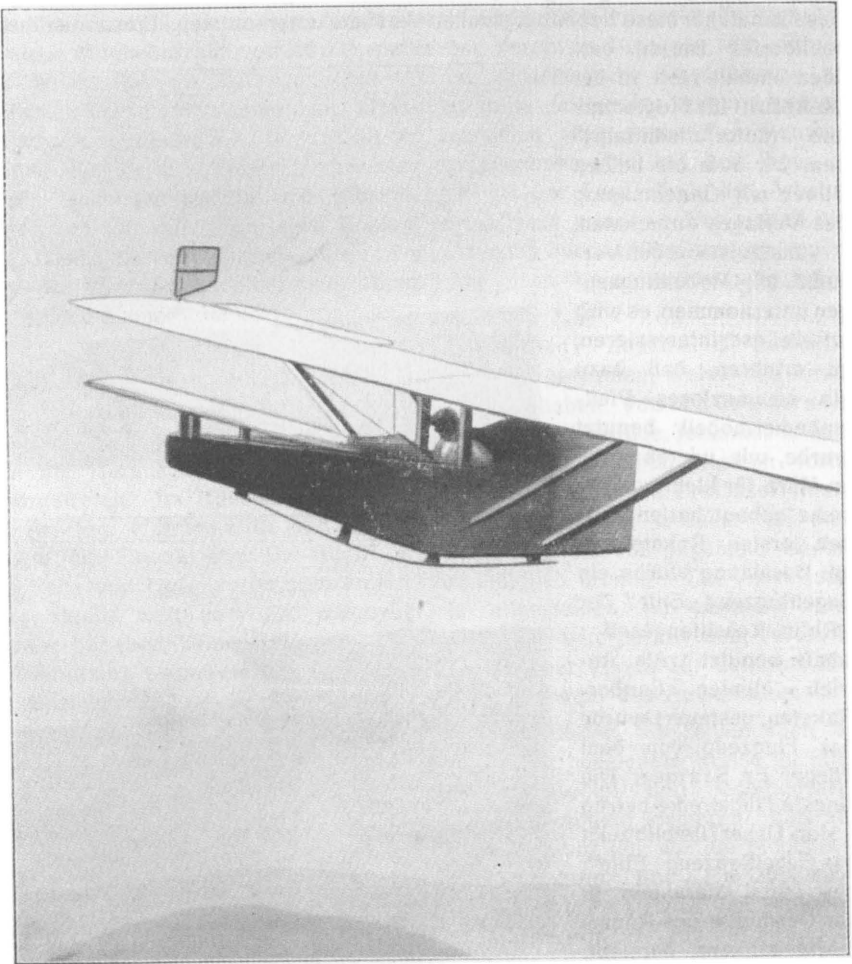


Die Rakete

Zeitschrift des Vereins für Raumschiffahrt E. V.



Das erste bemannte Raketenflugzeug.
Segelflugzeug „Ente“ der Rhön-Rossittengesellschaft.

I N H A L T:

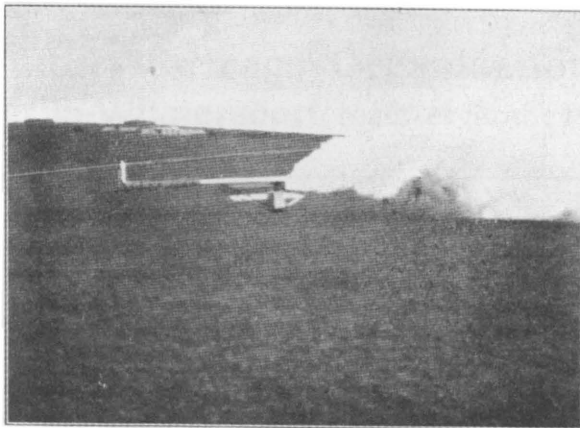
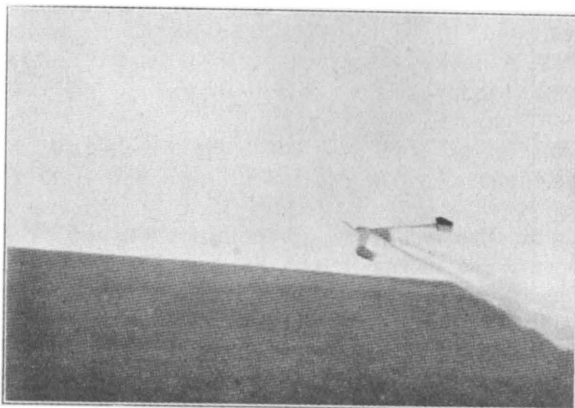
Der erste Raketenflug mit Besatzung / Ein Jahr Verein für Raumschiffahrt E.V. / Versuche über den zulässigen Andruck / Raketenturbinen / Einführung in das Raumfahrtproblem / Fahrtrouten (Pirquet) (Fortsetzung) / Probekapitel aus Otto Willi Gail: Mit Raketenkraft ins Weltenall / Johannes Winkler

Der erste Raketenflug mit Besatzung.

Wie wir bereits im Juniheft der „Rakete“ erwähnten, haben am 11. Juni die ersten Probeflüge eines bemannten Raketenflugzeuges auf der Wasserkuppe stattgefunden. Kein geringeres, als das Forschungsinstitut der Rhön-Rossittengesellschaft hat diese bedeutungsvollen Versuche unternommen. Einen ausführlichen bebilderten Bericht darüber enthält Heft 12 der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ dem wir auch die beiden Bilder mit Genehmigung des Verlages entnehmen.

Zunächst wurden Versuche mit Modellflugzeugen unternommen, es wird unsere Leser interessieren, zu erfahren, daß dazu ein schwanzloses Pfeileindeckermodell benutzt wurde, wie wir es schon im März für kleinere Versuche gebaut hatten. Für den ersten Raketenflug mit Besatzung wurde ein Segelflugzeug „Ente“ der Rhön-Rossittengesellschaft benutzt.

Als Antrieb dienten Sander-Raketen, gesteuert wurde das Flugzeug von dem Flieger Fr. Stamer. Die längste Flugstrecke betrug 1,5 km. Unser Titelbild zeigt das Segelflugzeug „Ente“, das einen Markstein in der Geschichte des Raumfahrtgedankens darstellt.



Wir empfehlen unsern Mitgliedern, dieses wichtige Heft der „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ sich zu besorgen. Es enthält außer dem Bericht noch einen sehr lesenswerten Aufsatz von A. Lippisch: Versuche mit neuartigen Flugzeugtypen. Ferner bringt das Heft einen Bericht über die diesjährige Tagung der W. G. L. in Danzig u. a. m. Das Heft kann auch einzeln bezogen werden. Preis 1,25 nebst Porto. Verlag R. Oldenbourg, München.

Ein Jahr Verein für Raumschiffahrt E. V.

Ein Jahr Vereinsarbeit liegt hinter uns. Am 5. Juli war es ein Jahr her, daß an historischer Stätte, im Goldenen Zepter in Breslau, wo vor mehr als hundert Jahren der „Aufruf an mein Volk“ erging, die Gründungsversammlung des Vereins für Raumschiffahrt stattfand. Die Gründer waren sich bewußt, damit eine der größten Kulturaufgaben in Angriff zu nehmen, welche die Menschheitsgeschichte kennt. Nach den vorzüglichen theoretischen Vorarbeiten, besonders von Professor Oberth-Mediasch, schien die Zeit reif, die Verwirklichung der großen Idee vorzubereiten.

