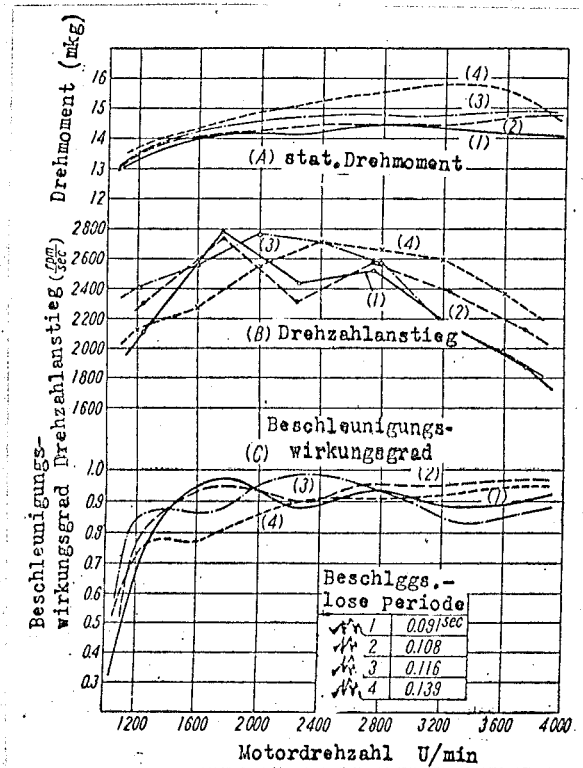


Abb.12 Der von der Länge der Ansaugsammelleitung herrührende Einfluß

(äußeres Lastdrehmoment 6 mkg/4000 U/Min.)

Aufgrund der sich aus den Kurven (A) und (B) ergebenden Definition hat man den Beschleunigungswirkungsgrad bestimmt. Dieser zeigt, in welchem Verhältnis die Leistungskennlinie des Motors beim Beschleunigen zu der stationären Leistungskennlinie steht; die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind in den Kurven (C) dargestellt. Aus diesen Kurven ist deutlich zu erkennen, daß man bei einem langen Ansaugstutzen einen niedrigen Anfangsbeschleunigungswirkungsgrad und somit eine Erhöhung der Anfangsverzögerung bekommt. Bei den höheren Drehzahlen jedoch erhält man umgekehrt bei einem langen An-

saugstutzen den besseren Beschleunigungswirkungsgrad.

Bei dem Motor G7 mußte man nun, da ganz besonders beim Anfang des Beschleunigens die Beschleunigung noch gering ist, und da sich deshalb gerade hier ein schlechter Beschleunigungswirkungsgrad besonders stark auswirkt, dem Beschleunigungsvermögen im Bereich der niedrigen Drehzahlen seine besondere Aufmerksamkeit schenken. Aus diesem Grunde hat man die Ansaugstutzenlänge etwas kürzer gewählt als sie zur Erreichung der günstigsten stationären Leistungskennlinie des Motors hätte sein müssen, und man hat dadurch günstige Ergebnisse erzielt.

7.2 Der Innendurchmesser des Ansaugsammelstutzens

In der gleichen Weise wie bei der Untersuchung des Einflusses der äußeren Form und der Länge des Ansaugsammelstutzens hat man für 3 verschiedene, sich in ihrem Innendurchmesser unterscheidende Ansaugsammelstutzen Beschleunigungsprüfungen durchgeführt, deren Ergebnisse in der Abb.13 dargestellt sind. Die Differenz im Innendurchmesser der bei diesen Prüfungen verwendeten Ansaugstutzen hat nicht im entsprechenden Maße einen Unterschied im Beschleunigungsvermögen zur Folge gehabt (beim Durchmesser 32 mm hat man eine etwas bessere stationäre Leistungskennlinie des Motors bekommen). Somit hat sich zwar gezeigt, daß der Innendurchmesser keinen bemerkenswerten Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen des Motors ausübt, es scheint jedoch immerhin, daß man mit dem Stutzen von 32 mm Innendurchmesser ein etwas besseres Anfangsbeschleunigungsvermögen bekommen hat.

