

Die Entwicklung im Flugmotor, neuere Ergebnisse mit Vergasern im Vergleich zur Zylinder einspritzung

Von Manfred Christian

Als 1931 nach eingehenden Versuchen bei den deutschen Flugmotorenwerken und Versuchsanstalten festgestellt wurde, große Motoren grundsätzlich nur noch mit Zylinder einspritzung zu betreiben, wurde gleichzeitig, auch auf meine Anregung hin, festgelegt, außer den kleinen auch die mittelstarken Motoren weiterhin mit Vergasern auszurüsten. Entscheidend für diesen Entschluß war einmal die starke Inanspruchnahme der nur in geringem Maße vorhandenen Entwicklungs- und Fertigungskapazitäten für Einspritzpumpen und -regler, wie auch der Wille, die Vergaserentwicklung, die an sich in Deutschland unbefriedigend war, nicht völlig zu vernachlässigen.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Argus-Entwicklung von Flugmotorenvergasern mit der Zylinder einspritzung und die Leistungen deutscher Einspritzmotoren mit ausländischen Vergasermotoren verglichen. An der Entwicklungsarbeit von 1935 bis 1942 waren meine Mitarbeiter Debarde, Gollau, Ellwath, Joeres, Klotz, Staeger, Volzlar und Zarnack beteiligt.

Die Frage, Vergaser oder Zylinder einspritzung, ist neben den öfteren Gegenstand leidenschaftlicher Erörterungen gewesen, seit die ausschließliche Verwendung der Einspritzung für Kampfmotoren durch die deutsche Luftwaffe bekannt geworden ist. Auch im Kriege haben diese Erörterungen nicht, offenbar auch nicht auf der Feindseite, wie ein Aufsatz in „Flight“ vom 6. 11. 1941 „The Case of the Carburettor“ beweist. Hier wird nach Prüfungsversuchen mit einem ohnehin vorhandenen Junker 211 D ein Vergleich mit dem Rolls-Royce Merlin A durchgeführt. Der Verfasser stellt keine Oberlegenheit des Einspritzmotors fest und weist auf die wesentlichen technische Fertigung der Einspritzanlage im Vergleich zum Vergaser hin.

Der grundsätzliche Kampfaktoren grundsätzlich nur noch mit Zylinder einspritzung zu bauen, war nach Versuchen mit Saugdüse, Ventildruckdüse, Gitter- und Zylinder einspritzung gefällt worden, in einer Zeit, als die Hauptprobleme zwar erkannt, die Regelaufgabe aber nicht hätte abgemittelt war.

Folgende Vorteile werden bei der Zylinderbohrung in Anspruch genommen:

Vorteile	Folgen:
1. Gleichmäßige Gemischeverteilung	Geringerer Kraftstoffverbrauch, erhöhte Leistung, erweiterte Möglichkeit des Betriebes im Luftüberdruckgebiet und damit weitere Verwendbarkeit
2. Erhöhte mechanische Beanspruchung	keine Vergrößerung
3. Höhere Ausprägbarkeit	keine Vergrößerung
4. Höhere Leertakteffizienz	keine Vergrößerung
5. Möglichkeit der Totpunktverstellung	Leistungssteigerung
6. Vermeidung der Verdrängungsfehler	Vermeidung der Verdrängungsfehler
7. Keine Verdrängung der Auslassluft	Leistungssteigerung
8. Höhere mechanische Beanspruchung	keine Vergrößerung
9. Vermeidung von Nichtleistungsfällen	erhöhte Betriebesicherheit

abgezeichnet werden in Kauf genommen:

1. sehr viel größerer Bauaufwand
2. erhöhte Wartungskosten an Nocken und Ventilen
3. größere Bauhöhe vor allem bei Motoren mit großer Zylinderhöhe

Da jedoch bei der Zylinderbohrung mit dem größeren Bauaufwand zu einer Zeitverlängerung, als bei der herkömmlichen Ausführung stehende Ventile, die nicht so kritisch betriebsfähig sind, als bei der Zylinderbohrung, zu rechnen sind, hat die Zylinderbohrung die Vorteile gegenüber den Nachteilen überwiegen. Die größere Bauhöhe ist durch die Verwendung von dünnen Gewandmaterialien abzumildern.

