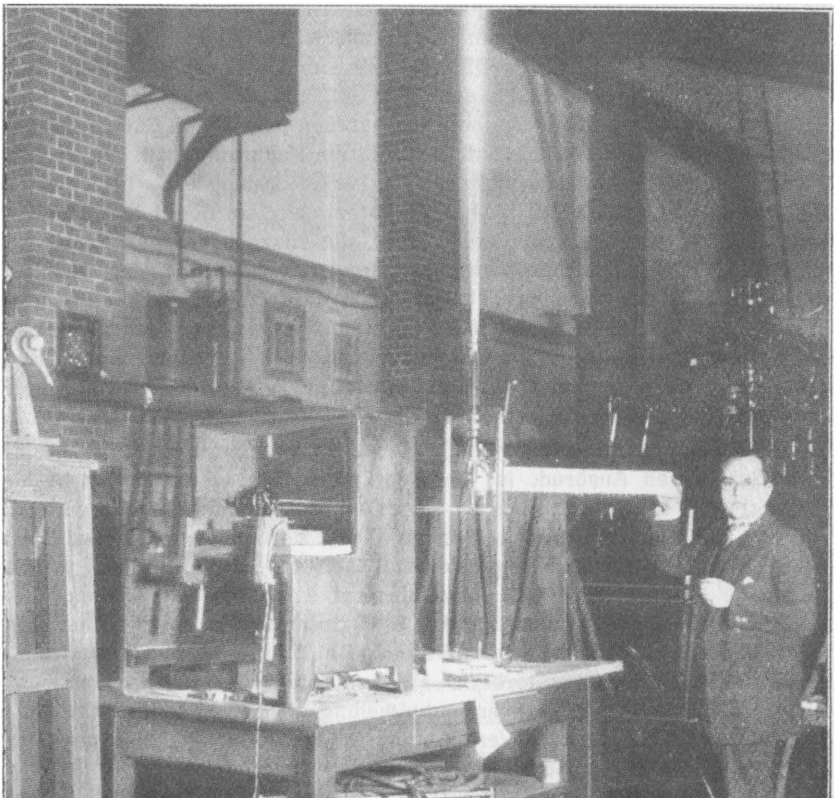
Die Rakete

Zeitschrift des Vereins für Raumschiffahrt E.V., Breslau



Bei der Aufnahme vor Rückstoßdiagrammen
im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule zu Breslau.

Breslau 15. Januar 1928 2. Jahrg.

INHALT:

Zum Geleit.

Die Weltgeschichte bewegt sich in Kontrasterscheinungen, dies läßt sich auch bezüglich der Entwickelung des Raumfahrtgedankens feststellen. Im Jahre 1926 brach zum erstenmal in der breiten Öffentlichkeit sich die Erkenntnis Bahn, daß ein Flug zu den Gestirnen nicht so unmöglich ist, wie es bisher schien. Eine starke Begeisterung setzte ein, besonders als aus den Vereinigten Staaten immer wieder die Nachricht herüberdrang, daß in Kürze ein Raumschiff nach dem Monde starten würde. Als nun nichts erfolgte, setzte der Rückschlag ein. 1927 war es Mode, den Kritiker zu spielen. Kritik kann fruchtbar sein, sie nötigt dazu, dunkle Stellen aufzuhellen, sich klar zu werden über alle Einzelheiten des Problems. Von der Kritik am Raumfahrtproblem kann man leider nicht sagen, daß sie fruchtbar gewesen wäre. Was vorgebracht wurde, waren durchweg Schwierigkeiten, die von den Vorkämpfern der Idee längst erkannt und theoretisch behoben waren. Die Einwände zeugten stets von der Unorientiertheit der Verfasser. Auch einigen hervorragenden Vertretern unserer deutschen Wissenschaft kann dieser Vorwurf leider nicht erspart werden.

Es war daher die notwendige Folge, daß die Gegenströmung alsbald einsetzte. Sie fand ihren Ausdruck in der Begründung der ersten Zeitschrift für Raumschiffahrt und der im Anschluß an sie erfolgten Gründung des Vereins für Raumschiffahrt E. V. mit dem Sitz in Breslau. Trotz bestehender Gegensätze ist erreicht worden, daß die bekanntesten Persönlichkeiten deutscher Sprache, welche wissenschaftliche Bücher über das Raumfahrtproblem geschrieben haben, sich im Vorstand des Vereins für Raumschiffahrt E. V. zusammenschlossen. Aus allen Teilen des Reiches sind dem Verein bereits einige hundert Mitglieder zugeströmt, um dadurch die Bestrebungen zu fördern. Mit dem Verein für Raumschiffahrt E. V. ist die Basis für eine ruhige Aufwärtsentwickelung geschaffen. Denn die Aufforderung zum Beitritt bringt die Verpflichtung mit sich, nunmehr auch praktisch in dieser Richtung die ersten Schritte zu tun.

Der Anfang ist bescheiden. In der letzten Nummer des 1. Jahrgangs wurde bereits von Raketenflugzeugmodellen berichtet, welche der Breslauer Modell- und Segelflugverein Schlesischer Adler E. V. auf Anregung des Vereins für Raumschiffahrt E. V. aufsteigen ließ. Die Versuche sind seitdem wiederholt worden, das größte mit Raketenkraft startende Modell hatte 2 m Spannweite. Die weiteren Versuche werden wieder mit kleinen Modellen unternommen, sie bezwecken die Ermittelung des günstigsten Tragflächenprofils und der zweckmäßigsten Form des Flugzeuges (geteiltes Leitwerk, Ente, Pfeilform). Zur richtigen Beurteilung ist ferner eine genaue Kenntnis der als Antrieb dienenden Raketen erforderlich, die nur durch einwandfreie Rückstoßdiagramme zu erlangen ist. Auch ist es nur auf diesem Wege möglich, Raketen zu schaffen, welche die erforderlichen Eigenschaften besitzen. Durch das Entgegenkommen von Herrn Prof. Baer, Breslau, steht im

Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Breslau eine geeignete Versuchseinrichtung für diese Zwecke zur Verfügung, mit der bereits einige Rückstoßdiagramme aufgenommen worden sind (vgl. das Diagramm in dieser Nummer der Zeitschrift).

An dieser Stelle mag auch erwähnt werden, daß die Dynamit A.-G. München zwar nicht dem Verein, aber einem Vorstandsmitgliede für ca. 2000 RM Pulver für Versuchszwecke zur Verfügung gestellt hat, und daß mit einer großen Industriefirma, die vorläufig noch nicht genannt sein will, ein wichtiger Vertrag zustandegekommen ist. Dieselbe Firma hat uns bis auf weiteres einen Betrag von 50 RM monatlich zugesagt, damit wir die Zeitschrift fortan auf gutem Papier drucken lassen können.

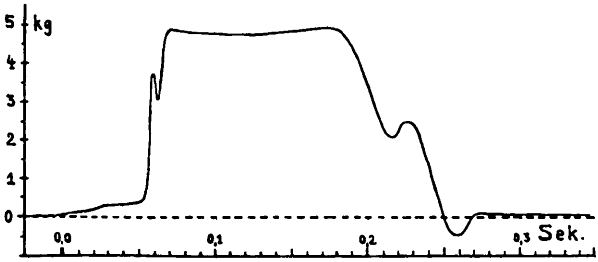
Überschaut man dies alles, so gewinnt man den Eindruck, es beginnt nun allmählich vorwärtszugehen, und es kann nicht zweifelhaft sein, daß uns das Jahr 1928 wenn auch nicht das Weltraumschiff, so doch den ersten Aufstieg eines Menschen mit Raketenkraft bringen wird.