Bei dem Ansaugstutzen mit 32 mm Innendurchmesser ist jedoch der Beschleunigungswirkungsgrad bei den hohen Drehzahlen niedrig. Die Kurven des Beschleunigungswirkungsgrades zeigen umso stärkere Schwankungen, je kleiner der Innendurchmesser des Ansaugstutzens ist, man sieht deutlich die Tendenz, daß der Anstieg der Drehzahl nicht glatt von statten geht (?).

7.3 Die Vorwärmung des Gasgemisches im Ansaugstutzen

Man hat den in der Abb.11 dargestellten Ansaugstutzen 4 (Länge 365 mm) verwendet. Von den der Vorwärmung des Gasgemisches dienenden Teilen ist einer unterhalb des Vergasers vorgesehen, während ein weiterer so angeordnet ist, daß gleichzeitig auch der schraffierte Teil erwärmt wird, und man hat nun die so erhaltenen Werte des Beschleunigungsvermögens miteinander verglichen. Man hat sodann auch für den in der Abb.13 dargestellten Ansaugstutzen (6) (Länge 185 mm, Innendurchmesser 28 mm) den Einfluß der vorgewärmten Fläche festgestellt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Den Vergleich dieser Ergebnisse finden wir in der Abb.14 dargestellt; in allen Fällen war die Beschleunigungslose Periode umso kürzer und der Anfangsbeschleunigungswirkungsgrad umso höher, je größer die vorgewärmte Fläche war.

Wenn man jedoch die Anwärmfläche allzu stark vergrößert, dann wirkt sich dies in einem Absinken des Ansaugwirkungsgrades aus, und da im umgekehrten Falle das Beschleunigungsvermögen absinkt, so muß es einen günstigsten Wert der Vorwärmmenge geben. Andererseits hat die Vorwärmung die Tendenz einer Absenkung der stationären Leistungskennlinie des Motors, und insbesondere bei einem Vorwärmver-

fahren, bei welchem die Wärme der Auspuffgase ausgenützt wird, ist im Bereich der hohen Drehzahlen diese Absinkung der Leistungskennlinie ganz erheblich, und deshalb hat man bei dem Motor G 7 versucht, das Kühlwasser des Motors für die Vorwärmung zu benutzen.

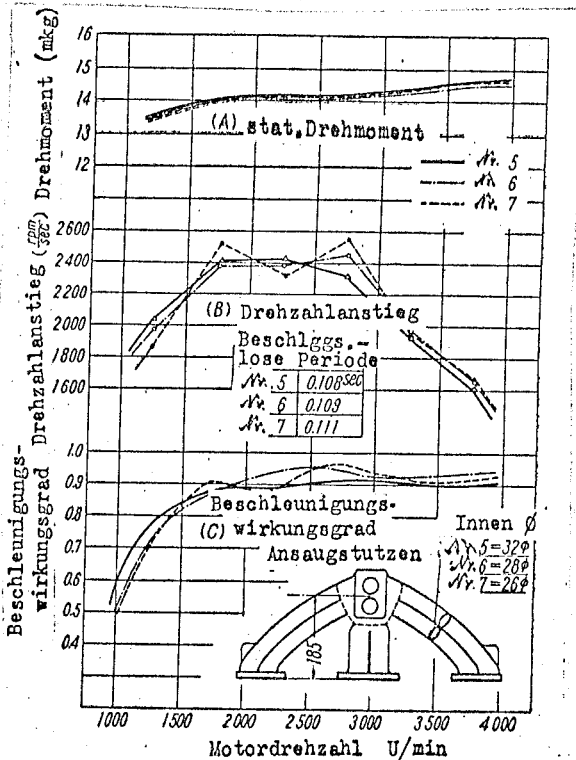


Abb. 13 Der von dem Innendurchmesser der Ansaugsammelleitung herrührende Einfluß
(äußeres Lastdrehmoment 8 mkg/4000 U/Min.)

