

## Entwicklungsstand und Aussichten der Kolbenmotoren unter besonderer Berücksichtigung des Reichsverteidigungsprogramms

Von Fritz Nallinger

Als nach der Machtergreifung im Jahre 1933 dem deutschen Flugmotorenbau wieder die Erlaubnis und die Mittel gegeben wurden, sich zu entfalten, galt es, auf schnellstem Wege Flugmotoren zu schaffen, die denen des Auslands, das seit dem Weltkrieg in Ruhe weiterentwickeln konnte, ebenbürtig waren. Das Reichsluftfahrtministerium legte in enger Zusammenarbeit mit der Industrie die Grundprinzipien für die zu bauenden Flugmotoren fest. Zwei Leistungsklassen, eine solche mit 600 PS und eine solche mit 800 PS, wurden sofort in Angriff genommen, wobei sowohl der flüssigkeitsgekühlte wie auch der luftgekühlte Motor entwickelt werden sollte. In ihrem Aufbau waren die Motoren so zu gestalten, daß sie universell für alle Flugzeuge Verwendung finden konnten. Für die flüssigkeitsgekühlten Motoren war von Anfang an hängende Zylinderbauart und Durchschuß durch den Motor mittels Motorkanone vorgesehen.

In kurzer Zeit wurden Motorenmuster geschaffen, die den ausländischen durchaus ebenbürtig, ja in vielem überlegen waren. Insbesondere wurde hierbei allergrößter Wert auf die Erzielung guter Höhenleistungen gelegt. Das Flugmeeting in Zürich im Jahre 1937 zeigte erstmalig der Öffentlichkeit die erzielten Resultate.

Der Rückblick auf die Entwicklung von 1933 bis 1. September 1943 zeigt, daß die Leistungen der Motorenmuster sich von Jahr zu Jahr gesteigert haben. Aus den die einzelnen Leistungspunkte verbindenden Linien ist zu ersehen, wie das jeweilige Grundmotorenmuster sich leistungsmäßig entwickelt und verbessert hat. Bei der Betrachtung der Abbildung 1 ist es wichtig, sich zu vergegenwärtigen, daß nicht nur die Erhöhung der Bodenleistung des Motors von Bedeutung ist, sondern daß vor allem für den Jäger und Zerstörer die Vergrößerung der Höhenleistung wichtig ist, wobei für diesen Zeitraum als Bezugshöhe 10 km angenommen ist. Ein Gesamturteil über einen Flugmotor kann man sich nur aus den beiden Faktoren Boden- und Höhenleistung bilden. Gerade beim Jäger ist die Höhenleistung oft wichtiger als die Bodenleistung.

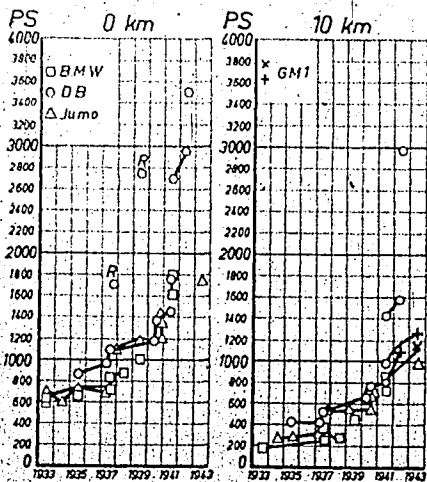


Abb. 1

PS Entwicklung 1933 — 1.9. 1943. Start- und Notleistungen

Auf der linken Abbildung sind weiter noch die Leistungspunkte des von Daimler-Benz seinerzeit entwickelten Rekordmotors eingetragen. Diese aufs äußerste hochgetriebene Leistung wurde erreicht durch Einspritzung von Alkohol vor das Gebläse sowie Drehzahlerhöhung des Motors. Die seinerzeit aufgestellten absoluten Schnelligkeitsrekorde wurden mit diesem Motor erflogen.

Um in kürzester Frist dem Flugzeugbauer Motoren großer Wellenleistung zur Verfügung zu stellen, wurde Daimler-Benz aufgefordert, aus den seinerzeit vorhandenen Einzelmotoren DB 601 durch Zusammenkuppeln zweier Motoren eine große Motoreinheit zu schaffen. Dieser Weg führte schnell zu Einheiten großer Wellenleistung, die bei Entwicklung eines neuen Motors hätten so schnell nicht im entferntesten der Flugzeugindustrie zur Verfügung gestellt werden können. Auch fabrikationsmäßig und im Nachschub hat dieser Weg Vorteile.

