

FELIX LINKE



Das Raketen- Weltraumschiff

EINE WANDERUNG ZUM MONDE
UND ZU ANDEREN PLANETEN



F E L I X L I N K E

DAS RAKETEN- WELTRAUMSCHIFF

WANDERUNG ZUM MONDE
UND ZU ANDERN PLANETEN

*Der Erdenkreis ist mir genug bekannt.
Nach drüben ist die Aussicht uns verrannt;
Tor, wer dorthin die Augen blinzend richtet,
Sich über Wolken seinesgleichen dichtet!
Er stehe fest und sehe hier sich um!
Dem Tüchtigen ist diese Welt nicht stumm.
Was braucht er in die Ewigkeit zu schweifen!
Was er erkennt, läßt sich ergreifen.*

Faust II

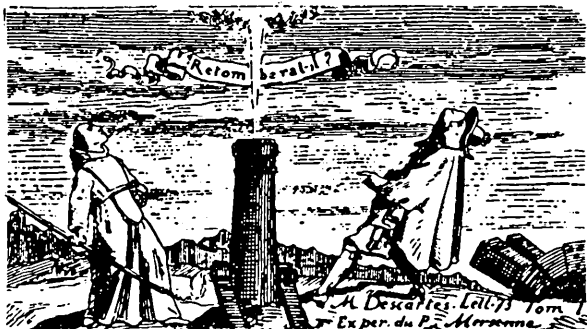
HAMBURG 1928

DRUCK UND VERLAG: HAMBURGER BUCHDRUCKEREI
UND VERLAGSANSTALT AUER & CO., HAMBURG 36

Alle Rechte vorbehalten

Copyright 1928 by Hamburger Buchdruckerei und Verlagsanstalt
Auer & Co., Hamburg 36

Wird die
Kugel
zurück-
fallen?



Mersenne, der Freund des berühmten Philosophen und Mathematikers Descartes, feuerte mit dem Festungsintendanten Petit einige Kanonenschüsse senkrecht in die Höhe ab. Da sie den Rückfall der Kugel ins Rohr nicht beobachteten, stellte Descartes die obige Frage, um die man dicke Bücher herumphilosophierte. Die Kugel war natürlich irgendwohin gefallen, nur nicht ins Rohr, weil sie nicht absolut senkrecht hochgeschleudert war. Man glaubte aber, sie sei ins Weltall hinausgefliegen, weil man von der Physik noch herzlich wenig verstand.

Raketenauto — Raketenfahrrad — Raketenflugschiff Raketenweltraumschiff — Rakete überall!

Sehr geehrter Leser!

Sie gehören höchstwahrscheinlich zu denjenigen Leuten, die weder meine noch andere astronomische Bücher gelesen haben. Ich weiß, daß viel mehr Menschen die Boxarena, den Ringkampfplatz und das Stadion oder die Rennbahn aufsuchen, als astronomische Schriften lesen. Man darf ihnen das nicht übelnehmen, ja, man muß das verstehen. Denn sie werden mit unserm großen Landsmann Goethe sagen:

Willst du immer weiterschweifen?

Sieh, das Gute liegt so nah!

Wer wird sich denn überhaupt heutzutage noch mit astronomischen Angelegenheiten beschäftigen! Das sind doch brotlose Künste, die nichts nutzen. Und auch noch nicht mal

amüsante, wie so viele andere Dinge. Kann man nicht mit einer Sensation aufwarten, so ist man von vornherein dazu verdammt, daß die meisten andern Menschen interesselos an den Büchern vorbeilaufen.

Aber das Opelsche Raketenauto hat doch ein gewisses Interesse auch in die breiteste Oeffentlichkeit geworfen. Die meisten Menschen wissen nur nicht, was es damit auf sich hat. Ein neues Auto mit unerhörten Geschwindigkeiten, das ist ja schon etwas, was viele interessiert; jedenfalls viel mehr interessiert als alle die Planeten und Sterne, die im Weltraum mit noch viel größeren Geschwindigkeiten herumkutschieren. Man hört sich das mitunter einmal an, zweifelt ein bißchen, ist für die Unterhaltung dankbar und — vergißt die Sache wieder.

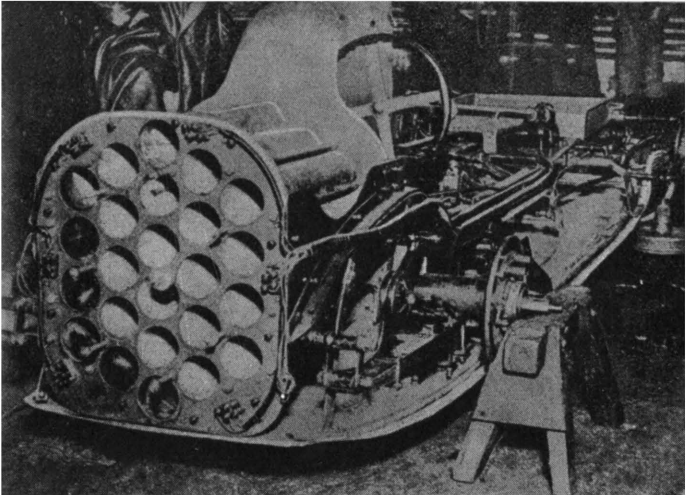
Was ist es denn eigentlich gewesen mit diesem Auto, das da mit fast 200 km Geschwindigkeit über die Avusbahn gesaust ist? Wir wissen doch, das 1910 ein paar elektrische Züge zwischen Berlin und Zossen schon 213 km Stunden-geschwindigkeit erreicht haben! Also nicht einmal Rekord war's! Aber was nicht ist, kann ja noch werden, und daß das Auto mit Pulver angetrieben worden ist, daß es ganz besonders stark knallt, pufft und raucht, war ebenfalls etwas Besonderes, geeignet, die Aufmerksamkeit zu erregen.

Viele haben nun die Sache so aufgefaßt, als ob hier ein neues Rennauto im Werden ist. Auch das soll zutreffen. Aber das wäre ja noch nicht so aufregend. Interessant ist aber weiterhin, daß man mit einem solchen Raketenfahrzeug nicht bloß auf der Erde dahinflitzen, sondern in die Luft emporsteigen will, wie wir das schon von den Feuerwerksraketen seit langem kennen.

Wir haben bei den Feuerwerksraketen, die schon in unserer frühesten Jugend großen Eindruck auf uns gemacht haben, wohl nie den Gedanken gehabt, mit ihnen einmal einen Menschen aufsteigen zu lassen. Aber nichts mehr und nichts weniger als das ist der eigentliche Ursprung des Raketenautos gewesen. Astronomen sind auf den Gedanken gekommen, in einem solchen Fahrzeug die Erde zu verlassen und in den Welt-raum hinauszuwandern.

Natürlich, die Astronomen! sagt der vernünftige Bürgersmann, der sein Brot in solider täglicher Arbeit verdient (weil

nur diese gewöhnlich von andern Leuten bezahlt wird). Zwar weiß man, daß es viele Leute gibt, die auch für irgendwelche Schrullen ihr Geld hinauswerfen, aber für eine derartig verlorene Sache wie das Hinauswandern in den Weltraum dürfte kaum jemand Geld aufzubringen beabsichtigen. Nicht einmal 20 Seiten Buchlektüre ist man geneigt einer solchen Angelegenheit zu widmen, der man höchstens 50 Zeilen zugesteht. Wenn



Das Innere und die Auspuffdüsen des Opelschen Raketenautomobils

ich Sie, verehrter Leser, deshalb bei der Stange halten will, muß ich schon anders vorgehen. Ich will Ihnen deshalb zuerst erzählen,

Wie man einen künstlichen Mond baut

„Man nehme“ — Steine, Lehm, Sand, und da es sich um einen Kunstbau handelt, natürlich auch Kalk oder Zement, natürlich auch Eisen usw. usw. und baue — — — ja, wohin?

In diesem Falle ist das „Nehmen“ viel leichter als in den meisten Rezepten, die uns wohlmeinende Kochbücher empfehlen, während das Wohin damit außerordentlich schwierig ist.

Denn wohin soll man den künstlichen Mond bauen? In die Luft oder, da in einigen tausend Kilometern von der Erde nicht einmal diese mehr vorhanden ist, in den leeren Raum, oder wohin eigentlich?

Man ist doch gewohnt, einen soliden Bau, wie es ein künstlicher Mond immerhin sein müßte, auf einen festen Boden zu bauen. Ein Wolkenkratzer, der auf dem Manhattanfelsen von New York steht, ist ein solches solides Gebilde, das selbst ein handfestes Erdbeben überdauern könnte. Aber im leeren Weltraum?

Diese Sache ist noch billiger als die meisten „Gründungen“, selbst die gewagtesten, von denen die Weltgeschichte berichtet.

Und dennoch, verehrter Leser, wenn man's nur richtig anfängt, ist dieser künstliche Mond eine Sache, die Aktienliebhabern eine sicherere Anlagengelegenheit böte als die meisten bomben- und mündelsicheren Papiere. Denn diese könnten einer Inflation zum Opfer fallen, während ein astronomisch richtig berechneter künstlicher Mond eine Gründung von kosmischer Sicherheit darstellt.

Denn daran zweifeln wir trotz aller Unsicherheit mit kosmischen Geschichten nicht, daß Erde, Mond und andere Planeten doch schon ihre diversen Millionen, Milliarden, ja Billionen Jahre überdauert haben, während wir auf der Erde sonst nichts dergleichen mit ähnlicher Sicherheit ausgestattet kennen.

Also wohin mit dem künstlichen Mond?

Ein künstlicher Mond muß wie der natürliche ständig um die Erde kreisen. Würde er das nicht tun, so würde er unbedingt auf die Erde selbst herniederfallen. Es ist nicht allzu schwierig, so ziemlich beliebig viele Stellen im Weltall anzugeben, wohin man einen künstlichen Mond setzen kann. Wir haben dadurch die Möglichkeit, ihn dahin zu setzen, wo wir ihn am zweckmäßigsten brauchen. Ja, wir werden später auch noch die Möglichkeit erkennen, ihn jederzeit woanders hin in eine ähnlich stabile Lage zu dirigieren, wenn sich das fortan oder auch nur zeitweilig als vorteilhaft und zweckmäßig erweisen sollte. Bedingung für das sichere Bestehen eines solchen künstlichen Mondes ist nur, daß seine Entfernung von der Erde und seine Umlaufgeschwindigkeit um diese so

abgestimmt sind, daß sich Anziehung und Umlaufgeschwindigkeit die Wage halten. —

Binden wir ein Eisengewicht an einen Zwirnsfaden und schwingen es mit der Hand um, so wird bei einer gewissen Geschwindigkeit des kreisenden Stückes der Zwirnsfaden gespannt. In diesem Falle halten sich Schwerkraft des Eisens und Fadenspannung das Gleichgewicht. Vergrößert man die Geschwindigkeit des Eisens dadurch, daß man es schneller umschwingt, so reicht bald die Festigkeit des Fadens nicht mehr aus, dem Schwung die Wage zu halten; der Faden reißt und das Eisen wird weggeschleudert.

Die Fadenfestigkeit wird bei unserm künstlichen Monde durch die Erdanziehung ersetzt, den Schwung müssen wir dem künstlichen Monde mit Hilfe von Raketen erteilen. Wie wir das machen, werden wir auch bald sehen.

Wie nun die Astronomen dem Monde und den Planeten, ja den Sternen im fernsten Weltraum nachrechnen, welchen Schwung sie besitzen und welchen Anziehungen sie unterliegen, und wie das alles ganz genau stimmt, so genau, daß man in einem Falle, wo es um $\frac{1}{10}$ Sekunde im Jahre nicht stimmte, etwas Neues entdeckte, was man bisher noch nicht wußte, so ist es verhältnismäßig sehr leicht, diese Angaben für einen künstlichen Mond zu machen. Wir brauchen jetzt also bloß das Baumaterial zu „nehmen“, es an der betreffenden Stelle im Weltraum aufzubauen, und der künstliche Mond ist fertig.

Die Leser werden vielleicht über dieses einfache Rezept lachen. Aber genau so, wie ich es beschrieben habe, kann es gemacht werden und wird es gemacht werden! Ich stelle den Lesern in Aussicht, sie im folgenden davon noch genauer zu unterrichten und zu überzeugen.

Bauen wir also zuerst einmal in einigen tausend Kilometern Entfernung von der Erde unsern künstlichen Mond auf, damit wir von dort aus die Fahrten ins Weltall unternehmen können, die uns mit Hilfe der Rakete für die nächsten Jahrzehnte schon versprochen werden.

Bauten gewisser Größe und Stabilität stellt man zweckmäßig wohl aus Metall her. Wir würden also, falls nichts anderes dagegen spricht, falls nicht etwa ein leichteres Metall

benutzt wird, den künstlichen Mond aus Blech herstellen, etwa nichtrostendem Stahl oder Aluminium oder vielleicht sogar noch aus einem andern Metall, das gerade in der Kälte vorteilhafte Eigenschaften zeigt. Wir würden also — doch warum sollen wir uns in einer langatmigen Beschreibung ergehen, was ein anderer schon viel besser gesagt hat, nämlich der Schriftsteller Gail, der einen Roman „Der Stein vom Mond“ geschrieben hat. In diesem ist eine Stelle beachtenswert, die schlaglichtartig die ganze Situation beleuchtet. Hören wir also, was Gail da schreibt:

„Sie tasteten an ihrem Lager entlang. Eine dünne Matratze und darauf einige weiche Decken. Verwirrt richtete sie sich auf. Obwohl alle Glieder schmerzten, fühlte sie sich frei und kräftig, als sei irgendeine drückende Last von ihr abgefallen. Sie blickte um sich und sah, daß sie sich in einem winzig kleinen Raum mit primitiver Einrichtung befand, ähnlich einer Schiffskajüte.

Durch eine kreisrunde Fensterluke an der Seite strömte gelbes Sonnenlicht herein. Ein scharfer, umrandeter, länglicher Lichtklex klebte an der gegenüberliegenden Wand. Das Licht war grell und so hell, daß die Augen schmerzten. Aber dennoch erschien die Kabine dunkel. Der leuchtende Fensterrahmen und der Reflex an der Wand schienen, losgelöst von allem Körperlichen, in unendlicher Nacht zu schwimmen. Dann erhob sie sich und ging mit unsicheren Schritten zum Fenster. Ein Schwindelgefühl überkam sie. Sie wankte bei jedem Schritt und drohte nach vorne zu stürzen. Sie klammerte sich an der Fensternische an und blickte durch das dicke, festschließende Glas hinaus.

Ringsum tiefschwarzer Himmel, übersät mit seltsam hell und ruhig leuchtenden Sternen.

Es war Nacht! Zweifellos Nacht!

Und doch strahlte die Sonne ganz tief am Horizont in überirdischem Glanz.

Tuxtla wartete. Die Sonne ging nicht unter. Sie stand still am Firmament, und die Schar der blinkenden Sterne bewegte sich in gleichlaufenden Kreisen rasch um den Glutball.

Tuxtla stellte sich auf die Zehenspitzen, um den Sehwinkel nach unten zu vergrößern. Sie erschrak.

Auch hier breitete sich der Sternenhimmel aus, als stehe sie auf einer unendlichen, unbewegten Wasserfläche, in der die Sterne sich spiegelten.

Aber das Spiegelbild der Sonne fehlt. Und da unten — wahrhaftig —, da schwebte als dünne feine Sichel der Mond! Und auch er machte den Reigen um die Sonne mit. . .

Es mochte um die achtzehnte Stunde nach dem Start sein. Korf stellte das kleine Teleskop im Führerraum auf einen mit bloßem Auge kaum wahrnehmbaren Punkt des Firmaments ein und rief Burns.

„Sehen Sie hindurch“, forderte er den Engländer auf, und ein eigenartig triumphierendes Lächeln stand in seinen Mundwinkeln.

Burns schraubte am Okular.

„Ein merkwürdiger Doppelstern,“ meinte er zweifelnd. „Er sieht aus wie ein Planet, um den ein kleiner Mond sehr rasch und nahe kreist. Beide schimmern auffallend blau und — was ist denn das? — Der Planet ist umschwirrt von kleinen Funken und weißlichen Fäden. . .“

„Es ist ein zweiter Trabant der Erde und umkreist sie innerhalb der Mondbahn. . .“

„Und von diesem zweiten Erdenmond weiß noch niemand?“ fragte Burns erstaunt.

„Er existiert nicht seit lange.“ Korfs Augen strahlten. „Diesen Mond habe ich gebaut. Er ist Astropol, unser Ziel.“

Burns erinnerte sich der Angaben Nielsons über die stationäre Rakete, die in konstanter Bahn die Erde umflog.

„So ist dieser Körper eine Raumrakete?“

„Nein! Er besitzt keinerlei Maschinenantriebe. Er ist wirklich nichts anderes als ein künstlich erbauter kleiner Himmelskörper, der unveränderlich eine bestimmte Gravitationsbahn innehält.“

„Und er stürzt nicht zur Erde ab?“

„So wenig wie der alte Mond oder die Erde zur Sonne. Es war nur nötig, ihm einmal die erforderliche Tangentialgeschwindigkeit zu geben. Aus der Erdanziehung und dieser seitlichen Eigenbewegung stellt sich dann ganz von selbst die entsprechende Keplersche Ellipse ein, und die verändert sich nicht, solange die Bewegung des künstlichen Sternes nicht

irgendwie durch technische Mittel beschleunigt oder abgebremst wird.“

„Aber Sie mußten doch den Bau einmal von der Erde heraufbringen in diese Regionen, mußten ihn in Bewegung setzen, und“ — er unterbrach sich — „wie groß ist denn das Ganze?“

„Der Hauptkörper hat 120 m größten Durchmesser“, gab Korf sachlich an.

„Wie? Die Länge eines immerhin ansehnlichen Ozeandampfers? Und dieses Ungetüm haben Sie 100000 km hoch über die Erde gehoben und in Umschwung versetzt?“ rief Burns fassunglos. (Oberth bemerkt dazu: Ich würde eine solche Station nur 1000 km über der Erde fliegen lassen.) „Und die Oeffentlichkeit hat von all diesen Riesenarbeiten nichts bemerkt?“

„So umständlich haben wir die Sache freilich nicht ange stellt!“ erklärte der Ingenieur gemütlich. „Glauben Sie denn, daß beispielsweise das Zugspitz-Observatorium erst in Garmisch gebaut und dann auf den Berggipfel hinaufgeschafft worden ist?“

„Sie wollen damit sagen, Astropol sei an Ort und Stelle erbaut worden?“

Korf nickte.

„Ja, an welchem Ort und an welcher Stelle denn — im Nichts? Und von wem?“

„Die Sache war mühsam und zeitraubend, aber glücklicherweise doch nicht so schwierig, wie Sie sich das vorstellen. Zunächst ließen wir unser größtes Raumschiff — den alten „Geryon“ — in der für den künstlichen Mond vorgesehenen Bahn um die Erde gravitieren. Das bot gar keine Schwierigkeiten.“

„Das sehe ich ohne weiteres ein!“

„Der „Geryon“ erhielt eine Arbeiterbelegschaft von 30 Mann, die regelmäßig abgelöst wurden. Und diese Arbeiter bauten dann nach und nach Astropol auf — ganz einfach um den „Geryon“ herum.“

„Während der Fahrt? Das heißt, während das Raumschiff dauernd in rasendem Tempo um die Erde flog?“

„Natürlich! Betrachten Sie sich doch selbst, Herr Burns, Sie sitzen da festgebunden auf Ihrem Stuhl, weil sie nicht über das

geringste Körpergewicht verfügen, das sie auf Ihrem Sitz festhalten könnte. Schlüpfen Sie in einen unserer Taucheranzüge und klettern Sie durch die Doppelschottentüre hinaus — Sie werden seelenruhig neben unserer Rakete schweben und überhaupt nichts davon spüren, daß wir schneller als das beste Erdenflugzeug durch den Raum schießen. Solange keine Raketendüse arbeitet und kein Luftwiderstand uns hemmt, herrscht völlige Schwerfreiheit, und es ist genau so, als ob wir still ständen und Astropol auf uns zueilte. Die alte Geschichte von der Relativität aller Bewegungen, die im leeren Raum durch nichts gestört wird.“

Burns antwortete nicht gleich. Es fiel ihm schwer, sich von seiner irdischen Anschauungsweise freizumachen.

„Aus welchem Material wurde Astropol gebaut?“ fragte er endlich.