Um nun auch noch das Drehmoment des Motors bei den niedrigen Drehzahlen in Betracht zu ziehen, hat man einen langen Ansaugstutzen verwendet, und man konnte bei genauer Beobachtung feststellen, daß das Vorwärmverfahren auf das Beschleunigungsvermögen und ganz besonders auf das Anfangsbeschleunigungsvermögen einen Einfluß besitzt.

8. Der vom Trägheitsmoment des Schwungrades herrührende Einfluß

Wie durch die weiter oben angegebene Gleichung (11) gezeigt wird, ist es, da das Beschleunigungsvermögen des Mo-

tors zu den Koeffizienten J proportional ist, wünschenswert, das Trägheitsmoment der rotierenden Teile so klein als irgend möglich zu halten.

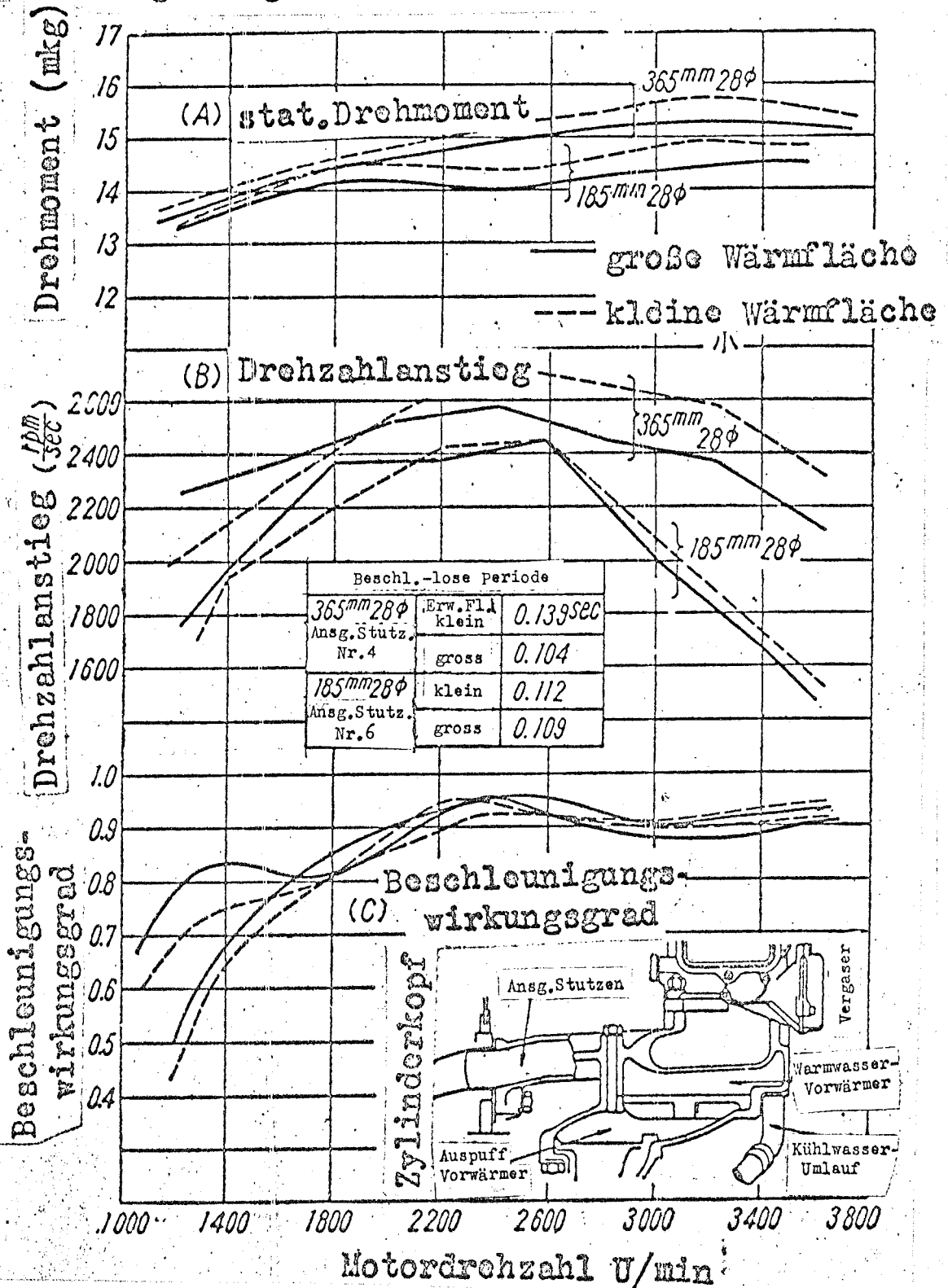


Abb. 14 Der von der Anwärfläche des sich in der Ansaug-sammelleitung befindenden Gasgemisches herrührende Einfluß

(äußere Lastdrehmomente bei dem Ansaugstutzen mit 365 mm Länge u. 28 mm ϕ 6 mkg/4000 U/Min. bei dem Ansaugstutzen mit 185 mm Länge u. 28 mm ϕ 8 mkg/4000 U/Min.)

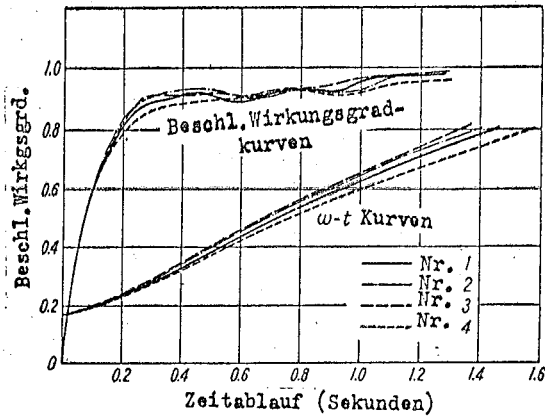


Abb. 15 Der vom Trägheitsmoment des Schwungrades herrührende Einfluß

(äußeres Lastmoment 8 mkg/4000 U/Min.