Die Steigerung der Höhenleistung drückt sich vor allem aber auch im spezifischen Gewicht des Motors, d. i. das Gewicht pro geleistetes PS, aus. Hier sieht man aus der Abbildung 2, wie sowohl am Boden, vor allem aber

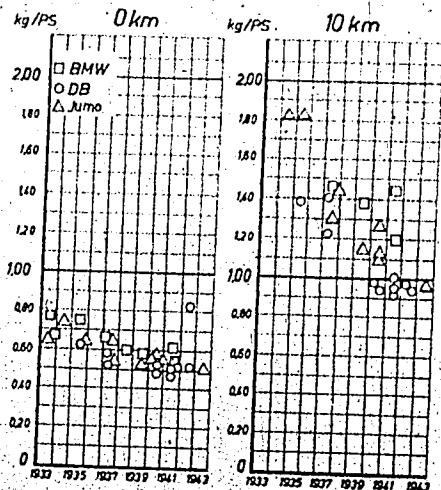


Abb. 2

kg/PS Entwicklung 1933 — 1. 9. 1943. Start- und Notleistungen

in der Höhe, das Leistungsgewicht von Jahr zu Jahr gefallen ist. Für den Schnellflug bereits in mittleren Höhen, vor allem aber für den reinen Höhenflug ist dies ein ganz besonders wichtiger Faktor.

Ein Vergleich zwischen flüssigkeitsgekühlten und luftgekühlten Motoren ist hier nicht ohne weiteres zugänglich, weil beim flüssigkeitsgekühlten Motor bei Vervollständigung zum Motortriebwerk ein größeres Zusatzgewicht hinzukommt als beim luftgekühlten Motor.

Diese hier gezeigte Entwicklung war nur möglich durch rücksichtslosen Einsatz der hierfür zur Verfügung stehenden Kräfte, die in intensivster Durcharbeit die Gesamtgestaltung des Motors wie auch alle Einzelprobleme, so z. B. die Verbrennungsverhältnisse, die Brennstoffeinspritzung und vor allem den die Entwicklung der Höhenleistung des Motors bestimmenden Lader behandelten. Dazu kamen für die besonderen Verhältnisse in Deutschland, in steigendem Maße jetzt während des Krieges, die zusätzlich zu bearbeitenden Aufgaben, wie Umstellung in Materialien und Anpassung der Motoren an die durch die Beschaffung bedingten Brennstoffe und Schmieröle.

In Abbildung 3 betrachten wir den heutigen Stand der deutschen Flugmotorenfabrikation. Es sind die Motoren eingetragen, die sich in Serienfabrikation der Baureihe I oder folgenden befinden. Zum Vergleich sind die Motoren des feindlichen Auslandes mit den Leistungswerten eingezeichnet, die uns aus den Beuteberichten zugänglich sind. Zweifellos hinkt dieser Stand dem augenblicklich im Ausland in Serie befindlichen nach. Der Verlauf der Leistungskurven zeigt, daß das feindliche Ausland einen guten Leistungsstand bei seinen Motoren erreicht hat.

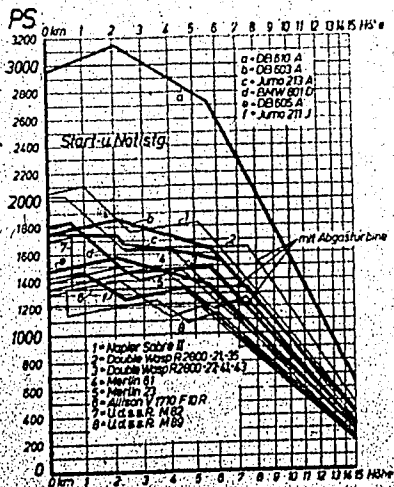


Abb. 3  
Deutsche Flugmotorenfabrikation (Stand 1. 9. 1943),  
Vergleich zu Deutemotoren (Stand Ende 1942)

Amerika hat diese Weiterentwicklung der Höhenleistung mit Hilfe des vorgeschalteten Abgasturbogebläses vor allem für seine Bomberflugzeuge frühzeitig betrieben. Bei zum Teil nicht sehr bemerkenswerten Bodenleistungen werden hiermit gute Höhenleistungen erzielt, allerdings mit entsprechend größeren Gesamtgewichten. Für das Flugzeug bedeuten diese Höhenleistungen aber doch das Herankommen aus der Flakabwehr, so daß die Bekämpfung solcher Flugzeuge nur mittels Jäger und Zerstörer möglich ist.

