



## Propeller- und Raketenantrieb

Von Dr.-Ing. Otto Steinitz.

Die Entwicklung der Maschinenanlage von Luftfahrzeugen hat lange Zeit wesentlich unter dem Zeichen der Verbesserung der Motoren gestanden. Die letzten Jahre haben auf diesem Gebiete auch bemerkenswerte Fortschritte gebracht, so z. B. die Einführung des Benzols als klopffestes Betriebsstoff für Leichtmotoren und der Schweröle für Luftschiffs-Dieselmotoren. Jetzt beginnt man aber wieder erhöhte Aufmerksamkeit den Antriebsmitteln zu schenken. Da die Begriffe von Motoren und Antriebsmitteln vielfach verwechselt werden, sei darauf hingewiesen, daß wir nach der von mir in die allgemeine Fahrzeugkunde eingeführten Einteilung vier Stationen des Kraftflusses unterscheiden müssen. Die erste ist die Kraftquelle, die im allgemeinen einen Brennstoff darstellt, die zweite der Motor, welcher die Kraft des Brennstoffes in bewegte Energie umwandelt. In der dritten Station, dem Getriebe, wird die bewegte Energie an den Ort des Verbrauches fortgeleitet und hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit dem Verbrauch angepaßt. Als vierte und letzte Station folgt der Antrieb, welcher die Kraft auf die Umgebung des Fahrzeuges überträgt und dadurch den Vortrieb hervorruft. Ohne Antriebsmittel gleicht ein Kraftfahrzeug einem Riesen, dem die Hände fehlen und der infolgedessen trotz innerer Stärke nichts zu leisten vermag. Nach einem volkstümlichen Scherzwort ist ein guter Antreiber besser als zehn Arbeiter, und so verdient auch die Ausbildung der Antriebsmittel in der Luftfahrt sicherlich die Beachtung, die man ihr neuerdings zuwendet. — Um die Schwierigkeiten zu verstehen, die den Antrieb von Luftfahrzeugen auszeichnen, muß man sich vergegenwärtigen, daß für seine Wirksamkeit die Beschaffenheit der Umgebung ausschlaggebend ist. Münchhausen log, als er behauptete, sich an seinem eigenen Zopfe in die Höhe gezogen zu haben. Eine unerläßliche Voraussetzung dafür, einen Körper in Bewegung zu setzen, ist das Vorhandensein eines anderen Körpers, von dem aus die bewegende Kraft auf den ersteren Körper wirkt oder anders ausgedrückt: Bewegende Kräfte können immer nur von zwei Körpern gegenseitig ausgeübt werden, wobei Kraft und Gegenkraft genau gleich sind. Es ist dies dieselbe Erkenntnis, die Archimedes zu dem Ausruf veranlaßte: „Gib mir einen Punkt, und ich bewege die Erde!“

Die Landfahrzeuge stoßen sich an der festen Masse des Weges ab, die so ungeheuer groß ist, daß man die bewegende Rückwirkung der Kraft auf die Erde nicht wahrnehmen kann. Eher ist das schon bei den Schiffen der Fall, bei denen der Rückstoß der Treibschrauben oder der Ruder auf das Wasser deutlich bemerkbar ist. Die durch die Treibkraft hervorgerufene Bewegung verteilt sich auf die beiden in Betracht kommenden Körper im umgekehrten Verhältnis ihrer Gewichte, d. h. so, daß vorzugsweise der leichtere in Bewegung gerät. — Dieser Umstand ist nun für die Luftfahrzeuge recht ungünstig, denn diese haben, wenigstens nach den heute bekannten Einrichtungen, keinen anderen Körper zur Abstoßung in erreichbarer Nähe als die umgebende Luft, deren Dichte fast 800 mal geringer als die des Wassers ist. Kein Wunder, daß die von den ersten Ballonfahrern versuchten Ruder zur Erzeugung einer Eigenbewegung wirkungslos bleiben mußten. Der Antrieb der Luftfahrzeuge wurde erst möglich, als es gelang, so erhebliche Luftmassen zu erfassen und rückwärts zu schleudern, daß diese ihrerseits ein beträchtliches Gewicht darstellten. Dies wurde mit der Luftschraube, auch Propeller genannt, ermöglicht.