Mit klaren Zielen ging es in die Arbeit. Es sollten die Freunde des Raumfahrtgedankens gesammelt und neue gewonnen werden. Auf diese Weise sollte die erste finanzielle Grundlage für die praktischen Arbeiten geschaffen werden. Bei einer Mitgliederzahl von 10000 mußte der Verein in der Lage sein, jährlich zirka 20000 RM. zu erübrigen, die für die systematische Durchführung der wichtigsten Vorversuche ausreichen. Daneben sollte es sich der Verein angelegen sein lassen, einflußreiche, finanzkräftige, vor allem aber solche Personen und Institute für die praktischen Vorarbeiten zu gewinnen, die mit den ihnen zu Gebote stehenden Mitteln und Einrichtungen in der Lage sind, die Arbeiten rascher und mit relativ geringen Kosten vorwärts zu bringen. Nur soweit dies nicht erreicht werden konnte, sollte er nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Mittel die Vorarbeiten selbst finanzieren. Auf diese Weise mußte man früher oder später einmal zum Ziele kommen.

Was ist nun in dieser Richtung erreicht worden? Zunächst ist es restlos gelungen, alle die Persönlichkeiten für den Verein zu gewinnen, welche den Raumfahrtgedanken in irgendeiner Weise vorwärts gebracht haben. Von den Gründern war Max Valier durch sein Vorstoßbuch und seine zahlreichen Vorträge, Johannes Winkler durch die Herausgabe der ersten Zeitschrift für Raumschiffahrt schon vorher hervorgetreten. Im November konnte bereits die Zuwahl von Professor Oberth und Dr.-Ing. Hohmann in den Vorstand bekanntgegeben werden. Im März erfolgte die Zuwahl von Dr. Hoefft-Wien, im Mai die von Ingenieur Sander. Herr Fritz von Opel wurde zum ersten Ehrenmitglied ernannt. Der Verein zählt heute bereits weit über 500 Mitglieder, im allgemeinen nur wirkliche ernste Freunde der Idee, keine Mitläufer. Auch Vereine sind korporativ dem Verein für Raumschiffahrt beigetreten, als erster der Bitterfelder Verein für Luftfahrt E. V. Das einzige, was zu wünschen übrig ließ, ist das Tempo des Anwachsens.

Was die Gewinnung von Personen und Instituten für Teilaufgaben des Problems betrifft, so ist es ja in der Tat gelungen, geeignete Kreise zu interessieren. Als erster hat es uns der Breslauer Modell- und Segelflugverein Schlesischer Adler ermöglicht, einige grundlegende Versuche kleineren Stiles auszuführen. In der Technischen Hochschule zu Breslau hatten wir die Möglichkeit, wichtige Rückstoß-Messungen an Raketen durchzuführen. Vor allem aber ist es gelungen, Herrn Fritz von Opel zu interessieren, von dem durch den geglückten Start des Raketenautos in Rüsselsheim ein starker Impuls zur Förderung der Idee ausging, und der es verstand, weitere darauf eingerichtete Unternehmungen zur Mitarbeit zu gewinnen, vor allem Herrn Ingenieur Sander in Wesermünde und schließlich die Röhn-Rossitten-Gesellschaft. Es konnten so bereits Anfang Juni die ersten Flüge eines bemannten Segelflugzeuges mit Raketenkraft stattfinden.

Der Verein hat im vergangenen Jahre bereits einen kleinen Versuchsfonds von etwa 1000 RM. ansammeln können, er wird zur gegebenen Zeit eingesetzt werden.

Sehr bewährt hat sich unsere Zeitschrift. Sie stellt das Band dar zwischen den über das ganze Reich und darüber hinaus zerstreut wohnenden Vereinsmitgliedern. Trotz ihrer noch sehr unscheinbaren Gestalt hat sie wesentlich dazu beigetragen, das Vertrauen zum Verein und zu der von uns vertretenen Sache zu heben. Durch sie waren wir in der Lage, uns in der Zeit der allgemeinen Abweisung gegen Übergriffe jeder Art zu wehren. Je länger je mehr wird sie zu einem starken Gegengewicht gegen all den Unsinn, den man heute in vielen Tageszeitungen lesen kann. Die gut geleiteten Redaktionen haben übrigens schon z. T. den Weg zu uns gefunden.

Im Gegensatz zu denen, die aus Furcht, in den Ruf eines Phantasten zu kommen, den Gedanken des Weltraumfluges glauben zurückstellen zu müssen, treten wir nach wie vor offen für diesen großen Gedanken ein. Unsere Beweisführung ist ja bisher noch in keinem Punkte widerlegt worden; widerlegt haben verschiedene Kritiker lediglich ihre eigenen unbrauchbaren Ansätze. Bei unserm Ansatz ist das Weltraumschiff heute keine Utopie mehr. Es besteht volle Klarheit über die Größenordnung der Erfordernisse und über die Wege zu ihrer Realisierung. Wir glauben auch nicht, vorerst noch nach neuen Energiequellen suchen zu müssen, der Wasserstoffüberschussmotor Oberth's stellt eine durchaus befriedigende Lösung dar, die auch durch die Auffindung energiereicherer Systeme kaum überboten werden wird.

Im übrigen denken wir nicht daran, gleich mit dem Weltraumschiff beginnen zu wollen, § 1 unserer Satzungen läßt darüber keinen Zweifel. Das Weltraumschiff wird aber unser ernstes großes Ziel bleiben.



Versuche über den zulässigen Andruck.

Am 10. Juli hatten wir in Breslau Gelegenheit, mit einem geeigneten Drehapparat Versuche darüber anzustellen, welche Beschleunigung der Mensch aushält und was er bei erhöhtem Andruck empfindet.

Auf dem Johannisfest befand sich ein Karussell der Firma Willi Vorlop jun., Hannover, bei dem es auf die Wirkung der Zentrifugalkraft abgesehen war. Das Publikum wurde in diesem Apparat sehr rasch herumgedreht, so daß es etwas von der Zentrifugalkraft zu spüren bekam. Der Abstand des Körpermittelpunktes vom Mittelpunkt des schnell laufenden Rades war 3,20 m. Normalerweise lief das Rad mit 24 Touren in der Minute, eine Umdrehung dauerte 2,5 Sekunden.