England, das vor allem Jäger- und Zerstörerflugzeuge entwickelt und baut, hat sich flugmotorensseitig dem für Jäger geeigneten Höhenmotor mit zweistufigem mechanisch angetriebenem Gebläse zugewandt. Aus der Rolls-Royce-Merlin-Reihe wurde der Merlin 61 geschaffen.

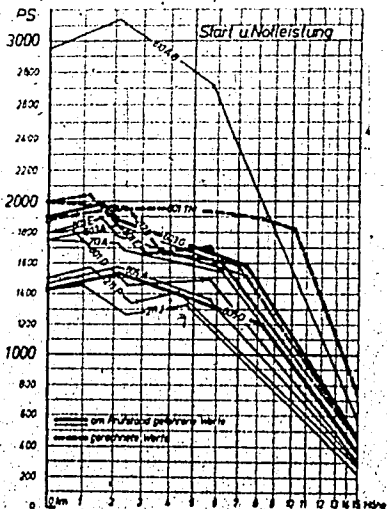


Abb. 4  
Voraussichtlicher Stand der Serienfabrikation am 1. 7. 1944

Weitere Motormuster in Deutschland sind in ihrer Entwicklung bereits so weit getrieben, daß die Fabrikation der Serie Baureihe I bis Anfang bzw. Mitte kommenden Jahres einsetzen kann. Die Abbildung 4 zeigt Ihnen den voraussichtlichen Stand am 1. 7. 1944. Die Leistungskurven der Motoren, die bis zu diesem Zeitpunkt neu hinzukommen, sind dick ausgezogen.

Abbildung 5 zeigt Ihnen zum besseren Verständnis der Leistungskurven die verschiedenen Aufladungsarten, die grundsätzlich bei Flugmotoren, um gute Höhenleistungen zu erreichen, möglich sind.

Links oben der Motor mit mechanisch angetriebenem Lader, wobei zwei Laderstufen gezeichnet sind. Die überwiegende Zahl der heute bei uns wie auch im feindlichen Ausland fabrizierten Motoren sind aber nur

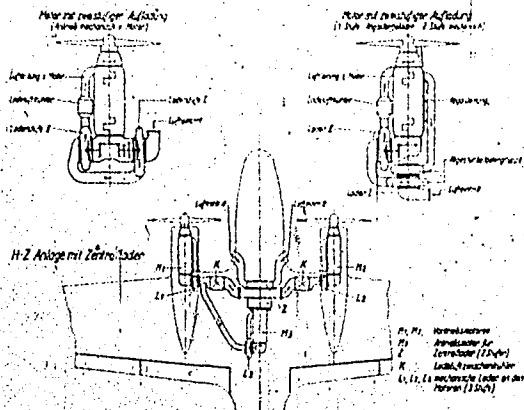


Abb. 5  
Aufladeeinrichtungen für Höhenmotoren

einstufig. Rechts oben sehen Sie die Aufladung mit einem dem Motor vorgeschalteten Abgasturbogebläse. Hierdurch ist auch zweistufige Aufladung erreicht.

In der Mitte unten in der Abbildung sehen Sie eine Sonderaufgabe, die auf Wunsch des Reichsluftfahrtministeriums seitens der Firma Daimler-Benz gelöst wurde, die sogenannte Laderhöhenzentrale, kurz HZ-Anlage genannt. Zwei DB 603 Vortriebmotoren im Flugzeug wird vorverdichtete Luft zugeführt. Diese vorverdichtete Luft wird in einem zweistufigen Gebläse, das im Rumpf sitzt, erzeugt. Dieses große zweistufige Gebläse wird von einem Motor DB 605 angetrieben. Der Motor selbst erhält ebenfalls wiederum vorverdichtete Luft für seinen eigenen Betrieb. Die Verdichtung der Luft geschieht auf diese Art dreistufig unter Zwischenkühlung durch Ladeluftkühler.

Die Abbildung 6 zeigt Ihnen eine kleine Auswahl von Motoren für Sonderaufgaben, die aus Grundmotorenmustern abgewandelt wurden. Die obere Leistungskurve stellt die vorher beschriebene HZ-Anlage dar. Es sind hier die Leistungen beider Motoren zusammengefaßt.