„In der Hauptsache aus Natrium, das in großen Stücken fortlaufend von vier eigenen Tankraketen aus allen Gegenden der Erde herangeschafft wird. Die Rakete „Venus“ ist ein solches Natriumschiff und war eben von Chile her unterwegs.“

„Ich wage kaum mehr Einwände, Herr Korf, aber Natrium ist nach meinen Kenntnissen ein Metall, das weicher als Butter und chemisch derart aktiv ist, daß man es unter Petroleum aufbewahren muß, um seinen sofortigen Zerfall zu verhindern.“

„Können Sie denn gar nicht loskommen von Ihren erd-bezüglichen Vorstellungen? Gewiß verbrennt Natrium, sobald es mit Luft in Berührung kommt. Aber ich versichere Ihnen, daß dieses Metall unter den Verhältnissen des luft- und wärmefreien Raumes das vorzüglichste Baumaterial abgibt, das man sich nur wünschen kann. In der Kälte von 270 Grad unter Null kommt es dem besten Stahl an Festigkeit gleich und hat außerdem den Vorzug des geringen Gewichtes, was für den Bau selbst freilich bedeutungslos ist (für das Natriumseil zwischen Hauptkörper und Schwerezelle sowie für die Drähte des Spiegelnetzes ist es keineswegs bedeutungslos), aber für die Herbeischaffung von der Erde eine ausschlaggebende Rolle spielt. Die Verarbeitung dieses Materials ist sehr einfach, da es bei der Ankunft der Tankschiffe noch weich ist und mühelos zu beliebig starken Blechen ausgewalzt

werden kann. Dazu kommt die Schwerelosigkeit an der Baustelle, die es ermöglicht, aus einem Arbeiter mindestens das Fünzigfache seiner gewöhnlichen irdischen Leistung herauszuholen. Nur dadurch ist es auch erklärlich, daß es gelang, in rund acht Monaten einen Bau fertigzustellen, der auf der Erde viele Jahre erfordert hätte.“

In aufrichtiger Bewunderung blickte Burns auf den Mann, der mit solcher Einfachheit und Selbstverständlichkeit über Leistungen sprach, die in die Welt der Sterne eingriffen.

„Ich fange an zu begreifen, daß Ihnen nichts mehr unmöglich ist, Herr Korf.“

„Und ich verstehe immer weniger, wie man soviel Aufhebens machen kann von all den Arbeiten, die doch im schwerefreien Raum um so vieles leichter auszuführen sind als auf der Erde. Bedenken Sie nur, wie viele Leute beim Hausbau lediglich damit beschäftigt sind, die Ziegelsteine von einem Stockwerk zum andern zu befördern. Hier hält ein Mann eine viele Zentner schwere Natriumplatte in den Fingerspitzen und schiebt sie zurecht, sie wiegt ja nichts.“

Das einzig Störende ist nur die Tatsache, daß der menschliche Organismus den dauernden Aufenthalt in der Schwerelosigkeit nicht recht verträgt. Zwar ist auch das individuell verschieden, aber die Notwendigkeit einer Schwerezelle wurde immer mehr akut.“

„Schwerezelle? Das wäre ein Raum mit künstlich erzeugter Schwerkraft?“

„Gewiß! Sie haben die Lösung dieses Problems bereits mit eignen Augen gesehen. Sie bezeichneten vorhin Astropol als Doppelstern, und mit Recht. Die Anlage besteht aus einem Hauptkörper — einer stark abgeplatteten diskusähnlichen Hohlkugel — und einem viel kleineren Begleitkörper von der Form einer langgestreckten Birne. Diese beiden Bauten sind durch eine Art Schlauch von 1600 Meter Länge miteinander verbunden (Oberth hätte diesen Schlauch mindestens 10 Kilometer lang gemacht) und rotieren in diesem Abstand umeinander. Da die Masse des kleinen Begleitkörpers nur einen Bruchteil derjenigen des Hauptkörpers ausmacht, liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt, also der Drehpunkt, so dicht am Zentrum des Diskus, daß dieser sich lediglich an Ort und

Stelle um seine Achse dreht, während die Birne am Seil in seiner Kreisbahn um ihn schwingt. Verstehen Sie das? —“

„Die rasche Rotation von einer halben Umdrehung in der Minute erzeugt in dem umschwingenden kleinen Trabanten einen Zentrifugalandruck nach außen, der etwas weniger als die normale Erdschwere ausmacht. Es gibt hier also wieder ein Oben und ein Unten, der Insasse spürt sein Körpergewicht und kann ganz normal sitzen, liegen und gehen. Natürlich sind in dieser Birne die Wohn- und Schlafräume untergebracht.

„Wunderbar! Und der Diskus?“

„Ist die eigentliche Station — die Plattform im Raum, die wir als erste Grundbedingung für die Weiterentwicklung der Raumschiffahrt brauchen...“

Je mehr sich die BRK III ihrem Ziele näherte, desto mehr wuchs die gewaltige Masse von Astropol vor den erstaunten Blicken des Engländers. Bald erkannte er deutlich alle Einzelheiten mit unbewaffnetem Auge.

Der riesige, sich drehende Diskus lag so, daß sich der eine der beiden stark abgeplatteten Pole genau auf die Sonne richtete und in greller Beleuchtung gleißte. Scharf zeichnete sich die Schattengrenze auf dem wulstigen Aequator ab, und der andere Pol lag dauernd in tiefer Finsternis.

Um das Ganze schwang sich unaufhörlich — wie die Speiche eines Riesenschwungrades — das gestreckte dicke Natriumseil, das vom Aequatorwulst des Diskus auslief und am äußersten Ende die umtausende kleine Birne wie am Stiele festhielt.

Die durchs Fenster beobachteten Lichtpunkte erwiesen sich als die prall geblähten sonnenbeschienenen Gummianzüge* und Taucherhelme von Arbeitern, die am Sonnenpol der Station wie Bienen aus und ein schwebten. Ab und zu glitten winzig kleine Raketenboote hinaus in den Raum, die schimmernde Metallstücke vor sich herschoben.

Der ganze Verkehr schien sich hauptsächlich in einer bestimmten Richtung zu bewegen, und Burns entdeckte auch

* Die Taucheranzüge, in die Beobachter und Arbeiter schlüpfen, die sich in den freien Weltraum hinausbewegen, werden aber zweckmäßig nicht aus Gummi hergestellt. Denn Gummi würde, wenn er dem Innendruck von 1 Atmosphäre standhält, sehr steif, so steif, daß er alle Bewegungen der darin steckenden Beobachter hemmt. Man würde also solche Taucheranzüge viel zweckmäßiger aus Blech herstellen, etwa Stahl- oder Aluminiumblech.

bald in einiger Entfernung von Astropol eine dichte Anhäufung der glimmenden Punkte.

„Wird da drüben in der Richtung der Sonne nicht gebaut?“ fragte er Korf. . . .

Wenige hunderte Meter vor dem Ziele war der Ausgleich vollständig erreicht. Die Rakete lief in der gleichen Kreisbahn wie die Station, und beide schienen gegenseitig stillzustehen.

„Wie kommen wir nun hinüber?“ meinte der Engländer.

„Sehen Sie, unsere „Hafenbeamten“ kommen ja schon herbei!“ sagte Korf lachend. „Das geht nun ziemlich rasch.“

Zwei der leuchtenden Gummiblasen glitten heran. Mit Hilfe der Rückstoßwirkung von Pistolenschüssen schnellten sie gleich kleinen, lebendigen Raketen durch den Raum.

Sie zogen ein biegsames Drahtseil hinter sich her, das auf dem schwarzen Hintergrund des Himmels gleißte wie eine schillernde Natter, und schlangen es dann um den Rumpf des angekommenen Schiffes. Die erste Verbindung war hergestellt.

Drüben wurde das Seil eingezogen, und die BRK III rückte an den gewaltigen Körper von Astropol heran.

Genau auf dem Sonnenpol setzte sie auf und wurde sofort von der Drehung erfaßt. Einen Augenblick kämpfte Burns gegen ein unbehagliches Schwindelgefühl an, dann war es überwunden. Er fühlte die Drehbewegung nicht mehr — das Heer der Sterne schien nun in gleichmäßigem Lauf im Kreise zu ziehen.

Korf traf keine Anstalten, das Schiff jetzt zu verlassen, und Burns mußte seine Ungeduld noch einige Zeit bezähmen. Er hing in den Lederschlingen und suchte nach Möglichkeit durch die Fenster seine neue Umgebung zu mustern.

Da geriet das Schiff wieder in Bewegung, und plötzlich wurde es dunkel. Burns war es, als würde die Rakete seitwärts fortgeschoben.

Minuten verstrichen. Draußen setzte ganz leise ein Rauschen ein, das bald anschwell und dann in ein Pfeifen übergang, als wehe starker Wind. Nach kurzer Zeit erstarb das Getöse. Ein gedämpfter Lichtschein drang durch die Bullaugen.

Nun öffnete Korf endlich den mehrfach gesicherten inneren Verschuß der Doppelluke.

„Sind Sie bereit zum Aussteigen, Herr Burns?“

„Ich wartete schon lange darauf, Herr Korf.“ Er sah sich nach den Gummianzügen um.

„Sie können das Schiff verlassen wie Sie sind! Wir sind bereits im Innern von Astropol, und Sie brauchen nicht zu befürchten, daß Sie — ersticken müssen. Kommen Sie!“

Korf faßte den Engländer am Arm und schob ihn durch die Luke hinaus. Die Männer schwebten nun neben dem Schiff in einem abgeschlossenen, halbdunklen Raum. Von irgendwo her strahlte Licht. An den Wänden hingen überall Schlingen und Riemen.

Verwirrt folgte Burns dem Ingenieur, der sich an der Wand entlang zu einer großen torartigen Oeffnung zog.

Dann kamen sie in eine weite, sehr helle Halle, die von einem Gewirr von Stangen und straff gespannten Hanfseilen nach allen Richtungen durchzogen war.

Von der einen gewölbten Wand strahlte durch hunderte runder Fenster die Sonne herein und wärmte die Luft fühlbar. Die andern Begrenzungen des Raumes konnte Burns nicht sehen, sein späher Blick verfiel sich in dem Netz von Seilen, und er hatte das Gefühl, der Raum sei unendlich und unbegrenzt.

„Wir sind jetzt in der Haupthalle unter dem Sonnenpol des Diskus“, erklärte Korf. „Die Kammer, die wir eben verließen, ist der große Einfahrtsschacht für Raumschiffe, dessen Außentor nach unserm Eintritt fest verschlossen wurde. Wir mußten so lange warten, bis der Schacht voll Luft gepumpt war. Er ist natürlich wie alle Eingänge als Luftschleuse gebaut mit Innen- und Außenverschluß, um den Luftdruck im Innern der Station nicht zu gefährden.“

In der Halle herrschte reges Leben. Da und dort glitten Menschen durch die weiten Maschen des Tauwerks. Man bemerkte kaum, daß sie sich mit den Händen und Füßen durch die Maschen stießen und mit kurzen Griffen an den Seilen ihre Bewegung korrigierten. Sie schienen frei hindurchzugleiten wie Goldfische durch das Pflanzengewirr eines Aquariums.

Burns begriff plötzlich den Zweck des Seilwerks. Wäre der Raum leer gewesen, so hätte es große Schwierigkeiten bereitet,

sich in der Schwereelosigkeit darin von Ort zu Ort zu bewegen, und man wäre darauf angewiesen gewesen, sich langsam an den Wänden herumzuziehen. . .“ — — —

Wer von den Lesern neugierig ist, lese bei Gail* weiter — — es lohnt sich!

Warum keine Kanone?

Aus unsern Kindertagen wissen wir doch, daß Jules Verne schon einmal Reisende zum Monde geschickt hat. Wenn sie



Jules Verne (8. 2. 1828 — 24. 3. 1905)

auch nicht ihr Ziel erreicht, so sollen sie doch den Mond umfahren haben und zur Erde wieder zurückgekehrt sein. Wenigstens steht es so bei jenem berühmten Schriftsteller. Wenn aber die Weltraumfahrt in einer Granate möglich ist, die eine Kanone herauschießt: wozu brauchen wir dann eine Rakete?

Die Antwort darauf gibt sich jeder selbst, den man fragt, ob er sich in ein solches Geschöß, wie es Vernes „Kolumbiade“ in den Weltraum hinausschoß, hineinsetzen würde. Die meisten werden mit einem entschiedenen Nein antworten.

Und sie werden auch ganz richtig den Grund dafür angeben. Sie werden zum Beispiel sagen: Ich laß mich doch nicht zerquetschen!

Einfach platt!

Und damit haben sie vollkommen recht. Beim Entzünden des Pulversatzes in der Kanone erfährt ja das Geschöß ganz plötzlich eine geradezu ungeheuerliche Beschleunigung, die nur ganz kurze Zeit anhält und während dieser den gesamten

* Otto Willi Gail, Der Stein vom Mond. Kosmischer Roman. Bergstadtverlag in Breslau 1

Schwung auf das Geschöß übertragen muß, den dieses überhaupt erhält. Würden sich also lebende Wesen in einem solchen Hohlgeschöß befinden, so würden sie im Moment des Schusses gegen den Boden gepreßt werden mit derselben Wirkung, als ob ihnen das Geschöß gegen den Leib flöge. Sie würden also als Lebende nicht einmal die Kanone verlassen.

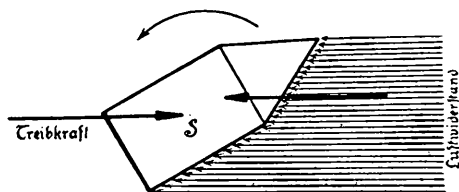
Ein Schuß in den Weltraum 100 Millionen Mark!

Aber auch sonst hat Jules Vernes Kanone sehr erhebliche Nachteile. Vernes Reisende fuhrn in einem Langgeschöß. Das ist aber ein vollkommener Unsinn. Denn wie uns das beistehende Bild klarmacht, muß sich das Langgeschöß dauernd überschlagen, weil der Luftwiderstand an einem andern Punkte angreift als im Schwerpunkt. Das wäre jedoch für die

Insassen eine böse Situation. Die Artilleristen wählen

Langgeschosse und keine Kugeln aus mehreren gewichtigen Gründen. Verne hat das ein bißchenedankenlos übernommen. Zwar kann

auch er keine Kugeln nehmen, die sich ja ständig irgendwie drehen würden (und die Insassen mit), muß also zu Langgeschossen übergehen, aber er kann diese nicht mit den artilleristischen Mitteln stabilisieren. Denn das geschieht bekanntlich dadurch, daß man dem Geschöß eine rasend schnelle Rotation um seine Längsachse erteilt, indem man das Geschütz mit einem „Drall“, einer überaus steilen Schraubenlinie, versieht, in der entlang sich die Geschosse gewissermaßen hinausschrauben. Man kann dem Geschöß ja keine Steuerflächen mitgeben! Und das kreiselnde Geschöß beschreibt nach physikalischen Gesetzen dauernd einen Kegelmantel. Solche Bewegungen können aber Insassen

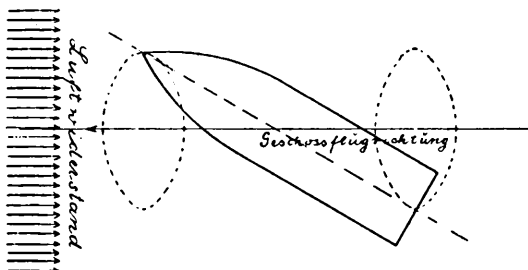


Fliegendes Langgeschöß

Die von dem explodierenden Pulver übernommene „Treibkraft“ wirkt wie der Pfeil. Der Luftwiderstand wirkt wie der rechte Pfeil, so daß das Geschöß nach hinten überkippen, sich überschlagen muß

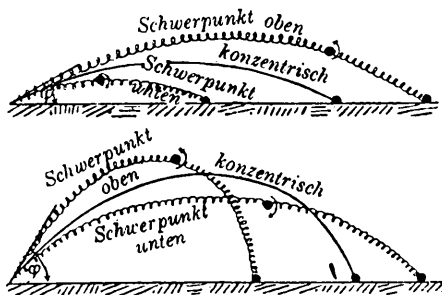
nicht mitmachen; sie müssen in einem völlig ruhig dahingleitenden Geschöß sitzen, anders geht es nicht.

Man hat neuerdings auch sonst verschiedentlich an Vernes Plan herumgerechnet und gefunden, daß er überhaupt völlig unmöglich ist. Professor Oberth hat in Valiers Buch „Der Vorstoß in den Weltraum“ (München 1927) eingehend dargelegt, daß Vernes Aluminiumgeschöß schon in der Kanone selbst



Langgeschöß, aus einer Kanone mit „Drall“ abgeschossen

Das Geschöß rotiert sehr schnell um seine Längsachse. Der Luftwiderstand versucht, es immerwährend zu kippen, dem aber die Rotation entgegenwirkt, indem das Geschöß nach Kreiselart seitlich ausweicht. Da das immerwährend nach derselben Seite geschieht, pendelt das Geschöß nach Kreiselart sehr schnell und „bohrt“ sich in einer



Schraubenlinie als Geschößbahn

durch die Luft. Die Artilleristen wissen das alles ganz genau

gänzlich plattgedrückt würde, daß es ferner den Luftkreis nicht zu durchschlagen vermocht hätte, von der Ueberwindung der Erdschwere gar nicht zu reden. Er macht dann neue Vorschläge, wie man die Sache anfangen sollte, um eine Granate in den Weltraum hinauszuschleudern. Jedenfalls kommt er zu ganz andern Ergebnissen, als Jules Verne sie ehemals beschrieben hat. Immerhin glaubt er, daß ein solches Ex-

periment, das zu alledem ziemlich nutzlos sein würde, eine ungeheure Menge Geld kosten würde, vielleicht 100 Millionen Mark. Diese Ausgabe erübrige sich aber vollständig, wenn man bedenkt, daß inzwischen ganz neue Mittel gefunden worden sind, die die Aufgabe viel besser lösen als ein Geschloß. Der bloße Augenschein lehrt ja schon, daß es sowieso unmöglich ist, mit dem Geschloß lebende Wesen in den Weltraum hinauszubefördern. So kommt also ein Geschloß überhaupt nicht in Frage, und wir wenden uns dem neu vorgeschlagenen Mittel zu, der Rakete, die die Aufgabe ganz anders löst.

Uebrigens hat auch der Ingenieur Guido v. Pirquet die Gedanken von Jules Verne durchgerechnet und die Unmöglichkeit ihrer Verwirklichung nachgewiesen. Er findet, daß kein feiner Meßapparat, geschweige denn ein Mensch die ungeheuren Beschleunigungen aushalten kann, die ein Kanonengeschloß Jules Vernescher Ausmaße erfahren würde. Er zeigt, daß ein Mensch von 75 kg Gewicht während des Abschusses mit 110 bis 220 t auf seine Unterlage drücken würde! Diesen Druck müßten also die auf dem Lager ruhenden Körperteile aushalten. Meint aber jemand, ein lebender Körper könnte als Unterlage für die größte und schwerste Lokomotive dienen, die es auf dem ganzen Erdenrund gibt?

Auch technisch ist übrigens die ganze Methode unmöglich. Selbst wenn man etwa in 6 km Meereshöhe, also zum Beispiel auf dem Gipfel des Kilimandscharo oder des Chimborasso, die übrigens beide fast auf dem Aequator liegen, die Kanone lotrecht einbauen würde, so daß die Mündung auf dem Gipfel läge, müßte das Rohr die phantastische Länge von 3 bis 5 km haben, um einen Schuß bis zum Monde zu ermöglichen. Praktisch ist die Sache überhaupt nicht ausführbar, weil man Pulvergase solcher Mengen gar nicht so schnell erzeugen kann, wie es notwendig ist, um ein Geschloß aus solchem Rohr hinauszubringen. Uebrigens müßte das Rohr luftleer gepumpt werden, das heißt mit einem Deckel versehen sein, den das Geschloß erst im Moment des Austritts aus der Mündung wegschleudert. Würde man diese Vorsicht nicht anwenden, so bekäme man das Geschloß überhaupt nicht zur Kanone hinaus. Aber selbst wenn alles glatt ginge, würde ein praktisches Ergebnis gar nicht dabei herauspringen können.

Kuriose Geschütze

Das Solenoid- und das elektromagnetische Geschütz

Auf was für Gedanken die Menschen alles kommen, wenn es ans Erfinden geht, zeigt auch die Geschichte der Verniade. Denn eine „Geschichte“ hat sie schon. Es sind Leute auf den Gedanken gekommen, die Erscheinung der Solenoidanziehung für eine Kanone zu verwenden. Viele unserer Leser kennen vielleicht das physikalische Experiment, das eine auf Füßen stehende Spule zeigt, in die ein Eisenstab nur ganz wenig von unten hineinragt. Läßt man einen Strom durch die Spule gehen, so wird das Eisen angezogen und schnell in die Höhlung der Spule empor. Das alte Federamperemeter beruht darauf.