Aus diesen Daten läßt sich die Zentrifugalbeschleunigung a errechnen, sie ist $a = 4\pi^2 \frac{r}{t^2} = 39,48 \frac{r}{t^2}$, wo r den wirksamen Radius, t die Umlaufszeit bedeutet. Hierzu kommt noch die Beschleunigung durch die Erdschwere g , die Gesamtbeschleunigung b ergibt sich als die Resultierende zu $b = \sqrt{g^2 + a^2}$. Mit $r = 3,20$ m und $t = 2,5$ Sekunden findet man $b = 23$ m/Sek. Die Insassen hatten also das 2,34fache der normalen Erdschwere auszuhalten. Die Empfindungen hierbei waren etwa folgende. Unbeeinträchtigt arbeiteten Herz, Lunge und Gehirn. Weder verspürte man Beklemmungen noch Atemnot. Das Bewußtsein und das Denken waren in keiner Weise anders als in normalen Verhältnissen. Dagegen bereitete die Anpressung an die Außenwand spürbar Beschwerden, besonders wegen ihrer nicht ganz günstigen Form. Arme und Beine fühlte man schwer, doch konnte man sie gut bewegen. Freie Muskeln, z. B. die Wangen, wurden bei seiflicher

Kopfhaltung spürbar vom Körper abgezogen. Nur mit Anstrengung vermochte man den Kopf ununterstützt zu halten. Der Mittelpunkt des Rades schien höher zu liegen, jedoch nicht so hoch, als es der Kraftrichtung entsprach, sondern nur etwa 40°

Der Herausgeber dieser Zeitschrift hat nun mit dem Artisten dieses Drehapparates, Wittkuhn, ein Abkommen getroffen, wonach dieser den Apparat mit höherer Tourenzahl laufen lassen sollte. Es wurde eine größere Antriebsscheibe für den Motor besorgt. Mit der Stoppuhr wurde die Umlaufzeit für 1 Tour zu 1,7 und 1,8 Sekunden, für 10 Touren zu 17,5 ermittelt. Es entspricht dies einer Zentrifugalbeschleunigung von 42 m/Sek.^2 . Der Artist hatte somit eine Beschleunigung von dem 4,3 fachen der normalen Erdbeschleunigung auszuhalten. Er wurde vorher auf Einzelheiten aufmerksam gemacht, auf die er achten sollte. Auf Befragen gab er folgende Auskunft. Herzbeklemmungen und Atembeschwerden habe er in keiner Weise verspürt, auch sei das Bewußtsein und das Denken normal gewesen. Arme und Beine waren schwer, aber immerhin noch gut zu bewegen, das erhöhte Gewicht der Kleidung wurde empfunden. Die meisten Beschwerden verursachte die starke Anpressung des Körpers an die Außenwand. Die Mitte des Rades habe nach seiner Schätzung etwa 20 cm höher gelegen. Die Versuche waren dadurch etwas beeinträchtigt, daß sie auf der jedermann zugänglichen Festwiese stattfanden. Eine noch größere Umdrehungsgeschwindigkeit war mit der verfügbaren Antriebsscheibe nicht zu erreichen, schien auch mit Rücksicht auf die Festigkeit des Apparates nicht ratsam; die hier erreichte Beschleunigung stellt aber bereits ein sehr günstiges Ergebnis dar, denn bei flacher Aufstiegskurve ist hierbei der Verlust durch die Wirkung der Erdschwere nur $2,7\%$ der Antriebsleistung. Man vergleiche damit den früheren Ansatz von Lorenz mit 50% (!) Antriebsverlust.



Raketen-Turbinen zur Umsetzung der Sonnenwärme in mechanische Arbeit.

Von Oberbaurat K. Baetz, Würzburg.

Die große Treibkraft, welche die in einer Rakete zur Entladung gebrachten Gase auf den Kopf der Raketenröhre übertragen, wird durch die Druckschichtung der Gase in der Rakete hervorgebracht. Sobald sich die Rakete mit einer der Schallgeschwindigkeit der an ihrer Öffnung austretenden Gase gleichen Geschwindigkeit selbst vorwärts bewegt, tritt eine Idealumsetzung der gesamten Gasenergie in der Rakete ein. Der Gasdruck an der inneren Wölbung der Rakete kommt vollständig zur Wirkung, während das ausströmende Gas, weil es sich gegen den absoluten Raum an der Mündung mit der doppelten Schallgeschwindigkeit bewegen müßte drucklos entweicht. So wird die Rakete vorwärtsgetrieben durch den vollen Gasdruck wie der Kolben in einer Dampfmaschine. Die Schallgeschwindigkeit in der atmosphärischen Luft ist etwa $330 \text{ m pro Sekunde}$. Eine einfache Formel ermöglicht es, die Schallgeschwindigkeit für beliebige Gase zu berechnen. Es ist $c_s = \sqrt{g \cdot k \cdot R \cdot T}$, wobei T die absolute Temperatur des Gases, R die Gaskonstante und der Wert k das Verhältnis der spezifischen Wärmen $\frac{c_p}{c_v}$ bedeutet, während g die Fallbeschleunigung $9,81 \text{ m pro Sekunde}$ ist. Die Schallgeschwindigkeit hängt also außer von der Gaskonstanten vornehmlich von der absoluten Temperatur des Treibmittels ab und nimmt demnach mit abnehmender

Temperatur selbst ab. Die Gaskonstante R kann aus dem Molekulargewicht der Gase errechnet werden, und zwar ist $R = \frac{848}{m}$. Ist also das Molekulargewicht m hoch, wie z. B. bei Kohlendioxyd oder Schwefeldioxyd, wo die Werte m gleich 44 bzw. 64 sind, so ergeben sich bei diesen Stoffen Schallgeschwindigkeiten, die ungefähr gleich den bei Dampfturbinen zugelassenen Radumfangsgeschwindigkeiten sind. Die Schallgeschwindigkeit beträgt bei diesen Stoffen nicht wesentlich mehr als 200 m pro Sekunde. Es liegt also der Gedanke nahe, das Raketenprinzip zur Konstruktion eigenartiger Gas- und Dampfturbinen zu verwenden. Diesen Gedanken habe ich in meinem Buche „Ein neues Prinzip für Dampf- und Gasturbinen“ bei Spamer, Leipzig 1920, näher ausgeführt. Man denke sich den Umfang eines Rades von etwa 1 m Durchmesser mit einer großen Zahl von Raketenröhren besetzt. In diesem Falle müssen die Raketenröhren als gegen den Radumfang flach geneigte Kanäle von rechteckigem oder besser von Kreisquerschnitt ausgebildet werden. Die einzelnen Kanäle sind in der Drehrichtung durch einen ungefähr radial stehenden Boden einseitig geschlossen. Man bringt auf diese Weise am Umfang des Rades eine sehr große Zahl von Raketenröhren unter. Liegen die Öffnungen der Zellen oben rechts, so wird das Rad durch das auspuffende Treibmittel entgegengesetzt dem Sinn des Uhrzeigers umlaufen. Um nun die einzelnen Radzellen fortwährend zu füllen, müssen sie genau wie die heutigen Dampfturbinen durch Düsen beaufschlagt werden. Diese Düsen werden gegen den Radumfang noch flacher geneigt als die Radzellen selbst. Durch diese Düsen muß nun das Treibmittel mit so hoher Geschwindigkeit zugeführt werden, daß es trotz der mit der Schallgeschwindigkeit umlaufenden Radzellen gelingt, das aus den Düsen ausströmende Treibmittel noch mit erheblicher Relativgeschwindigkeit in die Radzellen zu fördern. Diese Relativgeschwindigkeit soll selbst mindestens gleich der Schallgeschwindigkeit sein oder besser ein Mehrfaches derselben betragen. Solche Geschwindigkeiten sind aber sehr wohl zu erreichen, wenn nur das in der Düse umgesetzte Druck- bzw. Wärmegefälle groß genug ist. Ist nämlich die Relativgeschwindigkeit in den Radzellen selbst größer als die Schallgeschwindigkeit im Treibmittel, so wird das eintretende Treibmittel, indem es seine Relativgeschwindigkeit verliert, gegen den Boden der Zellen hin verdichtet. Die nun so geladenen Zellen entleeren sich dann von selbst wie in einer Rakete, wenn das Rad in einem Gehäuse läuft, in welchem ein geringer Außendruck herrscht. Die Vorgänge der Füllung und Entleerung der Radzellen werden nun während der Rotation der Radscheibe dauernd wiederholt. Eine so eingerichtete Maschine stellt eine Vereinigung von Kolbendampfmaschine und Dampfturbine dar, weil die ein- und austretenden Dampfmassen für den in der Tiefe liegenden Inhalt wie nahezu reibungslose Kolben wirken. Außerdem geben die mit großer Geschwindigkeit am Radumfang ein- und austretenden Dampfmassen wie bei einer Dampfturbine durch Aktion und Reaktion Arbeit an die Zellenwände ab. Der Vorgang bei der Füllung und Entleerung der Radzellen ist ein Ausgleichsvorgang, d. h. die Änderung des Drucks und der Dichte des Gases ändert sich mit der Zeit und mit dem Ort in der Zelle. In dieser Hinsicht stellt diese allmähliche Entleerung und Füllung der Zellen einen vollständig anderen thermodynamischen Vorgang dar als eine gewöhnliche Expansion. Die Gasmasse in der Radzelle dehnt sich einmal, wie bei einer Kolbenmaschine, so daß ein Wärmeverbrauch entsteht, der dem Ausdruck $L_1 = A \int p \, d v$ entspricht $\left(A = \frac{1}{427} \right)$. Außerdem erfahren die einzelnen Gassichten beim Eintritt eine Verzögerung, beim Austritt eine