Dann der BMW 801 TJ; es ist dies der 801-Motor mit Abgasturbogebläse der Firma BMW, der Juno 211 mit DVL-Abgasturbogebläse TKL 11, der DB 603, ebenfalls mit DVL-Abgasturbogebläse TKL 11 und

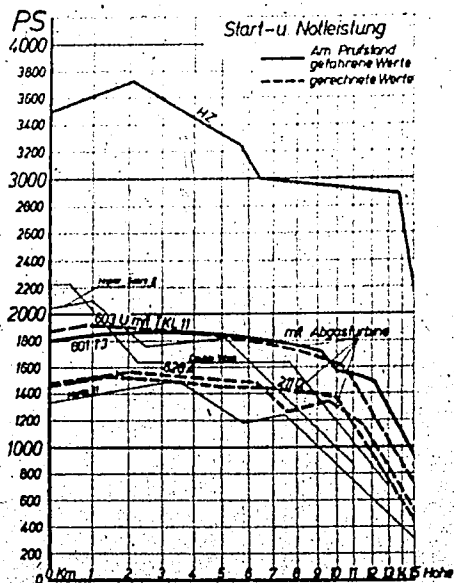


Abb. 6  
Motoren für Sonderaufgaben

der DB 628; dies ist der DB 605-Motor mit zweistufigem, mechanisch angetriebenem Gebläse. Alle Motoren befinden sich bereits im Flugzeug in Erprobung.

Die Vergleichskurven mit den besten Feindmotoren mit Abgasturbine bzw. doppelstufigem Gebläse mit mechanischem Antrieb — allerdings Stand Ende 1942. — sind dünn eingezeichnet.

Als Maßnahme zur kurzzeitigen Leistungssteigerung wird das zusätzliche Einspritzen von bestimmten Zusatzstoffen vor oder hinter dem Lader angewandt. Hierzu gehört die Einspritzung von MW 50, dies ist ein Alkohol-Wasser-Gemisch, dann von den Sauerstoffträgern GM 1 sowie reinem Sauerstoff. Diese Zusätze ergeben grundsätzlich eine Erhöhung der Motorleistung, wie es die Abbildung 7 zeigt, wobei dieses Verfahren für alle Arten Flugmotoren angewandt werden können.

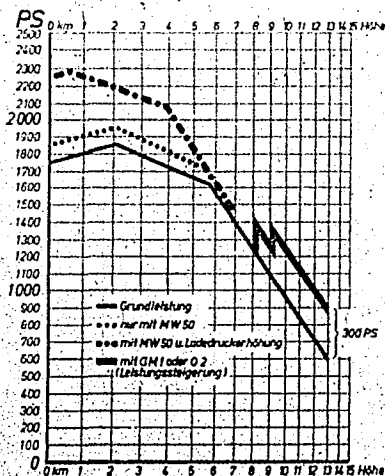


Abb. 7  
Maßnahmen zur kurzzeitigen Leistungssteigerung

Allerdings läßt sich von diesen Zusatzstoffen nur eine gewisse Menge im Flugzeug unterbringen, und weiterhin ist das Gewicht pro erzielter Zusatz-PS hoch. Hierdurch ist die Anwendungsdauer beschränkt.

Die Weiterentwicklung des deutschen Flugmotorenbaus muß vorrangig den Bedürfnissen des Reichsverteidigungsprogramms angepaßt werden. Für den Jäger und Zerstörer sind vor allem Motoren großer Höhenleistung, die mechanisch angetriebene Lader haben, notwendig. Für den Bomber können zweckmäßig Motoren mit einer mechanisch angetriebenen Laderstufe verwendet werden, der ein Abgasturbogebläse vorgeschaltet wird. Abbildung 8 zeigt die in Entwicklung befindlichen Motorenmuster, die Aussicht haben, in den nächsten Jahren noch in Serie eingesetzt werden zu können.

Von Junkers ist es hier der Jumo 222 mit einstufigem Lader und einer vorläufigen Volldruckhöhe von 5 km. Der Motor läuft seit längerem am Prüfstand.