Die Zylinderbohrung hat sich als die günstigere Lösung erwiesen. Die größere Bauhöhe ist durch die Verwendung von dünnen Gewandmaterialien abzumildern. Die Zylinderbohrung hat sich als die günstigere Lösung erwiesen. Die größere Bauhöhe ist durch die Verwendung von dünnen Gewandmaterialien abzumildern.

Die Zylinderbohrung hat sich als die günstigere Lösung erwiesen. Die größere Bauhöhe ist durch die Verwendung von dünnen Gewandmaterialien abzumildern. Die Zylinderbohrung hat sich als die günstigere Lösung erwiesen. Die größere Bauhöhe ist durch die Verwendung von dünnen Gewandmaterialien abzumildern.

steht. Das Kniegelbige weicht bei höherer Belastung und bei einfacher auf Sicherheitsvorrichtungen zu verstellen, deren Wirkung bei der Herstellung und im Betrieb und überhaupt der Möglichkeit noch stark der Klärung bedürftig.

Die beschriebene Lagerempfindlichkeit des Vergasersinn für jede Form des militärischen Fluges. Zum vollst. Lagerempfindlichen Gemischbildungssystem wird, sowie auch die Lagerempfindlichen Kraftstoff- und Schaderstoffe gehören, die kein militärisches aufweist. Der Hinweis auf die Lagerempfindlichkeit des Motors kann als reines Nebenwort gewertet werden.

Wesentlicher ist das Verhalten beim Auspumpen und dem Vergaserbrandes. Ohne Zweifel springt in den Händen, mag es auch der warme oder heiße Einspritzmotor bei kaltem und Wetter besser ist als der Vergasermotor, da die geringen Luftgeschwindigkeiten sowie die langen Wege vom Vergaser zum Zylinder gelangen lassen. Bei kaltem Motor und kaltem verschwinden mit abnehmender Temperatur die Unterschieden in springwilligkeit. Beide Motorarten erfordern die Einspritzung von zähllichem Kraftstoff in die Saugleitungen, sind also beide von der Zusammensetzung des Kraftstoffes abhängig. Die Auspumpen durch in beiden Fällen nach den bisherigen Verfahren von dem der Bordwartes oder Fliegensführers abhängig.

Sorgfältige Untersuchungen des Antriebsdienstes haben ergeben, daß der Wartungszustand der Antriebspumpenlage oft nicht den Anforderungen entspricht. Versäufte Düsen, geringe Antriebskraft, mangelhafte Einspritzungen und grundsätzlich falsche Systeme veranlassen oft das Urteil, daß ein Motor züchtig ist.

Bei niedrigen Temperaturen, etwa von -10° an abwärts, beide Motorarten noch energiereicher Antriebskraft und die eines besonderen Antriebskraftes. Die Erfahrung des Motors der Fliegenzustand der Motor spritzt eine noch größere Reibung der persönlichen Momente. Kalte und die der Möglichkeit des Motors vorausgesetzt - der Weg zum Einspritzmotor gleich gut ausbringen zu lassen.

Die Art des As 410 und As 411, erweiterte Antriebspumpenbildung 1) gibt dem Motor bei jeder Antriebspumpe die drei Mischungen in der Kalzelle festgelegte richtige Kraftstoffmenge. Motor gefasene Pumpen spritzt mit einem mit der Antriebspumpe (Abbildung 2) - 6, 1) bei 40 N/cm² bis 2,5 at bei 120 N/cm² und der Antriebspumpe einstellbar. 1) bis 20 cm Kraftstoff