Beschleunigung der eigenen Gasmasse, zu deren Leistung ein Wärmeverbrauch $L_2 = A \int v dp$ notwendig wird. In der rotierenden Radzelle findet gleichzeitig Volumenänderung unter Druckwirkung und Druckänderung unter Massenbeschleunigung statt, so daß es möglich wird, das gesamte Arbeitsvermögen des Gases oder Dampfes in mechanische Energie umzusetzen, wenn nur eine der Schallgeschwindigkeit nahekommende Umfangsgeschwindigkeit des Turbinenrades zugelassen wird. Es ist $L = L_1 + L_2 = p \cdot v$.

Ein einfaches Rechnungsbeispiel unter Verwendung von Kohlendioxyd als Betriebsstoff soll nun darlegen, daß es möglich ist, Wärme der Umgebung dauernd in mechanische Arbeit umzusetzen. Das Kohlendioxyd hat bei $31,35^\circ \text{C}$ einen Druck von $75,31 \text{ kg/cm}^2$ und befindet sich bereits am kritischen Punkt. Erwärmt man daher Kohlensäure auf 60°C , so befindet sie sich schon im überhitzten Zustand, und es beträgt, wenn man die Erwärmung der Kohlensäure in geschlossenen Röhren aus Flüssigkeit vornimmt, der Druck dieser überhitzten Kohlensäure 110 kg/cm^2 . Die Temperatur 60°C ist durch die Sonne in Röhren mit gesammelter Strahlung leicht zu erzielen. Das kritische Druckverhältnis der Kohlensäure ist, wenn man das Verhältnis der spezifischen Wärmen $k = 1,3$ setzt, $= 0,5457$, woraus sich ergibt, daß eine Expansion von 110 auf 60 at genügt, um die Schallgeschwindigkeit der Kohlensäure im zweiten Zustand zu erreichen.

Es ist $c = \sqrt{gkp\nu} = \sqrt{9,81 \cdot 1,3 \cdot 60 \cdot 10000 \cdot 0,0046} = \sqrt{35300} = 187,5 \text{ m/sek}$. Hierbei ist das spezifische Volumen ν bei 60 at $= 0,0046 \text{ m}$ gesetzt. Es ergibt sich die Schallgeschwindigkeit zu $c_s = 187,5 \text{ m/sek}$. Der Wärmehalt der Kohlensäure von 110 at bei 60°C ist 50 Kalorien, und das Wärmegefälle von 110 auf 60 at $= 4,06 \text{ Kalorien}$, woraus sich die Schallgeschwindigkeit $91,53 \cdot \sqrt{4,06}$ zu 185 m/sek , also fast ebenso groß ergibt. Nimmt man nun als engsten Querschnitt der Düse 1 cm^2 , so ergibt sich aus der Kontinuitätsgleichung die von einer Düse dem Rad gelieferte Kohlensäuremenge in kg/sek . aus der Beziehung

$$G = \frac{Fc}{\nu} = \frac{0,01 \cdot 1865}{4,6 \cdot 4,05} = 4,05, \text{ also zu } 4,05 \text{ kg/sek.}$$

Wird nun in der Düse durch Erweiterung derselben das gesamte Wärmegefälle von 50 Kalorien umgesetzt, indem man die Kohlensäure auf etwa 1 kg/cm^2 expandieren läßt, so ergibt sich die Ausflußgeschwindigkeit aus der Düse zu $c = 91,53 \cdot \sqrt{50} = 646 \text{ m/sek}$. Die Kohlensäure hat bei einer Temperatur von -75°C noch einen Druck von $0,97 \text{ kg/cm}^2$ und ist in diesem Zustand bereits fest, weil ihr Tripelpunkt bei -56°C und $5,1 \text{ at}$ liegt. Die Dampftabellen der Kohlensäure sind leider für die Zustände unter -50°C noch unbekannt. Da aber der Wärmehalt des nassen Dampfes hauptsächlich bestimmt wird durch den Feuchtigkeitsgehalt oder durch den Gehalt an Kohlen-säureschnee, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß der Wärmehalt der Kohlensäure auf das Zentigrad-Thermometer bezogen bei 1 at ungefähr Null ist. Da nun gar keine Werte über das spezifische Volumen der dampfförmigen Kohlensäure bei $0,97 \text{ at}$ und bei -75°C vorliegen, so sei das spezifische Volumen aus der Zustandsgleichung der Gase errechnet. Es ergibt sich bei

$$T = 198^\circ, \nu = \frac{R \cdot T}{p} = \frac{19,3 \cdot 198}{0,97 \cdot 10000} = 0,394 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Man kann nun hieraus mit Hilfe der Kontinuitätsgleichung den Endquerschnitt der Düse am Radumfang berechnen. Ist der Neigungswinkel der Radzellen 20° , der der Düsen 15° , so ergeben sich aus dem Geschwindigkeitsdreieck folgende Werte für den Austrittsquerschnitt der Düse und für den beaufschlagenden Bogen der Düsen und für die Relativgeschwindigkeit in den Zellenkanälen beim Eintritt in das Rad:

$$F = \frac{4,05 \cdot 0,394}{646} = 24,7 \text{ cm}^2, w = 460 \text{ m/sek.}$$

Radbreite $a = 3,5 \text{ cm}$ angenommen.

$$\widehat{b} = \frac{F}{a \cdot \sin 15^\circ} = \frac{24,7}{3,5 \cdot 0,2588} = 27,3 \text{ cm.}$$