Der Jumo 213 E mit zweistufigem Lader und einer Volldruckhöhe von 9,7 km soll im November 43 erstmalig laufen. Leistungskurve ist errechnet. Ein weiteres Projekt ist der Jumo 213 T mit vorgeschaltetem Abgasturbolader mit einer Volldruckhöhe von 11,7 km. Die Leistungskurve



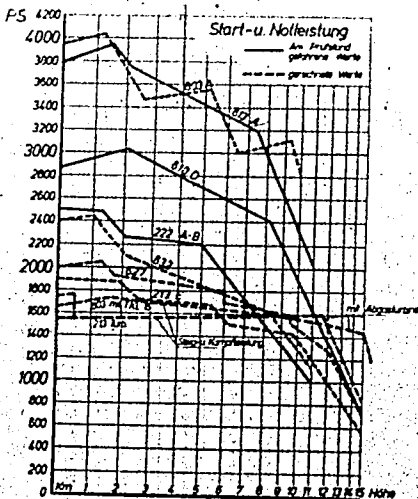


Abb. 8

Zur Zeit in Entwicklung befindliche Motoren

ist errechnet. Der BMW 803 läuft mit zweistufigem Gebläse als Teilmotor bereits seit längerer Zeit am Prüfstand. Von der hier gezeigten Leistungskurve ist der Bodenwert am Prüfstand gefahren, der Höhenwert errechnet.

Von Daimler-Benz ist der Motor DB 613 mit einstufigem mechanisch angetriebenem Gebläse und einer Volldruckhöhe von 7,4 km bereits auf dem Prüfstand in Erprobung. Da es sich hier um einen erprobten Grundmotor handelt, ist zu erwarten, daß dieser Motor schnell in die Serie kommen kann. Der DB 627 mit zweistufigem mechanisch angetriebenem Lader und einer Volldruckhöhe von 11,5 km kommt im Oktober d. J. erstmalig auf den Prüfstand. Die Leistungskurve ist errechnet.

Der DB 632-Motor mit einstufigem mechanisch angetriebenem Gebläse und einer Volldruckhöhe von 8,2 km ist in Durchkonstruktion. Die Variante mit vorgeschaltetem Abgasturbolader mit 13 bis 14 km Volldruckhöhe folgt. Die Leistungswerte sind errechnet. Der Motor kommt in der zweiten Hälfte des kommenden Jahres auf den Prüfstand.

Für den Motor DB 603 ist die Vorschaltung des DVL-Abgasturbo-Lader-Aggregats TKL 15 mit 15 km Volldruckhöhe vorgesehen. Das Turbo-Aggregat kommt voraussichtlich Ende dieses Jahres zum Laufen.

Ich zeige Ihnen nun eine kleine Auswahl der wichtigsten neuen Motoren, die zum Teil noch in Entwicklung, zum Teil schon in Serienfertigung sind.

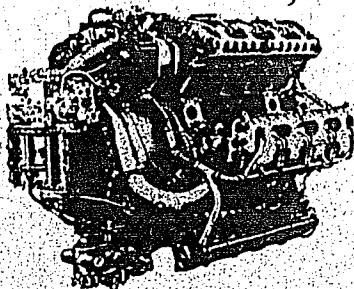


Abb. 9  
Jumo 222

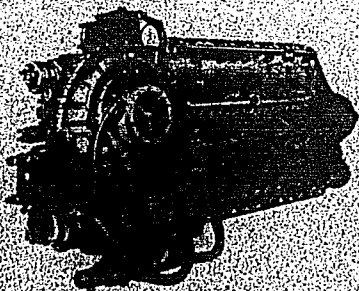


Abb. 10  
Jumo 213

Es ist fraglos, daß in Zukunft ein erheblicher Teil der Aufgaben des Luftkriegs, insbesondere der defensiven Aufgaben dieses, sich in wesentlich größeren Höhen abspielen wird, als dies seither der Fall war. Aus dem Vorgetragenen ersehen Sie, daß die deutsche Motorenindustrie im Laufe der Entwicklung der letzten Jahre sich die Schaffung größerer Höhenleistungen bei kleinen spezifischen Gewichten hat angelegen sein