Ganz so unbeachtlich ist nämlich das Gewicht größerer Luftmassen durchaus nicht. Schon ein gewöhnliches Zimmer von 4 m Höhe, 6 m Länge und 5 m Breite enthält 3 Zentner, also ein ganz stattliches Gewicht, das manchen überraschen dürfte. Eine Luftschraube, wie sie ein mittleres Flugzeug besitzt, von

etwa 3 m Durchmesser, erfährt in jeder Minute ungefähr 30 000 kg Luft. Man sieht leicht ein, daß solche Mengen genügend sind, um ein Flugzeug, das nur wenig über 1000 kg wiegt, vorwärts zu treiben, ohne daß gar zu viel Bewegungsenergie auf die zurückgeschleuderte Luft kommt. Nur so lange das Flugzeug noch nicht genügend schnell fährt, also vor allem am Stande und während des Startes, wird die Motorkraft vorzugsweise in die rückwärts bewegte Luftschleule gesteckt, wodurch sich der auf den Flugplätzen so unangenehm bemerkbare Sturmwind ergibt. — Die Luftschraube selbst erzielt ihre Wirkung ohne jedes andere Hilfsmittel als die Rückbewegung der von ihr berührten Luft. Sie führt den Namen Schraube mit Recht; denn sie wirkt genau so wie eine Maschinenschraube, die sich in eine eiserne Mutter hineindrehrt, nur mit dem Unterschiede, daß hier die elastische Luft die Mutter bildet und dem schraubenden Vorschube nicht mit gleicher Genauigkeit, sondern etwas unvollkommener folgt, als wenn sie aus festem Material bestünde. Außerlich ist freilich die Schraubenform nicht so leicht erkennbar. Die in der Umdrehungsrichtung nach vorn liegende Blattfläche bildet nämlich nur einen verhältnismäßig sehr schmalen Ausschnitt einer vollständigen Schraubensfläche. Die Rückseite des Blattes ist überhaupt buckelförmig gekrümmt und kaum noch mit den sonst bekannten Schraubensformen vergleichbar. — Aber gerade auf diese Rückseite kommt es besonders an. Hier ergibt sich eine breite Zone der Luftleere oder wenigstens der Luftverdünnung, die eine starke Saugwirkung auf den Propeller einerseits und auf die in Fahrtrichtung liegende Luft andererseits ausübt. Diese letztere Wirkung ist es hauptsächlich, die die Luft nach rückwärts und das Fahrzeug nach vorwärts treibt.

Nach langwierigen Versuchen hat man es gelernt, sehr zweckmäßige Querschnittsformen ausfindig zu machen, die eine Ausnutzung der Kraft ermöglichen, welche nicht wesentlich unter derjenigen liegt, die bei anderen Antriebsmitteln, insbesondere auf fester Fahrbahn, erreichbar sind. Freilich ist dazu immer Vorbedingung ein genügend großes Gewicht der erfaßten Luft und deshalb genügend große Propeller und Fahrgeschwindigkeit. — Noch schwieriger wird das Antriebsproblem, wenn es sich um Fahrten in luftleeren oder fast luftleeren Schichten in großen Höhen handelt. Daß dort überhaupt ein Antrieb möglich ist, erscheint zunächst verwunderlich. Es gibt verschiedene Wege, sich dies klarzumachen. Man kann an ein mit Druckgas gefülltes Gefäß erinnern, bei dem durch Anspannung einer Öffnung auf der einen Seite ein Teil der Wandung entfernt ist, so daß ein Ueberdruck auf die gegenüberliegende Wand entsteht. Infolgedessen wird das Gefäß in der Richtung der gegenüberliegenden Wand beschleunigt, und zwar entgegengesetzt derjenigen Richtung, in der das Druckgas aus der Öffnung ausströmt. Schneller übersehen hat das Problem, wenn man sich einen Körper vorstellt, der durch eine innere Kraft, z. B. eine Explosion, in zwei Teile auseinandergerissen wird. Der gemeinsame Schwerpunkt erfährt dann freilich keine Beschleunigung, wohl aber jeder der beiden Teile, welche nach entgegengesetzten Richtungen geschleudert werden. Ist der eine Teil durch ein Fahrzeug dargestellt, der andere durch ein Geschöß oder Explosionsgas, dessen fernerer Verbleib nicht interessiert, so kann man den Vorgang so auffassen, als wenn dem Fahrzeug ein Vortrieb erteilt worden wäre. An Stelle eines solchen einmaligen Anstoßes kann ein stetiger Antrieb treten, wenn die Lösung der zurückgeschleuderten Teile stetig stattfindet.