 Vergasertyp D-32 32 A - 1 A
 Ansaugsammelleitung 185 mm lang, 28 mm ϕ
 Gasgemischvorwärmfläche: vergrößerte Bauart.
 In dieser graphischen Darstellung ist die beschleunigungslose Periode vernachlässigt worden.

Tafel 5

Die Trägheitsmomente der für die Versuche verwendeten Schwunräder

Nr.	Vergleich d. Gewichte d. Schwunräder	die Einzelträgheitsmomente d. Schwunräder	das gesamte Trägheitsmoment d. rotierenden Teile d. Mot.	das in der Versuchseinrichtung enthaltene Trägheitsmoment
1	8.10	0.01091	0.02069	0.04384
2	7.58	0.00999	0.01977	0.04292
3	7.15	0.00910	0.01888	0.04203
4	12.08	0.01537	0.02515	0.04830

Anmerkung 1: Das Trägheitsmoment der rotierenden Teile des Motors außer dem Schwunrad beträgt 0.00978 kg-m-sec²

Anmerkung 2: Das von außen angreifende Trägheitsmoment beträgt 0.02315 kg-m-sec².

Bei den hier beschriebenen Versuchen hat man 4 Schwunräder mit verschiedenem Trägheitsmoment verwendet und die für jedes einzelne dieser Schwunräder erhaltenen Beschleunigungsvermögen miteinander verglichen. Die Trägheitsmomente der für die Versuche verwendeten Schwunräder sind in der Tafel 5 zusammengestellt.