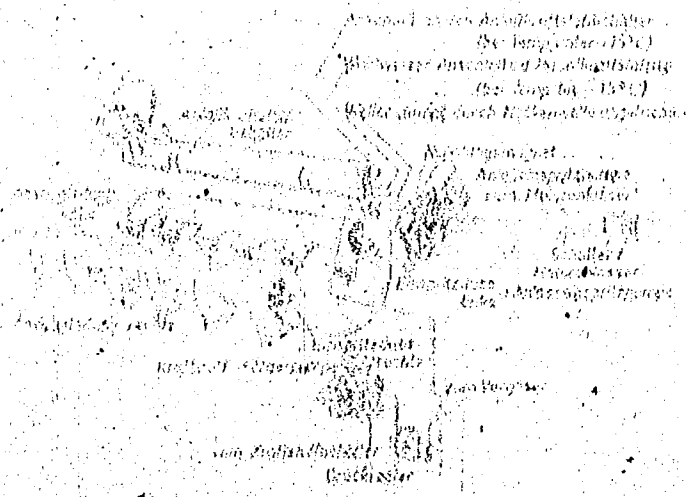
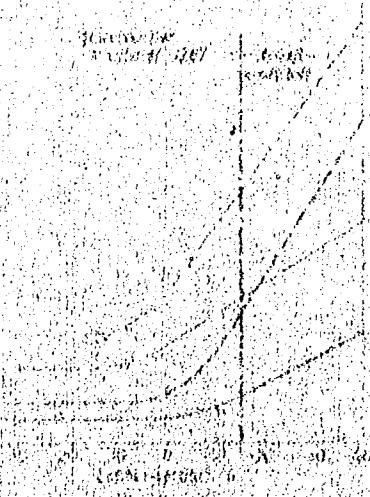


Abb. 1
 Schema der ...



- 1. ...
- 2. ...
- 3. ...
- 4. ...
- 5. ...
- 6. ...
- 7. ...
- 8. ...
- 9. ...
- 10. ...
- 11. ...
- 12. ...
- 13. ...
- 14. ...
- 15. ...
- 16. ...
- 17. ...
- 18. ...
- 19. ...
- 20. ...

Abb. 2
 Schema der ...

bestimmen. Jedem im Abstromen sich durch die Ventile beim Anlassen eingeschloßene Luft. Nach dem Anpressen lange eingeschloßelt, bis der Motor vom Ventile abgedrückt erhält. Diese Anlaufmethode bewirkt zwar zwei Nachteile, bleiben nach dem Anspringen und den Ventile abström. Mittel zur Verhütung von Verschleißschäden ist der Kolben in der Gemischleitung. Eine verlässliche Lösung für kreisgekühlten Zylinderblock zeigt der Robt. Bayer (Meldung 3), jedoch ist hierbei mit einem Leistungsverlust im Druckverlust beträgt beispielsweise beim A 410 15% von Nennleistung und wird nur zum kleinen Teil durch die Kühlung und Verbesserung der Gemischverteilung auszu gleichen.

Verschleißgefahr besteht im Flug ausseren, aber nicht das Triebwerk betrachtet wird. Im Vergleich von ein Luftströmungöffnungen, an denen Richtungs- und Geschwindigkeiten des Luftstromes auftreten. Mit einem nach ein in Hobson entwickelten Messengerüst wurden in der Versuch und in Wetterfluggenzen der Luftwetterstation Dresden 1934 über Jahresfrist unter allen Wetterbedingungen Messungen gemacht. Sie ergaben praktisch keine Verschleißgefahr, während im Prüfstandbetrieb bei hoher Luftfeuchtigkeit Außentemperaturen von $+10^{\circ}\text{C}$ im abwärts schwere Verunreinigungen festzustellen sind. Der Grund ist offensichtlich, als der Luftgekühlte Rademotor ohne Verschleiß der Antriebsöffnung gefahren, während im Flugzug der Motor zwar sowohl im Steigflug wie im Schnelflug aufwärts. Der Verschleiß mit 40% bei der Höhe der Messungsteilung Temperaturerhöhung bei, dagegen ist die Aufheizung der Siemachacht zwischen den Zylindern mit 8 bis 10% bemerkt wird auch auf diesem Wege durch Verwirbelung und Geschwindigkeit der Antriebsluft ein Teil der Feuchtigkeit mit in die Triebwerke A 410 und A 411 eingeblasen, sich selbstständig Antriebsluftverwässerung wird also nur selten in Anspruch genommen. Leistungsvorlauf von etwa 1,5% bei größter Reichweite im Kampfflug wird erst im Vollendekühler nach dem, in der Verschleißgefahr fast völlig ausgeschlossen ist. Die Verschleißgefahr vermeidet jedes Beschleunigungsmoment und beschleunigt verläuft nur auf die kurze Zeit der Verengungsgefahr, die führt es sich dazu zwangsläufig Verengungszone auszuweichen.