Für die Berechnung der aus solchem Verfahren erzeugten Vortriebskraft ist Masse und Geschwindigkeit der rückwärts geschleuderten Gasmenge genau so maßgebend wie die Masse

und Geschwindigkeit der Luft beim Propellerantrieb. Beide Systeme unterscheiden sich wesentlich in der Frage, woher die rückwärts geschleuderte Masse genommen wird, ob aus dem Bestande des Fahrzeugs selbst oder aus der Umgebung. Beiden gemeinsam ist auch, daß nur ein Teil der erzeugten Energie auf das Fahrzeug übertragen werden kann, während ein anderer für die Beschleunigung der rückwärts gestoßenen Luftmasse verloren geht. Dieser Verlust ist um so größer, je größer die Geschwindigkeit der Luftmasse im Verhältnis zur Geschwindigkeit des Fahrzeuges ist und je größer die Masse des Fahrzeuges im Verhältnis zur Rückstoßmasse.

Würde man beim Raketenantrieb nahezu vollständige Ausnutzung der Verbrennungsenergie erhalten, so müßten die rückwärts ausgestoßenen Gase eine Relativ-Geschwindigkeit von 5000 km/Std. haben, wenn Sprengstoffe, und etwa 15 000 km/Std., wenn Kraftfahrzeug-Betriebsstoffe verwendet werden. Es ist nun ganz ausgeschlossen, innerhalb der Atmosphäre dem Fahrzeug Geschwindigkeiten zu erteilen, die einen wesentlichen Bruchteil der genannten Gasgeschwindigkeiten ausmachen, schon deshalb, weil der Luftwiderstand des Fahrzeuges bei so hohen Geschwindigkeiten zu ungeheuer steigen würde. Es ist ferner ausgeschlossen, ein Raketen-Fahrzeug mit für längere Zeit ausreichende Betriebsstoffmengen auszurüsten, so lange der Luftwiderstand einen dauernden Leistungsverbrauch bedingt. Deshalb kann der Raketenantrieb auf und in der Nähe der Erdoberfläche niemals als ernstlicher Konkurrent für den Propellerantrieb in Frage kommen. — Ganz anders liegen die Verhältnisse im luftleeren Raum. Hier ist der Propellerantrieb nicht durchführbar. Dagegen fallen die wesentlichen Schwierigkeiten für den Raketenantrieb fort. Große Geschwindigkeiten lassen sich ohne Erhöhung des Fahrverstandes durchführen und ohne dauernde Aufwendung von Leistung beibehalten. Das bietet nicht nur die Voraussetzung für eine Durchquerung des Weltraums, sondern ist auch wichtig für den Fernverkehr auf der Erde, sofern dieser außerhalb der Atmosphäre geführt wird.