Warum sollte man eine solche Erscheinung nicht auch für ein Geschütz verwenden, möglichst für eins, mit dem man Beobachter in den Weltraum schießen kann? Ganz ähnlich würde übrigens ein Geschütz sein, in dem reihenweise Elektromagneten eingeschaltet würden, die ein Geschöß zu sich anziehen. Das würde ungefähr die gleiche Wirkung haben wie das „Solenoidgeschütz“.

Rechnet man nach, wie es von v. Pirquet geschehen ist, so findet man, daß bei einem Kaliber von 30 bis 40 cm Durchmesser eine zu beschleunigende Masse von 50 kg höchstens eine Sekundenbeschleunigung von 200 m erhalten würde. Für die Beförderung eines Menschen wäre diese Beschleunigung schon zu groß, während sie andererseits an die Wirksamkeit von Pulverraketen nicht heranreicht. Um ein solches Projektil zur Erdatmosphäre hinauszubefördern, brauchte man also eine Schußzeit von 60 Sekunden; die Rohrlänge würde 360 km betragen! — — — Utopie!

Der Rohrpostplan

Mas, Drouet, Greffigny und andere haben den Vorschlag gemacht, eine Art Tunnelbahn herzustellen, aus deren Tunnel man das emporzusendende Geschöß hinausschießen soll. Es ist dabei übrigens gleichgültig, welche Antriebsart man wählt. Denn allein die mechanischen Bedingungen sind unmöglich. Man braucht Tunnel von der Länge von etwa 2000 km. Es

ist unmöglich, das darin befindliche rohrpostartige Geschöß zu führen, selbst wenn man die Tunnel mit genügend großem Krümmungsradius aufwickelt. In allem und jedem Falle ergeben sich so unmögliche Bedingungen, daß diese von vornherein zur phantastischen Unglaublichkeit gestempelt sind. Man wundert sich nur, wie ernsthafte Leute derartige Gedanken überhaupt aussprechen können. Sie müßten wissen, daß dergleichen zur Lächerlichkeit verdammt ist, und das ist doch für keinen Forscher mit ernsthaften Plänen erwünscht.

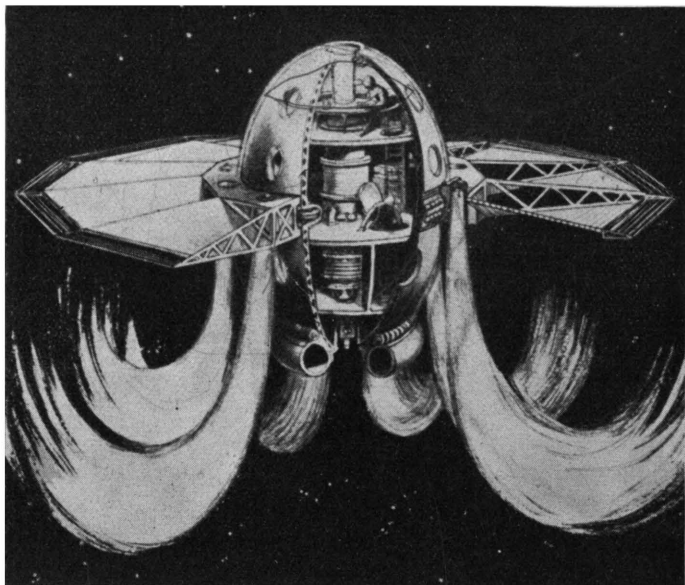
Zudem darf schließlich nicht vergessen werden, daß, wenn solche Geschosse wirklich den Tunnel und die Erde verlassen könnten, sie ebenso wie Vernes Kolumbiadengeschöß ja doch gar keine Möglichkeit hätten, auf einem andern Weltkörper oder auch bloß auf der Erde wieder richtig zu landen. Das ist schließlich aber Vorbedingung für die Ausführbarkeit des ganzen Planes, selbst für eine Registrierrakete, aus der man ja doch die Registrierinstrumente mit den verzeichneten Angaben entnehmen will.

Ulinskis „Düsenreaktionsgerät“ und die „Elektronenrakete“

Das vielleicht herrlichste Bild für ein Raketenprojekt hat Franz Abdon Ulinski geliefert. Jedem, der es ansieht, muß das Herz im Leibe hüpfen. Es ist deshalb erwünscht zu hören, was es mit diesem wunderbaren Projekt auf sich hat, das ja alle andern „an Schönheit“ bei weitem übertrifft.

Zur Beschreibung möchte ich nur so viel mitteilen, daß der äußere Kranz eine Sonnenkraftanlage darstellt, die die Sonnenstrahlen mittels Spiegel auffängt und die Sonnenenergie nach einem von Edison entdeckten Effekt in elektrische Energie umwandelt. Diese Energie wird im „Düsenreaktionsgerät“ verwendet, um durch einen Luftstrom Hubwirkung hervorzubringen. Im „Elektronenejektor“ kommen Spannungen bis zu 250000 Volt vor, und es werden Elektronen ausgestoßen, die den ganzen Apparat auch im freien Welt-raum beschleunigen können. Auf weitere Beschreibung verzichte ich ausdrücklich und beschränke mich darauf, die Leser auf Guido v. Pirquets Beispielrechnungen zu verweisen, aus denen hervorgeht, daß theoretisch sowohl wie praktisch der

ganze Ulinski-Plan eine einzige phantastische Ungeheuerlichkeit, ja eine Lächerlichkeit ist, über die zu reden es sich nicht einmal lohnt, über die nur zu sprechen schon unzweckmäßig ist, um die ernsthaften Bestrebungen und gut begründeten Arbeiten der Raketenleute nicht zu gefährden.



Franz Abdon Ulinskis „Elektronenrakete“ — ein einziger blühender Unsinn

Warum eine Rakete?

Eine Rakete ist zwar auch ein Geschöß, aber ein solches, das seine Wucht nicht aus einer Kanone zu empfangen braucht, sondern sie in sich selbst trägt, so daß sie zu gewünschter Zeit sich immer wieder neue Bewegungsantriebe erteilen kann. Damit wäre die Möglichkeit gegeben, langsam anzufahren, die Geschwindigkeit immer mehr zu steigern bis zu jener Größe, die notwendig ist, um bestimmte Höhen zu erreichen oder gar aus dem Schwerefeld der Erde herauszukommen.

Man darf nämlich nicht vergessen, daß es vielleicht einem Geschöß überhaupt nicht möglich sein würde, den Luftmantel der Erde zu durchbrechen, wenn es nicht Dimensionen annehme, die praktisch ganz unmöglich sind. Bemerkten wir doch, daß jedes Meteor, das aus dem Himmelsraum in die Erdatmosphäre eindringt, in verhältnismäßig großen Höhen schon zum Stillstand kommt und dann erst langsam zur Erde herniederfällt. Nun pflegen aber die Meteore nicht etwa Geschwindigkeiten zu besitzen wie unsere modernen Geschosse, die in der ersten Sekunde nach dem Abschuß vielleicht 1 bis 1,3 km zurücklegen, sondern die Meteore haben eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 40 km in der Sekunde, also 30- bis 40mal soviel. Ist diese schon nicht genügend, den elastischen Luftmantel der Erde zu durchschlagen, genügen selbst die obersten und dünnsten Luftschichten, diese Körper zum völligen Stillstand zu bringen, so muß das in viel höherem Maße der Fall sein bei einem Geschöß, das mit 13 bis 15 km Sekundengeschwindigkeit aus der dicksten Schicht der Luft abgeschossen wird.

Es bleibt also schon gar kein anderer Weg übrig, als verhältnismäßig langsam anzusteigen und dann die Geschwindigkeit zu steigern. Zu steigern in dem Augenblick, wann das leicht ist und keine unnütze Energie zur bloßen Ueberwindung des großen Luftwiderstandes verzehrt. Ein solches Mittel aber ist die Rakete. Stellt man sich eine Rakete als pulvergetriebenen Körper vor, bei dem mehrere übereinander stehende Pulversätze nacheinander entzündet werden, so leuchtet ein, daß es zweckmäßig ist, die größte Explosionskraft der ersten entzündeten Ladung zu verbrauchen, ehe man die zweite zur Explosion bringt. Will man die Geschwindigkeit steigern, so muß man das in dem richtigen Zeitpunkte tun, wann der zweite Pulversatz eben noch eine solche Steigerung hervorrufen kann.

Und so fährt man fort, immer neue Ladungen abzufeuern, bis man die entsprechende Geschwindigkeit erreicht hat.

Man kann sich nun denken, daß dieses Abfahren und Beschleunigen durch neue Explosionen so allmählich geschieht, daß ein in solcher Rakete sitzender Mensch durch die Beschleunigung nicht gefährdet wird. Gelingt es, auf diese

Weise eine bestimmte Geschwindigkeit zu überschreiten, so wird man nicht bloß in bisher unerreichte Höhen aufsteigen können, sondern sogar den Schwerebereich der Erde zu verlassen imstande sein.

Welche Eile ist nötig, um der Erdschwere zu entrinnen?

Es fragt sich nun, welche Geschwindigkeiten eigentlich notwendig sind, um dieses Kunststück fertigzubringen.

Schon Jules Verne hat diese Geschwindigkeiten angegeben, und es fällt überhaupt nicht schwer, sie auszurechnen. Machen wir uns die Sache einmal etappenweise klar.

Ballspiel mit kosmischen Geschwindigkeiten

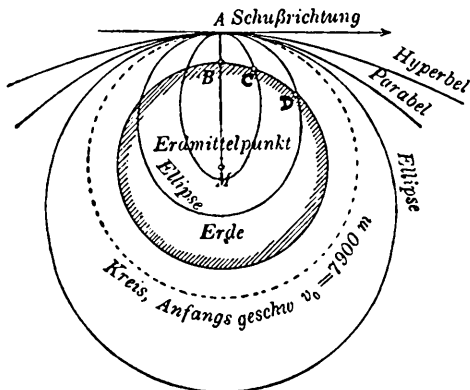
Wirft man von einem Punkte der Erdoberfläche einen Ball schräg aufwärts, so erreicht er eine bestimmte Höhe, die von der Wucht des Wurfes abhängt. Je stärker der Wurf ist, desto höher oder weiter gelangt auch der Ball. Wir wissen aus der Schule, daß solche geworfenen Körper Parabeln beschreiben, deren Bahnen wir recht gut ermitteln können. Genau genommen stimmt das nicht. Die Körper bewegen sich nicht in parabolischen Bahnen, sondern eine solche Wurfbahn ist stets ein Stück einer Ellipse, in deren einem Brennpunkt der Erdmittelpunkt liegt.

Wir wollen uns das einmal an einem Bilde klarmachen, das wir hier beistellen. (Siehe Seite 25).

Der Einfachheit halber werfen wir von einem hohen Turm, der auf dem Erdort B steht, den Ball in wagerechter Richtung ab. Er fällt dann zur Erde, und zwar in einer gebogenen Bahn. Werfen wir kräftiger, so entfernt er sich während seines Falles weiter vom Orte B; die Wurfbahn wird länger, sie gehört einer Ellipse an, die runder, kreisartiger wird. Werfen wir nicht mit der Hand, sondern etwa mit einer Kanone, so wird die erreichte Entfernung noch größer, die Ellipse immer runder. Gelingt es uns, dem Ball eine Anfangsgeschwindigkeit von 7900 m in der Sekunde zu erteilen, so wird seine Schwungkraft so groß, daß er der Erdschwere das Gleichgewicht hält. Die immer dicker gewordene Ellipse geht in einen Kreis über, der die Erde konzentrisch umschließt; das heißt aber nichts anderes, als

daß dieser geworfene Ball die Erde ständig umkreist, ebenso wie der Mond das tut.

Damit sind wir aber noch nicht am Ende unseres Experiments. Wir können den Körper noch stärker schleudern, so daß der Ball wieder eine Ellipse beschreibt, deren Scheitel sich aber auf der andern Seite der Erde weit höher über sie erhebt, als der Abschußort A über B steht. Aber noch immer kehrt der Körper beim Umlaufen der Erde nach A zurück, um schließlich



seine Umkreisung ständig weiter fortzusetzen. Vermögen wir nun die Kraft immer mehr zu steigern, so werden die Bahnellipsen größer und größer, und wir kommen an eine kritische Grenze, bei der die Kraft der Erdanziehung nicht mehr ausreicht, den Körper noch zu fesseln und ihn in einer elliptischen Bahn um sich herumzuführen. Diese Grenze liegt bei einer Geschwindigkeit von 11170 m. Vermögen wir dem Geschosß eine solche Geschwindigkeit zu erteilen, so beschreibt es keine elliptische Bahn mehr, sondern eine „parabolische“, und es kehrt nie wieder in die Nähe der Erde zurück, sondern entfernt sich unweigerlich von ihr. Dasselbe tritt noch sicherer ein, wenn wir das Geschosß noch mehr beschleunigen.

Die Anfangsgeschwindigkeit von etwas über 11 km in der Sekunde ist also die kritische Geschwindigkeit, die notwendig ist, einen Körper aus dem Bereich der Erdschwere in den Weltraum hinauszuschleudern.

Es soll nicht vergessen werden, eines Umstandes dabei zu erwähnen, der außerordentlich wichtig ist. Unsere letzten Betrachtungen bezogen sich auf eine Erde, die keinen atmosphärischen Mantel enthält. Wie wir aber schon vorhin ausführten, ist dieser von allergrößtem Einfluß auf die Bahn eines geworfenen Körpers. Der große Widerstand, den die Luft einem schnell bewegten Körper entgegensetzt, würde es verhindern, daß ein mit etwa $11\frac{1}{2}$ km Sekundengeschwindigkeit geschleudertes Ball die Erde für immer verläßt. Da uns die Versuche fehlen, die zur Beurteilung der Frage notwendig sind, ob wir überhaupt einen Körper abschießen und den Luftmantel der Erde durchschlagen lassen können, läßt sich Genaueres darüber nicht sagen.

Jedenfalls geht aus dieser Betrachtung hervor, daß eine Kanone auch aus diesem Grunde nicht geeignet ist, ein Gefährt mit Insassen in den Weltraum zu schleudern — ganz abgesehen davon, daß wir Explosivkörper von so großer Kraft überhaupt noch nicht besitzen.

Aber das wäre ja vielleicht nur eine Frage der Zeit. Denn schließlich wissen wir ja, daß technische Probleme heutzutage überhaupt kaum noch unlösbar scheinen, wenn nicht etwa wirtschaftliche Gründe ihre Ausführung unmöglich machen.

Der Kanonenschuß — ein Sturz ins Grab!

Aber was würde es nutzen, wenn wir selbst mit einem solchen von einer Kanone geschleuderten Geschosß lebendig und wohlbehalten aus dem Bereich der Erdanziehung hinaus und in den freien Weltraum gelangten? Wir hätten ja keine Möglichkeit, dann noch auf unsern weiteren Flug irgendeinen Einfluß zu nehmen, sondern wären darauf angewiesen, wohin uns das gute Glück führt. Damit ist uns aber nicht gedient. Denn wenn wir alle die schönen Beobachtungen, zu deren Zweck wir uns in den Weltraum hinausschießen ließen, der Menschheit nicht bekanntgeben könnten, nutzt die ganze Geschichte doch gar nichts. Und schließlich wollen wir Insassen eines solchen Geschosses ja doch auch einmal wieder zu unsern Angehörigen zurückkehren. Es würden ja schließlich auch einmal die Lebensmittel ausgehen und wir würden zu einem

elenden Hungertode verdammt sein, denn wir können uns nicht gut bis an unser seeliges natürliches Lebensende mit allem Notwendigen verproviantieren.

So sind wir denn unbedingt auf ein Mittel angewiesen, das uns gestattet, uns im Weltraum nach Belieben zu bewegen, unser Gefährt dahin zu dirigieren, wohin wir es haben wollen und schließlich auch zur Erde zurückzulenken. Das vermag aber keine Kanone und:

Darum keine Kanone!

Worauf beruht die Möglichkeit der Fortbewegung aller altbekannten Gefährte?

Wenn ich einen der Leser frage, welches Gefährt dazu wohl geeignet sein dürfte, wird er ratlos vor einer Aufgabe stehen, deren Bedeutung ihm wahrscheinlich noch gar nicht zum Bewußtsein gekommen ist, wenn er nicht technisch vorgebildet ist und sich bereits Gedanken über diese Sache gemacht hat.

Stellen wir uns doch einmal vor, auf welche Weise sich überhaupt ein Gefährt bewegen kann, zum Beispiel auf der Erde.

Ein Wagen, der etwa von Tieren gezogen wird, bewegt sich in der Weise vorwärts, daß sich die Pferde von der Erdoberfläche abstoßen. Bei der Eisenbahn ist es die Reibung der von der Lokomotive gedrehten Räder an den Schienen, die die Vorwärtsbewegung veranlaßt. Ein Schiff wird durch die das Wasser nach hinten stoßende Schraube oder durch die das Wasser nach hinten wegstoßenden Schaufelräder nach vorn getrieben. Und auch ein Luftschiff oder ein Flugzeug kann nur dadurch vorwärtskommen, daß es sich an der umgebenden Luft abstößt, wie das auch ein Schwimmer tut, der sich in irgendeiner Flüssigkeit bewegt.

Ein funkelnagelneues Prinzip der Fortbewegung

Wir kannten bis vor kurzem kein Gefährt, das auf andere Weise seine Bewegung vollzog. Erst vor kurzem haben wir in der Rakete ein ganz neues Hilfsmittel gefunden, auf andere Weise vorwärts zu kommen. Das am 22. Mai in Berlin der Oeffentlichkeit vorgeführte Raketenauto, das aus den Opel-

schen Fabriken hervorgegangen ist, ist das erste, ein neues Prinzip der Bewegung benutzende Fahrzeug. Bei ihm werden die Räder nicht etwa durch einen Motor angetrieben, sondern die Räder dienen nur dazu, dem Gefährt eine sichere Unterlage auf der Fahrbahn zu geben. Die Bewegung selbst wird von explodierenden Pulversätzen hervorgerufen, die die Explosionsgase nach hinten ausstoßen. Diese Pulvergase stoßen nun zwar gegen die Luft und könnten auf diese Weise den Wagen nach der entgegengesetzten Richtung, also nach vorn, treiben. Aber nicht dieses Abstoßen an der Luft ist das Wesentliche bei dieser Bewegung, sondern ein ganz anderes Prinzip, mit dem wir uns etwas genauer beschäftigen müssen.

Da ich jedoch fürchte, daß meine Leser von den rein physikalischen und technischen Ausführungen schon etwas reichlich ermüdet sind, möchte ich zuvörderst eine andere Frage noch erledigen, die wieder den Menschen bei dieser Angelegenheit etwas näher interessiert, nämlich die Frage, welche Geschwindigkeit denn wohl ein Mensch überhaupt ertragen kann, ohne Schaden zu nehmen, aber auch ohne bewußtlos zu werden.

Insassen von Raketen, die in den Weltraum mit verhältnismäßig großen Geschwindigkeiten aufsteigen und ihre Geschwindigkeit durch immerwährende Beschleunigungen weiter steigern, müssen sowieso schon auf große mechanische und andere Beanspruchung gefaßt sein. Sie dürfen dabei aber niemals die Beherrschung über ihre Sinne verlieren, weil sie sonst auch der Herrschaft über die Rakete verlustig gingen. Es gilt also ein Kompromiß zu finden und die Geschwindigkeit zu ermitteln, die gerade noch zugänglich ist.

Wie groß ist diese?

Von fallenden Menschen, Fliegern, Schwimmern, vom „Andruck“ und vom Weltraumreisetraing

Sind Sie, verehrter Leser, schon einmal mit einem schnellen Fahrstuhl gefahren? Die Gefühle, die Sie dabei hatten, dürften zumeist wenig angenehmer Art gewesen sein, vielleicht noch weniger beim Hinauffahren, wobei man sich merklich gewichtiger fühlt, also schwerer wird, als beim Abwärtsfahren;

denn dabei hat man das Gefühl, den Boden unter den Füßen zu verlieren. Personen, deren Magennerven empfindlich sind, werden davon leicht gereizt und neigen dazu, ihr Inneres unerschrocken weit nach außen zu kehren.

Aber gewöhnlich passiert einem dergleichen doch nur, wenn man selten solche Fahrten macht. Ist man sie gewohnt oder überhaupt darauf vorbereitet, so pflegt die Sache wesentlich anders abzulaufen.