Rückstoß-Diagramm

einer Feuerwerksrakete.

Zur Ermittelung der Leistungsfähigkeit einer Rakete bedarf es einer genauen Messung des Rückdruckes. Hierbei leistet ein Indikator, wie er sonst zu Messungen von Dampfspannungen u. dergl. verwendet wird, gute Dienste, da er während der ganzen Brenndauer den jeweiligen Rückdruck genau aufzeichnet. Man gewinnt so ein lückenloses Bild von der Arbeitsweise einer Rakete.

Das nachstehende Rückstoß-Diagramm ist am 3. Januar d. Js. im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule zu Breslau vom Herausgeber dieser Zeitschrift aufgenommen worden. (Vergleiche auch das Titelbild). Untersucht wurde eine Feuerwerksrakete (Sternrakete, Preis 1 RM., Gewicht einschl. Versetzung 120 g, Treibsatz ca 15 g, Gewicht der Treibsatzhülse 40 g). Zum Schutze wurde eine Stahlrohrhülse auf den Indikator aufgeschraubt und die Rakete mit der Auspuffdüse nach oben lose hineingesetzt. Die Federeichung war 25 mm (d. h. 25 mm für 1 kg/cm² Dampfspannung), Maximal-Beanspruchung 2 kg. Da es bei der Rückstoßmessung nicht auf kg/cm² ankommt, mußte durch aufgelegte Gewichte eine besondere Eichung auf dem Papierstreifen vorgenommen werden. Der Ausschlag betrug für 1 kg 7 mm. Durch einen Elektromotor wurde der Papierstreifen mit großer Geschwindigkeit ca 40 cm/Sek. abgerollt, die Sekunden wurden dabei in der üblichen Weise vom Sekundenpendel auf einen Elektromagneten übertragen, der von Sekunde zu Sekunde einen besonderen Schreibstift anzog und die Sekunden auf dem abrollenden Papierstreifen markierte. $^1/_{1000}$ Sek. wurde also durch eine Strecke von 0,4 mm dargestellt, so daß eine genaue Verfolgung der Druckkurve noch in diesem winzigen Zeitraum von $^1/_{1000}$ Sek. möglich ist. Das Diagramm zeigt den Verlauf der Druckkurve in einem Zeitraum von 0,35 Sek.,



während die gesamte Brenndauer mehrere Sekunden betrug. Da jedoch der Rückdruck während der übrigen Zeit kaum noch 1% betrug, wurde dieser Teil weggelassen.

Die Auswertung des Diagramms ergibt nun folgendes. Nach dem Impulssatz ist

$$P \cdot t = m \cdot v = \frac{G}{g} v,$$

wo P den Rückdruck, t die Dauer desselben, m die angetriebene Masse, G das Gewicht derselben, g die Beschleunigung durch die Erdschwere (= 9,81 m/Sek.²) und v die erlangte Geschwindigkeit (oder der ideale Antrieb) ist. Der ideale Antrieb ist daher

$$v = \frac{P}{G} g t.$$

Aus dem Diagramm entnehmen wir P = 4,8 kg, t = 0,15 Sek. Für die Feuerwerksrakete, die einschließlich Versetzung (Buntfeuer) und Stab ca. 150 Gramm wiegt, ergibt sich der ideale Antrieb zu

$$v = \frac{4{,}8 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}15}{0{,}150} = 47 \text{ m/Sek.}$$

In Wirklichkeit ist der ideale Antrieb noch etwas größer, da G um 15 Gramm Treibsatz abnimmt. Die Beschleunigung ist

$$b = \frac{v}{t} = \frac{47}{0{,}15} = 314 \text{ m/Sek.}^2$$

Die Antriebstrecke für den senkrechten Aufstieg ist

$$h_1 = \frac{b - g}{2} t^2 = \frac{304}{2} \cdot 0{,}0225 = 3{,}42 \text{ m.}$$

Die maximale Geschwindigkeit unter Berücksichtigung der Verzögerung durch die Erdschwere beträgt

$$v_0 = (b - g)\, t = 304 \cdot 0{,}15 = 45{,}6 \text{ m/Sek.}$$

Daraus ergibt sich die Steighöhe der Rakete ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes zu

$$h = h_1 + \frac{v_0^2}{2g} = 3{,}42 + \frac{45{,}6^2}{19{,}6} = 3{,}4 + 106 \backsim 110 \text{ m}$$

mit Berücksichtigung des Luftwiderstandes = 80 m.

In diesem Zusammenhang interessiert noch, wie groß etwa die Ausströmungsgeschwindigkeit der Pulvergase ist. Man findet sie aus der Gleichung für die Massenausschleuderung

$$\frac{G}{G_0} = e^{\frac{v}{c}}$$

$$c = v \cdot \frac{\lg e}{\lg \frac{G}{G_0}} = 47 \cdot \frac{0{,}4343}{\lg \frac{0{,}150}{0{,}135}} = 47 \frac{0{,}4343}{0{,}045} = 453 \text{ m/Sek.}$$

Da bei geeigneten Expansionsdüsen nach Goddard Ausströmungsgeschwindigkeiten von 1800 m/Sek. und mehr zu erreichen sind, müßte sich der ideale Antrieb in diesem Falle von 47 m auf

$$v = c \frac{\lg \frac{G}{G_0}}{\lg e} = 1800 \cdot \frac{0{,}045}{0{,}4343} = 187 \text{ m}$$

erhöhen lassen. Der Rückdruck wäre in diesem Falle

$$P = \frac{G v}{g t} = \frac{0{,}150 \cdot 187}{9{,}81 \cdot 0{,}15} = 19{,}1 \text{ kg.}$$

Eine solche Rakete würde eine viel größere Steigfähigkeit besitzen. In diesem Falle wäre

$$b = \frac{v}{t} = \frac{187}{0{,}15} = 1250 \text{ m/Sek.}^2$$

$$h_1 = \frac{b - g}{2} t^2 = \frac{1240}{2} 0{,}0225 = 13{,}95 \text{ m}$$

$$v_0 = (b - g)\ t = 1240 \cdot 0{,}15 = 186 \text{ m/Sek.}$$

$$h = h_1 + \frac{v_0^2}{2g} = 13{,}95 + \frac{186^2}{19{,}6} = 14 + 1756 = 1770 \text{ m.}$$

Man vergleiche diesen Wert mit der Steighöhe der unverbesserten Rakete (110 m).

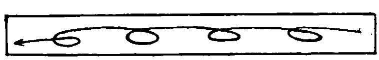
Einführung in das Raumfahrtproblem.

In dieser Zeitschrift sind wiederholt kurze zusammenfassende Aufsätze über das Raumfahrtproblem erschienen. Mit dem neuen Jahrgang soll eine ausführliche Einführung in das Raumfahrtproblem dargeboten werden, weil nur eine lückenlose Darstellung überzeugen kann. Die Einführung setzt etwa die mathematischen Kenntnisse eines Abiturienten voraus, doch ist sie so eingerichtet, daß auch der mathematisch nicht geschulte Leser folgen kann, es wird dies erreicht durch Rechnungsbeispiele, welche den allgemeinen Ausdrücken hinzugefügt werden.

I. Die astronomischen Grundlagen.

Wenn heute jemand der Raumschiffahrt ablehnend gegenübersteht, so verrät sich dadurch in den meisten Fällen seine nicht ausreichende Vertrautheit mit der Astronomie. Es ist daher erforderlich, auf die astronomischen Grundlagen genauer einzugehen. Einem guten methodischen Grundsatz folgend, soll dabei zunächst geschichtlich vorgegangen werden.