Wenn nun auch die Schallgeschwindigkeit der Kohlensäure im engsten Querschnitt der Düse, wie oben berechnet, nur etwa 186 m pro Sekunde beträgt, so soll doch die Umfangsgeschwindigkeit des Turbinenrades 200 m pro Sekunde betragen, weil die Neigung der Zellen gegen den Randumfang eine entsprechende Heraufsetzung der Umfangsgeschwindigkeit erfordert. Soll nun die Turbine 3000 Umdrehungen pro Minute machen, so ergibt sich bei der verlangten Umfangsgeschwindigkeit von 200 m pro Sekunde ein Raddurchmesser von 1,275 m. Hieraus kann man nun, da, wie vorhin berechnet, der beaufschlagte Bogen vor einer Düse 0,273 m beträgt, die Beaufschlagungszeit errechnen, und zwar ist

$$t = \frac{0,273}{200} = 0,001375 \text{ Sek.}$$

Da nun die Düse 4,05 kg/Sek. zuführt, so erhält eine Zelle eine Ladung von $4,05 \cdot 0,001375 = 0,00556 \text{ kg}$. Um nun die Größe einer Zelle zu ermitteln, muß man die eintretende Schichtung des Drucks und des spezifischen Gewichtes am Ende der Füllung der Zelle kennen. Es ergibt sich unter der Voraussetzung, daß für die Verdichtung der Exponent der Polytrope gleich 1 gesetzt werden kann, nach der von mir abgeleiteten Formel für das Druckverhältnis am Boden und an der Mündung der Zelle $\frac{p_i}{p_a} = e^{\frac{n}{2} \cdot \left(\frac{w}{c_s}\right)^2} = e^{\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{460}{186}\right)^2} = e^{3,05} = 21$. Also $p_i = 21 \times p_a = 21 \cdot 0,97 = 20,4 \text{ kg/cm}^2$. Da nun für den Exponenten 1 das Ver-

hältnis in der Dichte bzw. im spezifischen Gewicht $\frac{\gamma_i}{\gamma_a}$ das gleiche ist, so ergibt sich, wenn man das spezifische Gewicht bei einer Atmosphäre entsprechend dem oben ausgerechneten Wert von $v = 0,394$; $\gamma_a = 2,54$ setzt, hieraus das spezifische Gewicht am Boden der Zelle zu $\gamma_i = 21 \cdot 2,54 = 53,5 \text{ kg/m}^3$, was mit den Angaben der Dampftabellen für gesättigte Kohlensäure annähernd übereinstimmt. Aus der Formel $G = \frac{V(\gamma_i - \gamma_a)}{\log_{\text{nat}} \gamma_i - \log_{\text{nat}} \gamma_a}$ läßt sich nun die Beziehung zwischen dem Volumen

der Zelle und dem aufgenommenen Gewicht ermitteln. Man findet

$$\frac{V(53,5 - 2,54)}{0,434 (\log_{\text{nat}} 53,5 - \log_{\text{nat}} 2,54)} = 0,00556,$$

also $V = 63 \text{ cm}^3$. Ist nun der Querschnitt einer Radzelle 10 cm^2 , so ergibt sich die notwendige Länge derselben aus $l = \frac{V}{F}$ zu $l = 6,3 \text{ cm}$.

Was nun die Berechnung der Leistung der Turbine betrifft, so müßte unter der Voraussetzung, daß sie den Wirkungsgrad 1 liefern würde, d. h. wenn sie die Gesamtwärme der Kohlensäure in mechanische Energie vollständig umsetzen würde, sich eine Leistung von $4,05 \cdot 50 \cdot 427 \text{ mkg/Sek.}$ ergeben, weil 4,05 kg/Sek. mit einem Wärmehalt von 50 Kalorien zufließen. Dies ergibt 86000 mkg/Sek. oder mehr als 1000 PS (1100 PS) bei Verwendung von einer Düse. Man wird natürlich, um das Rad besser auszunützen, dasselbe wenigstens zwei- oder dreimal beaufschlagen und somit eine Maschine von 2—3000 PS Leistung erhalten. Die Leistung der Turbine kann nun auch aus den Druck- und Geschwindigkeitsverhältnissen in den Radzellen ermittelt werden. Man muß dabei unterscheiden zwischen der Turbinenleistung beim Eintritt in und beim Austritt des Treibmittels aus dem Zellenrad und der direkten Druckleistung. Beim Eintritt ergibt sich die abgegebene Leistung aus der bekannten Formel

$$L_1 = \frac{G}{g} \cdot u \cdot w \cdot \cos \beta = \frac{4,05}{9,81} \cdot 200 \cdot 460 \cdot 0,94 = 35800 \text{ mkg/Sek.}$$

Beim Austritt ist die Relativgeschwindigkeit nicht größer als die Schallgeschwindigkeit, und somit liefert die Formel

$$L_2 = \frac{G}{g} u \cdot w \cdot \cos \beta \quad \text{nur } \frac{4,05}{9,81} \cdot 200 \cdot 200 \cdot 0,94 = 15\,600 \text{ mkg/Sek.}$$

Das aufgenommene Gewicht $G = 4,05 \text{ kg/Sek.}$ ist gleich dem ausgestoßenen.

Die direkte Druckleistung ist umständlicher zu berechnen. Sie kann nur ermittelt werden, wenn man die Änderung des Drucks am Boden der Zellen abhängig von der Zeit kennt; hierfür fand ich folgende Formel:

$$L_{\text{mkg}} = F \cdot c \cdot \int_{t=0}^{t=\infty} p_i \cdot e^{-n \frac{c}{l} \cdot t} dt = \frac{F \cdot c \cdot p_i}{n \cdot \frac{c}{l}} = V \cdot p_i, \quad \text{wenn } n = 1 \text{ gesetzt wird.}$$

Die Integration zwischen $t = 0$ und $t = \infty$ liefert, was schon eingangs behauptet worden war, daß die direkte Druckleistung gleich dem Energiebetrag $V \cdot p_i$ sein muß. Auch diese Leistung ist aber doppelt vorhanden, weil sie sowohl beim Eintritt wie bei der Entleerung der Zellen geliefert wird.

$$L_3 = \frac{2 \cdot 0,063 \cdot 20,4 \cdot 10\,000}{1000} = 2 \cdot 0,63 \cdot 20,4 = 25,7 \text{ mkg pro Zelle oder pro Sekunde:}$$

$\frac{25,7}{0,001375} = 18\,700 \text{ mkg/Sek.}$ im ganzen. Demnach ergibt sich die gesamte Turbinenleistung aus der folgenden Addition:

$L_1 + L_2 + L_3 = 35\,800 + 15\,600 + 18\,700 = 70\,100 \text{ mkg/Sek.}$, und man sieht, daß trotz der unzuverlässigen Zahlenwerte nahezu die gleiche Leistung sich errechnet wie aus der umgesetzten Wärme. Die Kohlensäure wird aus den Radzellen als **Schneestaub** abgeschleudert werden, und man wird es daher nötig haben, sie schon im Gehäuse so weit zu erhitzen, daß sie als Flüssigkeit aus dem Turbinengehäuse fortwährend entnommen werden kann. Natürlich kommen auch in diesen Turbinen, wie bei den bisherigen Dampfturbinen, entsprechende Verluste vor, so daß insbesondere die Exponenten für die Gesetze der Verdichtung und Verdünnung des Treibmittels in den Radzellen von den Idealwerten abweichen. (Deswegen schon 1 genommen.) Obwohl also der Vorgang in den Radzellen an sich mit Entropieabnahme verbunden ist, so werden die Reibungsverhältnisse doch diese Werte ungünstig beeinflussen. Entropietafeln können also auch künftig noch mit Vorteil zur Berechnung solcher Turbinen benützt werden. Sollte die ausgeführte Turbine Wirkungsgrade ergeben, die wesentlich kleiner sind als 1, z. B. = 0,75, so werden sie doch immer größer sein als der Wirkungsgrad des Carnotschen Prozesses, und es wird daher möglich sein, durch geeignete Pumpen, die man in den Kreislauf des Treibmittels einschaltet, dasselbe auch dann noch in den anfänglichen Zustand überzuführen, selbst wenn ein Teil des Treibmittels aus der Turbine außer als Flüssigkeit noch als Dampf abgenommen werden muß.