In der Abb. 15 hat man einige Beispiele der beiden Beschleunigungsprüfungen erhaltenen Ergebnisse dargestellt. Aus den in der Abb. 15 gezeigten Kurven ist zu ersehen, daß, was auch ganz natürlich ist, die für die Beschleunigung gebrauchte Zeit umso kürzer wird, je kleiner das Trägheitsmoment des Schwungrades ist. Wenn man jedoch unter diesen Schwungradern einen Vergleich hinsichtlich der Beschleunigungswirkungsgradkurven anstellt, dann ist unter den einzelnen Schwungradern nahezu kein Unterschied zu beobachten sowohl der Wert der Verzögerungszeit, wie auch der Wert des nach einer bestimmten Anlaufzeit erreichten Beschleunigungswirkungsgrades sind nahezu gleich.

Somit sieht man, daß es genügt, wenn man hinsichtlich des Beschleunigungsvermögens bei den verschiedenen Schwungradern lediglich den vom Trägheitsmoment herrührenden Einfluß in Betracht zieht.

Da somit das Beschleunigungsvermögen außer vom Trägheitsmoment her keinen Einfluß erfährt, so ist die zur Beschleunigung eines bestimmten Winkelgeschwindigkeitsbereiches gebrauchte Zeit proportional zum gesamten Trägheitsmoment. Die Tafel 6 zeigt einen Vergleich zwischen dem gesamten Trägheitsmoment bei den Prüfungen und dem Prozentsatz der für die Beschleunigung von 1600 - 3600 U/Min. gebrauchten Zeit; die beiden Ergebnisse stimmen jeweils gut miteinander überein. Somit ist es zwar im Hinblick auf das Beschleunigungsvermögen des Motors zweckmäßig und vorteilhaft, das Trägheitsmoment des Schwungrades möglichst klein zu wählen, da jedoch, der Drehzahländerungsfaktor des Motors umgekehrt proportional zum Trägheitsmoment ist, so darf wiederum dieses Trägheitsmoment nicht allzu klein gemacht werden. Wenn

wir nun einen Sechszylindermotor mit einem Vierzylindermotor vergleichen, dann ist der Drehzahländerungsfaktor des Sechszylindermotors im Falle gleicher auf die Kurbelwelle wirkender Drehkräfte und gleicher Gesamtträgheitsmomente der rotierenden Teile der Motoren $4/6$ des Drehzahländerungsfaktors des Vierzylindermotors, und deshalb kann bei dem Sechszylindermotor das Trägheitsmoment des Schwungrades kleiner gewählt werden als beim Vierzylindermotor.

Tafel 6

Vergleich des prozentualen Verhältnisses des gesamten Trägheitsmomentes und des prozentualen Verhältnisses der für die Beschleunigung gebrauchten Zeit

Nr.	Gesamtträgheitsmoment		die für d. Beschleunig. v. 1600 - 3600 U/Min. gebrauchte Zeit		
	mkg. sec ²	auf Nr. 1 bezogen	Beisp. 1	Beisp. 2	auf Nr. 1 bezogen
			sec	sec	
1	0.04384	1	0.841	0.780	1
2	0.04292	0.9790	0.835	0.756	0.97 - 0.99
3	0.04203	0.9587	0.805	0.748	0.95 - 0.96
4	0.04830	1.1017	0.953	0.855	1.10 - 1.13

Anmerkung: Beim Beispiel 1 war das äußere Lastmoment 8 mkg/4000 U/Min.
 beim Beispiel 2 war das äußere Lastmoment 6 mkg/4000 U/Min.

Die Abb. 16 zeigt einen Vergleich der ohne Last und bei Vollast gemessenen Drehzahländerungsfaktoren mit den entsprechenden für den Motor G 2 erhaltenen Ergebnissen. Das gesamte Trägheitsmoment der rotierenden Teile des Motors G 7, das man für das Versuchsschwungrad (1) erhalten hat, beträgt 0.0207 kg-m-sec², während dieser Wert bei dem Motor G 2 0.0270 kg-m-sec² beträgt, somit ist also das gesamte Drehmoment der rotierenden Teile beim Motor G 7 nur ungefähr 77% des entsprechenden Wertes beim Motor G 2. Der Drehzahländerungsfaktor beim Betrieb ohne Last ist jedoch

beim Motor G7 ungefähr um die Hälfte kleiner als beim Motor G2 . Beim Vollastbetrieb ist jedoch der Unterschied zwischen diesen beiden Werten nicht besonders groß, und da der Drehzahländerungsfaktor beim Motor G2 insbesondere im Drehzahlbereich von 2500 U/Min. etwas kleiner ist, so hat man es als nicht wünschenswert erachtet, das Schwungradträgheitsmoment beim Motor G7 noch kleiner zu machen.