Es hat lange Zeit gedauert, ehe die Menschheit sich von der Erdgebundenheit geistig befreit hat. Sie stand auf der großen schweren Erde, scheinbar verhältnismäßig kleine Gestirne führten einen Reigen um sie. Bald erkannten die Menschen einige Gesetzmäßigkeiten. Sie stellten fest, daß sämtliche Gestirne im Laufe eines Tages einen vollen Umschwung am Himmel vollführen um eine Achse, die nach dem Polarstern zeigt. Ferner stellten sie fest, daß außerdem das ganze Himmelsgewölbe im Laufe eines Jahres einen Umschwung ausführt. Beide von Osten nach Westen. Sie beobachteten, daß die vielen kleinen Lichtfünkchen ihre Stellung zueinander nicht verändern, während der Mond und einige hellere Sterne durch die sogenannten Fixsterne hindurchwandern, daß sie hierbei aber bestimmte Sternbilder bevorzugen, die Sternbilder des Tierkreises. Es hat eine Weile gedauert, bis sie erkannten, daß auch die Sonne durch die Sternbilder des Tierkreises wandert und im Laufe eines Jahres einmal herumkommt. Sie stellten weiter fest, daß die Bewegungen der Wandelsterne in der Regel dem täglichen Umschwung des Himmels entgegengesetzt verlaufen, daß jedoch die Planeten auch zeitweise rückläufig werden und dazwischen stillstehen. Figur 1 zeigt eine solch verschlungene schleifenförmige Bahn.



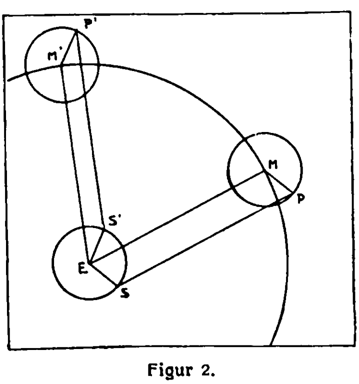
Figur 1.

Es fiel ihnen auch auf, daß zwei von den Wandelsternen stets in der Nähe der Sonne bleiben und abwechselnd als Morgenstern oder Abendstern erscheinen. Durch ausgedehnte Beobachtungen ermittelten sie die Zeit, welche die Wandelsterne im Mittel brauchen, um durch alle Sternbilder des Tierkreises hindurch auf der Himmelskugel einmal herumzukommen.

Wie haben sich nun die Alten diese vielfach verschlungenen Bahnen gedeutet? Bei Sonne und Mond waren die Verhältnisse einfach, sie liefen nach ihrer Deutung in Kreisen um die Erde. Die schleifenförmigen Bahnen der Planeten erklärten sie sich so, daß sie zwei Kreise annahmen, einen größeren (den Deferenten) und einen kleineren daraufgesetzten (den Epizykel). Auf dem Deferenten bewegte sich der Mittelpunkt des Epizykel mit annähernd gleichförmiger Geschwindigkeit fort, während der Planet selbst in dem Epizykel lief und daher bald vorauslief, bald zurückblieb. Über die Entfernungen herrschte keine klare Vorstellung, nur das Verhältnis der Radien von Deferent und Epizykel war eindeutig bestimmt. Ferner war bekannt die Umlaufszeit des Epizykelmittelpunkts in dem Deferenten, die des Planeten im Epizykel und die Richtung der Epizykelradien. Mit diesen Größen war man in der Lage, den Ort der Wandelsterne leidlich genau im voraus zu berechnen. Fast zwei Jahrtausende hat sich die Menschheit mit dieser Deutung des Ptolemäus zufriedengegeben, bis Kopernikus das heliozentrische Weltbild entwarf.

Bis dahin hatte man auf dem alten System weitergebaut, neue Epizykel auf die ersten aufgesetzt, um noch andere Unregelmäßigkeiten zu erklären. Auch waren die Epizykelmittelpunkte von Merkur und Venus, die auf der Verbindungslinie Erde—Sonne lagen, bereits in die Sonne verlegt worden, man konnte jedoch nicht entscheiden, ob diese Annahme der Wirklichkeit entsprach.

Was die Erkenntnis des Kopernikus wertvoll macht, ist eigentlich nicht so sehr dies, daß er die Sonne zum Mittelpunkt machte — dies war nur der Schlußstein — sondern, daß er das unbestimmte System des Ptolemäus in ein eindeutiges verwandelte. Kopernikus wußte, daß sein System richtig blieb, auch wenn man als Bezugssystem die Erde wählte. Durch die Wahl der Sonne als Bezugssystem wurde das System infolge seiner Einfachheit glaubhafter. Kopernikus ging aus von dem alten ptolemäischen System, welches über die Größe der Epizykel- und Deferenten-Radien völlig freie Hand ließ, wenn nur das Verhältnis der beiden Radien zueinander nicht geändert wurde. Den Epizykelmittelpunkt von Merkur und Venus legte auch er in die Sonne. Bei den übrigen Planeten machte er zunächst die Annahme, daß alle Epizykel gleich groß seien, ihr Radius gleich dem der Entfernung Erde — Sonne. Damit waren die Radien der Deferenten festgelegt für Mars gleich dem 1,52fachen, für Jupiter gleich dem 5,2fachen, für Saturn gleich dem 9,5fachen der Entfernung Erde — Sonne. Sodann zeigte er, daß man an dem System nichts ändert, wenn man Epizykel- und Deferentenradius jedes Planeten miteinander vertauscht, also z. B. statt eines Deferenten vom Radius 5,2 und eines Epizykels vom Radius 1 auch einen Deferenten vom Radius 1 und einen Epizykel vom Radius 5,2 verwenden kann. Da auch im alten System die Verbindungslinie vom Epizykelmittelpunkt nach dem Planeten der Verbindungslinie Erde — Sonne parallel blieb und nach der Annahme des Kopernikus diese Verbindungslinien gleich groß waren, so folgt nach einem bekannten Lehrsatz über das Parallelogramm, daß auch die Verbindungslinie Sonne — Planet dem Radius des Deferenten stets gleich und parallel bleiben muß, daß man also diese Vertauschung der Radien von Deferent und Epizykel vornehmen darf, ohne an den Erscheinungen etwas zu ändern. (In Fig. 2 bedeutet E die Erde, P den Planeten, S die Sonne, M den Epizykelmittelpunkt. Damit aber wird nun das System außerordentlich einfach. Denn es existiert nur ein Deferent, der mit der Sonnenbahn zusammenfällt und sämtliche Epizykelmittelpunkte liegen in der Sonne, d. h. sämtliche Planeten bewegen sich um die Sonne und diese mit den sie



Figur 2.

umkreisenden Planeten um die Erde. Einem Beobachter auf der Sonne bietet sich hierbei das ganze einfache Bild dar, daß sämtliche Planeten und mit ihnen auch die Erde sich in nahezu kreisförmigen Bahnen um die Sonne bewegen. Kopernikus schreibt darüber: „Durch keine andere Anordnung habe ich eine so bewunderungswürdige Harmonie des Universums, eine so harmonische Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte, die Sonne, die ganze Familie der kreisenden Gestirne lenkend wie in die Mitte des schönen Naturtempels auf einen königlichen Thron gesetzt." Mit diesem schönen durch seine Einfachheit sich aufdrängenden System sind aber zugleich auch die Entfernungsverhältnisse eindeutig gegeben. Setzt man die Entfernung der Erde von der Sonne gleich 1, so ist die Entfernung des Merkur = 0,38; der Venus = 0,72; des Mars = 1,52; des Jupiter = 5,2; des Saturn = 9,5. Gelang es eine der Entfernungen zahlenmäßig festzustellen, so waren damit alle übrigen gegeben. Verschiedene Methoden haben ergeben, daß die Erde ca. 149,5 Millionen km von der Sonne entfernt ist. Woraus sich die übrigen Entfernungen leicht errechnen lassen.