Will man nicht einfach die Wärme der Umgebung durch Aufnahme an Kältestoffe umsetzen, so ist es auch möglich, die Wärme der Luft direkt zu benutzen, indem man die Luft zuerst sehr stark komprimiert und dann mit möglichst geringem Wärmeverlust solchen Zellenturbinen zuführt. Laufen dann diese Turbinen mit etwa 330 m pro Sekunde, so wird die Luft als Flüssigkeit aus denselben abgenommen werden können. Die flüssige Luft kann dann aufgestapelt oder auch der Atmosphäre wieder zurückgegeben werden. Die Zahl der Möglichkeiten der Ausführung dieser Idealturbinen ist außerordentlich groß, und man wird sie natürlich entsprechend dem Verwendungszweck ausgestalten und mit den verschiedensten Stoffen betreiben.

Einführung in das Raumfahrtproblem.

(Fortsetzung.)

Es ist selbstverständlich, daß man in der Praxis nicht mit Weltraumfahrten beginnen wird, sondern zunächst nur kleinere Gravitationsbahnen fliegen wird. Im Interesse der Einheiltlichkeit sehen wir hier von dem Raketenflugzeug ab, das nach alter Methode nur mit einem andern Motor fliegt, zu unserm Thema gehört nur das Gravitationsflugzeug, das unabhängig von der Luft sich nur vermöge des Beharrungsvermögens und der Massenanziehung in der Schwebelage hält. Auch von dem Luftwiderstand soll hier zunächst noch abgesehen werden, er wird später in einem besonderen Kapitel behandelt werden. Wir betrachten auch hier wieder zunächst nur die reine Wurfbahn. Zu einer bestimmten Zeit t_0 habe das Flugzeug eine bestimmte Geschwindigkeit v_0 erreicht, die Richtung der Bewegung sei um den Winkel α gegen die Erdoberfläche geneigt. Dann ist seine Höhe über dem Anfangspunkt nach dem Beharrungsgesetz gegeben durch

$$y_1 = v_0 t \cdot \sin \alpha,$$

wo t die Zeit in Sekunden bedeutet.

Infolge der Erdanziehung fällt es jedoch gleichzeitig um die Strecke

$$y_2 = \frac{1}{2} g t^2$$

herab, und wir erhalten

$$y = y_1 - y_2 = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$$

In der Horizontalen haben wir

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha \text{ oder } t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha},$$

setzen wir diesen Wert in der Gleichung für y ein, so erhalten wir

$$y = \frac{x \cdot v_0 \sin \alpha}{v_0 \cos \alpha} - \frac{1}{2} \frac{g x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = x \operatorname{tg} \alpha - x^2 \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

Das ist die Gleichung einer Parabel. Die Wurfweite x finden wir, wenn wir $y = 0$ setzen. Es ergibt sich nach einer Umstellung

$$x^2 \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} - x \operatorname{tg} \alpha = 0.$$

Daraus läßt sich x berechnen. Man findet

$$x = \frac{(\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \alpha) v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

$$x_1 = 0; X = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{2 \sin \alpha v_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos \alpha \cdot g} = \frac{v_0^2}{g} 2 \sin \alpha \cos \alpha$$

und mit Hilfe der Beziehung $2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$

$$X = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Diese Gleichung hat einen Höchstwert für $2\alpha = 90^\circ$, also für $\alpha = 45^\circ$. In diesem Falle, der hier besonders interessiert, ist

$$X_{\max} = \frac{v_0^2}{g},$$

umgekehrt kann man daraus auch die Geschwindigkeit berechnen, die für die Überwindung einer bestimmten Entfernung in freier ungehemmter Wurfbahn erforderlich ist. Es ist

$$v_0 = \sqrt{g \cdot X_{\max}}.$$

Um beispielsweise eine Strecke von $x = 1000 \text{ km} = 1000000 \text{ m}$ zurückzulegen, müßte die Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \sqrt{9,81 \cdot 1000000} = 3130 \text{ m/Sek. sein.}$$

Das Schwerezentrum ist die Sonne S;

innerer Kreis: Venusbahn mit Radius 108 × 10.6 km.

äußerer Kreis: Erdbahn " " 149.5 " "

dazwischen die { große Achse AA' = 2a, a = 130.5 " "

elliptische Raketen- { kleine " OB = b = 128.2 " "

bahn strichpunktiert { Exzentrizität OS = OF = e = 24.5 " "

Die elliptische Raketenbahn schneidet die Bahnen der Erde und der Venus in den Punkten D und Z, welche gegen die Sonne um den Fahrstrahlwinkel $\varphi = \pi - 2\alpha$ voneinander absteigen. ($\sphericalangle ASD = \sphericalangle a_1$ für D und $\sphericalangle A'SZ = \sphericalangle a_2$ für Z) (Anm. 1).

Im Punkte D hat der Winkel, der die Raketenbahn mit der Erdbahn einschließt, den Wert β_1 , wobei $\sphericalangle SDF = 2\beta_1$; analog ist für Z der $\sphericalangle \beta_2$, wobei $\sphericalangle SZF = 2\beta_2$

(hier $\beta_1 = 6^\circ 18' = 0.11$ (Bogenmaß)

(„ $\beta_2 = 4^\circ 28' = 0.078$ „)

Im Punkte D verläßt die Rakete die Erdbahn. Die Endpunkte der Wegstrecken von je 10 Tagen Fahrtdauer sind durch Punkte hervorgehoben und mit den laufenden (Tages-) Zahlen bezeichnet (20, 40, 60 etc.).

Desgleichen die syndronen Orter auf der Venus- und Erdbahn; 49 Tage nach dem Start hat die Venus die Erde eingeholt, so daß sie im Punkt K (2 mal geringelt) zur Erde in Konjunktion steht, die dann ihrerseits in Opposition zur Venus steht. 97 Tage nach dem Start schneidet die Raketenbahn die Venusbahn, die dann gleichzeitig diesen Ort passieren soll.

In Fig. 6a und 6b sehen wir die Geschwindigkeitsdreiecke für den Start „ab Erde“ im Punkte D und die Ankunft „an Venus“ in Z.