Es ist wohl überhaupt das Unvorbereitete, was einem dabei so unangenehm ist. Man weiß nicht, wann die Sache losgeht und wird plötzlich von ihr überrascht. Das gibt ein Unsicherheitsgefühl, gegen das man sich machtlos fühlt, und dieser Umstand ist es im wesentlichen, der die unangenehmen Gefühle erzeugt. Wer gewohnt ist, vor unerwartete Situationen gestellt zu werden, erträgt all dergleichen viel leichter.

Wenn man mit einer Rakete aufsteigen will, so dürfte man sich auf größere Anfahrsgeschwindigkeiten gefaßt machen, als man sie gewohnt ist. Wenn nun aber wirklich die Gewöhnung eine große Rolle spielt, so wäre es ja nicht schwer, sich diese Gewöhnung anzueignen. Zwar nicht dadurch, daß man andauernd mit einer Rakete emporsteigt und sich fallen läßt, sondern durch einfache Vorrichtungen, die dasselbe Gefühl erzeugen, also etwa ein sehr großes Karussell, das sehr schnell läuft. Damit kann man Weltraumfahren trainieren.

„Andruck“

Dieser Umstand aber würde dennoch nicht die Frage aus der Welt schaffen, was ein Mensch durchschnittlich in dieser Hinsicht überhaupt ertragen kann. Versuche liegen darüber so gut wie gar nicht vor; man ist auf zufällige Erfahrungen angewiesen, die sich gewöhnlich bei Unglücksfällen, und zwar zumeist glücklich verlaufenen, ergeben haben. Fällt man zum Beispiel von sehr großer Höhe herunter oder springt gelegentlich eines Feuers ab, oder springt man aus großer Höhe ins Wasser, so kann man dergleichen Erfahrungen sammeln.

Es wäre gut, wenn alle diejenigen, die dazu Gelegenheit hatten, ihre Erfahrungen zum besten geben würden, damit man daraus zu lernen in der Lage ist. Bisher hat im wesent-

lichen Professor Oberth selbst solche Mitteilungen veröffentlicht. So berichtet er von einem Feuerwehrmann, der aus 25 m Höhe absprang, liegend auf das Sprungtuch fiel und dieses 1 m weit eindrückte, ohne dabei Schaden zu nehmen. Man kann leicht ausrechnen, welchem Druck er dabei ausgesetzt war. Dieser Druck betrug sicher mehr als 250 m/sec^2 . Springt man aus 8 m Höhe ins Wasser, so beträgt der „Andruck“ mehr als 40 m/sec^2 . Wer solche Sprünge des öfteren ausgeführt hat, wird dabei nichts sonderlich Unangenehmes erfahren haben; auch Schmerzen dürfte die Sache kaum bereiten haben. Im Gegenteil — die Sache macht ein gewisses Vergnügen. Aber selbst dem gewohnten Springer ist es unangenehm, wenn er unerwartet davon betroffen wird, zum Beispiel vom Sprungbrett abgleitet und fällt. Er hat dann das Gefühl, daß er die Situation nicht beherrscht, und das ist sehr peinlich.

Es hat sich nun ergeben, daß in allen Fällen, zu denen auch die Flieger allerlei Versuchsmaterial beitragen, die Wirkung sehr erheblichen Andrucks unwesentlich ist. Oberth berichtet von einem Flieger, der eine halbe Minute lang einem Andruck von über 50 m/sec^2 ausgesetzt war, ohne Schaden zu nehmen. Man wird also auch in der Lage sein, doppelt oder viermal so lange solche Dinge zu ertragen. Der moderne Mensch, der sich des Automobils und des Flugzeugs bedient, ist an solche Beanspruchungen schon einigermaßen gewöhnt. Und die Gewöhnung dürfte mit der Ausbreitung dieser Hilfsmittel noch allgemeiner werden. Wer sich aber speziell zum Weltraumflieger ausbilden will, muß eben vorher ein wenig „Andruck trainieren“. Schwindel, Seekrankheitsgefühle und andere unangenehme Erscheinungen wird er dann bis zu gewissem Grade leicht vermeiden lernen.

Professor Oberth ist der Meinung, daß ein Training und geeignete Lebensweise den meisten Menschen gestatten würden, einen Andruck von 70 m/sec^2 zu ertragen. Für ganz kurze Zeit dürfte die Andruckfestigkeit noch viel höher hinaufgehen und sicher 200 m betragen können. Am besten würde man ihn liegend aushalten, weil dann ja am wenigsten Gelegenheit wäre, daß Organe aus ihrer normalen Lage sonderlich weit ausweichen und zerrissen oder gequetscht werden

könnten. Liegt man auf dem Rücken, der Bewegungsrichtung mit diesem entgegen, so werden ja im wesentlichen die festeren Rückenpartien den größten Ausdruck erleiden, während die oberen Brustpartien und die dicht darunter liegenden Weichteile durch das eigene Körpergewicht nicht so sehr gedrückt würden. Im übrigen kann man wohl hoffen, daß der Wunsch, Weltraumreisen zu unternehmen, selbst bei sportfreudigen Frauen ein „Training auf Andruckfestigkeit“ hervorrufen wird.

Es ist alles relativ

Für den Weltraumflieger ist es ja ganz gleichgültig, welche Geschwindigkeit er besitzt. Ob er mit 5 m in der Sekunde durch den Raum steuert oder 50 km, hat gar nichts zu besagen. Das geht schon daraus hervor, daß wir Erdenbewohner recht komplizierte Bewegungen ausführen. In unsern Gegenden dreht sich ein Punkt der Erdoberfläche mit 300 m Sekundengeschwindigkeit um die Erdachse; wir merken nichts davon. Wir merken aber auch weiter nicht, daß wir noch mit rund 30 km Geschwindigkeit um die Sonne sausen. Wir merken ferner nicht, daß wir uns mitsamt der Sonne außerdem noch mit 20 km Geschwindigkeit durch den Raum bewegen. Und die immerwährenden Veränderungen, die durch diese kombinierten Bewegungen hervorgerufen werden, merken wir auch nicht. Allerdings gehen diese Veränderungen ganz allmählich und langsam vor sich.

Was nun beim Weltraumfliegen unangenehm ist, ist die Anfahrt und die Landung. Im ersten Falle muß der Weltraumfahrer möglichst starke Beschleunigungen erleiden, im zweiten Falle starke Verzögerungen. Aber diese erstrecken sich doch nur auf verhältnismäßig wenige Minuten. Während dieser Zeit hat die Rakete schon fast die großen Geschwindigkeiten erreicht, mit denen sie im Weltraum reist. Etwa notwendig werdende Geschwindigkeits- oder Richtungsänderungen würden auch nur so kurze, meist wohl noch viel kürzere Zeit dauern.

Training und Gewöhnung

Selbstverständlich müssen Versuche solcher Art vorher angestellt werden; sie sind auch ganz unabhängig davon, ob wir schon eine Rakete bauen oder nicht; denn Schaden können sie uns nichts. Auch andere praktische Fragen würden damit geklärt. In tiefen Schächten ist ja die Fahrgeschwindigkeit der Aufzüge auch schon sehr erheblich. Und die Frage wird immer mehr akut, je tiefere Schächte wir in den Erdleib bohren und je höhere Wolkenkratzer wir bauen. Selbst bei den Schnellbahnen und den Automobilen wird die Frage akut werden. Denn es besteht namentlich bei den Stadtschnellbahnen das Bestreben, immer schneller anzufahren, damit die kurzen zurückzulegenden Strecken nicht durch lange dauernde Anfahrt und Bremsung zeitlich unnütz verlängert werden.

Es scheint doch aber, als ob der Mensch wohl in der Lage ist, solche Andrückte zu ertragen. In dieser Hinsicht dürften also Schwierigkeiten kaum zu erwarten sein. Die notwendigen Vorarbeiten gehören ebenso zur technischen Vorbereitung des Weltraumfluges wie der Bau der Rakete selbst. Wer in der Lage ist, zu der Angelegenheit irgend etwas beizutragen, namentlich durch Erfahrungen beim Fallen, ist freundlichst gebeten, das mitzuteilen, damit man davon den richtigen Gebrauch machen kann.

Nur ja keine Sorge um die Erhaltung des Schwerpunktes! Er tut's von selbst!

? ? ? — wird der vernünftige Mensch achselzucken — — —
Haben Sie schon mal im freien Weltraum geschwebt?

Glücklicherweise nicht einmal in der freien Luft! werden die meisten in angstvollen Vorstellungen befangen erwidern. Denn ein Schweben in freier Luft setzt gewöhnlich voraus, daß man von irgendwo herunterfällt, und das ist ja wohl im Durchschnitt keine angenehme Sache, besonders weil sie zumeist auch nicht so glimpflich abläuft.

Wieviel anders nun erst ein Schweben im freien Weltraum! Allerdings würde das überhaupt keine Gefahr bedeuten insofern, als man ja nicht fallen würde. Man befände sich zwar

nach jeder Richtung in einer endlosen Leere, so daß man gar kein Gefühl der Fallgefahr haben könnte, aber es träte auch noch ein anderes ein, woran wir gewöhnlich gar nicht zu denken pflegen, nämlich, daß wir uns überhaupt gar nicht selbständig fortbewegen können.

Wofür den Menschen die Erfahrung fehlt, das pflegen sie schlecht zu verstehen. Es ist deshalb notwendig, bei dieser Angelegenheit etwas zu verweilen, und zwar auch deshalb, weil sie den Kernpunkt der ganzen Frage bildet. Es dürfte wohl angebracht sein, sich dabei auf leichte Vorstellungen oder noch besser auf Versuche zurückzuziehen, die das Verständnis für diese Frage erwecken.

Auf dem Drehschemel

Einen solchen Versuch pflege ich in manchen meiner Vorträge zu zeigen, und ich habe gefunden, daß dieser Versuch jedesmal das größte Interesse auslöst. Ich führe ihn mit dem Drehschemel aus, wie ihn unser Bild zeigt. Er besteht aus



Versuche auf dem Drehschemel

einem Grundbrett mit einer hohlen Säule, in die ein starker Dorn hineinragt, der eine kräftige Holzplatte trägt. Der Dorn ist in der Säule in Kugellagern leicht drehbar, so daß die Lagerreibung auf ein geringes Maß zurückgeführt ist. Stellt man sich jetzt auf diesen Drehschemel und versucht, sich eine Drehung zu erteilen, so rutscht ein das Grundbrett mit den daraufstehenden Füßen

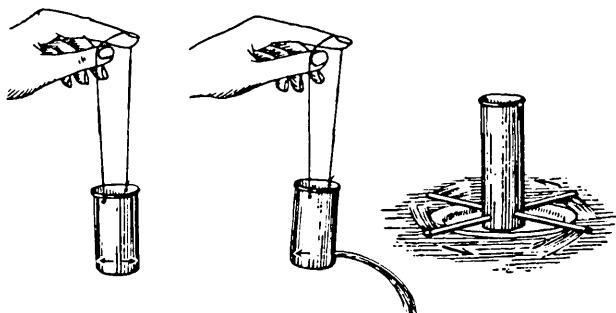
nach der entgegengesetzten Richtung weg. Nur wenn man diese Drehung ganz langsam ausführt, so daß die zwischen Lager und Stehbrett immerhin vorhandene Reibung ausreicht, Widerstand zu leisten, kann man sich eine schwache Drehung erteilen. Würde aber die Lagerverbindung völlig reibungslos sein, so wäre es unmöglich, sich auf dem Drehschemel aus sich selbst heraus zu drehen. Man käme nicht vom Fleck, weil man sich ja nirgends abstoßen kann.

Eine Drehung kann einem nur von außen erteilt werden, in der üblichen Weise wie bei allen Gefährten, die sich eben an der Umgebung abstoßen.

Ideal wäre dieser Drehschemelversuch erfüllt im freien Weltraum, wo ja tatsächlich keine Reibung existiert. Dort könnte sich ein Mensch keine Drehung erteilen. Nur einzelne Körperteile könnten sich gegeneinander vertreiben, während der Gesamtkörper keine Drehung annehmen kann. Aber noch viel weniger wäre er imstande, sich von dem Fleck fortzubewegen, an dem er sich befindet. Besäße er eine bestimmte Bewegung in irgendeiner Richtung, so würde er diese unweigerlich beibehalten und hätte keine Macht, daran irgend etwas zu ändern.

„Sich“ bewegen

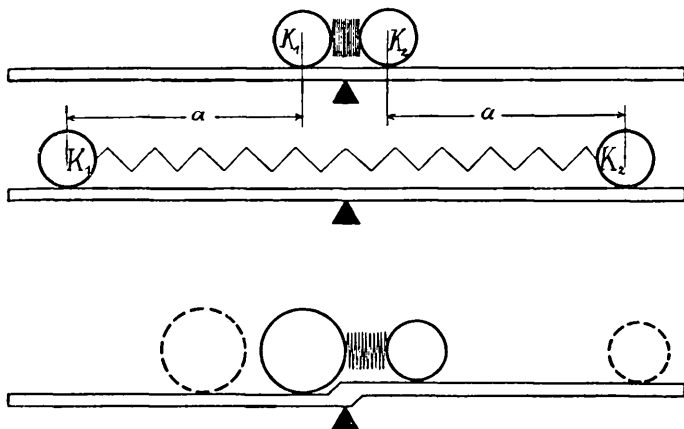
So hat es also den Anschein, als ob auch irgendein Weltraumschiff, mit dem man durch die Räume reist, sich selbsttätig nicht irgendeine Bewegung erteilen kann. Doch das ist



Sobald seitlich Wasser ausströmt, wird das Gefäß zur entgegengesetzten Seite abgedrängt. Das ist auch das Prinzip der „Reaktionsturbine“.

nicht der Fall! Auch ein Mensch wäre in der Lage, sich eine Bewegung zu erteilen, wenn er einen Gegenstand bei sich führte, den er von sich nach irgendeiner Richtung wegwirft.

Es geschieht dann dasselbe, was uns das beistehende Bild zeigt, das einmal die seitliche Abdrängung eines Gefäßes darstellt, wenn Wasser ausfließt, ein andermal die Drehung der Turbine, wenn den Düsen seitlich Wasser entströmt. Wirft ein im freien Weltraum Schwebender einen Gegenstand von sich, so würde er in der entgegengesetzten Richtung fliegen müssen, da ein bekanntes physikalisches Gesetz die Beibehaltung, die „Erhaltung der Schwerpunktslage“ eines Körpers fordert, auf den ein äußerer Anstoß nicht ausgeübt wird.



Man kann sich das wieder klarmachen mit Hilfe eines sehr einfachen Experiments, das jeder geschickte Bastler ausführen kann. Man nimmt zum Beispiel ein langes schmales kräftiges Brett, das man in der Mitte durch eine Schneide unterstützt, und legt auf dieses zwei Kugeln, die durch eine zusammengedrückte Spiralfeder miteinander fest verbunden sind, so auf, daß das Brett wie eine Waage im Gleichgewicht schwebt. Die Zusammenpressung der beiden Kugeln könnte man etwa durch einen Faden erzielen, den man um die beiden Kugeln legt. Nimmt man nun eine kleine Flamme und brennt

den Faden durch, so schnellen die beiden Kugeln auseinander. Die Wage bleibt dabei aber im Gleichgewicht, weil jede Kugel der andern entgegengesetzt und von der Ruhelage gleich weit fortgetrieben wird. K_1 wird um die Strecke a nach links geschoben, K_2 um die gleiche Strecke nach rechts. Ist die sprengende Kraft der Feder erschöpft, so werden die Kugeln noch ein Stückchen weiter auseinandergehen, dann aber wieder zusammengezogen werden, und es kann sogar auch ein Schwingen beider gegen- oder voneinander stattfinden, ohne daß sich die Wage auch nur rührt. Der Grund dafür ist, daß der Schwerpunkt des Systems der beiden Kugeln $K_1 K_2$ an derselben Stelle bleibt. Beweis dafür ist ja das Stehenbleiben der Wage.

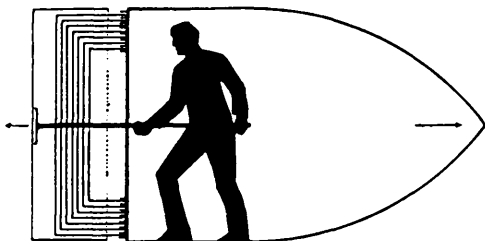
Die Wage bleibt aber auch stehen, wenn zwei ungleich schwere Kugeln auf diese Weise durch eine Feder auseinander gepreßt werden, wenn in ihrer Ruhelage Gleichgewicht bestanden hat. Es ist sehr lehrreich, gerade einen solchen Versuch auszuführen. Denn man findet, daß die größere Kugel nicht ebenso weit ausweicht wie die kleinere entgegengesetzt, sondern viel weniger. Aber es bleibt dennoch das Gleichgewicht erhalten, weil die verschiedene Weite des Ausweichens die verschiedene Schwere ausgleicht. Diese Erscheinung nennt man „Erhaltung des Schwerpunktes“.

Es wäre nun ganz gleichgültig, wie lang die Wage wäre und ob die Bewegung der auseinanderstrebenden Kugeln jemals ein Ende nähme. Bleibt nur der Schwerpunkt des Systems an derselben Stelle, so können doch die Teile sich beliebig weit bewegen, wenn diese Bewegungen nur nach dem auseinander gesetzten Prinzip gegeneinander abgestimmt sind.

Selbst der sorglichste Durchschnittseuropäer hat sich bisher noch keine Sorge um die „Erhaltung des Schwerpunktes“ gemacht. Erst jetzt, nachdem wir diese Sorge beseitigt haben, erkennt er eigentlich die große Gefahr seiner früheren Unwissenheit. Glücklicherweise hat ihm in diesem Falle wenigstens „das Unbewußte“ nichts geschadet!

Die Masse muß es bringen! — oder eigentlich das Gegenteil!

Wenden wir das nun auf den im freien Weltraum schwebenden Körper an. Stellen wir uns etwa vor, ein Mensch befände sich in einem zylindrischen Gefäß, das in der bezeichneten Weise auf der einen Seite eine große Anzahl deckelförmiger Verschlüsse enthält, wie unser Bild anzeigt. Das Ganze schwebt frei ohne irgendeine Bewegung im Weltraum. Stößt jetzt der im rechten Teil befindliche Mensch mit seiner Muskelkraft den äußersten Deckel ab, so wird dieser nach links geschleudert. Im Verhältnis zur Schwere des Deckels zu dem übrigbleibenden Teil bewegt sich dieser Deckel mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit nach links, der andere Teil des Gefäßes weicht langsamer nach rechts.



Beispiel für das Raketenprinzip

Unsere Auseinandersetzungen lassen auch die Größe der Geschwindigkeiten feststellen, die jeder einzelne Körper nunmehr bekommt. Stößt jetzt der Insasse den zweiten Deckel ab, so vergrößert er dadurch die Geschwindigkeit seines eignen Gefäßes wieder um ein bestimmtes Maß. So kann er fortfahren und sich eine beliebig hohe Geschwindigkeit erteilen, wenn er nur genug Deckel nach links abstoßen kann. Im ganzen aber wird das System, dessen Einzelteile nach Abstoßung aller 8 Deckel sich in neun verschiedenen Geschwindigkeiten befinden, seinen Gesamtschwerpunkt an derselben Stelle des Raumes belassen haben, wo es ursprünglich gestanden hat. Trotzdem ist es dem Insassen möglich gewesen, seinem Gefährt eine Bewegung mit bis zu gewissem Grade willkürlicher Geschwindigkeit zu erteilen.

Man kann sich nun denken, daß dieser Vorgang viel zweckmäßiger mit Hilfe motorischer Mittel erfolgt, etwa mit Hilfe von Explosionen, die zwischen Gefährt und jeweilig letztem Deckel stattfinden. Schließlich können wir uns auch denken, daß nicht gerade immer Deckel des Gefährtes abgeschleudert werden, sondern eigens dazu mitgenommene Massestücke. Diese Massestücke brauchen aber auch nicht fest oder flüssig zu sein, sie können auch gasförmig sein. Diese Massestücke können sogar die Explosionsgase selber sein, die aus einem offenen Rohr hinten auspuffen. Es kommt ja nur darauf an, daß wir Explosivstoffe mit recht hoher Explosions- oder Auspuffgeschwindigkeit haben und diese damit ausstoßen, um auch dem Gefährt selbst eine genügend große Geschwindigkeit zu erteilen.

Das ist aber nichts anderes als das Prinzip der Rakete. Mit dieser ist es also möglich, sich auch im freien Weltraum zu bewegen. Und da der Auspuff nach jeder gewünschten Richtung erfolgen kann, wenn man die technischen Hilfsmittel nur entsprechend einrichtet, so ist man in der Lage, nicht bloß sich selber eine Geschwindigkeit nach einer Richtung zu erteilen, sondern auch noch die Richtung zu wechseln, wie man es gerade braucht.