Die Fixsterne rückten bei diesem System in weite Ferne, denn sonst hätte sich die Bewegung der Erde in einer jährlichen Verschiebung der Fixsterne verraten müssen. Man erhielt eine leise Ahnung von den ungeheuren Entfernungen im Weltenraum. Nur der Mond behielt auch im Kopernikanischen System seine Bewegung um die Erde bei.

Mit diesem Weltbild war der Weg frei für die weiteren, wichtigen Erkenntnisse von Kepler und Newton.

Kopernikus nahm noch an, daß die Planeten sich in Kreisbahnen um die Sonne bewegen, die Planeten zeigten jedoch in ihrem Laufe noch kleinere Ungleichförmigkeiten, die wieder die Zuhilfenahme der leidigen Epizykel nötig machten. Erst Kepler gelang es, diese Epizykel fortzuschaffen, indem er die Kreisbahnen durch elliptische Bahnen ersetzte, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Er fand, daß die Umlaufszeiten der Planeten zu den Entfernungen in einem bestimmten Verhältnis standen, das sich durch die Gleichung wiedergeben läßt

$$\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

oder daß der Quotient $\frac{U^2}{a^3}$ für alle Planeten denselben Wert hat. Setzt man z. B. U und a für die Erde = 1, so ist in denselben Einheiten $\frac{U^2}{a^3}$ für jeden Planeten = 1 daraus ergibt sich $U = \sqrt{a^3}$ und $a = \sqrt[3]{U}$ z. B. für Jupiter $U = \sqrt{5{,}2^3} = 11{,}8$ Jahre, oder für Mars $a = \sqrt[3]{1{,}88^2} = 1{,}52$ Erdbahnradien. Es ist dies ein wichtiges Gesetz, welches mit Leichtigkeit z. B. die Fahrtzeit eines Raumschiffes zu errechnen gestattet. Will man beispielsweise in einer Keplerschen Ellipse zum Planeten Jupiter reisen, welche die Erdbahn und die Jupiterbahn berührt, so wird die große Achse etwa $1 + 5{,}2 = 6{,}2$ sein; die halbe große Achse = 3,1. Daraus ergibt sich die Umlaufszeit zu $U = \sqrt{3{,}1^3} = 5{,}46$ Jahre, für die Hinfahrt die Hälfte dieser Zeit = 2,73 Jahre. Selbstverständlich kann man auch in anderen Ellipsen fahren; z. B. in einer Ellipse zum Planeten Saturn, welche die Jupiterbahn schneidet, dabei ergeben sich andere Fahrtzeiten, die sich nach demselben Gesetz leicht ausrechnen lassen.

Ein weiteres Gesetz besagt, daß die Verbindungslinie Sonne—Planet in gleichen Zeiten gleiche Flächen bestreicht. Dieses Keplersche Gesetz bildet die Grundlage für die Berechnung der Geschwindigkeit in der Bahn und der Fahrtzeit in einem Kurvenstück. Dieses Gesetz ist von ganz besonderer Bedeutung, weil sich damit die Geschwindigkeit berechnen läßt, die man einem Raumschiff erteilen muß, wenn es in eine ganz bestimmte Fahrtellipse hineinkommen soll.

(Fortsetzung folgt.)

Zum Projekt, eine Verbindung zwischen Erde und Mond herzustellen.

Von Ingenieur Julius Kunz, Inspektor der österreichischen Bundesbahnen i. R., Hallstadt, Oberösterreich.

Es. gibt verschiedene Möglichkeiten, von der Erde zum Monde zu fliegen. Die Astronomen bevorzugen in der Regel die Fahrt in Keplerschen Ellipsen, während die Ingenieure oft die Fahrt als reines Hubproblem darstellen. Im nachfolgenden soll einmal der Fall genauer betrachtet werden, daß das Raumschiff in einem Punkte 1600 km über dem Meere eine maximale Geschwindigkeit von 10000 m/Sek. erreicht, so daß das Raumschiff infolge seiner aufgespeicherten kinetischen Energie imstande ist, den sogenannten „neutralen Punkt", wo die Anziehungskraft der Erde und die des Mondes sich das Gleichgewicht halten, noch mit einer gewissen Geschwindigkeit zu überfliegen. Die Rechnungen wurden teilweise im C. G. S.-System durchgeführt und die Werte für Gravitationskonstante, Masse, Beschleunigung, Geschwindigkeit, Kraft und Zeit dementsprechend eingesetzt.

1.

Welche effektive **Beschleunigung** muß man einer Masse m erteilen, damit sie in einer Höhe von 1600 km über dem Meere eine Geschwindigkeit von 10000 m/Sek. erreicht?

Bezeichnen wir die fragliche Beschleunigung mit γ, die Geschwindigkeit mit v, den Weg mit s und die erforderliche Zeit mit t, dann ist

$$s = \tfrac{1}{2}\,\gamma t^2,\ v = \gamma t,\ t = \frac{v}{\gamma},\ s = \tfrac{1}{2}\,\gamma \cdot \frac{v^2}{\gamma^2} \text{ also } \gamma = \frac{v^2}{2s}.$$

Setzen wir $v = 10000 = 10^4$ Meter, $s = 1600000 = 1{,}6 \times 10^6$ Meter, dann ist

$$\gamma = \frac{v^2}{2s} = \frac{10^8}{2 \times 1{,}6 \times 10^6} = \mathbf{31{,}25\ m/Sek.}$$

Es müßte also der Masse m eine Beschleunigung von 31,25 m/Sek. erteilt werden, damit sie in der Höhe von 1600 km über dem Meere eine Geschwindigkeit von 10000 m/Sek. entwickelt.

2.

Welche **Zeit** ist hierzu erforderlich?

Nach dem Vorigen ist die Zeit $t = \frac{v}{\gamma} = 10000 : 31{,}25 = 320$ Sekunden.

Zeit $t = 5$ **Minuten 20 Sekunden.**

3.

Welche **Kraft** ist erforderlich, um der Masse m die Beschleunigung von 31,25 m/Sek. zu erteilen?

$$\text{Kraft } P = m\gamma = 31{,}25\ m.$$

Nehmen wir an, die Masse m hätte ein Gewicht von 1000 kg, dann ist $m = \frac{1000}{9{,}81}$

und $$P = \frac{1000}{9{,}81} \times 31{,}25 = \mathbf{3185.5\ kg.}$$

4.

Welche Kraft ist erforderlich, um bis zu einer Höhe von 1600 km über dem Meere den Einfluß der Erdschwere zu paralysieren?

Die Kraft p ist in der Nähe der Erde 1000 kg, und in der Höhe von 1600 km noch 64 % hiervon, das sind 640 kg, im **Maximum** also **1000 kg.**

5.

Gesamtkraft $P + p$.

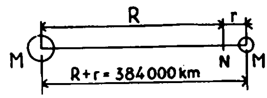
Die Gesamtkraft $P + p$, die erforderlich ist, um der Masse m vom Gewichte 1000 kg, trotz der Einwirkung der Erdschwere, die Beschleunigung von 31,25 m/Sek. zu erteilen, wäre also im **Maximum** $3185.5 + 1000 = \mathbf{4185.5}$ **kg.**

Hierzu käme noch die Kraft, die erforderlich ist, um den Luftwiderstand in der Erdatmosphäre zu überwinden. Da es sich aber hier um eine verhältnismäßig kurze Strecke handelt, der Luftwiderstand auch mit wachsender Höhe über der Erde, trotz der wachsenden Geschwindigkeit der Masse m, rasch abnimmt, sein Einfluß auch bedeutend kleiner ist, als derjenige der Erdschwere, so wird der Prozentsatz, um den sich der obige Betrag für $P + p$ ändert, nicht bedeutend sein. Von der Mondschwere wurde hier, da sie in dieser Entfernung vom Monde äußerst gering ist, Abstand genommen.