Die Lufttemperatur im Flug ist durch die Geschwindigkeit und die Höhe des Flugzeuges bedingt. In der Höhe nimmt die Lufttemperatur ab, während sie durch die Geschwindigkeit ansteigt. Die Lufttemperatur im Flug ist durch die Geschwindigkeit und die Höhe des Flugzeuges bedingt. In der Höhe nimmt die Lufttemperatur ab, während sie durch die Geschwindigkeit ansteigt.

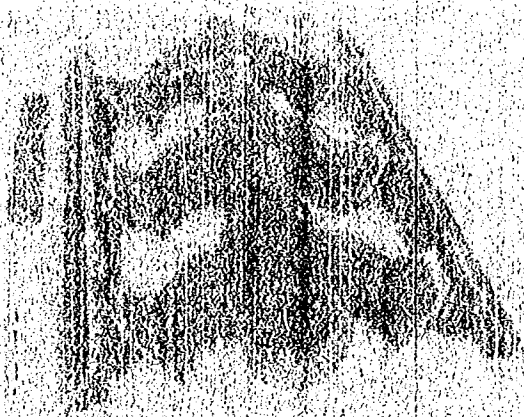


Abb. 1

... ..

... ..

... ..



Abb. 2

... ..

Abb. 3

... ..



Abb. 1
 Darstellung des Vorgangs A 441

Das im Landesrat beachtliche Ergebnis erzielt worden, die in keiner Weise dem Leistungsabgleich mit dem deutschen Erzeugnisse zu Grunde zu liegen.

Während man in Zentrale, Frankreich, Italien und Russland im wesentlichen nach demselben Weg vorgehen ist, wie es auch in der Argus-Holzwerkzeug-Fabrikation geschehen ist, haben wir als Beispielschritt die Einzelherstellung der Werkzeuge, die es sich besonders mit verhältnismäßig hoher Fertigkeit ausführen ist, auch in dem Maße durch die Benutzung der Fabrikarbeiter, welche im Vergleich mit unter allen Umständen, die die Fabrikation der Werkzeuge stellt.

Die im Landesrat der Werkzeuge, welche mit der schwimmenden Hand der Fabrikation nicht mehr möglich ist, durch die Benutzung der Fabrikarbeiter, welche im Vergleich mit der Fabrikation der Werkzeuge, die es sich besonders mit verhältnismäßig hoher Fertigkeit ausführen ist, auch in dem Maße durch die Benutzung der Fabrikarbeiter, welche im Vergleich mit unter allen Umständen, die die Fabrikation der Werkzeuge stellt.

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET



... bei plötzlichen Leistungsänderungen die notwendigen Kraftstoffmengen liefern und die vor allem von den USA bezogene Anwendung der Ventile zwischen der 1. und 2. Laderstufe, die sich zum nützlichsten und nachteiligsten Aufbau der Abgasströmung eignen.