Es wäre übrigens sehr unzweckmäßig, wenn man etwa durch Abstoßung von Teilen des Gefährtes seine Geschwindigkeit steigern wollte. Ein sehr hübsches Beispiel dafür gibt Oberth in seinen Ausführungen über die Grundprobleme der Raumschiffahrt in dem Sammelwerk „Die Möglichkeit der Weltraumfahrt“. Um zum Beispiel sehr große Geschwindigkeiten zu erzielen, müßte man sehr große Massen abschleudern. Hätte man zu Anfang eine Masse von der Größe unserer Erde und gewänne man eine bestimmte Geschwindigkeit durch Halbierung, so würde man nach der hundertsten Teilung, also bei hundertfacher Geschwindigkeit, nur noch ein zehntausendstel Gramm Masse übrig behalten.

Wie wir nun sahen, läßt sich die ausgestoßene Masse dadurch verringern, daß man kleinere Massen mit viel größeren Geschwindigkeiten ausstößt. Aber immerhin ergibt sich, daß eine Rakete die Geschwindigkeit ihrer Auspuffgase selbst nur annimmt, wenn ihre ursprüngliche Masse etwa $2^{3/4}$ mal so

groß ist wie die übriggebliebene. Beim Start muß also die Maschine $2^{3/4}$ mal soviel wiegen wie wenn sie alle Betriebsstoffe verbraucht hat.

Diese Geschwindigkeiten genügen uns aber jetzt noch nicht, besonders, da wir doch noch im Anfang der Technik stehen und Treibmittel nur geringer Auspuffgeschwindigkeit zur Verfügung haben. Nehmen wir zum Beispiel an, wir hätten ein Treibmittel mit 2000 m Auspuffgeschwindigkeit in der Sekunde. Wollen wir unsere Maschine beim Start $2^{3/4}$ mal so schwer haben wie beim Fahrtende, so würden wir ja auch nur mit 2000 m, also 2 km in der Sekunde reisen. Hätten wir nun nur die gerade Entfernung von der Erde bis zur Venus zurückzulegen, die im günstigsten Falle 40 000 000 km beträgt, so würden wir für die Fahrt $40\,000\,000 : 2 = 20\,000\,000$ Sekunden brauchen. Da der Tag 86 400 Sekunden hat, würden wir $20\,000\,000 : 86\,400 = 233$ Tage, das sind etwa $7\frac{1}{2}$ Monate, bis dahin unterwegs sein. Hin- und Rückfahrt würden also 15 Monate oder $1\frac{1}{4}$ Jahr dauern. Da man jedoch nicht ohne weiteres gerade hinfahren kann, da vor allem auch die Rückfahrt gar nicht sofort vonstatten gehen könnte, würde man sehr lange Reisedauern brauchen oder man müßte sehr viel mehr Betriebsstoff mitnehmen.

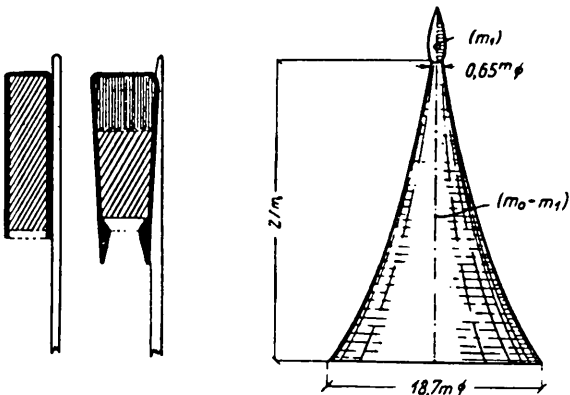
Das wird alles sofort sehr viel günstiger, wenn man höhere Auspuffgeschwindigkeiten der Treibgase zur Verfügung hat. In einem späteren Kapitel werden wir uns mit der praktischen Bedeutung dieser Fragen noch ausführlicher beschäftigen. Sollen also recht hohe Geschwindigkeiten erreicht werden — und das ist beim Reisen im Weltraum wegen der ungeheuren Entfernungen unerläßlich — dann muß man also für die Explosionen Verbrennungsgase möglichst hoher Auspuffgeschwindigkeit wählen. Es ist dabei besonders günstig, wenn wir recht viel Betriebsstoff mitführen können, obwohl die Steigerung der Auspuffgeschwindigkeit der Brennstoffe von noch weit größerer Bedeutung ist.

Die Rakete

Goddards Pulverrakete

Wie sieht nun eigentlich eine solche Rakete aus?

Sehr einfach! Wenigstens nach Hohmann. Der baut nämlich einfach einen großen Turm aus hartem Pulver, auf dessen Spitze er das eigentliche Raumschiff setzt, wie unser Bild das zeigt, das wir seinem Buche „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ (München 1925) entnehmen. Die Rakete sitzt also hier geradeswegs auf einem ungeheuren Pulverfaß. Ob viele Leute den Wunsch haben, sich diesem Gefährt anzuvertrauen,



Einfache und bessere
Feuerwerksrakete im Durchschnitt

Hohmanns Pulverrakete

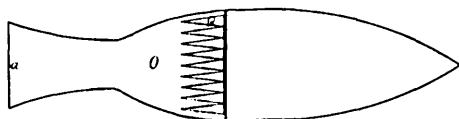
möchte ich beinahe bezweifeln. Es hat aber auch technische Schwierigkeiten, damit im Weltraum zu fahren. Und deshalb dürfte es doch wohl zweckmäßig sein, für den Antrieb eine solidere technische Konstruktion zu wählen.

Die Leser dürften aus der Tagespresse wohl alle den Opel'schen Wagen von hinten gesehen haben. Man sieht da eine große Zahl von Oeffnungen, die Mündungen düsenartiger Rohre, denen die Pulvergase entströmen. Der amerikanische Physiker Goddard, der schon 1919 eine große und gutbelegte Arbeit „über eine Methode, große Höhen zu erreichen“, ver-

öffentlich hat, benutzt ebenso wie die Opelwagen für zum Aufstieg in große Höhen bestimmte Raketen Pulver, und zwar rauchloses, dessen Gase er aus metallischen Düsen ausströmen läßt. Er wählte die Methode, einzelne übereinander angebrachte Pulversätze nacheinander zu entzünden und auf diese Weise die Rakete nach und nach immer stärker anzutreiben. Die Patronen stecken in dünnen Papierhüllen, die nach dem Schuß aus dem Treibapparat abgeworfen werden. Goddard benutzt auch schon die Methode, mehrere Raketen übereinander zu setzen und die verbrauchten abzustößen. Der Antrieb wendet also ein ähnliches Stufenprinzip an, wie man es auch bei Dampfmaschinen und Turbinen mit Erfolg benutzt. Die Antriebe der einzelnen Schüsse und Raketen addieren sich, und man kann so hohe Geschwindigkeiten erreichen, wie die technischen Mittel nur gestatten.

Oberths Flüssigkeitsrakete

Höhere Auspuffgeschwindigkeiten der Gase als mit Pulver (jetzt höchstens 2400 m in der Sekunde) hofft Oberth mit



Prinzip der Oberthschen Flüssigkeitsrakete

brennbaren Flüssigkeitsgemischen zu erzielen, namentlich mit einem Gemisch aus flüssigem Sauerstoff und Alkohol-Wasser und besonders hohe Geschwindigkeiten mit flüssigem Sauerstoff und flüssigem Wasserstoff. Die Verwendung dieser Brennstoffe setzt natürlich eine kompliziertere Konstruktion der Rakete voraus als bei den einfachen Pulverraketen.

Grundsätzlich soll die Konstruktion folgende Form haben: Aus einem Behälter strömt der Brennstoff in den Raketenofen *O*. In diesen ragen kegelförmige Röhren, die den Sauerstoff enthalten. Die Röhren haben rundum porenförmige Oeffnungen, durch die unter höherem Druck der Sauerstoff ausgespritzt wird. Kurz vor der Verbrennung vergast der Sauerstoff und wird auf 700 bis 900 Grad erhitzt. Der eigent-

liche Brennstoff wird in fein verteiltem Zustande in den heißen Sauerstoffstrom gespritzt. Das Ganze verbrennt und sucht nach der Oeffnung a des Ofens einen Ausweg ins Freie. Die unter ungeheurem Druck hinausgepreßten Gase besitzen außerordentlich hohe Geschwindigkeiten. Diese und ihre Masse bestimmen, in welchem Maße sie nach hinten und die Rakete nach vorn geschleudert werden (in ähnlicher Weise, wie das bei unserm Kugelexperiment auf der Wage gezeigt wurde). Der Schwerpunkt des ganzen Systems behält dabei denselben Bewegungszustand wie vor dem Auspuff. Die Gase verstreuen sich im Weltraum.

Also auch im leeren Raume kann sich eine solche Rakete Bewegungsantriebe erteilen. Je nach der Richtung des Auspuffs kann man die Rakete auch steuern. Natürlich ist dazu notwendig, daß seitliche Steuerungsdüsen vorhanden sind. Aber das ist ja alles eine Frage der Konstruktion, die man getrost den Ingenieuren überlassen kann. Hier kommt es darauf an, das Prinzip darzulegen.

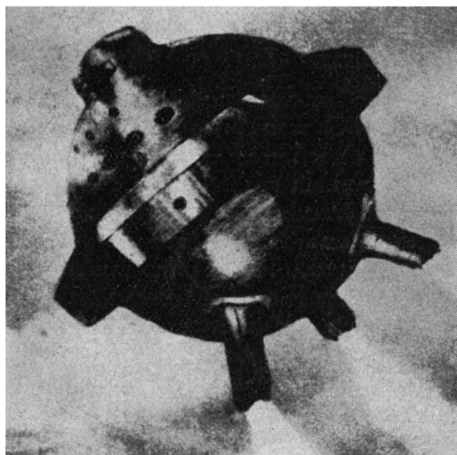
Der Uebergang Oberths von der Pulver- zur Flüssigkeitsrakete hat mehrere gute Gründe. Einmal kann neuer Pulversatz immer erst entzündet werden, wenn der alte abgebrannt ist. Die Antriebe geschehen infolgedessen stoß- und ruckweise, so daß etwa in dem Gefährt befindliche Personen stark geschüttelt werden. Das müßte natürlich seekrankheitsähnliche Erscheinungen begünstigen. Aber auch für Instrumente ist ein solches Schütteln und Stoßen keineswegs förderlich, für viele sogar unmöglich. Dieses Schütteln würde bei Pulverraketen so erheblich sein, daß eine Personenbeförderung damit überhaupt ausgeschlossen wäre. Flüssigkeitsraketen dagegen lassen die Verbrennung vollständig sicher regeln. Man hätte es also in der Hand, stärkere oder schwächere Beschleunigungen einzustellen, wie man es braucht, und würde einen gleichmäßigen Antrieb erzielen. Zugleich könnte man sehr viel höher gehen als bei den stärksten jetzt anwendbaren Pulversätzen, die, wie schon bemerkt, höchstens 2,4 km sekundliche Ausströmungsgeschwindigkeit erzielen lassen. Wählt man dagegen ein Gemisch von einem Gewichtsteil Wasserstoff auf 2 bis 5 Teile Sauerstoff, so würde man 4 km in der Sekunde erzielen können.

Schließlich ist es noch ein anderer Gesichtspunkt, der auch nicht ohne Bedeutung ist, nämlich die Gefährlichkeit des Pulvers. Es kann leicht vorkommen, daß die Pulversätze nicht nacheinander explodieren, sondern durch irgendwelche Umstände gleichzeitig. Damit würde natürlich das Schicksal der Rakete besiegelt sein. Die flüssigen Brennstoffe sind dagegen gefahrlos. Bekanntlich kommt es darauf an, wie man explosive Gemische zur Explosion bringt. Selbst wenn die Metallwände von Behältern mit flüssigen Brennstoffen reißen, kann doch nichts Wesentliches geschehen; es können höchstens Gemische an nicht erwünschten Stellen in Brand geraten.

Steuerprobleme

Wir wissen von den Flugzeugen her, daß die Steuerung nicht ganz einfach ist. Und da die Raketen sich ja auch zum Teil in der Luft bewegen, müssen wir daran denken, für richtige Steuerung Sorge zu tragen. Bei ihrer Abfahrt muß die Rakete die gewünschte Richtung erhalten, und wir müssen ihr auch Steuerflossen geben, die die einmal eingeschlagene Richtung erhalten.

Das wird noch nicht immer genügen, aber automatische Steuerungsorgane sind gerade neuerdings in so vollkommener Weise gebaut worden, daß wir keine Befürchtungen haben, auch für die Raketen welche zur Verfügung zu haben, wenn sie erst gebraucht werden. Man ist ja in der Lage, ganze



Kugelförmige Rakete mit seitlichen Steuereinrichtungen, aber ohne Steuerungsorgane für Fahrt in einer Atmosphäre

Ozeandampfer nach einmaliger Einstellung ohne menschliches Zutun bis zum Ziel zu steuern, wenn dies in gerader Richtung liegt. Auch für die Weltraumfahrten dürfte der Kreiselapparat hervorragend geeignet sein.

Wo befinden wir uns?

Mit Uhr, Kompaß und Beschleunigungsmesser

Die Insassen einer Rakete, die frei im Weltraum schwebt, möchten natürlich ab und zu gern wissen, wo sie sich eigentlich befinden. Wenn Sie sich nicht zufällig gerade einen Antrieb erteilen oder ein Steuermanöver ausführen, bemerken sie gar nicht, daß sie sich überhaupt bewegen. Sie können also auch nicht feststellen, ob sie die Geschwindigkeit besitzen, die sie in der gewünschten Zeit ans Ziel bringt. Es ist deshalb notwendig, Registrierapparate mitzunehmen, an denen sich die erlangte Beschleunigung ablesen läßt. Mit Hilfe der Uhr kann man dann auch die Weglänge ermitteln, die zurückgelegt wurde. Berücksichtigt man Kursänderungen, so kann man auch Entfernung und Ort der Rakete im interplanetarischen Raum ermitteln.

Der Weltraum-Steuerautomat

Bitte: Weltraum-Steuerautomat! Nicht: Weltraumsteuer-Automat! So weit sind wir noch nicht. Aber vielleicht kommt auch das noch — — —

Wir zweifeln nicht daran, daß wir überhaupt Registrierapparate erfinden können, die uns das alles ganz automatisch angeben, und darüber hinaus ebenfalls automatische Steuereinrichtungen, die uns ohne weiteres Zutun in die Nähe des gewünschten Himmelskörpers führen, ohne daß die Insassen ständig genötigt sind, Instrumente zu beobachten, zu registrieren, zu messen und zu rechnen und den Lauf ihres Weltraumschiffes durch Steuerschüsse zu regulieren. Von solchen Arbeiten muß man die Insassen möglichst entlasten, da sie ja in erster Linie die Aufgabe haben werden, unterwegs Beobachtungen anzustellen und unsere Kenntnisse vom Weltall zu bereichern.

Daß die automatischen Steuerungsmechanismen ganz besondere Bedeutung haben, wenn man mit dem Raumschiff fremde Weltkörper besuchen will, geht schon daraus hervor, daß sich die Rakete beim Abschluß gar nicht so genau richten läßt, wie das notwendig ist, um einen fremden Planeten zu erreichen. Fährt man zum Beispiel in einem bestimmten Augenblick ab, so darf man, unter Berücksichtigung der Tatsache, daß das Ziel sich ja ständig bewegt, nicht zu spät oder nicht zu früh dort ankommen. Kommt man zu früh an, so läßt sich der Fehler durch Richtschüsse noch leichter korrigieren, als wenn der Planet schon vorbei ist. Im übrigen werden ja Steuerschüsse nie so genau auf die Rakete wirken können, daß sich damit die Richtung genau annehmen läßt.

Richtschüsse

Man denke nur, welcher Fehler in großer Ferne entsteht, wenn man auch nur den Bruchteil eines Grades von der gewollten Richtung abweicht. Das macht angesichts der Länge der Zeit, die das Raumschiff unterwegs ist und der großen zurückzulegenden Strecke am Ziel ungeheure Strecken aus. Will man

das Ziel nicht verfehlen, so wird man nicht darauf verzichten können, ab und zu Berichtigungen des Kurses vorzunehmen.

Zur Kontrolle der Ortsbestimmung und der Geschwindigkeit kann man übrigens die während langer Zeit verhältnismäßig groß erscheinende Erdscheibe benutzen. In abgemessener Zeit muß man sich in bestimmter Entfernung befinden und man weiß dann, daß die Erdscheibe eine ganz bestimmte Größe haben muß. Ist sie größer, so fährt man zu langsam, ist sie kleiner, zu schnell. Die Verschiebung gegen die hinter ihr liegenden Fixsterne kann man zur Richtungskontrolle benutzen. Denn die Bewegung der Rakete und selbst der Planeten ist innerhalb so kurzer Zeit gegenüber den ungeheuren Entfernungen, in denen die Fixsterne von uns abstehen, geringfügig und unmerklich. Sie bilden auch für den Weltraumschiffer das starre Punktsystem, in dem die einzelnen Sterne unverrückbare Marksteine sind.

Wie soll sie fahren?

Den lebendigen Kolossen
Führ ich, seht ihr, turmbeladen,
Und er wandelt unverdrossen
Schritt vor Schritt auf steilen Pfaden.
(Goethe, Faust II)

Wenn unsere Leser von den Gewichten hören, die so ein Raumschiff in der Praxis etwa bekommen wird, und sich an einem irdischen Vergleiche klarmachen, wie groß und wie schwer ein solcher Apparat eigentlich sein wird, wird ihnen ein heilloser Schreck in die Glieder fahren. Sie werden von 100, 160 und 200 t hören. Und wenn sie sich vergegenwärtigen, daß ein ganzer Güterzug solches Gewicht aufweist, werden sie schnell vor den Plänen zurückschrecken, mit Raketen in den Weltraum aufzusteigen. Eine solche Rakete wird doch mindestens wie ein kleiner Kirchturm aussehen; und nun stelle man sich einmal vor, man wolle ein solches Ding mit Insassen für diese gefahrlos in die Luft befördern! Allein schon für die Draußenbleibenden wird man fürchten — — Aber — — — wir haben uns schon an mancherlei Ungeheuerliches gewöhnt. Würde man etwa im Altertum einen Koloß von der Größe und Schwere einer modernen Schnellzugslokomotive mit den heute ganz üblichen Geschwindigkeiten von 100 km in der Stunde abgelassen haben, so hätte jeder Mensch damals mit Sicherheit prophezeit, daß dieses Gefährt in tausend und aber tausend Stücke gehen würde. Man hätte vielleicht um den ganzen Olymp gebangt.

Auch wir müssen uns erst wieder an die neuen Maße gewöhnen, die hier auftreten. Denken wir aber daran, daß wir in der Technik vor nichts zurückschrecken, was geldlich erschwingbar ist; denken wir daran, daß wir 300 m hohe Türme aus Eisen bauen, daß wir halb so hohe massige Wolkenkratzer auf den Erdboden stellen, die sogar Erdbeben widerstehen, während alles andere ringsum wankt und stürzt; denken wir daran, daß wir mit ungeheuren Kolossen die Meereswellen durchfurchen, ohne daß diese bis zu einem drittel Kilometer langen Kähne auseinanderbrechen; denken wir daran, daß wir die Riesenkräfte der gewaltigsten Wasserfälle brechen und in dünnen Drähten hunderte Kilometer weit in die Städte leiten und, statt zerstörend, dort Aufbauarbeit leisten

lassen; denken wir daran, daß wir mit auch nicht gerade kleinen Flugzeugen schon das Luftmeer der Erde durchschiffen, und daß unsere Technik Kontinente durchschneidet, um Weltmeere zu verbinden; denken wir an all das, so werden wir schließlich zu der Ueberzeugung kommen, daß auch solche Raketen technisch beherrschbar sein werden, selbst wenn sie gigantische Ausmaße annehmen.

Theoretisch bietet die Sache überhaupt keine Schwierigkeiten, und es handelt sich nur darum, wie alles am günstigsten und zweckmäßigsten eingerichtet wird. Rechnet man nach, so findet man, daß es außerordentlich vorteilhaft ist, Auspuffgase recht hoher Geschwindigkeit zu benutzen, weil dadurch an Masse außerordentlich gespart wird und die Rakete kleiner ausfallen kann. Aber damit ist noch nicht alles geschehen, was erwünscht ist. Unsere Rechnung lehrt uns, daß die Fahrt um so weniger Energie und damit Brennstoff verzehrt, je schneller die Rakete an sich schon fährt. Solange sie also brennt, das heißt arbeitet, soll sie möglichst schnell fahren.