6.

Wo befindet sich der „neutrale Punkt", in dem die Anziehungskraft der Erde der des Mondes das Gleichgewicht hält?

Bezeichnen wir die Entfernung des Mittelpunktes der Erde vom Mittelpunkte des Mondes mit $R + r$, die Entfernung des „neutralen Punktes" vom Mittelpunkte der Erde mit R, die Masse der Erde mit M, die Masse des Mondes mit $M_1 = \frac{M}{81}$, die Gravitationskonstante mit K, dann ist für den „neutralen Punkt"



Figur 1.

$$\frac{KM}{R^2} = \frac{KM_1}{r^2} = \frac{KM}{81\,r^2}$$

oder

$$\frac{R^2}{r^2} = \frac{M}{M_1} = 81, \text{ daher } R = 9 \times r.$$

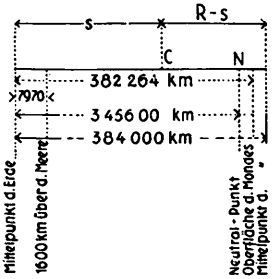
Nehmen wir die mittlere Enfernung des Mondes von der Erde mit rund 384000 km an, dann ist:

$$R + r = 384000 \text{ km}, \quad r = 38400 \text{ km und } R = 345600 \text{ km}.$$

7.

Welche Geschwindigkeit entwickelt eine Masse, die gleichzeitig der Anziehungskraft der Erde und des Mondes unterworfen ist, a) im „neutralen Punkte" N, b) bei ihrer Ankunft am Monde, wenn sie in einem Punkte 1600 km über dem Meere die Maximalgeschwindigkeit von 10000 m/Sek. besitzt?

Um die Geschwindigkeit zu erhalten, müssen wir auf die Beschleunigung zurückgehen. Rechnung durchgeführt im C. G. S.-System. Bezeichnen wir: die Entfernung Erde—Mond mit $R = 384 \times 10^8$ cm, die Masse der Erde mit $M = 6064 \times 10^{24}$ g, die Masse des Mondes mit $M_1 = \frac{M}{81}$, die Gravitationskonstante mit $K = 66 \times 10^{-9}$, die Entfernung eines Punktes C, in dem sich die bewegte Masse momentan befindet, vom Mittelpunkte der Erde mit s und berücksichtigen wir, daß die durch die Anziehungskraft der Erde bedingte Beschleunigung negativ und die durch die Anziehungskraft des Mondes bedingte positiv einzuführen ist, dann gilt für die Nettobeschleunigung der Masse im Punkte C



Figur 2.

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{-KM}{s^2} + \frac{KM}{81\,(R-s)^2}$$

Um diese Differentialgleichung aufzulösen, setzen wir

$$\frac{ds}{dt} = p, \quad \frac{d^2s}{dt^2} = \frac{dp}{dt} = \frac{p \cdot dp}{ds} = -KM\left[\frac{1}{s^2} - \frac{1}{81\,(R-s)^2}\right].$$

Durch Integration erhalten wir $\frac{p^2}{2} = -KM\left[-\frac{1}{s} - \frac{1}{81\,(R-s)}\right] + C$ und zum Schluß als Ausdruck für die Geschwindigkeit

$$p = \frac{ds}{dt} = \sqrt{2\,KM\,\frac{81\,R - 80\,s}{81\,s\,(R-s)} + C}.$$

Bestimmung der Konstanten C.

Die Konstante C ergibt sich aus der Erwägung, daß für $s = 7970 \times 10^5$ cm $\frac{ds}{dt} = 10000$ m/Sek. $= 10^6$ cm/Sek. beträgt. Es muß also sein

$$10^{12} = 2\,KM\,\frac{81 \times 384 \times 10^8 - 80 \times 7970 \times 10^5}{81 \times 7970 \times 10^5\,(384 \times 10^8 - 7970 \times 10^5)} + C.$$

Setzen wir für K und M ihre Werte ein und führen die Rechnung durch, so ergibt sich zum Schluß $\mathbf{C = -0{,}406 \times 10^{10}}$

und der Ausdruck für die Geschwindigkeit geht über in

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{2\,KM\,\frac{81\,R - 80\,s}{81\,s\,(R-s)} - 0{,}406 \times 10^{10}}.$$

a) Geschwindigkeit im „neutralen Punkt".

Für den „neutralen Punkt" ist

$$s = 345 \cdot 6 \times 10^8 \text{ cm und } R - s = 38 \cdot 4 \times 10^8 \text{ cm}.$$

Die Geschwindigkeit ist daher

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{2\,KM\,\frac{81 \times 384 \times 10^8 - 80 \times 345 \cdot 6 \times 10^8}{81 \times 345 \cdot 6 \times 10^8 \times 38 \cdot 4 \times 10^8} - 0{,}406 \times 10^{10}}.$$

Setzen wir wieder für K und M ihre Werte ein, so ergibt sich nach durchgeführter Rechnung $\frac{ds}{dt} = 1 \cdot 473 \times 10^5$ cm/Sek. $=$ **1473 m/Sek.**

für die Geschwindigkeit im „neutralen Punkte".

b) Geschwindigkeit bei der Ankunft am Monde.

Auf der Oberfläche des Mondes ist $s = 382 \cdot 264 \times 10^8$ cm (Fig. 2) und $R - s = 1 \cdot 736 \times 10^8$ cm und

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{2\,KM\,\frac{81 \times 384 \times 10^8 - 80 \times 382 \cdot 264 \times 10^8}{81 \times 1 \cdot 736 \times 10^8 \times 382 \cdot 264 \times 10^8} - 0{,}406 \times 10^{10}}.$$

Es ergibt sich dann nach Durchrechnung $\frac{ds}{dt} = 2 \cdot 713 \times 10^5$ cm/Sek. $=$ **2713 m/Sek.** für die Geschwindigkeit der Masse bei ihrer Ankunft an der Oberfläche des Mondes. Es ist hier vorausgesetzt, daß der Mond keine oder doch keine nennenswerte Atmosphäre besitzt, was jedenfalls nahe mit der Wirklichkeit übereinstimmt, da sein Albedo nur $0 \cdot 12$ beträgt.

8.

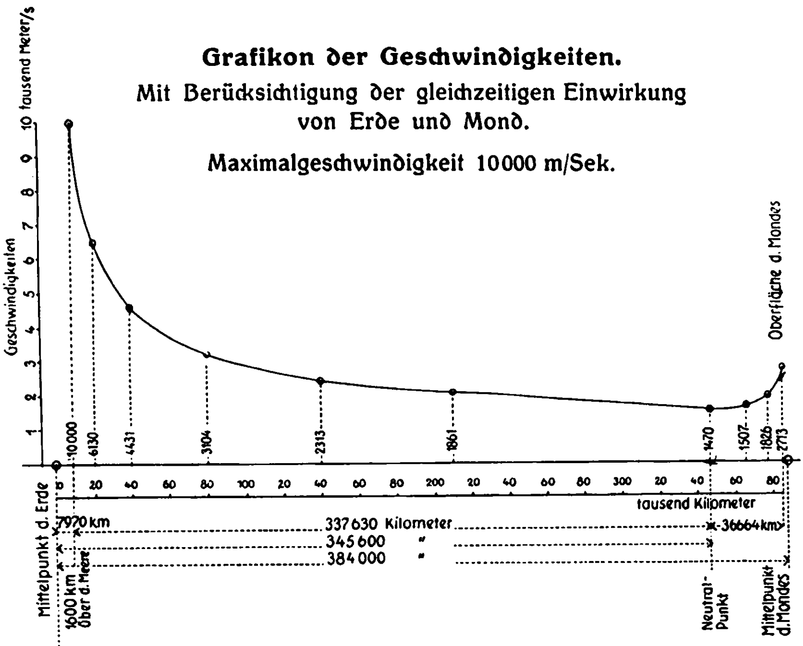
Welche Zeit ist erforderlich, damit die Masse m a) die Strecke von einem Punkt 1600 km über dem Meere bis zum „neutralen Punkte" und b) von dort bis zum Monde durchläuft?