**Letzter Diskussionsabend der Luft-Hansa.** Auf dem dritten Sprechabend der „Deutschen Luft-Hansa“ im „Rheinold“ am 21. Februar hielt das Vorstandsmitglied, Direktor Milch, das Referat. Vor den zahlreich erschienenen Vertretern der Luftfahrt und vor allem der Presse verbreitete er sich über die gerade aktuellen technischen und Wirtschaftsfragen. Besonderes Interesse fand das von ihm dargelegte Entwicklungsprogramm. Es wird eine Normalisierung der Typen angestrebt und man hofft, in Zukunft durch die Einschränkung der benutzten Flugzeugtypen auf sechs und der Motortypen auf vier eine weitgehende Vereinfachung des Betriebes herbeizuführen. Wetterdienst und der so dringend notwendige Nachtluftverkehr befinden sich weiter im Ausbau. Stets wird sich die Luft-Hansa auch der Erprobung der von der Industrie herausgegebenen neuen Flugzeuge und sonstiger Neuerungen annehmen. Große Beachtung beanspruchte in diesem Zusammenhange die Mitteilung, daß die Luft-Hansa sich nach wie vor in der Materialbeschaffung völlig frei fühle. — Der Luftverkehrsplan für den Sommer 1930 liegt noch nicht fest, doch rechnet die Luft-Hansa damit, daß die Einschränkungen des abgelaufenen Jahres wieder ausgeglichen werden können. Aus diesem Grunde müßte auch von der geplanten Abgabe von Flugzeugen an die „Nordbayerische Verkehrsflug A.-G.“ und einer entsprechenden Aktienübernahme abgesehen werden.

**Die Einstellung des Flugmotorenbaues bei den Bayerischen Motorenwerken in München** soll, wie man hört, von diesem Werk sehr ernst ins Auge gefaßt sein. Maßgebend hierfür dürfte einmal die Erwägung sein, daß auf den heute beschrittenen Wegen und mit den stark zusammengestrichenen Mitteln für die Luftfahrt in absehbarer Zeit ein ausreichender Inlandsabsatz nicht zu erschließen ist. Der Auslandsabsatz wiederum, zu dem die Qualität ihrer Erzeugnisse die BMW wohl befähigte, wird gehemmt durch mangelnde Kredit- und Finanzierungsmöglichkeiten gegenüber der ausländischen Konkurrenz, die, wie das gesamte Ausland an sich, wirtschaftlich stärker, sich darüber hinaus stärkerer Unterstützung ihrer Regierungen in den Fragen der Propagierung der Finanzierung und der Kredite bedienen kann. — Die BMW sind nach dem Urteil selbst ausländischer Fachleute heute das modernst eingerichtete Flugmotorenwerk Europas.

Die „Rohrbach Metall-Flugzeugbau G. m. b. H.“, Berlin, beschloß in ihrer Gesellschafter-Versammlung, daß die Firma ihre Differenzen mit dem Reichsverkehrsministerium in gültiger Form lösen solle. Da das Reich mit 82 Proz. Anteilen Hauptgesellschafter ist, wurde Rohrbach nunmehr die Möglichkeit gegeben, weiter zu bestehen. — Zu dieser Meldung hören wir von unserem Gewährsmann, daß der Vertreter des „R.V.M.“ den Antrag auf Absetzung von Dr. Rohrbach stellte. Hiergegen erhoben jedoch die Hauptgläubiger (anscheinend Dürener Metallwerke und ein großer Versicherungskonzern) Protest. Ergebnis: Moratorium. Zunächst sollen der französische Reparationsauftrag und die Instandsetzung der beiden der Luft-Hansa gehörigen „Romar“-Boote ausgeführt werden.

**Internationaler Luftfahrt-Sicherheits-Kongreß.** Im November 1930, einige Tage vor der Eröffnung der traditionellen „Internationalen Luftfahrtausstellung“, wird in Paris der erste internationale Luftfahrt-Sicherheits-Kongreß stattfinden, dessen Protokollar der Präsident der französischen Republik, Doumergue, übernommen hat.

**Ein neuer Weltflug?** Der Amerikaner Harry Husted aus Cleveland beabsichtigt, mit einem Fokker-Flugzeug einen Weltflug zu unternehmen, der ihn auf dem Wege über St. Francisco, Honolulu, Hongkong, China, Sibirien und Irland in zehn Tagen um die Erde führen soll.

