

Die Flugmaschinen des Mr. Hargrave.

Von O. Lilienthal.

Dass Australien in seiner Bethätigung für die Sache der Flugtechnik vor anderen Ländern nicht zurücksteht, ist eine bekannte Thatsache. Dass in den entfernten Colonien, wo die intelligenten Köpfe und energischen Charaktere sich leichter zusammenfinden, wo die Unternehmungslust schon durch den Auswanderungsentschluss verbürgt ist, auch Leute sich finden, welche ihren Scharfsinn mit Geschick an der Lösung des Flugproblems erproben, beweisen von Neuem die Versuche von Mr. Lawrence Hargrave in Sydney.

Schon im Jahre 1890 veröffentlichte der „Engineering“ durch Zeichnung und Beschreibung die von Hargrave angestellten Flugversuche. Es handelte sich hier um fliegende Modelle, bei denen als Triebkraft über Rollen laufende gespannte Gummischnüre dienten. Der Flugmechanismus bestand im Wesentlichen aus einer Segelfläche, die durch ein Treiborgan in etwas geneigter Lage vorwärts bewegt wurde. Als Treiborgan diente bei dem einen Modelle eine vorn liegende zweiflügelige Schraube, während ein anderes Modell vorn zwei auf- und niederschlagende Flügel besass, welche durch ihre mittelst Federung herbeigeführte Schrägstellung einen Zug nach vorwärts erzeugten.

Die Segelflächen hatten eine Grösse von ca. 1,2 □ m. Bei einer durch die Gummibänder ausgeübten Arbeitsleistung von 30 kgm. flogen die 1 kg. schweren Apparate etwa 60 m horizontal.

Die schlagenden Flügel zeigten sich in ihrer Wirkung den rotirenden Schraubenflügeln gegenüber als vortheilhafter. Dies war wohl der Grund, dass Mr. Hargrave bei seinen späteren Experimenten die auf- und nieder schlagenden Flügel bevorzugte. Den Gummimotor hat Hargrave jetzt durch die Wirkungen von comprimierter Luft und stark gespanntem Dampf ersetzt. Der Engeneering bringt uns wiederum Näheres über die neueren Versuche.

Ebenso wie die älteren Modelle, so verrathen auch die neueren von Hargrave hergestellten Apparate in ihrer Gesamtanordnung wie in den Einzelheiten den erfahrenen Constructeur und überaus geschickten Mechaniker.

Fig. 1 giebt eine Generalansicht dieser Flugmaschinen*).

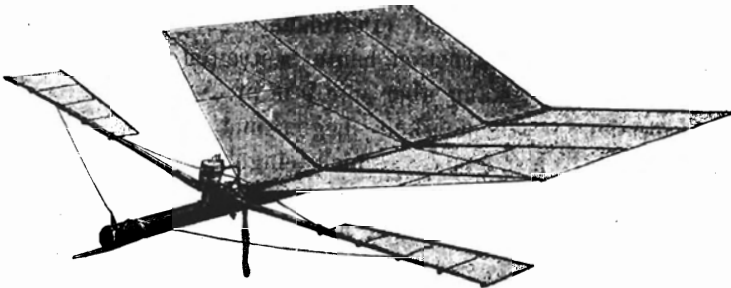


Fig. 1.

*) Die Clichés zu diesen Abbildungen sind uns in freundlicher Weise von der Redaction des „Prometheus“ zur Verfügung gestellt worden.

Als Gerüst dient ein Stahlrohr, welches die zum Antrieb erforderliche comprimirt Luft enthält. Die Aëroplanfläche ist stumpfwinklig gebrochen und beiderseits etwas aufwärts geneigt. Die verhältnissmässig kleinen Flügel sind einseitig mit ihrer Vorderkante an den Flügelarmen befestigt, haben also beim Auf- und Niederschlagen das Bestreben, sich zu drehen und durch ihre Schrägstellung den Apparat in der Luft vorwärts zu ziehen.

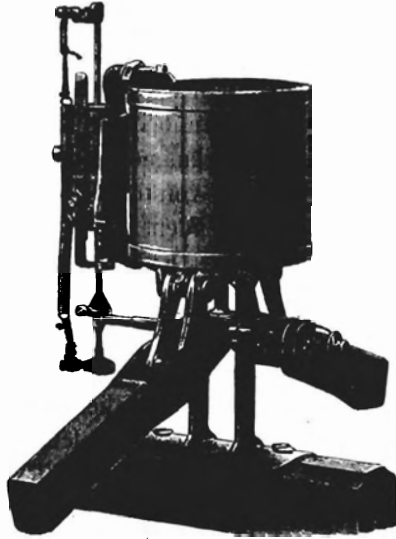


Fig. 2.

In welcher Weise die Pressluft durch einen Kolben auf die Flügelbewegungen einwirkt, ergibt sich aus Fig. 2. Im Uebrigen enthält der Apparat folgende Verhältnisse:

Luftbehälter:

Inhalt	4,11 Ltr.
Länge	2,11 m
Durchmesser	51 mm
Gewicht	0,439 kg.
angewendeter Druck	17 Atm.