Das steht allerdings im Widerspruch mit der Forderung, daß die Insassen keinen zu starken Andruck erliden dürfen, daß diesen also überhaupt nur eine bestimmte Beschleunigung zugemutet werden darf. Um nun beide Forderungen miteinander zu vereinigen, die schnelle Fahrt und den geringen Andruck, läßt man die Rakete schräg aufwärts fahren. Sie kann dann schneller große Geschwindigkeiten annehmen, als wenn sie senkrecht in die Höhe steigt, ohne den Andruck allzusehr zu steigern. Man benutzt dabei zweckmäßig die Erdrotation in der Weise, daß man gegen Osten aufsteigt. Da sich die Erde von Westen nach Osten dreht, von Norden gesehen entgegen dem Uhrzeiger, wie fast alle Dreh- und Umlaufbewegungen im Sonnensystem, erteilt man dabei dem Schiff noch die zusätzliche Geschwindigkeit der Erdrotation und verbessert dadurch den Wirkungsgrad der ausgestoßenen Brennstoffe.

In jedem Falle muß man versuchen, möglichst schnell auf die hohe Fahrtgeschwindigkeit von 12 bis 15 km in der Sekunde zu kommen, die notwendig ist, die Rakete dem Anziehungsbereich der Erde zu entrücken, indem man am besten

die Rakete nur ein einziges Mal brennen läßt. Fragen dieser Art kann man aber getrost den Weltraumschiffsführern überlassen. Da die Sache Geld kostet, sogar sehr viel Geld kostet, und sie sparen müssen, werden sie schon den richtigen Modus zu finden wissen.

Wie landet die Rakete?

Ein sehr schwerwiegender Einwand gegen die Weltraumschiffahrt wird von vielen in bezug auf die Landung gemacht. Wie soll eine Rakete, die mit 5, 10 oder gar 15 km Geschwindigkeit fährt, auf einem andern Himmelskörper landen? Sie würde dort doch herniederfallen und zerschellen! Denn zu der Eigengeschwindigkeit träte ja noch die Anziehung des betreffenden Planeten, der die Fallgeschwindigkeit noch vergrößern müßte.

Das scheint allerdings sehr schlimm zu sein. Und wie verhalten wir uns in diesem Fall?

Erinnert man sich astronomischer Vorgänge ähnlicher Art, also zum Beispiel an den Meteorfall, so muß man sich allerdings sagen, daß die Angelegenheit sehr bedenklich ist. Denn die Meteore stoßen mit ungeheurer Geschwindigkeit in die Erdatmosphäre ein. Allerdings fallen sie nicht mit der großen Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 40 km hernieder, sondern sie geraten beim Einschlag in die Erdatmosphäre ins Glühen, zerstieben vielfach in tausende Stücke, lösen sich zum Teil in Dampf und Staub auf, und nur selten fallen größere Stücke davon auf die Erde. Wir beobachten dabei immer, daß diese Meteore in gewisser Höhe über der Erde zum Stillstand kommen und von dort nur mit der Geschwindigkeit fallen, die ihnen als fallenden Körpern zukommt. Allzu große Geschwindigkeiten werden dabei durch den Luftwiderstand gehemmt.

Würde zum Beispiel ein Raumschiff zur Erde zurückkehren, so würde es beim Eintreffen in die Erdatmosphäre die angenehme Aussicht haben, ins Glühen zu geraten und zu verbrennen.

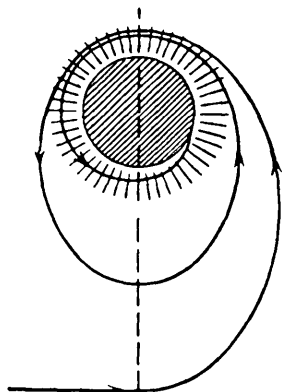
Das wäre nach glücklich vollzogener Weltraumfahrt ein peinliches Schicksal für die Insassen, dem sie gern entgehen

würden, um so lieber, als sie doch ihre Wissenschaft den Menschen gern mitteilen möchten, bevor sie ins Gras beißen. Wie ist das aber zu machen?

Ob eine mit 10-km-Sekundengeschwindigkeit in die Erdatmosphäre eindringende Rakete durch den Luftwiderstand zum Stillstand kommt oder mit großer Gewalt auf die Erde fällt, wissen wir nicht, weil Erfahrungen dafür fehlen. Wir kennen nur einen Fall, in dem das Niederkommen eines sehr großen Körpers auf die Erde wahrscheinlich ist, das ist der Fall des Kraters im Cañon Diablo in Arizona, von dem ich in meinem Buche „Das Werden im Weltall“ (2. Auflage, 1922, Seite 89) berichtet habe. Denn der größte Meteorit, den man jemals fallen sah, wog nur 325 kg; er fiel am 12. März 1899 bei Borgo in Finnland. Unsere Raketen werden aber bei der Rückkehr zur Erde sicher immer noch wesentlich schwerer sein (die Zahl von 6 t spielt dabei eine große Rolle). Es ist also wohl anzunehmen, daß die Rakete beim Niederfall wohl zur Erde kommen könnte, wenn sie nicht zuvor etwa glühend würde und dadurch Schaden nähme. Man muß also versuchen, sie vor dem Verbrennen zu schützen. Daran dürften auch die Insassen schon ein großes Interesse haben, da es ihnen nichts nutzt, gebraten auf die Erde zu gelangen.

Durchschlägt die Rakete die obersten Luftschichten, so wird sie zweifellos infolge der großen Geschwindigkeit durch die Reibung äußerlich sehr heiß werden. Man muß deshalb versuchen, schon in diesem Stadium die Geschwindigkeit herabzusetzen, und kann das mit Hilfe einer Art Fallschirm tun. Man darf aber dabei nicht etwa senkrecht in die Erdatmosphäre einfallen, weil das aus andern Gründen auch nicht zweckmäßig ist. Man wird deshalb die Rakete so steuern, daß sie die obersten Luftschichten gerade streift, vielleicht in der Weise, daß man sogar noch einmal aus der Luft herausgeht, nachdem einige Geschwindigkeit abgebremst worden ist. Schon um die erlangte Hitze nicht zu steigern, sondern erst einmal wieder gefahrlos auszustrahlen. Man wird dann den Erdball umkreisen und wieder in die Erdatmosphäre hineingehen. Dabei dürfte die Rakete einen großen Teil ihrer Geschwindigkeit einbüßen. Man richtet es zweckmäßig so ein, daß die Geschwindigkeit bis auf 8 Sekundenkilometer

abgebremst wird. Man würde dann Tragflächen zum weiteren Niedergange benutzen und in einem weitgezogenen spiraligen Gleitflug auf die Erde niedergehen. Um auch den letzten Rest der Geschwindigkeit gegen die Erdoberfläche zu beseitigen, läßt man die Rakete noch einmal anlaufen, während der Auspuff gegen die Erde gerichtet ist.



Bremsspirale einer Rakete auf einem von einer Atmosphäre umgebenen Himmelskörper

Walter Hohmann hat in seinem Buche „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ auch diesen Fall durchgerechnet und nach den jetzigen Kenntnissen festgestellt, daß eine wesentliche Bremsung der Rakete nur in einer Höhe von höchstens 100 km über der Erdoberfläche durch die Luft stattfinden kann. Er läßt also eine zur Erde zurückkehrende Rakete in einem Parabelbogen so herankommen, daß die Parabel etwa in 75 km Höhe ihren Scheitelpunkt hat. Sie würde dann, um die Bremswirkung der Atmosphäre auszunutzen, einen Bremsweg von

etwa 1600 km durchlaufen und dabei die Geschwindigkeit von 11,1 km in der Sekunde auf 10,4 km herabmindern. Dadurch verändert sich die Parabel in eine elliptische Bahn, die die Rakete nunmehr durchläuft und in die Nähe der ehemaligen Bremsluftstätte mit der Geschwindigkeit von 10,4 km zurückkehrt. Sie durchläuft dann ungefähr denselben Bogen von 1600 km noch einmal und vermindert die Geschwindigkeit auf 9,8 km in der Sekunde. Dadurch wird die elliptische Bahn wesentlich verändert, die Rakete tritt in aber kaum niedrigere Luftschichten ein und verringert ihre Geschwindigkeit nach dem dritten Umlauf auf 9,2 km, nach dem vierten auf 8,6 km, nach dem fünften auf 8,1 km und nach dem sechsten auf 7,85 km in der Sekunde. Jetzt hätte sie eine Geschwindigkeit erlangt, bei der sie ohne Vorhandensein einer Atmosphäre eine Kreisbahn um die Erde beschreiben würde. Da aber die Atmosphäre hemmt, kann die Rakete nunmehr im Gleitfluge

niedergehen. Das ist nicht schwieriger als bei einem gewöhnlichen Flugzeug, denn die Tragflächen brauchen keinen wesentlich größeren Widerständen gewachsen zu sein. Gerade dieser Gleitflug erfordert von dem Führer des Schiffes größte Geistesgegenwart und Fähigkeiten.

Eine solche Landung dauert eine geraume Zeit. Denn die Dauer des Durchlaufens der ersten Bremsellipse beträgt fast 11 Stunden, die der zweiten fast 5, die der dritten fast 3, die der vierten 2 und die der fünften 1,5 Stunden, im ganzen etwas über 22 Stunden. Der Gleitflug, der sich über eine Gesamtlänge von 3646 km erstreckt, würde noch fast 40 Minuten dauern, so daß mit einer Gesamtlandungsdauer von etwas über 22¹/₂ Stunden gerechnet werden müßte. Während dieser Zeit muß die Führung des Schiffes in jeder Hinsicht auf dem Posten sein.

Hohmann hat versucht, auch ohne das Durchlaufen von Bremsellipsen eine Landung rechnerisch zu verfolgen. Er hält auch das für möglich und rechnet 40 Minuten dafür aus. Er macht allerdings darauf aufmerksam, daß hierbei für die Fahrer die Sache noch unangenehmer und aufregender ist.

Auch die Frage der Erhitzung berücksichtigt er. Bei seinem Beispiel würden bei der Abbremsung des Fahrzeuges 12,3 Millionen Metertonnen Energie, das heißt die Wucht des Laufes von 160 Millionen Pferden, vernichtet werden müssen. Das entspricht einem Wärmeäquivalent von 28,8 Millionen Wärmeeinheiten. Wollte man diese gewaltige Energie durch Riesenfallschirme abbremsen, so würde eine ganze Zahl dieser verbrennen. Man müßte also mehrere mitführen. Rechnet man aber nach, welche Verzögerungen möglich sind, um die dabei entstehende Wärme auszustrahlen, so findet man, daß man dazu gar keine Fallschirme braucht, sondern daß die Tragflächen allein diese Bremsung aufnehmen könnten.

Aber alle diese Fragen müssen in erster Linie durch Raketenprobefahrten, namentlich auch von Registrierraketen, geklärt werden. Wir hatten ja bisher noch keine Möglichkeit, das Verhalten der Luft und der Körper darin bei solchen Geschwindigkeiten zu beobachten und kennenzulernen.

Mit Hilfe dieser Maßnahmen, für die besonders die ersten Fahrten noch die wesentlichen Erfahrungen beibringen

müßten, glaubt man auch der Landungsschwierigkeiten Herr werden zu können. Geht man auf einen Himmelskörper nieder, der, wie zum Beispiel der Mond, keine Atmosphäre besitzt, so wird man im wesentlichen auf die Bremsung durch die Rakete selbst angewiesen sein. Das reine Abbremsen mit Hilfe der Rakete selbst vermeidet man sonst deshalb gern, weil das die Mitnahme sehr großer Brennstoffvorräte bedingt und dadurch das ausreisende Schiff sehr viel schwerer und teurer würde. Die Benutzung der Rakete nur zur Vernichtung der letzten restlichen Wucht würde dagegen keine nennenswerten Brennstoffmengen erfordern.

Fahrpläne und Fahrtrouten für den interplanetarischen Reiseverkehr

Man fährt wohl sehr lange? — Ja! 4 Tage bis zum Monde!

Wer heutzutage eine größere Reise unternimmt, pflegt seine Reisedispositionen vorher leidlich festzulegen und sich mit allem zu versehen, was zur Ausführung der Reise notwendig ist. Solange man die internationalen Reiserouten benutzt, ist das nicht so unbedingt erforderlich, wenn man nur über ein wohlakkreditiertes Scheckbuch verfügt. Denn man kann in fast jedem beliebigen Punkte solche Reise unterbrechen, sie ändern und sich neu ausstatten.

Nicht so einfach ist das bei Reisen im Weltraum. Da gibt es keine Stationen oder wenigstens vorerst noch nicht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß man später einmal solche anlegt. Aber für die erste Zeit wird man damit nicht rechnen dürfen. Man muß deshalb Reiseweg und Reiseziel vorher genau bestimmen, muß sich mit allem Notwendigen, namentlich auch Proviant, versorgen und darf bei diesen Dispositionen keine Fehler machen, weil man sonst verloren ist. Wenn auf der Reise von der Venus zur Erde der Proviant 3 Wochen zu früh ausgeht, so sind die Reisenden zum Hungertode verdammt. Man darf andererseits kein Kilogramm Unnützes mitnehmen, da das die Reise erschwert und mehr Transportkosten verursacht als eine Tonne bei irdischen Reisen. Genauer als

anderwärts muß man also hier vorausbestimmen und darf nur innerhalb der vorgesehenen Grenzen Veränderungen eintreten lassen.

„Veränderungen eintreten lassen?“ — Ist denn so etwas überhaupt möglich? Man kann doch eigentlich bloß von der Erde aus einen Planeten anlaufen, später wieder aufsteigen und zur Erde zurückkehren? Immer muß man mit einer Höchstdauer für die mitzunehmenden Lebensmittel rechnen. Höchstens danach kann man das Verweilen auf einem andern Planeten einrichten.

Das trifft aber nicht zu! Denn man kann auch im freien Weltraum verweilen, je nachdem man Umwege macht, je nachdem man etwa auch einen oder mehrere Himmelskörper einmal oder mehrmals umkreist und dergleichen mehr.

Der Hauptsache nach wird es allerdings darauf ankommen, festzulegen, welche Zeiten man zur Erreichung eines bestimmten Körpers braucht. Diese muß uns das „Interplanetarische Reisebureau“ genau angeben, damit wir danach unsere Vorkehrungen treffen können. Denn schließlich ist es schon wichtig zu wissen, ob eine Reise ein Vierteljahr dauert oder mehrere Jahre. Auf Dauern von mehreren Monaten werden wir in diesem Falle schon rechnen müssen, wenn wir nicht etwa bloß den astronomischen Katzensprung zum Monde machen wollen, den wir ja innerhalb sehr kurzer Zeit, innerhalb einiger Tage, erreichen können.

Die Leser werden erstaunt sein, von so kurzen Reisedauern zu hören. Denn man hat ihnen bisher in den populären Büchern oder Artikeln immer vorgerechnet, wie lange ein Eisenbahnzug brauchen würde, um den Mond oder gar die Venus zu erreichen. Und das sind dann in jedem Falle erhebliche Maße geworden. Nehmen wir selbst die Fahrgeschwindigkeit der schnellsten Züge an, das mögen 100 km in der Stunde sein, so kann damit die 385 000 km lange Strecke bis zum Monde doch erst innerhalb eines Zeitraumes von 160 Tagen zurückgelegt werden. Man würde also zur Hin- und Rückfahrt ein Jahr brauchen und könnte sich dann nur einen guten Monat dort aufhalten. Unsere Rakete bewältigt diese Strecke natürlich in viel kürzerer Zeit. Denn wir fahren mit ihr ja nicht wie ein Eisenbahnzug mit 30-m-Sekundengeschwin-

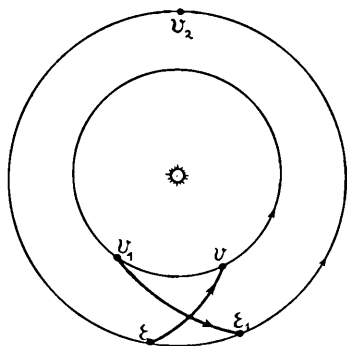
digkeit, sondern wenigstens mit der 100fachen Schnelligkeit. Da schrumpfen dann die Entfernungen ganz wesentlich zusammen, und aus den mehreren hundert Tagen werden wenige Tage. Eine Reise zur Venus im Eisenbahnzuge würde, wenn sie überhaupt ausführbar wäre, günstigstenfalls 50 Jahre in Anspruch nehmen.

Man darf nun allerdings nicht vergessen, daß die Fahrt in Planetenräumen nicht in so einfacher Weise erfolgt, wie eine solche primitive Rechnung annimmt. Von der Erde zum Mond ist die Sache ja verhältnismäßig einfach. Aber von der Erde zu einem andern Planeten wird die Sache schon etwas komplizierter insofern, weil ja jeder Planet andere Geschwindigkeiten in seiner Bahn um die Sonne besitzt als die Erde. Diese schwingt sich mit rund 30 km Geschwindigkeit in der Sekunde um das zentrale Muttergestirn. Die Venus jedoch mit fast 35 km und Merkur gar mit 47 km! Andererseits bewegt sich Mars nur 24 km pro Sekunde in seiner Bahn und Jupiter gar „nur“ 13 km. Fahren wir nun mit einer Rakete von der Erde ab, so schreiten wir in jedem Falle einmal mit der Bewegung von 28 km in der Richtung des Erdumlaufs um die Sonne fort. Unsere Rakete erteilt uns nun in bezug auf die Erde eine zusätzliche Geschwindigkeit, die die Schnelligkeit unseres Weltraumschiffes vergrößert, wenn wir in der Richtung der jeweiligen Erdbewegung im Abfahrtsaugenblicke aufsteigen, sie aber verringert, wenn wir nach entgegengesetzter Richtung fahren. Immerhin haben wir als Grundgeschwindigkeit die 30 km von der Erde her. Diese Bewegung können wir für unsere Reise ausnutzen. Verhältnismäßig geringe Geschwindigkeitsänderungen nach Richtung und Größe genügen, das Weltraumschiff aus der Bahn der Erde in eine selbständige Bahn überzuführen, die aber nach mechanischen Grundsätzen eine von der Sonne beherrschte elliptische Kometenbahn sein würde. Da die Triebkräfte für der Rakete zu erteilende selbständige Bewegungen sehr groß sein müssen, haben wir die Aufgabe, alle Umstände recht geschickt auszunutzen und es so einzurichten, daß wir möglichst nur mit der Anziehung der Sonne und der nächstliegenden Planeten reisen.

Ein Glück, daß alle Planetengötter links herum tanzen

Dem Reisen im interplanetarischen Raume kommt der Umstand sehr zugute, daß die Planeten die Sonne alle in gleichem Drehsinne umlaufen. Würde das nicht der Fall sein, so müßten wir, um einen andern Planeten von der Erde aus zu erreichen, erst die gesamte Geschwindigkeit von 30 km in der Sekunde vernichten und unser Gefährt dann neu zu derjenigen Geschwindigkeit beschleunigen, die der Zielplanet selbst besitzt. Dazu würden so ungeheure Treibmittel notwendig sein, daß sich die Sache mit den jetzigen technischen Mitteln praktisch sicherlich gar nicht ausführen ließe. Sie ist nur möglich, weil alle Planeten den gleichen Drehsinn haben.