**Das Luftverkehrspersonal in Amerika regt sich.** (ITF.) Nachdem die amerikanischen Luftverkehrsgesellschaften versucht haben, die ohnehin für die Vereinigten Staaten schon ungewöhnlich niedrigen Löhne des Luftverkehrs-(Fahr-) und Flugstationenpersonals herabzusetzen, werden jetzt ernstliche Schritte unternommen, diese Arbeitergruppen gewerkschaftlich zu organisieren.

**USA-Flugzeuge für 206 Passagiere.** Die General Development Company von Connecticut gibt bekannt, daß sie auf Veranlassung des Handelsministeriums die gleichzeitige Konstruktion von vier Riesenflugzeugen in Angriff nimmt, von denen jedes für sich allein 206 Passagiere mit Gepäck wird befördern können. Die Spannweite der Flügel beträgt 262 Fuß. — Diese Flugzeuge sollen im regelmäßigen nord-amerikanischen Luftverkehr eingesetzt werden, für Passagiere, Luftpost und Luftfracht. Das erste dieser Flugzeuge soll noch im Spätherbst dieses Jahres in Betrieb genommen werden. Die Baukosten beziffern sich auf annähernd 2 Millionen Dollars je Flugzeug. — Die Höchstgeschwindigkeit der Flugzeuge wird auf 145 Meilen die Stunde berechnet; die niedrigste Geschwindigkeit soll 60 Meilen die Stunde betragen. Der Aktionsradius soll bei Maximalgeschwindigkeit 8 Stunden betragen. In 6½ Minuten soll eine Höhe von 5000 Fuß und in 16½ Minuten eine solche von 10 000 Fuß erreicht werden.

Die Inneneinrichtung dieser neuen Luftriesen soll nach zwei verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen: Zwei Flugzeuge sollen als Spezialfrachtflugzeuge, zwei dagegen als Spezialpersonenflugzeuge konstruiert werden. In beiden Fällen wird das Hauptteil der Nutzlast in den 9 Fuß dicken Stahlblech-Tragflächen untergebracht. Für die Passagiere wird jeder erdenkliche Komfort eingerichtet werden. Die vom Handelsdepartement verlangte Garantie verlangt Beförderung von mindestens 206 Passagieren; es können aber bei voller Ausnutzung aller Raumverhältnisse auch 225 Passagiere befördert werden. Für 160 Personen können Schlafvorrichtungen angebracht werden. Die Besatzung besteht aus 17 Mann: ein Kapitän, 1 Funkmeister, 2 Piloten, 2 Ingenieure, 2 Mechaniker, 8 Köche, verschiedene Kellner und Stewards.

Die Flugzeuge bestehen aus zwei Hauptdecks und einem besonderen Beobachtungsdeck in freier Luft mit Windschutz, um den Passagieren die volle Sensation des Fliegens zu gewährleisten. — Jedes Flugzeug erhält acht Motoren von je über 1000 PS; je vier Motoren treiben, zusammengekuppelt, einen Zugpropeller von 34 Fuß Durchmesser mit je vier Propellerflügeln. Die Kühlung erfolgt auf chemischem Wege. Propeller und Tragflächen werden elektrisch geheizt, um Eisbildung unmöglich zu machen. Die Propeller sind verstellbar, mit verschiedenem Anstiegswinkel. Außerdem sind sie mit einer Vorrichtung versehen, welche sie bei der Landung in horizontale Lage bringt, um Bruch zu vermeiden. — Es soll erstrebt werden, das Flugzeug bei Ausfall von drei Motoren auf der einen Seite und von zwei Motoren auf der anderen Seite, also im ganzen mit drei übriggebliebenen Motoren, noch flugfähig zu erhalten. — Brennstoff- und Öltanks befinden sich gleichfalls in den Tragflächen. — Man wird, wie bei allen großen Neukonstruktionen, auch wenn sie aus USA. kommen, erst die praktischen Versuche in der Luft abwarten müssen, bevor man sich ein Urteil über die Verwendungsmöglichkeit der neugeplanten Luftriesen macht.