Motor:

Cylinderdmr.	51 mm
Kolbenhub	32 mm
Arbeitsdruck	4 Atm.
Gewicht der Maschine	0,312 kg.

Flugmechanismus:

Länge der Flügel	0,79 m
Fläche beider Flügel	1390 □ cm
„ des Aëroplans	1,98 □ m
„ vor dem Schwerpunkt gelegen	4720 □ cm
Totalgewicht der geladenen Maschine	1,670 kg.

Eine Arbeit von 70 kgm. bei 46 Flügelchlägen trieb die Maschine 156 m horizontal durch die Luft.

Die vorstehenden Zahlen beweisen, wie ausserordentlich sinnreich die ganze Anordnung getroffen ist, um bei der erhaltenen Leistung das Gesamtgewicht von $1\frac{2}{3}$ kg. nicht zu überschreiten. Der Constructeur hat offenbar auch die Grenzen der Möglichkeit vollkommen erreicht; denn beispielsweise ergibt sich für das Stahlrohr, welches die auf 17 Atm. comprimte Luft enthält und welches bei 51 mm Durchmesser und über 2 m Länge nur 0,439 kg. wiegt, eine dem dünnen Papier gleiche Wandstärke von $\frac{1}{10}$ mm. Ein solches Rohr kann man bequem zwischen zwei Fingerspitzen zusammendrücken, während es im geladenen Zustande dicht vor dem Zerplatzen sich befindet. Man kann sich vorstellen, wie leicht derartige Versuche mit der Zerstörung des Apparates enden und wieviel Mühe es verursacht hat, auch nur ein einziges gelungenes Experiment zu stande zu bringen.

Ueber die aërodynamischen Wirkungen dieser Apparate kann man nur schätzungsweise Berechnungen anstellen, da es dazu eigentlich noch weiterer bisher nicht genauer angegebener Daten bedürfte. Durch den voraneilenden Flügelapparat ergibt sich überdies eine eigenthümliche Beeinflussung des Trageffectes der Segelfläche, welcher sich jeder Berechnung entzieht. Immerhin werden die angewendeten Flächenverhältnisse durch Versuche sich als die vortheilhaftesten ergeben haben und dürften ein willkommenes Material als Ausgangspunkt ähnlicher Experimente bieten.

Derselbe Flügelmechanismus ist nun aber von Mr. Hargrave auch mit Dampftrieb eingerichtet worden, wie Fig. 3 näher erläutert. Ein kleiner

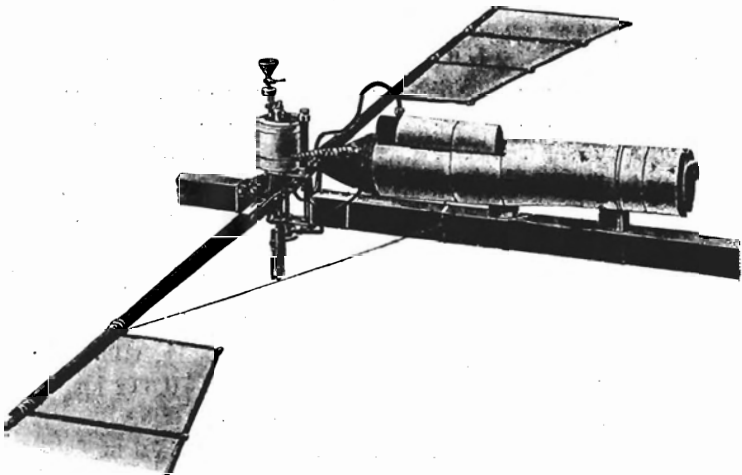


Fig. 3.

Dampfeylinder von 51 mm Durchmesser und 37 mm Hub arbeitet unter einem Druck von 4,2 Atmosphären. Sein Gewicht beträgt 0,255 kg.

Der mit dieser Maschine versehene Apparat durchflog in 23 Secunden mit 54 Flügelschlägen die Strecke von 104 m. Hierbei war das Totalgewicht 1,830 kg, während die Segelfläche mit dem als Gerüst dienenden Holzstabe 0,36 kg wog und ungefähr 0,14 kg Wasser nebst Alkohol zum Heizen mitgenommen wurden

Interessant ist der zur Dampferzeugung verwendete Spiralarhrkessel. Für mich doppelt interessant, weil ich vor 20 Jahren einen fast gleich dimensionirten Kessel baute, den ich heute noch als Reliquie aufbewahre; denn er bildet den Embryo, aus dem meine heutige Fabrik für Schlangrohrkessel sich entwickelt hat. Hargrave's Kessel ist wie der Meinige aus 6 mm starkem Rohr bei $\frac{1}{6}$ mm Wandung in doppelter Wickelung hergestellt. Der Umhüllungsmantel ist Asbestpappe. Ich konnte diesen Stoff nicht anwenden, weil die Asbestpappe damals als Handelsartikel noch nicht bekannt war und musste zu einem leichten Blechmantel greifen.