Man macht sich am besten an einer kleinen Zeichnung klar, wie eine solche Reise erfolgen kann. Stellen die beiden Kreise des nebenstehenden Bildes die Venus- und die Erdbahn dar, in deren Mittelpunkt die Sonne steht, so könnte man eine Reise von der Erde nach der Venus in der Weise ausführen, daß man von E auf dem Wege $E-V$ zur Venus fährt. Eine Rückkehr von der Venus würde vielleicht



Reisen zwischen Erde und Venus

zweckmäßig so erfolgen, daß man bei V_1 abfährt und auf dem Bogen E_1-V_1 die Erde erreicht. Der Drehsinn der Planeten ist ja bekanntlich entgegengesetzt dem Uhrzeiger, wenn man von oben, das heißt von Norden auf das Planetensystem blickt. Diese Fahrten erscheinen uns als die günstigsten, weil Erde und Venus sich auf der gleichen Seite der Sonne befinden. Würde die Erde in E stehen, die Venus aber in V_2 , so wäre der Weg von der Erde zur Venus sehr viel größer. Man braucht unter sonst gleichen Umständen für den Weg $E-V$ dennoch mehr Brennstoff als etwa von E nach V_2 , wenn also die Venus jenseits der Sonne steht, weil

man ja in einem freien Bogen von E nach V_2 fährt, während die Rakete auf dem erheblich kürzeren Wege EV mehr Brennstoff für Richtungsveränderungen verbraucht. Die Kosten würden also geringer werden, aber auch die ganze technische Möglichkeit günstiger, weil man weniger Betriebsstoff leichter unterbringen kann. Andererseits würde auch die mitzuführende Nutzlast, also Proviant, Mittel für die Atmung, viel geringer werden, da ja doch die Fahrt viel kürzer dauert. Denn wie schon bei Reisen auf der Erde, muß man bei solchen im freien Weltraum erst recht daran denken, daß man das Gefährt heizen kann, jedenfalls muß man das dann können, wenn man etwa von der Erde auswärts fährt, also von der Sonne weg. Befindet sich das Schiff im freien Weltraum, so wird es ja auf der der Sonne zugekehrten Seite ständig von ihr bestrahlt. Man könnte wohl Mittel ersinnen, das für die Heizung des Innenraumes nutzbar zu machen. Das dürfte bei größerer Annäherung an die Sonne, also zum Beispiel bei einem Besuch der Venus, weniger Schwierigkeiten machen, als wenn man zum Mars hinauffährt, weil in jenen Fernen die Sonnenstrahlung natürlich erheblich abnimmt. Da wäre schon künstliche Heizung aus mitgeführten Brennstoffen vielleicht erforderlich. Darüber hinaus muß, abgesehen vom Reisemundvorrat, auch für Atemluft gesorgt werden; denn der Aufenthaltsraum selbst in einer großen Rakete wird verhältnismäßig klein sein, so daß die Luft immerwährender Erneuerung bedarf. Wir zweifeln wohl nicht daran, daß diese Aufgaben lösbar sind und in ihrer technischen Bewältigung weit hinter dem reinen Bewegungsproblem zurücktreten.

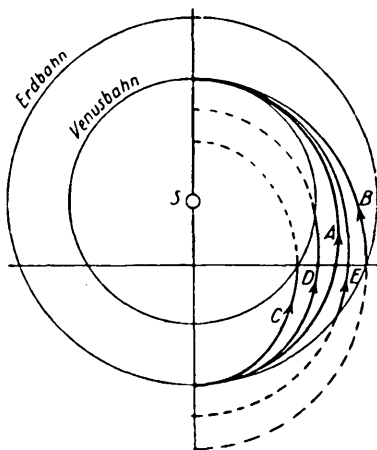
Fahrtdauer = Geduld mit Hoffnung

Wir sind natürlich überaus neugierig, wie lange wir nun eigentlich fahren, um einen benachbarten Planeten zu erreichen. Wollen wir das ermitteln, so müssen wir natürlich alle Umstände reiflich überlegen, die dabei beachtet werden müssen. Wir haben zu bedenken, daß unsere Raketen nach dem derzeitigen Stande der Technik ihre Gase mit höchstens 5-km-Sekunden-Geschwindigkeit ausstoßen können. Zwar zweifeln wir auch

hier wieder nicht an baldigem technischen Fortschritt, aber wir wollen ja die Angelegenheit aus dem Reiche der Phantasie möglichst in das der technischen Möglichkeit bringen.

Rechnet man aus, welche Fahrzeiten in Tagen man braucht, um auf den grundsätzlich verschiedenen Wegen von der Erde zur Venus zu gelangen, so ergibt sich, daß die Fahrt von *E* nach *V* allerdings die kürzeste Fahrzeit erfordert. Am längsten fährt man von *E* nach V_2 . Aber es gibt auch noch andere Wege, die das nebenstehende Bild alle anzeigt. Dem Wege *E-V* entspricht darauf *C*, dem von *E* nach V_2 *A*. Die andern möglichen

Wege liegen in ihrer Länge und Fahrtdauer alle dazwischen. Um auf dem Wege *A* zum Ziele zu gelangen, braucht man nach Hohmanns Rechnungen 146 Tage, auf dem Wege *C* nur 69 Tage. Etwas längere Zeit braucht man für *B*, nämlich 75 Tage, während man auf den Strecken *E* beziehungsweise *D* 102 beziehungsweise 109 Tage zu fahren hat. Die Rückkehr würde ähnliche Fahrtdauern beanspruchen, so daß also



Die Reisewege zwischen Erde und Venus

eine kürzeste Reise von der Erde zur Venus und zurück unter gegenwärtigen Umständen rund 5 Monate dauern würde, unter Benutzung der länger dauernden Fahrwege jedoch 10 Monate. Das erscheint uns natürlich außerordentlich viel. Bedenken wir jedoch, daß wir selbst auf der Erde Fahrtdauern bis zu 6 Wochen haben, wenn wir zum Beispiel von Europa nach Australien wollen, so müssen wir zugeben, daß eine Fahrtdauer von 5 und gar von 10 Monaten für die Hin- und Rückreise recht gering sind. Wie lange ist denn Kolumbus nach Amerika gefahren? Und wie lange haben die Seereisen gedauert, als es noch keine Dampfschiffe gab? Hoffen

wir auf eine baldige Beschleunigung der Fahrten, so können wir die Reisedauer natürlich noch wesentlich verkürzen und beinahe in die Zeiten hineingelangen, die wir auch für längste Schiffsreisen jetzt auf der Erde nötig haben.

Allerdings darf man dann nicht vergessen, daß man zweckmäßig nicht ohne weiteres die Rückreise antritt, wenn man den Planeten erreicht oder umkreist hat, sondern daß man besser in der Nähe der Venus verweilt, bis man wieder den günstigsten Augenblick zur Rückkehr abgepaßt hat, der natürlich von der Stellung der Erde und der Venus zueinander abhängt. Das Verweilen in der Nähe eines Planeten ist verhältnismäßig einfach, denn man kann ihn ja einmal oder beliebig oft umkreisen, bis man wieder in die günstigste Rückkehrlinie einzuschwenken Gelegenheit hat. Unter solchen Gesichtspunkten verlängert sich allerdings die Reisedauer einer Hin- und Rückfahrt erheblich, und sie würde immerhin etwas mehr als 2 Jahre betragen. Für einen Besuch Merkurs müßte man mit etwa dreiviertel Jahren rechnen, für einen solchen bis zum Mars mit etwa $2\frac{2}{3}$ Jahren, und für einen Besuch Jupiters etwas über 6 Jahre in Ansatz bringen. Der Enthusiasmus, der jemand beseelen muß, um ihn zu solchen Reisen zu veranlassen, muß also schon sehr erheblich sein, und man wird gemeinhin glauben, daß er nur von wenigen aufgebracht werden könne.

Liebhaber der Venus

Man unterschätzt da aber den Menschen. Hat nicht der bekannte französische Astronom Legentil einmal 12 Jahre darangesetzt, um nichts weiter als einen sogenannten Venusvorübergang vor der Sonne in Indien beobachten zu können! Bloß wegen einiger Beobachtungen also, die sich bei der Gelegenheit machen ließen, verschwendete er einen sehr erheblichen Teil seines Lebens auf diese Reise und hatte dennoch das Unglück, völlig unverrichteter Dinge wieder nach Hause zurückzukehren. Wieviel größer aber sind doch die winkenden Erkenntnisse bei einem Besuch eines Nachbarplaneten! Es ist deshalb wohl sicher, daß sich nicht wenige finden werden, die eine solche Reise gern unternehmen und

sogar ihr Leben wagemutig daransetzen. Erleben wir nicht, daß bloß die Ueberfliegung eines Pols eine Schar von Männern findet, obwohl der Versuch zuvor bereits geglückt war, obwohl sie auch mit einem Untergang rechnen mußten! Das Unbekannte, das Geheimnisvolle zu entschleiern, hat ja die Menschen von jeher ganz besonders gereizt. Und da die Hemmnisse, das Leben einzusetzen, für verschiedene Personen außerordentlich unterschiedlich sind, werden wir das Schauspiel erleben, daß sich wissenschaftliche Abenteurer danach drängen, solche ersten Fahrten mitzumachen.

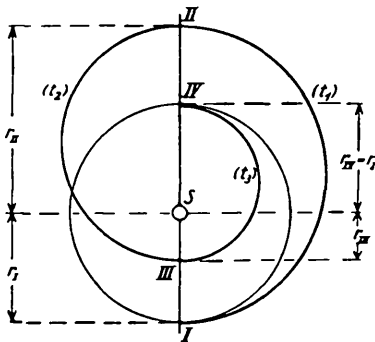
Unsere Rakete — ein kleiner Eiffelturm

Berücksichtigt man nun auch die andern technischen Umstände, so kommt man zu der Ueberzeugung, daß die Reiseroute *C* durchaus nicht die günstigste ist. Denn schließlich kommt es ja auch auf die Kosten an, die eine solche Reise verursacht, und die werden allemal nicht sonderlich gering sein. Sie sind aber noch außerordentlich verschieden, je nachdem man den Weg wählt. Es kommt dafür im wesentlichen die Menge der mitzuführenden Brennstoffe in Betracht. Manche dieser Wege, und gerade die kürzesten, erfordern den größten Aufwand an Brennstoffen, weil bei ihnen starke Geschwindigkeiten und Richtungsänderungen des Raumschiffes erfolgen müssen. Unterschiede um das Vielhundertfache im Gewicht kommen dabei vor.

In allen Fällen ergibt sich gerade immer die Fahrbahn *A* als die günstigste. Selbst die Benutzung von Brennstoffen, deren Auspuffgeschwindigkeit 10 km in der Sekunde erreicht, verändert die Gunst dieser Fahrten nur verhältnismäßig wenig. Rechnet man damit, daß das Raumschiff bei seiner Rückkehr 6 t Gewicht hat, rechnet man mit einer Auspuffgeschwindigkeit der Brennstoffe von 5 km in der Sekunde, so würde das Schiff beim Aufstieg von der Erde immerhin 143 t wiegen, also noch mehr als die schwersten und größten deutschen Dampflokomotiven. Für die Fahrbahn *C* aber würde das Schiff bei der Ausfahrt über 30400 t wiegen müssen, also mehr als fünfmal soviel wie der Eiffelturm!

Der moderne Tannhäuser oder Der wahre Weg zur Venus

Alles, was wir hier betrachten, ist recht ungewohnt. Die Riesengewichte der Raumschiffe, die lange Fahrtdauer, die ganz neuartigen Verhältnisse bei den alltäglichsten Dingen und Verrichtungen bringen außerordentlich viele Schwierigkeiten mit sich. Vor allen Dingen ist es immer noch die übermäßig lange Fahrtdauer, die schreckt. Es muß deshalb versucht werden, diese soweit wie möglich abzukürzen. Man kann das in der Weise tun, daß man gewisse Kunstgriffe anwendet, die wenigstens für erdnahe Planeten möglich sind. Hohmann gibt dafür ein Beispiel, das unser Bild nebenan veranschaulicht.



Geht man zum Beispiel in I von der Erdbahn aus und erreicht auf dem als zweckmäßig erkannten Wege in II einen Planeten, so kann man, auch ohne die nötige Wartezeit, auf dem Wege von II über III nach IV zur Erde zurückkehren. Rechnet man nach, so braucht man für diese Reise bei

einer Gasauspuffgeschwindigkeit von 5 km in der Sekunde ein Anfangsgewicht von 144 t für den Besuch des Mars, während man bei der 971tägigen Marsrundfahrt mit Wartezeit 207 t brauchen würde. Man braucht also weniger Betriebsstoff und kürzere Zeit.

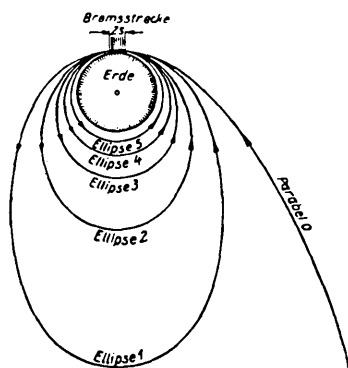
Eine gewisse Schwierigkeit bietet dabei allerdings, daß man der Sonne noch näher kommt (103 000 000 km) als die Venus (108 000 000 km). Die Hitze, die dann unaufhörlich das Schiff bestrahlt, müßte künstlich vermindert werden, wenn ein Aufenthalt darin möglich sein soll. Man kann es bei solcher Fahrt einrichten, daß man in $1\frac{1}{2}$ Jahren Mars sowohl wie Venus aus großer Nähe zu beobachten Gelegenheit gewinnt. Würden die Schwierigkeiten der Hitze nicht hindern, könnte man bei der Gelegenheit auch noch den Merkur besuchen und

in $1\frac{1}{2}$ Jahren die drei erdnahen Planeten aus großer Nähe beobachten. Allerdings sind dabei erhebliche Geschwindigkeitsänderungen des Schiffes notwendig, die große Aufwendungen in bezug auf mitzuführende Brennstoffe bedingen. Unter günstigen Verhältnissen würde man immerhin ein Anfangsgewicht von 538 t für das Schiff in Ansatz bringen müssen, wenn man mit 5 km Auspuffgeschwindigkeit rechnet.

Die Luftbremse — verbessertes System Sternschnuppe

All das ist aber nur möglich, wenn man die Anziehung der Planeten auf das Schiff ausschaltet. Es ist aber notwendig, die Erde selbst zu verlassen. Dabei ist auch der Luftwiderstand zu überwinden. Andererseits ist bei einer Landung wichtig, ob der betreffende Planet eine Atmosphäre besitzt oder nicht. Hat er eine solche, so kann man — wie bereits erläutert (Wie landet die Rakete?) — diese zur Abbremsung der Geschwindigkeit des Raumschiffes benutzen; hat er keine, so muß man die Geschwindigkeit durch Auspuff vernichten und dann zu alledem noch durch Auspuff dem Absturz vorbeugen.

Man braucht dazu ungefähr ebensoviel Masse wie zum Aufstieg von dem betreffenden Planeten. Das Vorhandensein einer Lufthülle ist also für unsere Zwecke von Wert und Bedeutung. Wie man unter solchen Verhältnissen auf einem Planeten landet, zeigt das nebenstehende Bild. Das Raumschiff



Bremsellipsen bei der Landung (nach Hohmann)

kommt in der stark ausgezogenen Linie an den Planeten heran, nähert sich ihm bis zur Grenze der Lufthülle, fährt in einer Ellipse in den allerobersten Luftschichten, zuerst nur teilweise durch die Atmosphäre, um schließlich nach mehreren Umkreisungen in der Erdluft die Geschwindigkeit langsam abbremsen zu lassen und schließlich zu landen. Die Lufthülle

erweist sich so gerade als ein Hilfsmittel für die gefahrlose Landung. Man macht's wie die Sternschnuppen, nur nicht ganz so stürmisch, damit unsere Schutzhülle, das Raumschiff, nicht auch in der Reibungsglut verdampft. Wir haben ja kein Interesse daran, spurlos zu — — — verduften. — Zweifellos verlängert diese Operation die Landungsdauer, denn man muß den Planeten erst mehrmals umfahren. In den letzten Bahnteilen muß das immer langsamer geschehen, bis man auf ganz gewöhnliche irdische Geschwindigkeiten gekommen ist. Aber man spart dadurch außerordentlich an Brennstoff.

Der kosmische Erdhafen

Sehr viel günstiger wird das alles, wenn man die Weltraumfahrt nicht jedesmal von der Erde aus selber unternimmt, sondern vom Monde aus. Das setzt allerdings voraus, daß man auf dem Monde selbst diejenigen Stoffe gewinnen kann, die man braucht, also Brennstoffe, Proviant und alles andere. Ob diese dort vorhanden sind oder sich auf irgendeine Weise herstellen lassen, kann man allerdings jetzt nicht sagen. Wäre das aber der Fall, so würde man zum Zwecke einer Raumfahrt zuerst zum Monde aufsteigen, dort in ein Weltraumschiff umsteigen, die eigentliche Weltraumfahrt von dort aus unternehmen und wieder zum Monde zurückkehren, oder noch besser direkt zur Erde, auf der eine Landung noch weniger Aufwand erfordert als auf dem Monde. Denn dort ist keine atmosphärische Hülle vorhanden, die als Bremsung für das Raumschiff benutzt werden könnte; man müßte allein mit dem Raketenofen dort bremsen. Und das kostet viel, viel Geld.

Der neueste interplanetarische Reisefahrplan

Außerordentlich interessant ist nun der Fahrplan, den Dr. Walter Hohmann berechnet und zu einer übersichtlichen Tabelle zusammengestellt hat, die auf Seite 63 wiedergegeben ist. In dieser Uebersicht wird man vorerst wohl nur mit der Auspuffgeschwindigkeit (c) gleich 5 km in der Sekunde rechnen können. Betrachtet man die dabei aufzuwendenden Betriebsstoffe und Proviantmengen, so kommt man zu der Ueber-

zeugung, daß die Weltraumschiffahrt sich zuerst auf den Verkehr mit Venus und Mars beschränken dürfte, wenn man den Mond als Stützpunkt benutzt. Allerdings ist dabei vorausgesetzt, daß man auf dem betreffenden Planeten die Fahrzeuge verproviantieren kann. Damit muß man ja überhaupt rechnen, weil ja sonst ein Verkehr mit diesen Planeten gar nicht möglich wäre. Zwar ist es nicht ausgeschlossen, auch für die Rückreise alles mitzuschleppen, aber für regulären Verkehr wird man so nicht verfahren können, weil das zu teuer würde. Deshalb werden natürlich die ersten Orientierungsfahrten, auf denen man die notwendige Reisewissenschaft erforschen will, viel schwieriger sein als ein regulärer Reiseverkehr.

Fahrtroute	Ungefähre Fahrzeit in Tagen	Erforderliches Anfangsgewicht in Tonnen bei 6 Tonnen Endgewicht für			
		c=3	c=4	c=5	c=10 km/sek
<i>Zubringeverkehr</i>					
Erde—Mond	4	1420	360	153	31 t
Mond—Erde	3	15	12	10	8 t
<i>Ausreisen</i>					
Mond—Merkur	105	24000	3270	940	90 t
Mond—Venus	146	123	68	46,5	24 t
Mond—Mars	258	780	278	142	44 t
Mond—Jupitertrabant	997	12900	2450	910	167 t
<i>Rückreisen</i>					
Merkur—Erde.....	105	9900	1730	600	75 t
Venus—Erde.....	146	2510	690	276	64 t
Mars—Erde.....	258	382	182	110	41 t
Jupitertrabant—Erde.....	997	5720	1400	342	144 t
<i>Rundreisen</i>					
Mond — Marsberührung — Venuskreuzung—Erde ..	547	1220	446	245	80 t
Mond — Marskreuzung — Venuskreuzung Merkur- berührung—Erde	547	16100	2740	910	136 t
Mond — Venusumkreisung —Erde	762	1060	423	244	92 t
Mond — Marsumkreisung —Erde	971	1720	630	352	116 t
Mond—Jupiterumkreisung —Erde	2207	456000	37000	8720	1360 t

Man kann allerdings auch mancherlei sparen, wenn man bei diesen ersten Ausfahrten nicht mit allen Insassen und dem ganzen Raumschiff zu dem betreffenden Planeten herunter-

steigt, sondern eine Art Beiboot aussetzt, das landet, wieder aufsteigt und zum Mutterschiff zurückkehrt. Es dürfte sich dann wohl empfehlen, auf das weitere Mitschleppen dieses Beibootes zu verzichten und es einfach abzustößen. Rechnet man, daß ein solches Beiboot nach der Fahrt noch eine Tonne wiegt, so würde seine Abstoßung immerhin schon wertvoll sein. Rechnet man für die ersten Orientierungsfahrten mit einer Auspuffgeschwindigkeit von 5 km, so würde eine Fahrt vom Monde zur Venus, mit einer Zwischenlandung dort und der Rückkehr zur Erde ein Anfangsgewicht des Schiffes von fast 300 t erfordern, eine gleiche Fahrt zum Mars 410 t. Dabei wären allerdings schon erhebliche Reserven vorgesehen, die zur Sicherung der Rückkehr dienen.

Aus-puff! Auspuff!

Aus den Betrachtungen erkennen wir aber, daß es notwendig ist, auf der Erde weitere intensive Entwicklungsarbeit zu leisten, damit man möglichst bald Gasauspuffgeschwindigkeiten von 10 km und vielleicht noch mehr erreicht, die allerdings viel günstigere Bedingungen für den interplanetarischen Reiseverkehr bieten.