Gehen wir wieder zurück auf die Formel für die Geschwindigkeit

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{2\,KM\,\frac{81\,R - 80\,s}{81\,s\,(R-s)} + C}, \text{ dann ist}$$

$$\frac{dt}{ds} = \frac{1}{\sqrt{2\,KM\,\frac{81\,R - 80\,s}{81\,s\,(R-s)} + C}} \text{ und die Zeit } t = \int \frac{ds}{\sqrt{2\,KM\,\frac{81\,R - 80\,s}{81\,s\,(R-s)} + C}}.$$

Die Auflösung dieses Integrals ist sehr umständlich. Es gibt aber ein Näherungsverfahren, bei dem man mit Zuhilfenahme des nachfolgenden Grafikons der Geschwindigkeiten (Fig. 3) imstande ist, die Zeit bis auf ein halbes Prozent genau zu berechnen. Man ermittelt nämlich für jede Wegstrecke, in der die Geschwindigkeit verhältnismäßig gleichförmig abfällt, die mittlere Geschwindigkeit, dividiert die Wegstrecke durch dieselbe und erhält hierdurch das für das Durchlaufen dieser Wegstrecke erforderliche Zeitintervall. Die Summe aller Intervalle ergibt die Gesamtzeit, die erforderlich ist, um die Strecke bis zum „neutralen Punkte“ beziehungsweise von dort bis zum Monde zu durchlaufen. Wäre die Anzahl der Wegstrecken unendlich groß, dann würde sich eben das Integral ergeben.



Figur 3.

Unter Anwendung dieses Näherungsverfahrens ergibt sich

			h	m	s
a)	Laufzeit von einem Punkte 1600 km über dem Meere bis zum „neutralen Punkte“	155 830 s =	43,	17,	10
b)	Laufzeit vom „neutralen Punkte“ bis zur Oberfläche des Mondes	22 546 s =	6,	15,	46
	hierzu				
c)	Laufzeit von der Oberfläche der Erde bis zum Punkte 1600 km über dem Meere (siehe 2) .	320 s =		5,	20
	Gesamtzeit, die erforderlich ist, damit die Masse m		h	m	s
	von der Erde zum Monde gelangt	178 696 s =	49,	38,	16

oder rund **$49^1/_2$ Stunden.**

Man kann sich auch die Aufgabe stellen, für eine bestimmte Geschwindigkeit im „neutralen Punkte“ die Maximalgeschwindigkeit beziehungsweise die Geschwindigkeit am Monde zu berechnen. Auf diese Weise hat sich ergeben:

a) für die Geschwindigkeit von 1000 m/Sek. am „neutralen Punkte“
   1. die Maximalgeschwindigkeit 9944 m/Sek.,
   2. die Geschwindigkeit am Monde 2493 m/Sek.;

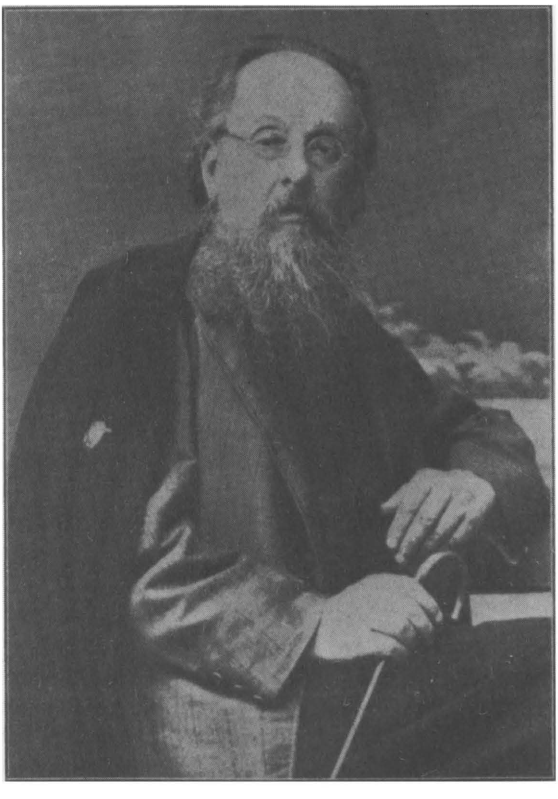
b) für die Geschwindigkeit Null am „neutralen Punkte"

1. die Maximalgeschwindigkeit 9892 m/Sek.,
2. die Geschwindigkeit am Monde 2284 m/Sek.

Alle diese Berechnungen gelten strenge genommen nur für den Fall, als die Masse von einem **Pol** der Erde ihren Lauf antritt. Geschieht dies von einem anderen Punkte, so wäre noch die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde in Rechnung zu ziehen, die Maximalgeschwindigkeit würde jedoch, wie die Rechnung zeigt, nur ganz unbedeutend hiervon beeinflußt werden.

* * *

Was ist das Resultat der obigen Untersuchungen? Sie haben zur Erkenntnis geführt, daß es vom rein mechanischen Standpunkte aus möglich ist, eine Masse von der Erde zum Monde zu befördern; denn es handelt sich weder um außerordentlich große Kräfte, die man nicht mehr erzeugen könnte, noch um abnorme Beschleunigungen; beträgt doch die Beschleunigung, um die Maximalgeschwindigkeit zu erreichen, nur ein wenig mehr, als das Dreifache der Beschleunigung der Erdschwere. Es handelt sich nur mehr um die technische Durchführbarkeit. Und die wird sich zur gegebenen Zeit einstellen, wie sie sich eingestellt hat bei den Problemen der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, des lenkbaren Luftschiffes und des Flugzeuges.



Professor Ziolkowski

der langjährige Vorkämpfer des Raumfahrtgedankens in Rußland.

Medizin und Raumschiffahrt.

Von M. **Valier**, München.

Das Interesse an der Möglichkeit der Weltraumfahrt ergreift immer weitere Kreise. Selbst die Fachwelt, die vor kurzem noch allen derartigen Bestrebungen abwehrend gegenüberstand, kann sich dem Banne des großen Gedankens nicht mehr ganz entziehen. Erst kürzlich hat ein Wiener Universitätsgelehrter gesagt: daß es nun höchste Zeit sei, daß die Raketensache in die Hand der Universitäten und Fachmänner übergehe. Und tatsächlich, in allen Kulturländern arbeiten ja bereits Gelehrte, Professoren und Fachingenieure am Problem des Raketenschiffs. Aber auch andere Wissenschaftszweige werden bereits angeregt, sich mit Raumfahrtproblemen zu befassen. So hat kürzlich ein bedeutender Wiener Arzt, Dr. **Gustav Harter,** in der „Reichspost“ vom medizinisch-biologischen Standpunkte aus Einwendungen gegen die Möglichkeit der Raketenfahrt für Menschen ausgesprochen. Es mag nicht uninteressant sein, hier auf sie einzugehen.