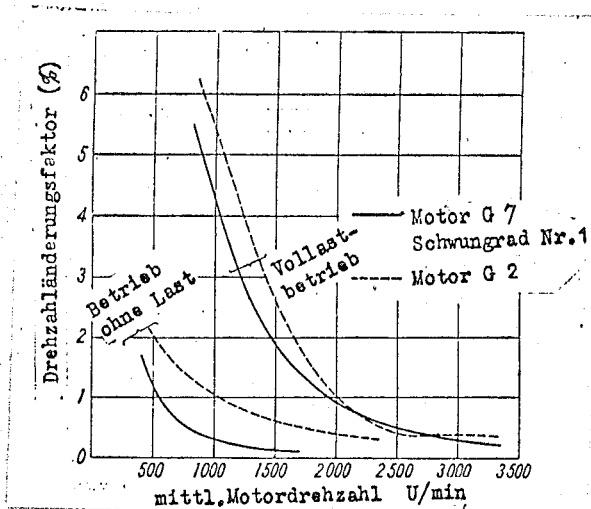


Abb. 16 Der Vergleich der Drehzahländerungsfaktoren des Motors G7 und des Motors G2 .

9. Schlußwort

Wenn wir die bei den Beschleunigungsprüfungen am Versuchstand während der Entwicklung des Prinz-Motors G7 erhaltenen Ergebnisse zusammenfassen, dann kommen wir zu der Feststellung der nachstehenden Punkte:

(1) Das Beschleunigungsvermögen eines Motors wird, wie dies die Gleichung (11) zeigt, durch 3 Faktoren bestimmt:

$$a_j = \eta_j \cdot J \cdot K_j$$

Der Koeffizient K_j ist ein mit der stationären Leistungskennlinie des Motors zusammenhängender Zahlenwert; um eine Steigerung des Beschleunigungsvermögens zu bekommen, muß das stationäre Drehmoment des Motors erhöht werden. Auch in Falle des Motors G7 hat man parallel mit den hier beschrie

benen, dem Ziel einer Erhöhung des Beschleunigungsvermögens dienenden Prüfungen verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen war, wie bereits bekanntgegeben worden ist, die Erreichung einer Höchstleistung mit einem maximalen Drehmoment von 16.0 mkg 3600 U/Min. und einer maximalen Leistung von 105 PS/5200 U/Min.

Der Koeffizient J ist ein durch das Trägheitsmoment der rotierenden Teile des Motors bestimmter Zahlenwert; da die zur Erreichung eines bestimmten Drehzahlbereiches erforderliche Beschleunigungszeit ungefähr proportional zum Trägheitsmoment ist, so ist es im Sinne einer Erhöhung des Beschleunigungsvermögens umso besser, je kleiner man das Trägheitsmoment wählt. Es gibt jedoch eine Grenze, welche von dem Drehzahländerungsfaktor des Motors her bestimmt ist.

Da der Motor G7 ein Sechszylindermotor ist, so hat man das gesamte Trägheitsmoment der rotierenden Teile des Motors mit ungefähr 77% des entsprechenden Wertes bei dem Vierzylindermotor G2 gewählt, man konnte jedoch den Drehzahländerungsfaktor noch kleiner halten als bei dem Motor G2 und demzufolge im Hinblick auf das Beschleunigungsvermögen noch günstigere Bedingungen kommen als bei dem Motor G2.