Die gewünschte Startgeschwindigkeit v_{r1} der Rakete (= 26.8 km/Sek.) schließt mit der Erdgeschwindigkeit v_e (= 29.76 km/Sek.) den Winkel β_1 , für den wir bereits den Wert $\beta_1 = 0.11$ ermittelt haben;

somit ergibt sich eine notwendige Relativgeschwindigkeit $v_{r1} = 4.2$ km/Sek., welche also der Wert für die Restgeschwindigkeit beim Verlassen des Schwerefeldes der Erde ist. Diese Restgeschwindigkeit v_r schließt laut Zeichnung den Winkel $\gamma_1 = 135^\circ$ mit der Richtung der Erdbahn ein.

Für die Ankunft „an Venus“ im Punkt Z

ergeben sich die { Geschwindigkeit der Venus $v_v = 35.1$ km/Sek.

nebenstehenden { „ „ Rakete $v_r = 37.4$ „

Werte in { Restgeschwindigkeit . . . $v_{r2} = 3.6$ „

analoger Weise { $\sphericalangle \gamma_2 = -126^\circ$

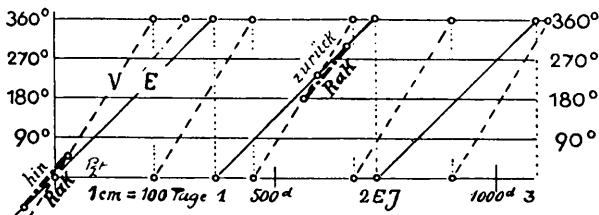


Abb. 7

Anm. 1 Die Punkte 1, 2, 3 nahe bei O sind die Krümmungsmittelpunkte für die Raketenbahn in den Punkten A, B und A'.

In Abb. 7 sehen wir das zugehörige Zeitdiagramm (Anm. ²), aus dem sich ergibt, daß eine Venusreise ohne Landung (respektive längerem Verweilen in einer Mondbahn um die Venus herum) einstweilen praktisch undurchführbar ist (Anm. ³).

Die Erde bleibt also dermaßen stark zurück, daß wir eine direkte Rückkehr nicht bewerkstelligen können. Die Zeit von einer Venus-Konjunktion zur andern beträgt $T_0 = \frac{T_v \cdot V_e}{T_e - T_v} = \frac{365 \times 224 \cdot 5}{365 - 224 \cdot 5} = 582 \text{ Tage} = 574^\circ = 3\pi + 34^\circ$.

Für die Raketenfahrt auf der Route O brauchen wir 97.4 Tage, wir müssen also $582 - 97.4 = 484.6$ Tage auf der Venusbahn verbleiben (Mondfahrt).

Aus der Abb. 7 entnehmen wir die Einzelheiten ganz anschaulich, wir müssen ca. 60 Tage vor der Konjunktion ab Erde starten und die Venus mit unserer Rakete ca. 38 Tage nach der Konjunktion erreichen.

Dann müssen wir, wie bereits gesagt, 486 Tage auf der Venus verbleiben (das ist 16 Monate) und erst ca. 38 Tage vor der nächsten Opposition Venus-Erde müssen wir wieder die Heimreise antreten. (Fortsetzung folgt.)



Probekapitel aus Otto Willi Gail: Mit Raketenkraft ins Weltenall.

K. Thienemanns Verlag, Stuttgart.

Ewiger Flug. Nun wollen wir kurz untersuchen, wie der Schuß in den Weltenraum verläuft, wenn wir das Geschöß nicht senkrecht nach oben, sondern wagerecht in horizontaler Richtung abfeuern. Auf einem sehr hohen Berg wollen wir uns ein gigantisches Geschütz mit Schußrichtung genau nach Osten aufgestellt denken. Im Bild auf Seite 36 ist diese Lage angedeutet. Der Berg ist natürlich übertrieben hoch gezeichnet, solche Giganten gibt es auf der Erde in Wahrheit nicht.

Mit kleinen Geschwindigkeiten fangen wir die Schießübungen wieder an. Aus Erfahrung wissen wir, daß das Geschöß sich in gekrümmter Bahn zur Erdoberfläche hinabsenkt.

Steigern wir die Abschußwucht durch Verstärkung der Pulverladung, so wird die Flugstrecke länger. Im Bild auf Seite 36 sind zwei solcher Flugbahnen eingezeichnet. Nach den Gravitationsgesetzen (unter Vernachlässigung des Luftwiderstandes) ist die Bahn des Geschosses eine Ellipse um den Erdmittelpunkt. Das Geschöß kann diese Ellipse nur nicht ganz durchlaufen, weil ihm recht bald schon die Erdoberfläche in die Quere kommt.

Erhöhen wir die Abschußgeschwindigkeit weiter, so wird diese Ellipse immer aufgeblähter und schließlich gelangen wir zu einer Geschößbahn, die sich zum Kreis gerundet hat und in den Erdball nicht mehr einschneidet. Rund acht Kilometer Abschußgeschwindigkeit genügen, um ein Geschöß in diese Kreisbahn zu zwingen, und zwar für dauernd. Unaufhörlich umflöge es die Erde, in alle Ewigkeit, als zweiter künstlicher Mond, und in je eineinhalb Stunden würde es einen Umschwung vollenden.

Bei noch höheren Abschußgeschwindigkeiten bläht sich der Kreis wieder zur Ellipse auf und schließlich — bei 11 200 Meter pro Sekunde — entsteht jene Ellipse, deren zweiter Brennpunkt im Unendlichen liegt, und die man Parabel nennt. Der Ast einer Parabel führt ins Unendliche. Das Geschöß fliegt also hinaus in

Anm. ² In Abb. 7 sind auf der X-Achse die Zeiten (in Tagen und Erdjahren EJ) aufgetragen und auf der Y-Achse die Winkel gegen die Sonne (in Graden). Die Erde ist durch eine volle, die Venus durch eine strichlierte, die Raketenroute durch eine fette strichpunktiierte Linie dargestellt.

Anm. ³ Wir werden später sehen, daß dies für die äußeren Planeten nicht zutrifft.

den Raum, entfernt sich immer weiter von der Erde und kehrt nie mehr zurück. Es ist nun klar, warum man diese kritische Geschwindigkeit 11200 die „parapolische“ nennt.

Wird die Abschlußgeschwindigkeit noch weiter erhöht, so geht die Parabel in die Hyperbel über, und sollte das Geschloß genau geradlinig von der Erde wegfliegen, so müßte die Abschlußwucht unendlich groß sein. Das gibt es aber nicht, und wir wollen uns nur mit Wirklichem beschäftigen.

Stets also genügt die Abschleuderungsgeschwindigkeit von 11200 Meter pro Sekunde, um ein Geschloß für immer der Erde zu entführen, gleichgültig, in welcher Richtung der Abschluß erfolgt. Es wird von selbst zum Raumschiff, es braucht keine Tragflächen, keine Propeller, keine Maschinen, es braucht nur einmal abgeschleudert zu werden. Dann zieht es weiter in seiner kosmischen Bahn, ohne irdische Nachhilfe, ohne weiteren Kraftverbrauch, und gehorcht denselben kosmischen Gesetzen, die auch die Erde in ihrer ewigen Reise um die Sonne halten, ohne daß jemand dabei nachhelfen müßte.



Johannes Winkler.