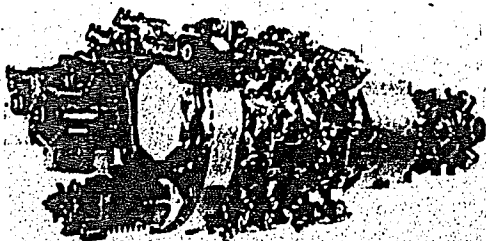


Abb. 11  
BMW 803

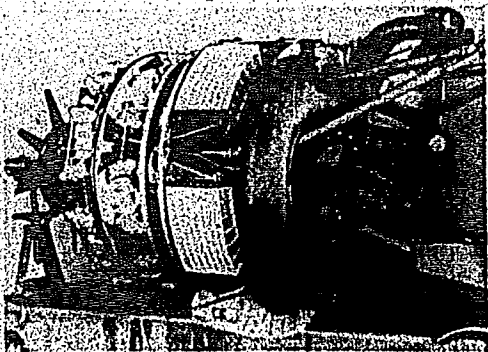


Abb. 12  
BMW 801 TJ

lassen. Solche Motoren sind, wie Sie aus dem Vorgetragenen sehen, heute schon da. Die Serienmotoren wurden außerdem durch Sondermaßnahmen in ihrer Höhenleistung gesteigert; weiterhin befinden sich Motoren in O-Reihen und kleinen Serien mit erheblich gesteigerter Höhenleistung, zum Teil mit Abgasturbogebläse; Die Weiterentwicklungen sind durchweg auf sehr große Höhenleistungen abgestellt. Es muß aber in

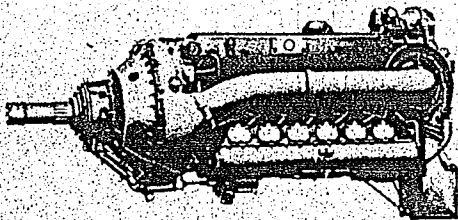


Abb. 13  
DB 628 A

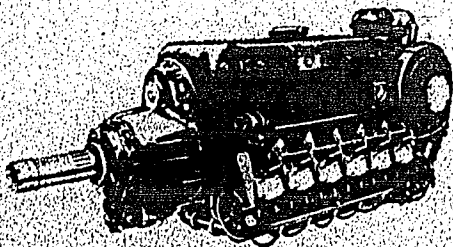


Abb. 14  
DB 603 A

Rechnung gestellt werden, daß auch das feindliche Ausland in den Weiterentwicklungen seiner Motoren Fortschritte gemacht hat. Wir wissen, daß dort nicht nur auf dem Gebiet der Produktion, sondern auch auf dem Gebiet der Entwicklung mit bemerkenswerten Mitteln und im Einsatz stärkster Kräfte an der Verbesserung und Vervollkommnung der Flugmotoren gearbeitet wird.

Zu der Entwicklung des Höhenflugs muß ergänzend gesagt werden, daß man sich meiner Meinung nach für die Zukunft von der Auffassung, daß ein- und dasselbe Flugzeug für alle Höhenlagen zu verwenden ist, wird frei machen müssen. Wir werden insbesondere für den Höhenflug zu Flugzeugen kommen müssen, die diesen spezifischen Bedingungen entsprechen, insbesondere also große Flächen haben. Auch der Luftschraubenbau steht hier vor der schwierigen Aufgabe, für die großen Höhenleistungen der Motoren die entsprechenden Luftschrauben zu entwickeln und im Flugzeug unterzubringen.

Es erhebt sich weiter die Frage, welche Verhältnisse sich nun für die nächsten Jahre in der Anwendung des Kolbenflugmotors im Vergleich zu dem ebenfalls als Antriebsmittel für Flugzeuge in Entwicklung und am Beginn der Serienfertigung stehenden Strahltriebwerk ergeben.

Das Strahltriebwerk kann vorläufig als Antriebsmittel für den auf kurze Zeit einzusetzenden schnellen Jäger angewandt werden. Für die Großserienfertigung werden aber wohl noch Erfahrungen aus der Front gesammelt werden müssen. Der Kolbenflugmotor wird aber weiterhin ausschlaggebende Bedeutung für alle Arten von Flugzeugen, also auch für den Jäger und Zerstörer behalten.

Der Fortgang der Motorenentwicklung, der oben skizziert wurde, läßt insbesondere in Zusammenarbeit mit der Zellenentwicklung weitere Fortschritte auf dem Gebiet des Schnellflugs wie aber vor allem auf dem Gebiet des Höhenflugs erwarten.

Die zur Zeit laufenden Entwicklungen sind durch das Reichsluftfahrtministerium festgelegt. Im Rahmen des Reichsverteidigungsprogramms sollten diese schnellstens in die Tat umgesetzt werden können.

---

Der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung  
vorgelegt am 8. November 1943