(2) Die Vergaserbeschleunigungspumpe hat ganz besonders auf das Beschleunigungsvermögen beim Anfang des Beschleunigens einen großen Einfluß; noch vorteilhafter ist es, wenn der Beschleunigungskraftstoff ohne Verzögerung gleichzeitig mit dem Öffnen der Drosselklappe und möglichst an eine in der Nähe der Verbrennungskammer gelegene Stelle gefördert wer-

den kann.

(3) Die Zündwinkelvorverstelleinrichtung und die vom Ansaugdruck betätigte Vergasersekundärklappe müssen so eingestellt werden, daß ihre Betätigung beim Beschleunigen mit möglichst geringer Verzögerung erfolgt.

(4) Je länger die Ansaugsammelleitung ist, umso größer wird die beschleunigungslose Periode, und umso größer wird auch die Anfangsverzögerung. Da es jedoch einen für die stationäre Leistungskennlinie des Motors günstigsten Wert der Länge des Ansaugstutzens gibt, so kann man nicht einfach behaupten, daß das Beschleunigungsvermögen umso besser wird, je kürzer der Ansaugstutzen ist. Im Falle des Motors G 7 hat man beide Faktoren berücksichtigt und für den Ansaugstutzen eine Länge gewählt, die etwas kleiner ist als die von der stationären Leistungskennlinie her bestimmte günstigste Länge, man hat nämlich einen Ansaugsammelstutzen mit 185 mm Länge genommen.

(5) Der Innendurchmesser des Ansaugstutzens ist, innerhalb des hier untersuchten Bereiches von 26 mm bis 32 mm ohne wesentlichen Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen.

(6) Die Erwärmungsfläche der Gasgemischvorwärmeinrichtung im Ansaugstutzen hat einen sehr starken Einfluß auf das Beschleunigungsvermögen beim Beginn des Beschleunigens; dieser Einfluß macht sich umso stärker bemerkbar, je länger der Ansaugstutzen ist.

Da man angenommen hat, daß einer der Gründe für das in der ersten Zeit der Entwicklung mangelhafte Beschleunigungsvermögen des Motors G 7 in der nicht ausreichenden Erwärmung

fläche der Vorwärmeinrichtung dieses Motors zu suchen sei, so hat man die Erwärmungsfläche vergrößert und als Ergebnis dieser Maßnahme sowohl die Beschleunigungslose Periode wie auch die Anfangsverzögerung ganz wesentlich verkürzen können. Wenn man jedoch die Erwärmungsfläche allzu groß macht, dann wird andererseits wieder das Beschleunigungsvermögen verringert; es ist deshalb anzunehmen, daß es einen günstigsten Wert der Erwärmungsfläche gibt. Bei dem Motor G 7 hat man nun um den schlechten Einfluß der Vorwärmeinrichtung auf die stationäre Leistungskennlinie des Motors gering zu halten, als Wärmequelle für die Erwärmung außer den Auspuffgasen das warme Kühlwasser des Motors benutzt.

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, allen Herrn der Firma Prinz-Automobilindustrie des Motorenlaboratoriums usw. für ihr Interesse an meiner Arbeit und ihre tatkräftige Mithilfe meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturhinweise

- 1) Oi, Nishiguchi, Takahashi: Das Beschleunigungsvermögen eines Einzylinder-Benzinmotors, Versuchsarbeit. Zeitschrift der jap. Gesellschaft für Mechanik, Bd.65, Heft Nr.517, S.27-34
- 2) Shimizu: Ein Verfahren zur Messung des Drehzahländerungsfaktors u. des Beschleunigungsvermögens einer Brennkraftmaschine, jap. Zeitschrift "Die Automobiltechnik" Bd.16, Heft Nr.12 (1962) S. 644 - 647
- 3) Shimizu: Ein Verfahren zur Prüfung des Beschleunigungsvermögens der Benzinmotoren für Kraftfahrzeuge, jap. Zeitschrift "Die Automobiltechnik", Bd.17, Heft Nr.5 (1963) S. 282 - 287
- 4) Murayama, Etsura: Interne Forschungsberichte der Firma Prinz-Automobilindustrie (noch nicht veröffentlicht)