Ueber Hargrave's Kessel liegt der Spiritusbehälter, dessen Wirkung ganz nach Art der bekannten Löthlampen sich vollzieht. Die in den Kessel hineinbrennende Flamme vergast den Alkohol nach und nach, indem der Boden des Brennstoffbehälters von der Flamme selbst mit be-
spült wird.

Statt dieser höchst einfachen Vorrichtung, die ebenfalls auf neueren technischen Erfahrungen basirt, musste ich eine besondere Alkoholpumpe anwenden mit Ventilen von 2 mm Durchmesser. Monate lang habe ich allein gebraucht, um eine so kleine Alkoholpumpe zu stande zu bringen. Die Rothguss- oder Messing-Ventilchen oxydirten durch den Alkohol so stark, dass an ein Dichthalten nicht zu denken war. Ich erreichte meinen Zweck daher nicht früher, als bis ich die Ventilsitze aus Platin und die Ventile selbst aus Glas herstellte. Es ist bekannt, dass die Schwierigkeiten in der Anwendung solcher auf Dichthalten basirender Maschinentheile mit der Kleinheit bedeutend zunehmen. Wenn das von der Pumpe pro Hub geförderte Quantum nur den Bruchtheil eines Tropfens ausmacht, so zerstört selbstverständlich die aller kleinste Undichtheit gleich die ganze Wirkung.

Der in meinem Versuchskessel erzeugte Dampf kam in einem einseitig wirkenden Dampfzylinder von 33 mm Durchmesser und 120 mm Hub zur Anwendung bei 0,6 Füllung. Der Kessel gab Dampf von 10 Atm. Spannung, die an einem Miniaturmanometer von Schäffer & Budenberg gemessen wurde.

Hargrave giebt die indicirte secundliche Leistung seiner Maschine auf $\frac{1}{16}$ Pferdekraft an. Das Gewicht von Kessel und Maschine beträgt hierbei 1,33 kg, sodass pro Pferdekraft ein Gewicht von etwa 8 kg sich ergibt. Rechnet man Wasser, Alkohol und die Flügel mit hinzu, so stellt sich pro Pferdekraft ein Gewicht von 11 kg ein.

Dergleichen leichte Maschinen sind wiederholt gebaut worden.

Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass Herr Hauptmann Hörnes in seiner Erwiderung auf Platte's „die Flugtechniker und die Mechanik“ im Heft 3 und 4 dieses Jahrganges der Zeitschrift das Gewicht einer Pferdekraft mit 75—100 kg entschieden etwas zu hoch gegriffen hat. Die von mir für Flugzwecke hergestellten Dampfmaschinen wogen mit Kessel, Wasser und Brennmaterial für cca. 10 Minuten Arbeitsdauer stets unter 15 kg. Der oben genannte, von mir gebaute Apparat hatte $\frac{1}{4}$ effective Pferdekraft bei einem Gewicht von 2,5 kg im geladenen Zustande, also etwa ähnliche Verhältnisse wie Hargrave's Maschine. Wenn man die Maschinen grösser baut, so ist diese Leichtigkeit nicht so gut zu erreichen, namentlich nicht in den Kesseln. Grössere Rohrdurchmesser bedingen auch grössere Wandstärken. Die Leistung des Kessels ist proportional der Heizfläche; ist diese aber aus stärkerem Material, so wiegt der Kessel pro Pferdekraft mehr. Es bleibt nur die Gliederung in viele engröhrige Kessel übrig und das hat wieder andere constructive Bedenken.

Der Nutzen der leichten Metalle Aluminium und Magnesium für den Flugmaschinenbau wird bedeutend überschätzt. Die Legirungen dieser Metalle sind keineswegs besonders leicht und die reinen Metalle sind höchstens zu Gestängen und Hebelwerken zu benutzen. Dampfkessel und Dampfzylinder sind aus ihnen nicht herstellbar, weil sie sehr unter dem Einfluss der Wärme leiden. Zu den eigentlichen Flügeltheilen haben die leichten Hölzer sich bis jetzt am besten bewährt.

Mr. Hargrave hat offenbar die heutigen technischen Hilfsmittel und Erfahrungen in geschicktester Weise benutzt. Seine Versuche aber belehren uns von Neuem, dass leichte und starke Motore sich sehr wohl herstellen lassen, dass in ihnen aber nicht der Schwerpunkt für die Lösung der Flugfrage liegt. Auch Mr. Hargrave wird kaum in der Lage sein, nun immer noch leichtere Motore herzustellen. Vielleicht ergeht es ihm, wie es auch mir einst erging, dass er statt immer weiter an die Beschaffung der Kraftleistung zu denken, sich damit beschäftigt, sein Flügel- und Segel-system so umzugestalten, dass eine erhebliche Verminderung der erforderlichen Leistung herbeigeführt wird. Vielleicht entdeckt auch er hierin einen noch fruchtbareren Weg des Forschens und überrascht uns eines Tages mit neuen Aufschlüssen über die Methoden zur Kraftersparniss beim Fliegen.