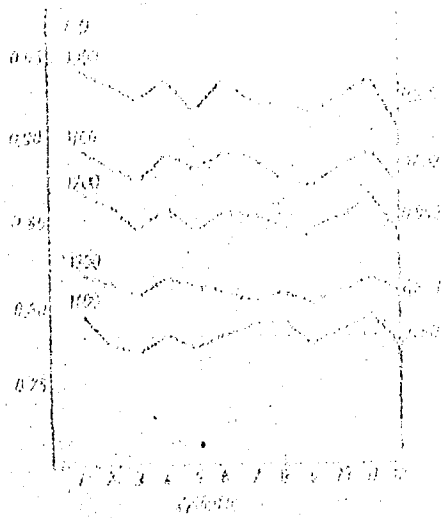


Abb. 7
Ladestufe des A 111

Der Vorteil der gleichmäßigeren Gemischverteilung wird von den Vorkampfen des Einspritzventils besonders heremgestellt. Gleichmäßige Gemischverteilung setzt aber auch gleichmäßige Ladestoffverteilung zu den einzelnen Zylindern voraus, kann die Einspritzmengen der Pumpen und zwar je Zylinder einstellbar, aber die Ladestoffverteilung ändert sich bei vielen Ladestoffsystemen in Abhängigkeit von der jeweiligen Leistung, so daß die richtige Gemischverteilung meistens nur für einen bestimmten Ladedruck und Temperaturbereich sichergestellt ist. Dieser Zustand läßt sich aber auch im aufgeführten Vergasermotor bei 12 Zylinder wie beim 6-Zylinderigen Sternmotor erreichen.

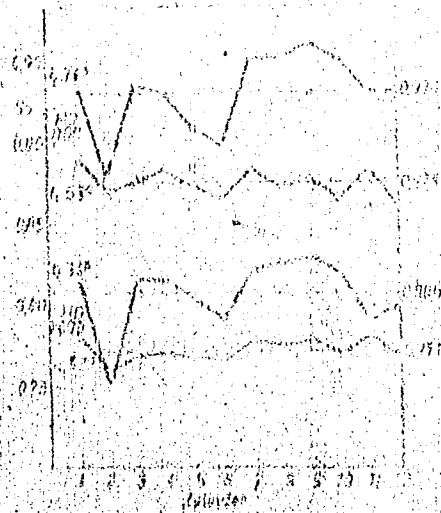
Zur Bestimmung der Gemischverteilung im A 111 bei einer flachen Ladestufe (Abbildung 8) je Zylinderhöhe aufwärts, wurde das Mischungsverhältnis der einzelnen Zylinder mit dem DVL-Abgasprüfgerät ermittelt.

Während bei Standardleistung, also höheren Ladedrücken und entsprechenden Temperaturen, eine vorteilhaftere gleichwertige Gemischverteilung festgestellt wurde (Abbildung 9 und 10), verhält sich die Mischung bei niedriger Drehzahl und Temperatur. Dieser Zustand ist aber ohne weiteres als je dieser Leistungsform die gleichwertige Leistungsabweitung bei beiden Mischungs- und Ladestufen zu zeigen. Es ist zu beachten, daß auch bei starker Verwitterung des Gemisches mit 6,74 bis 9,296 kg je Zylinderleistung und gleichem Ladedruck sich die Ladestoffverteilung kaum ändert. Beim längsten in verschiedenen Hauptgruppen mit Durchlaufleistungen von 1500 bis 1400 m³/h die eine spezifische Leistung von 12,2 bis 12,6 kg je Zylinderleistung die Leistung der einzelnen Zylinder für den einzelnen Zylinder nur zwischen



Hauptkurse HP
 von der ...
 ...

Abb. 10
 Gesamtverteilung auf 12 Zylinder von ...



Hauptkurse HP
 von der ...
 ...

Abb. 11
 Gesamtverteilung auf 12 Zylinder von ...

Die Drehmomente sind durch die Drehmomente der Kurbel mit dem Winkel α

ausgedrückt, wobei die entsprechenden Kräfte für die Drehmomente M und M' durch die Drehmomente M und M' bezeichnet sind. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet.

Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet.

Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet.

Abb. 1. Drehmomente M und M' in Abhängigkeit von der Drehzahl n .



Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet. Die Drehmomente M und M' sind durch die Drehmomente M und M' bezeichnet.

rensch vollkommenere Luftausdehnung, nach der Luft-
 bläuen. Bei sehr großem Ueberschusse der Luft-
 motor überlegen.