Um zur Sache zu kommen: Mit Dr. **Harter** sei vorausgesetzt, das Weltraumschiff sei technisch fertiggestellt und so eingerichtet, daß sich die Insassen durch künstliche Beheizung und Belüftung (ganz ähnlich wie im Unterseeboot) unabhängig von den Druck- und Temperaturverhältnissen des äußeren Umraumes im normalen Zustande des Erdenbürgers befinden, wenigstens zunächst solange das Schiff noch auf seiner Startvorrichtung ruht.

Was wird nun eintreten, wenn der Kosmopilot den Gashebel vorwirft und die Raketen sich entflammen und ihre furchtbaren Feuerströme nach unten stoßen? Nichts anderes, als wir auch im Flugzeuge empfinden, wenn der Pilot plötzlich Vollgas gibt. Wir fühlen dann den sogenannten **Andruck** der **Beschleunigung** in Gestalt einer Kraft, die uns entgegen der Fahrtrichtung gegen die Rückwand anpreßt. Die Größe dieses **Andrucks** ist gegeben durch das Maß der Beschleunigung selbst. Ist diese gleich groß, wie die Beschleunigung durch die Erdschwere beim freien Fall eines Körpers ($g = 9{,}81$ m/Sek.^{2}), dann ist auch der **Andruck** gegen die Hinterwand gleich groß wie der normale Druck, mit welchem die Erdschwere unseren Körper nach unten zieht. Steigt ein Raketenschiff also beispielsweise mit der Beschleunigung $b = g = 9{,}81$ m/Sek.^{2} senkrecht auf, so **verdoppelt** sich sozusagen das Gewicht des Insassen (und auch jedes anderen leblosen Gegenstandes im Raumschiff). Es fragt sich also, wird der Mensch den Andruck dieser Beschleunigung aushalten können? — Die Antwort lautet: Gewiß, ja noch wesentlich mehr, denn schon beim Abfangen heutiger Flugzeuge aus steilen Sturzflügen wurden Brems-Andrücke vom Drei- bis Vierfachen der Erdschwere erreicht; ein amerikanischer Fliegeroffizier hat einmal sogar das Siebenfache der Erdschwere erzielt und ohne Schaden ausgehalten, freilich nur wenige Sekunden lang. (Über die Andrucksverhältnisse bei dem Schaustück des Artisten Leinert, der sich aus einer Kanone ca. 25 m hoch schießen läßt, wird demnächst ausführlich berichtet werden. Die Red.) Dagegen ist anzunehmen, daß der Mensch einen Gesamtandruck vom Drei- bis Vierfachen der normalen Erdschwere sehr wohl einige Minuten lang ohne Schaden zu ertragen vermag, insbesondere dann, wenn er quer zur Andruckrichtung, also quer zur Fahrtrichtung gelagert ist. Man muß also in **liegender** Stellung anfahren und sich auf eine weiche Unterlage (Daunenmatratze, in einer Schaukel beweglich als Hängematte angeordnet) legen, damit möglichst viele Quadratzentimeter Körperoberfläche unmittelbar unterstützt sind. Die Prüfung eines Menschen auf Andruckfestigkeit kann jederzeit mit Hilfe eines eigens dafür gebauten Karussells erfolgen, das in so rasche Umdrehung versetzt wird, daß die Fliehkraft einen Zentrifugalandruck vom gewünschten Vielfachen der Erdschwere ausmacht.

Hätten wir keine Prüfungsmöglichkeit für hohe Andrucke, dann wäre das Problem des Startes bei großen Beschleunigungen allerdings riskant; denn jeder Laie sieht sofort ein, daß erhöhter Andruck auch eine erhöhte Leistung von Herz und Lunge und der gesamten Körpertätigkeit, die der Erhaltung der lebensnotwendigen Funktionen dient, erfordert.

Um sich eine Vorstellung von der Wirkung eines Andrucks vom z. B. Vierfachen der Normalschwere zu machen, denkt man sich am besten, einen Menschen auf einem Bette liegend und über ihm eine Lehmschicht, die über jedem Quadratzentimeter seines Körpers gerade so dick aufgetragen ist, daß die Lehmsäule auf dem betreffenden Quadratzentimeter dreimal so viel wiegt, als die unter ihr liegende Fleischsäule des eigenen Körpers. Es ist klar, daß unter solcher Fünfzentnerlast das Atmen kein Vergnügen mehr sein wird.

Soll das Weltraumschiff bei dieser Beschleunigung jene Endgeschwindigkeit erlangen, die für die Reise zum Mond erforderlich ist, dann muß es 5—6 Minuten lang in dieser Weise fahren. Es ist aber technisch ohne weiteres möglich, auch sanfter zu starten, blos geht dann mehr Betriebsstoff verloren, weil das Schiff unnütz lange gegen das Schwerefeld der Erde ankämpfen muß. Daraus folgt, daß der Start — wenn auch unter Opfern an Betriebsstoff — so doch jedenfalls so ausgeführt werden kann, daß medizinisch von wegen des hohen Andrucks nichts zu befürchten ist.

Ein vollkommen anderes Empfindungsbild ergibt sich aber, wenn das Schiff seine volle Fahrtgeschwindigkeit von (idealen 12700 m/Sek.) in Wirklichkeit etwa 10000 m/Sek. in einer Höhe von rund 1600 km über dem Meere erlangt hat. Dann ist eine weitere Beschleunigung nicht mehr nötig, der bis dahin erlangte Schwung reicht aus, das Schiff wie einen frei nach oben geworfenen Stein bis zum Monde zu tragen. Der Pilot kann also den Gashebel zurückziehen und schließlich die Maschine ganz abstellen.

In diesem Augenblicke schon (und nicht erst — wie **Dr. Harter** irrtümlich annimmt — bei Erreichung des sogenannten schwerefreien Punktes, in dem sich Mond- und Erdgraviation die Wage halten), **fühlen sich die Insassen des Raumschiffs völlig schwerefrei bzw. andruckfrei und verbleiben in diesem Zustande solange, als die Raketenmotoren nicht arbeiten.** Erst wenn die Raketen wieder angelassen werden und ihre Feuerströme in den Raum speien, kann von neuem das Gefühl eines Andrucks oder einer Schwere auftreten. Denn solange das Schiff ohne eigene Motorenkraft frei im Raume treibt, folgt es eben mit jedem einzelnen seiner Moleküle zwanglos der gerade am jeweiligen Standorte herrschenden resultierenden Schwerkraft der sämtlichen aus der Umgebung hereinwirkenden Gestirne, in unserem Falle hauptsächlich der Erde und des Mondes. Die Insassen spüren also nichts wenn das Schiff aus dem Anziehungsbereich der Erde in den des Mondes übergeht, **für sie** wechselt **nicht** in diesem Augenblicke erst der Begriff oben und unten in sein Gegenteil. Dies gilt nur für unsere Betrachtungsweise, solange wir auf dem Erdboden stehen, indem wir sagen: uns erscheint der Mond oben, würden wir aber auf dem Mondboden stehen, so erschiene uns die Erde oben. — Für die Raumfahrer aber hört — wie schon gesagt — der Begriff oben und unten bereits auf mit dem Abstellen der Raketen, nach Beendigung des Startes, 6 Minuten nach der Abfahrt, etwa 1600 km über dem Meere. Sie würden also während der Fahrt von der Erde zum Monde von da ab nicht mehr das Gefühl haben, zuerst zu steigen und dann zum Monde hinunterzufallen, sondern einfach den Eindruck haben, daß sich die

Erde von ihnen entfernt, während der Mond immer näher herankommt. Erst wenn zuletzt zur Bremsung des Absturzes gegen den Mond die Raketendüsen ihm zugewendet werden und Gegengas ausgestrahlt wird, dann werden die Insassen von neuem den lastenden Andruck empfinden, dessen Größe wieder gleich der Verzögerung in Metern pro Sekunden ist.