Geboren am 29. Mai 1897 zu Karlsruhe in Schlesien. Besuchte die Realschule zu Oppeln und das Gymnasium Johanneum zu Liegnitz. Legte sein Abiturientenexamen nach einer durch die Teilnahme am Feldzug bedingten Unterbrechung in Danzig ab. Studierte 2 Semester Maschinenbau an der Technischen Hochschule zu Danzig und war im Anschluß daran auf der Kaiserlichen Werft zu Danzig im U-Bootbau tätig. Nach Kriegsende studierte er 8 Semester an den Universitäten Breslau und Leipzig und machte 1922 sein Examen. Seit 1924 im kirchlichen Verwaltungsdienst.

Schon in früher Jugend fesselte ihn das Problem des Weltraumfluges, angeregt durch die Erzählungen Jules Vernes, bis er in dem Buche von Oberth „Die Rakete zu den Planetenräumen“ die Grundlagen zur Verwirklichung dieses grandiosen Gedankens erkannte, der jeden, der ihn verstanden hat, in seinen Dienst zwingt. Unter diesem



inneren Zwange gründete er Anfang 1927 die erste Zeitschrift für Raumschiffahrt und im Anschluß daran im Juli v. J. den Verein für Raumschiffahrt E. V.

Bücherbesprechungen.

Otto Willi Gail: **Mit Raketenkraft ins Weltenall**; (Vom Feuerwagen zum Raumschiff.) K. Thienemanns Verlag, Stuttgart, 106 Seiten, mit zahlreichen schönen Tafeln, zum Teil guten Originalaufnahmen von den jüngsten Ereignissen. Preis Hlwd. 2 RM.

Der Verfasser will nicht beweisen, sondern bloß schildern, auf welche Weise der uralte Menschheitstraum Wirklichkeit werden könnte. Das Buch ist als erste Einführung denen zu empfehlen, die nach anstrengender Berufsarbeit nicht mehr die Kraft aufbringen, wissenschaftliche Abhandlungen zu lesen. In unübertrefflicher Weise wird hier dem Leser jede Denkarbeit liebevoll abgenommen. Wer eine streng wissenschaftliche Einführung wünscht, wird freilich zu andern Büchern greifen müssen.



Quittungen.

Den Mindestbeitrag übersteigende Beträge gingen ein von Lange-Halle 5 RM.; Mainka-Ralibor 10 RM.; von Pirquet-Wien 5 RM.; Hempel-Krumau 5 RM.; Schwarze-Halle 5 RM.; Scharfenberg-Dresden 5 RM.; Schöberle-Niedersedlitz 5 RM.; Gräde-Danzig 5 RM.; Linke-Dresden 5 RM.; Hofmann-Kladno 5 RM.; Hezel-Unter-Münstertal 20 RM.; Weiß-Breslau 5 RM.; Weber-Berlin 5 RM.; Rosenkranz-Prag 5 RM.; Perelmann-Leningrad 5 RM.; Kolitsch-Komotau 5 RM.; Steilen-Stuttgart 5 RM.; Sayn-Breslau 5 RM.; Hamel-Grünberg 5 RM.; von Rothkirch-Schottgau 15 RM.; Worlitzsch-Langebrücke 6 RM.; Pilny-Zürich 6 RM.; Weißenburger-Köln 5 RM.; Schneider-Greppin 5 RM.; Wolf-Frankfurt a. M. 5 RM.; Marek-Prag 5 RM.; Pohl-Berlin 5 RM.; Rakow-Charlottenburg 5 RM.; Merzinger-Dresden 5 RM.; Münch-Frankfurt a. M. 5 RM.; Kuhn-Nürnberg 5 RM.; Neumann-Wien 5 RM.; Pokorny-Teplitz 24 RM.; Weber-Leipzig 10 RM.; Fettback-Hannover 5 RM.

Ferner besondere Zuwendungen: Leitermann-München 2 RM.; Schöberle-Niedersedlitz 1 RM.

Der Verein dankt allen, die das große Kulturwerk der Raumschiffahrt auf diese Weise fördern. Die Geldmittel, die uns seit dem Bestehen des Vereins zugeflossen sind, haben dazu beigetragen, den Stein ins Rollen zu bringen. Jetzt ist es an der Zeit, auch besondere Opfer zu bringen, sie werden ihre Wirkung nicht verfehlen. Alle den Mindestbeitrag übersteigenden Beträge werden für praktische Arbeiten verwendet.

Valier-Vorträge

nur durch die



Kultur-Vortrags-Organisation

Berlin-Wilmersdorf, Mainzer Straße 19

Telephon Uhland 7904

Beitritt zum Verein.

Wer das große Werk der Raumschiffahrt unterstützen will, trete dem Verein für Raumschiffahrt E. V. bei. Dem Vorstand gehören die bekanntesten Persönlichkeiten auf dem Gebiet der Raumschiffahrt (Professor Oberth-Mediasch, Max Valier-München, Dr.-Ing. Hohmann-Essen, Dr. Hoefft-Wien, Ing. Sander-Wesermünde u. a.) an. Die Mitglieder erhalten kostenlos die am 15. jeden Monats erscheinende Vereinszeitschrift „Die Rakete“. Der Regelbeitrag ist z. Zt. 5 RM., der Mindestbeitrag 3 RM. jährlich. Höhere Beiträge und besondere Zuwendungen sind sehr erwünscht. Beitritts-erklärungen können auf dem Abschnitt der Geldsendung erfolgen. (Postcheckkonto des Vereins: Breslau Nr. 1707 Verein für Raumschiffahrt E. V. Breslau.)

Lustige Ecke.

Um ein passendes Motto für ein Raumfahrtbuch angegangen, schlug der Ge-fragte vor: „Warum an der Erde kleben, sieh, der Mond steht gleich daneben.“

Illustrationen für Wissenschaft, Technik u. Industrie

Entwürfe
Retuschen

Chemigraphische Kunstanstalt

Klischees Ankarstrand

Offset-Übertragung Älteste Anstalt im Osten

Breslau XIII • Fernr. Stephan 35000

BÜCHER,

die in Prospekten oder
Inseraten angekündigt
oder im redaktionellen
Teil besprochen werden,
können Sie

bei Ihrem
Buchhändler

kaufen. Die nicht vor-
rätigen wird er schnell
beschaffen.

Raketen

für Modellversuche
liefert preiswert

Feuerwerkerei

Benno Jakobowicz

Wachsfackelfabrik

Breslau 8, Vorwerkstraße 12

Telephon 59670

Herausgeber: Johannes Winkler, Breslau 13, Hohenzollernstraße Nr. 63/65.
Postscheckkonto: Breslau 26550. (Postscheckkonto des Vereins: Breslau 1707
Verein für Raumschiffahrt E. V. Breslau.) Druck: Otto Gutsmann, Breslau 1,
Schuhbrücke 32. Bezugspreis: Vierteljährlich 90 Pfg. und Postgebühr. (Die Mit-
glieder des Vereins erhalten die Zeitschrift kostenlos.) Inserate: $\frac{1}{4}$ Seite 90 RM.,
 $\frac{1}{2}$ Seite 50 RM., $\frac{1}{4}$ Seite 30 RM., $\frac{1}{8}$ Seite 15 RM.; bei Wiederholung Rabatt