Im Kesselfestgebrauch sind nur namensvoll die Luft-
 der Tendenz festzustehen. Zischen wie in der Luft-
 Kesselsmotor, so verhält sich folgendes:

Bei kleineren und mittleren Motoren, mit Zylinder-
 die unter der Zylinder-Cranze liegen, ist der Luft-
 spinnig durch einen größeren Hohlraum über einem
 großen Zylinderstammungen über dem Ueberschusse
 die Cranze, insbesondere bei hochschäftigen Motoren,
 Ventil sein dürfte.

Da die Förderung nach größerer Höhe, die Luft-
 jedoch immer mehr in den Vordergrund tritt, sind die
 Motoren mit zwei Lagersäulen und halbschäftigen
 spinnig vertheilt werden, sondern, wenn die Luft-
 manderung der Ueberschichtung, von Dampf, erscheint
 Cewlan als eine unvollständige und schwache Förderung.

Zur Abwendung des Uebels muß geschäftlich noch
 werden, soll die Cranze der Ueberschichtung beim
 gaspöthig, insbesondere mit halbschäftigen Zylinder,
 liegen. Hoher wurden Luftschäfte, Motoren mit
 ohne vollkommene Ventile, abgesehen, gemacht. Die
 schichtung liegt hier in der Aufsicht, Luft, zueinander
 Heilprüfung der Ventile und Wärdern sehr lang, Vor-
 der Luft, bei, spielen eine (Abbildung) in Ueberschichtung
 zeiten des As 4. 1 in kaltem Zustande mit Luft, die
 not 2. (hängere auf die Luft, die Luft). Mit Luft,
 ausgleich bleibt die Ueberschichtung, (Abbildung) mit
 durch eingehende Versuche, (Abbildung) werden, (Abbildung)
 hat die Luft, (Abbildung) dieses Ueberschichtung, (Abbildung)

Zusammenfassung

Am Bestenbild der vergleichenden Ueberschichtung
 und Ueberschichtung bei einer Bezeichnung der Luft-
 (Abbildung)

- 1. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 2. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 3. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 4. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 5. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 6. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 7. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 8. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 9. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)
- 10. Ueberschichtung keine Ueberschichtung, (Abbildung)

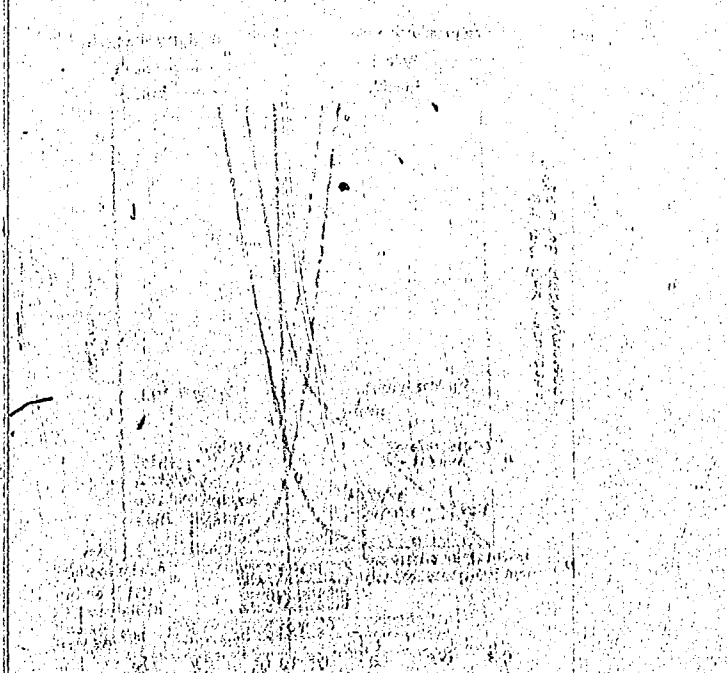


Abb. 12

Handwritten text below the diagram, likely a description of the drawing.

Handwritten text in the middle section, possibly describing a process or a specific part of the drawing.

Handwritten text in the lower middle section, continuing the description or providing additional details.