Der Zustand der völligen Schwerefreiheit ist also für die Mondfahrer nicht, wie **Dr. Harter** irrtümlich meinte, nur kurze Zeit gegeben und er tritt nicht allmählich ein und hört nicht allmählich auf, je nach dem Abstande von der Schweregrenze zwischen Erde und Mond, sondern er wird nur regiert durch den Gashebel des Piloten. Das Freisein vom Andruck ist also der eigentliche und wesentliche Normalzustand der Raumfahrt, der nicht nur Minuten oder Stunden, sondern gegebenenfalls Tage, Wochen und Monate lang zu ertragen wäre, wenn es sich später um Fernfahrten zu Venus und Mars handeln sollte. (Die Reise zum Monde dürfte ja hin und zurück in einer Woche leicht zu bewältigen sein.)

Daß die **Muskulatur** des menschlichen Körpers, die für irdische Verhältnisse geschaffen, auf das Normalgewicht der einzelnen Glieder eingerichtet ist, uns anfangs im schwerefreien Zustande zu ungeschickten Bewegungen hinreißen könnte, mag zugegeben sein, aber ich glaube doch nicht, daß die Befürchtungen **Dr. Harters** in diesem Punkte zu tragisch zu nehmen sind. Denn er läßt einen Punkt unbeachtet: Wohl kann man im schwerefreien Felde mit derselben Abschnellgeschwindigkeit, mit der wir beim Sprung in unserer Turnhalle auf Erden beispielsweise 1 m hoch kommen, sich sozusagen in unendliche Höhe schnellen, — wohl kann man eine beliebig schwere Last heben, da eben alle Gegenstände **gewichtslos** sind, — aber deswegen kann man doch Arme und Beine nicht wesentlich schneller strecken, also auch etwa beim Kugelstoßen oder Speerwerfen diese Gegenstände nicht mit wesentlich größerer Geschwindigkeit von sich fortstoßen, als auf der Erde, denn wenn auch das **Gewicht** der Gegenstände scheinbar verschwunden ist, ihre Masse haben sie doch behalten. Ob ich von der Erde, vom Mondboden oder vom Raumschiff-Kammerboden abspringe, deswegen schnellen mich die Schenkel nicht flinker, weil ihre Muskulatur eben doch dieselbe Masse meines Körpers beschleunigen muß. Daß die Wirkung bei gleicher Beschleunigung anders ausfällt, daß **der gleiche Absprung** mich auf dem Monde höher trägt als auf der Erde, das ist eine andere Sache.

Zugegeben, daß man in der Kammer des Schiffes, ungewohnt der **Gewichtsfreiheit,** anfangs öfters mit dem Kopf gegen den Plafond anrennen wird, so wird doch der Anstoß kein größerer sein können, als er auf Erden möglich ist. Überdies kann man dagegen leicht Abhilfe schaffen, indem man den Fußboden in der Kammer, die Tischplatten und Sesselböden elektromagnetisiert und Schuhsohlen aus Eisenblech, und für das Sitzen eine in den Hosenboden eingenähte Blechplatte aus demselben Metall anwendet. An den Wänden wird man Lederschlingen, zur Führung im Innern der Kammer gespannte Seile benützen, an denen man sich wie an einem Geländer nach Belieben durch den Kammerraum turnen kann. (Die Schwere auf der Mondoberfläche beträgt übrigens nicht $^1/_{81}$ der Erdschwere, wie **Dr. Harter** irrtümlich angibt, sondern doch ein ganzes Sechstel, denn wenn auch die Masse des Mondes $^1/_{81}$ der Erdmasse ist, so ist dafür sein Halbmesser kleiner und also die Distanz der Oberflächenpunkte vom Anziehungsmittelpunkte geringer, die Kraftwirkung dadurch im Quadrate wieder stärker.) (Fortsetzung folgt.)

Die Rakete 1. Jahrgang (1927)

Nr. Juli bis Dezember nebst Ergänzungsheft für die nicht mehr lieferbaren Hefte Januar bis Juni in Leinen gebunden Preis 4,50 RM.

Prämien für die Werbung von Mitgliedern.

Als Ansporn für die Werbung neuer Vereinsmitglieder werden folgende Prämien ausgesetzt. Es erhält:

Wer 3 Mitglieder wirbt, 1 Bildnis von Max Valier, München, mit Autogramm;

Wer 5 Mitglieder wirbt, einen Sonderabdruck der Erzählung Max Valier, München, „Die Fahrt ins All", mit Autogramm des Verfassers; bzw. das Buch „Die Fahrt ins Weltall" von Willy Ley, mit Autogramm des Verfassers.

Wer 10 Mitglieder wirbt, das Buch „Der Vorstoß in den Weltenraum. Eine technische Möglichkeit" von Max Valier, München, 3. Aufl. 1928, mit Autogramm des Verfassers.

Außer den vorgenannten Prämien werden für diejenigen Mitglieder, welche, nachdem die Mitgliederzahl 10000 erreicht hat, die meisten Mitglieder geworben haben, folgende Preise ausgesetzt: **1. Preis 2000 RM., 2. Preis 1000 RM., 3. Preis 500 RM.,** ferner **5 Preise à 100 RM. = 500 RM., 50 Preise à 20 RM. = 1000 RM.**

Quittungen.

Höhere Beiträge gingen ein, bzw. wurden zugesagt von: Schmidt, München-Gladbach 5 RM.; Leppers, München-Gladbach 5 RM.; Sieben, München-Gladbach 4 RM.; Fegers, München-Gladbach 5 RM.; Hüsselmann, München-Gladbach 5 RM.; Heil, München-Gladbach 5 RM.; Vohwinkel, Viersen 5 RM.; Wagner, Karlsbad 5 RM., Pointner, München 5 RM.; Bûcher, Marina di Pisa 5 RM.; Hoger, Wiesbaden 5 RM.; Voßen, München-Gladbach 5 RM.; Wiethoff, München-Gladbach 5 RM., Mengel (Inh. der Firma Ankarstrand), Breslau 5 RM.; Opfermann, München 6 RM., Krauß, München 5 RM.; Wettekind, München 5 RM.

Der Verein dankt allen und bittet auch weiterhin um tatkräftige Unterstützung. Während der Mindestbeitrag in erster Linie für Werbezwecke bestimmt ist, sollen die den Mindestbeitrag übersteigenden Beiträge und Gaben für Versuche und für den Bau des Raumschiffes verwendet werden.

Einsendung der Beiträge für 1928.

Ein Teil unserer Mitglieder hat in dankenswerter Weise den Beitrag für 1928 bereits eingesandt. Aller Anfang ist schwer, die Unkosten relativ hoch, die Einnahmen verhältnismäßig gering. Wir bitten daher alle Mitglieder, den Beitrag möglichst schon zu Beginn des Jahres einzusenden. Wer es irgend ermöglichen kann, möge den Regelbeitrag von 5 RM. einsenden, der Mindestbeitrag von 3 RM. sollte nur von den wirtschaftlich Schwächsten in Anspruch genommen werden.

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 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. Beitrittserklärungen können auf dem Abschnitt der Geldsendung erfolgen. (Postscheckkonto des Vereins: Breslau Nr. 1707 Verein für Raumschiffahrt E. V. Breslau.)

Herausgeber: Johannes Winkler, Breslau 13, Hohenzollernstraße Nr. 63/65.
Postscheckkonto: Breslau 26550. Druck: Otto Gutsmann, Breslau, Schuhbrücke 32.
Bezugspreis: vierteljährlich 60 Pfg. und Postgebühr.