Unsere Ausführungen werden von den Weltraumfachleuten rechnerisch belegt. Sie sind nur auf Grund sorgfältiger Untersuchungen gewonnen und haben nichts mehr gemein mit den bloßen Phantasien, die bisher Betrachtungen solcher Art zugrunde lagen. Zwar wird noch mancher Tropfen Wasser in die Weltmeere fließen, ehe der erste Mensch in einer bemannten Rakete zum Monde aufsteigt, aber der Versuch liegt im Bereich absehbarer Zeit. Vielleicht erleben sogar die mittleren Alter unter uns noch seine Verwirklichung. Haben wir doch in den letzten Jahrzehnten schon soviel Ungehofftes zur Wirklichkeit werden sehen, daß „nichts zu hoffen“ kaum noch etwas übrig bleibt! — — —

Pulver und Dynamit oder was sonst?

Die Energiequellen für den Antrieb der Rakete müssen so beschaffen sein, daß sie plötzlich große Mengen Energie herzugeben in der Lage sind.

Vorgänge, die plötzlich große Energien entladen, nennen wir physikalisch Explosionen. Es werden also in erster Linie die Betriebsstoffe in Betracht kommen, deren wir uns auch bei den Explosionsmotoren bedienen, also Benzin, Benzol und ähnliche Flüssigkeiten. Nun haben wir aber alle gehört, daß das Pulver bei den neuen Raketenautomobilen verwendet wird. Also auch Pulver scheint für unsere Zwecke wichtig zu sein. Wie dem auch sei, die Betriebsstoffe müssen für unsern Zweck auch andern bestimmten Anforderungen genügen. Sie müssen eine gewisse Schwere besitzen und eine nicht zu geringe Auspuffgeschwindigkeit erzielen.

Die bei jedem Bewegungsvorgang in Erscheinung tretende „kinetische Energie“ wird bemessen nach der Formel

$$+ \frac{mv^2}{2}$$

worin m die Größe der Masse bedeutet und v die Geschwindigkeit. Der Antrieb hängt also ab von der ausgestoßenen Masse und von der Geschwindigkeit. Je größer die ausgestoßene Masse ist, desto größere Bewegungsantriebe können wir erzielen. Es ist aber sehr unzweckmäßig, allzuviel Masse abzustößen, weil dann das Weltraumschiff sehr viel Masse mit sich führen muß. Das erschwert aber die ganze Fahrt. Wir haben ja schon bei unserm Beispiel von der Halbierung beim Abstoß gesehen, wohin das führt.

Es bleibt uns aber noch eine andere Möglichkeit, große Bewegungsenergien zu erzielen, und zwar dadurch, daß wir recht große Auspuffgeschwindigkeiten verwenden. Dieser Weg ist sogar noch zweckmäßiger als der andere mit dem Ausstoß großer Massen, und zwar einfach deshalb, weil die Energie viel schneller wächst als die Auspuffgeschwindigkeit der Verbrennungsgase.

Das weist uns einen ganz klaren Weg, nämlich Explosivstoffe zu wählen, deren Auspuffgase recht hohe Geschwindigkeiten besitzen.

Halten wir Umschau unter den Explosivstoffen, so verfallen wir natürlich in erster Linie auf die Pulverarten. Sie erscheinen uns ja als der Inbegriff des Explosiblen und wir meinen schlechthin, mit ihnen am besten zu fahren. Man gibt sich da allerdings wesentlichen Täuschungen hin.

Denn rechnet man nach, welche Energien die verschiedenen Stoffe bei der Explosion, das heißt also dem plötzlichen Uebergang in den gasförmigen Zustand, frei werden, so ergibt sich für

1 kg Nitrozellulose (rauchloses Pulver)	1600 Kalorien
1 kg Alkohol (Sauerstoffzuführung durch Ueberchlorsäure)	1650 Kalorien
1 kg Benzol mit Sauerstoff	2250 Kalorien
1 kg Aethylalkohol mit Sauerstoff	2340 Kalorien
1 kg Benzin mit Sauerstoff	2500 Kalorien
1 kg Methan mit Sauerstoff	2650 Kalorien
1 kg Wasserstoff mit Sauerstoff	3777 Kalorien

Wir sehen zu unserm großen Erstaunen, daß die uns als ganz besonders explosibel erscheinenden Pulver gar nicht so sonderlich viel Energie freimachen. Viel mehr als die modernen Pulver geben Benzin, Alkohol, Methan in geeigneten Mischungen



Dr. Franz v. Hoefft in Wien (Geb. 5. 4. 1882)

Energy ab und bei weitem am höchsten liegt das Knallgas, das heißt eine Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff. Herr v. Hoefft hält gegenwärtig eine Mischung von 6 Raumteilen Wasserstoffgas und 1 Raumteil Sauerstoffgas innerhalb der Atmosphäre für das günstigste Gemisch, bei dem Auspuffgeschwindigkeiten von 4 km in der Sekunde überschritten werden.

Nun spielt bei solchen Dingen ja schließlich die Energielieferung aber nicht die alleinige ausschlaggebende Rolle, sondern auch andere Eigenschaften dieser Stoffe müssen berücksichtigt werden. Es ist zum Beispiel durchaus notwendig, daß die Brennstoffe ohne allzuviel tote Last mitgeführt werden können. Müßte man zum Beispiel Wasserstoff und Sauerstoff in kombiniertem Zustande mitführen, so brauchte man dazu schwere Stahlflaschen, die das Gewicht der Rakete außerordentlich vergrößerten und selber sehr viel schwerer wären als die darin aufbewahrten Brennstoffe selbst. Glücklicherweise ist das

aber auch nicht notwendig, da wir die Gase verflüssigen und in diesem Zustande mitführen können. Zweifellos werden die Techniker viel Schwierigkeiten damit haben, die richtigen Behälter dafür zu finden, weil selbst die bei gewöhnlicher Temperatur außerordentlich harten und festen Metalle aus den tiefen Temperaturen des Sauerstoffs (-183 Grad) und namentlich des Wasserstoffs (-253 Grad) überaus hart und spröde werden. Andererseits treten Konstruktionsschwierigkeiten insofern auf, als die Teile des Verbrennungsofens sehr hohen Temperaturen ausgesetzt sind, und zwar bis zu 1000 Grad und mehr. Diese müssen also sowohl den Untertemperaturen von -200 Grad wie auch den hohen von 1000 Grad standhalten. Es ist selbstverständlich, daß trotz der großen technischen Erfahrungen, die man mit Feuerungen und Explosionsmotoren hat, hier neue technische Entwicklungsarbeit zu leisten sein wird. Schwierigkeiten sind ja dazu da, um überwunden zu werden. Und da es dem technischen Geiste des Menschen sogar gelungen ist, einen praktisch leidlich brauchbaren Kragenknopf zu erfinden, wird man auch das Problem der Verbrennungsdüsen beim Raketenmotor bewältigen; die Stöckkunde wird dabei wesentliche Dienste leisten.

Eins darf man aber bei der ganzen Sachlage nicht übersehen, daß diese Beanspruchungen nämlich keine Dauerbeanspruchungen sind, sondern gewöhnlich nur kurze Zeit, etwa 5 oder 10 Minuten, während des ganzen Fluges in Wirksamkeit treten. Man kann die Baustoffe deshalb viel stärker beanspruchen als bei Dauerbelastung, ohne die erforderliche Sicherheit außer acht zu lassen. Während dieser 5 und 10 Minuten darf man dem Material Beanspruchungen zumuten, die man natürlich sonst niemals in Betracht ziehen dürfte.

Technische Zukunftsmusik

Ob es richtig ist, solchen Apparaten überhaupt die gewöhnlichen Konstruktionen zugrunde zu legen, erscheint sowieso fraglich. Wir suchen natürlich nach technischen Möglichkeiten, mit den jetzigen Hilfsmitteln Aufgaben zu bewältigen,

die auf jeden Fall nur Spitzenleistungen sein können. Wir müßten daran denken, daß solche Leistungen, bei denen wir mit kosmischen und für uns bisher ganz ungewohnten Geschwindigkeiten rechnen, auch andere Hilfsmittel benutzen müßten. Der Physiker denkt ja in erster Linie immer wieder an die Möglichkeit, die ungeheuren Energien durch Atomzertrümmerungen zu gewinnen. Da uns das bisher noch nicht gelungen ist, wäre es natürlich nicht richtig, dergleichen Dinge in eine reale Kalkulation einzusetzen. Blickt man aber in die Zukunft hinaus, so wird man dergleichen doch immerhin für möglich und erwägenswert halten müssen. Denn erst solche Energiequellen bieten die Möglichkeit, die riesigen Aufgaben zu bewältigen, mit denen wir uns jetzt mit anscheinend immerhin noch unzulänglichen Mitteln abmühen. Denn es besteht keine Frage, daß wir mit Hilfe der jetzigen Treibmittel nicht in der Lage sind, Weltraumreisen auszuführen, bei denen wir uns ständig eine zulässige Beschleunigung erteilen und von bestimmter Zeit ab diese auch wieder abbremsen. Mit den Raketenschiffen können wir uns wohl Geschwindigkeitsänderungen bis zu 5, vielleicht auch 10 und 15 km in der Sekunde erteilen, wir können auch Richtschüsse geben, um damit im Weltraum unsere Raketen zu steuern, wir können auch unsere Geschwindigkeit abbremsen, aber wir fahren doch immerhin mit unsern Schiffen selbst bis zu den nächsten Planeten viele Monate, ja viele Jahre und dürfen nicht hoffen, mit diesen Hilfsmitteln sehr weite Reisen selbst bloß im Sonnensystem zu unternehmen — vom Reisen in den Stellarraum ganz abgesehen.

Bei den bisherigen Möglichkeiten sind wir ja auch im wesentlichen darauf angewiesen, die Sonnenstrahlung für unsere Beheizung und für andere Dienstleistungen während der Raketenfahrt als Energiequelle zu benutzen. Wollen wir weitere Fahrten hinaus machen, weit weg von der Sonne, so reicht ihre Strahlung ja dazu nicht mehr aus und wir müßten auch aus diesem Grunde andere Energiequellen besitzen, die uns dienen.

Dr. Franz v. Hoefft hat auch Ueberschlagsrechnungen angestellt, zu welchen Möglichkeiten wir gelangen würden, wenn wir bisher unbekannte Energiequellen benutzen, wie

wir sie uns vorstellen. Wir könnten dann oberhalb der Erdatmosphäre Strecken wie von Berlin bis New York in einer knappen halben Stunde, nach Neu-Seeland in dreiviertel Stunden, bis zum Monde in $3\frac{1}{2}$ Stunden zurücklegen. Wir wären in der Lage, Fahrten zur Venus je nach der gegenseitigen Stellung der Planeten Erde und Venus in 35 bis 90 Stunden, zum Mars in 46 bis 110 Stunden, zum Jupiter in 5 Tagen, zum Saturn in 8, zum Uranus in 11 und zum Neptun in 16 Tagen zurückzulegen. Den nächsten Stern, Alpha Kentauri, könnten wir mit etwa Lichtgeschwindigkeit, also in 4 bis 5 Jahren erreichen. Es würden dann die Merkwürdigkeiten eintreten, die bei Reisen mit Lichtgeschwindigkeit von den Relativitätstheoretikern vorausgesagt werden, nämlich, daß die mit Lichtgeschwindigkeit Reisenden nicht älter werden. Wir könnten dann unmittelbar durch den Versuch prüfen.

Ich bitte aber die Leser, nun nicht etwa hinzugehen und zu erzählen, ich hätte dergleichen als möglich unterstellt. Vielleicht ist's wirklich nicht unmöglich, aber ehe wir diese „Möglichkeit“ erreichen, dürfte wohl noch mancher Tropfen durch die Flüsse in das Meer wandern.

Die Rakete ein verbessertes Flugzeug?

Man trifft vielfach die Meinung an, daß die Raketen-schiffahrt etwas ganz Aehnliches sei wie das Fliegen in Flugzeugen. In keinem Falle trifft das zu, und es sind auch nur verhältnismäßig wenig Berührungspunkte beider Gebiete vorhanden. Das Luftschiff schwimmt in der Luft und stößt sich an ihr ab. Das Flugzeug bedient sich nur des dynamischen Auftriebes, der indirekt aus dem Motor stammt. In jedem Falle braucht es aber auch dazu eine Atmosphäre. Die Rakete aber bedient sich keines beider Mittel. Solange sie sich in der Luft befindet, bedient sie sich lediglich der Steuerfläche, vielleicht auch noch einer Art Fallschirm zur Abbremsung ihrer Bewegungswucht. Eine Atmosphäre braucht sie nicht, wenn sie auch in einer dünnen schnell fahren kann. Die Probleme für die Weltraumschiffahrt sind deshalb ganz anderer Art als für das Fliegen nach der bisherigen Weise.

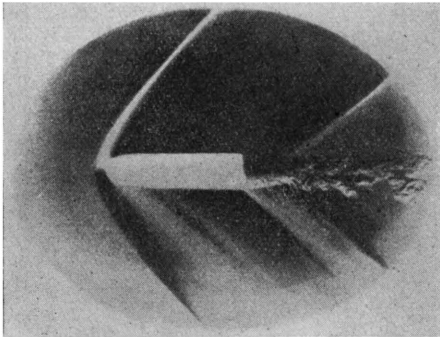
Rakete und Kanone

Aber auch mit dem Kanonengeschöß hat die Rakete herzlich wenig zu tun. Sie wird ja nicht abgeschossen und landet auch nicht blindlings wie ein Geschöß, dem man sein Landungsziel eigentlich schon beim Abschuß vorschreibt, sondern sie steigt selbsttätig durch innere Kraft auf und vermag sich unterwegs selbsttätig Bewegungs- oder Richtungsantriebe zu erteilen.

Es liegt auch in der Natur der Sache, daß die Rakete mit ganz andern Geschwindigkeiten fährt als Gefährte, Flugzeuge oder Luftschiffe und selbst als Geschosse.

Die Form der Flieger und der Raketen

Auch die physikalischen Probleme sind bei der Rakete ganz andere als etwa beim Flugzeug oder Luftschiff. Wenn dieses



Fliegendes Infanteriegeschöß (nach Ernst Mach)
Hinter dem Geschöß entsteht ein lufteleerer Raum, in den die Luft erst lange nach dem Passieren des Geschößes wieder einströmt. Auch bei andrer Form des Hinterteils würde das der Fall sein

die Luft durchschneidet, so geschieht das immer mit Geschwindigkeiten, die unterhalb der Schallgeschwindigkeit liegen. Diesemacht etwa 330 m aus. Die Formgebung in der Luftschwimmender oder fliegender Körper ist von der Geschwindigkeit abhängig. Fliegt der Körper mit geringerer als

Schallgeschwindigkeit, so strömt die Luft hinter ihm wieder zusammen. Dieses Zusammenströmen muß man durch die Form des Hinterteils möglichst erleichtern. Die Spitze ist deshalb die richtige Hinterteilsform. Schneidet man dagegen einen solchen fliegenden Körper hinten glatt ab, wie zum Beispiel die Infanteriegeschosse sind, so wirkt die Luft hinten

saugend und hält den fliegenden Körper zurück. Man könnte deshalb meinen, die Geschosse hätten eine falsche Form. Das trifft aber nicht zu, weil sie mit größerer als der Schallgeschwindigkeit durch die Luft schießen. In diesem Falle kann nämlich die Luft hinter dem Geschöß nicht sofort zusammenströmen, so daß unbedingt ein Vakuum entsteht, dessen Rückzugkraft auf den fliegenden Körper von seiner Geschwindigkeit unabhängig ist, sofern sie überhaupt erst einmal die Schallgeschwindigkeit überschritten hat. Die Rakete, die nur in den ersten 10 Sekunden etwa eine geringere als die Schallgeschwindigkeit besitzt, braucht also darauf gar keine Rücksicht zu nehmen; sie kann ebenso wie die Geschosse hinter eine beliebige Form haben; der „Sog“ ist nicht mehr wirksam, auch deshalb nicht, weil die Auspuffgase das Vakuum füllen. Die Rakete arbeitet nach eigenen Gesetzen und bei ihr treten neue Gesichtspunkte auf, an die man sich erst gewöhnen muß.

Flugzeug oder Rakete?

Es fragt sich nun, ob es denn notwendig ist, solche neuen Gefährte zu entwickeln, wenn man nicht gerade in den Welt-raum hinaus will. Es ist doch vielfach davon gesprochen worden, daß man solche Raketenschiffe in erster Linie auch für große irdische Reisen verwenden will. Ist das aber noch notwendig, nachdem die großen Zeppelinluftschiffe die ungeheuren Wege über die Weltmeere zurückgelegt haben? Nachdem Flieger in kühnen Ueberquerungen bewiesen haben, daß man auch mit einem Flugzeug die ungeheuren Strecken zurücklegen kann?

Soweit es sich um Luftschiffe handelt, mögen wir die Ueberzeugung haben, daß sie Fahrten mit Nutzlast von Europa nach Amerika und vielleicht noch weiter ausführen können. Bei Flugzeugen aber sind wir nicht davon überzeugt. Denn in Wirklichkeit sind diese Flugzeuge nichts weiter als fliegende Benzintanks, die mit Ach und Krach gerade Brennstoff genug aufnehmen können, um den Atlantischen Ozean überqueren zu können. Nun haben wir ja allerdings eine fabelhafte Entwicklung der Explosionsmotoren erlebt, eine so ungeheure, wie man sich früher gar nicht hätte träumen lassen. Während

der Z.R. III bei 70 t Gewicht 2000 PS besaß, das heißt pro PS 35 kg (ähnlich ist es übrigens bei den deutschen Torpedozerstörern), wiegen Junkers-Flugzeuge nur 6 kg pro PS (Pferdestärke), ähnlich wie die Rennautos. Wir haben jetzt Motoren, die nicht mehr als 1 kg je PS wiegen. Sollen wir nicht an eine weitere Entwicklung glauben, die uns infolgedessen schließlich doch ermöglicht, mit nennenswerten Nutzlasten auch Flugzeuge über die Ozeane zu treiben?

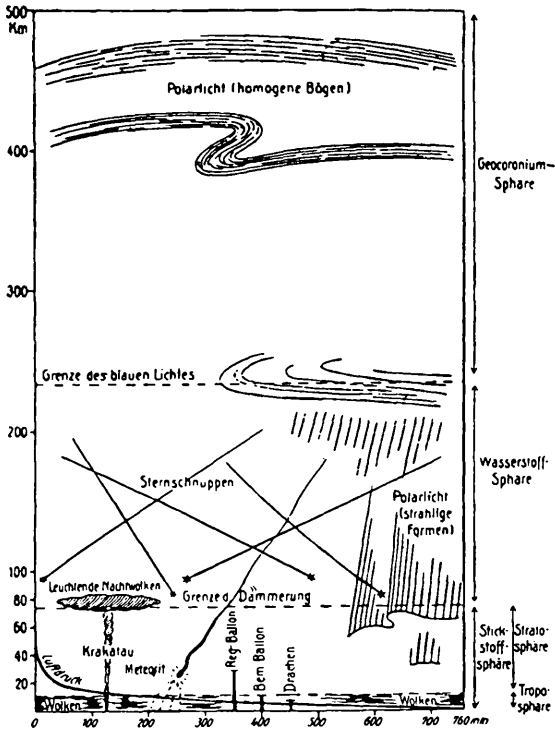
Die Abhängigkeit des Flugzeugs vom Wetter

Geben wir selbst eine solche Entwicklung zu, so sind wir doch nicht sicher, daß wir einen gefahrlosen Verkehr, namentlich mit Flugzeugen, entwickeln können. Sie hängen nur allzusehr von der Witterung ab. Diese darf aber schließlich den Verkehr nicht so stark beeinflussen. Sie tut es zwar selbst unter Umständen bei den Eisenbahnen noch, wenn auch in sehr geringem Maße. Denn daß Unwetter den Weg eines großen Zuges aufgehalten hätte, ist ein seltener Fall; er beschränkt sich zumeist auf besonders starken Schneefall, auf Schneeverwehungen oder auf Zerstörungen des Unterbaues. Die Gefährte aber sind ziemlich unabhängig von der Witterung. Ähnliches müßte natürlich auch für den Flugverkehr über den Ozean der Fall sein, wenn man von einem gesicherten Verkehr sprechen will. Es müßten aber ganz neue Fahrmethoden und Fahrzeuge erfunden werden, wenn man von der Witterung unabhängig sein will. Es ist eben schwer möglich, innerhalb eines wildbewegten Mediums gefahrlos zu reisen.

Die Zwiebelschalen der Atmosphärenschichten

Nun ist aber bekannt, daß die Witterungsvorgänge im wesentlichen auf die unteren 10 km beschränkt sind. Darüber liegt eine Luftschicht, in der Wolken nicht mehr schwimmen. Diese Tatsachen sind erst durch die Wegenerschen Forschungen richtig bekannt geworden, der zeigte, daß die Atmosphäre in Schichten den Erdball umgibt. Diese Schichten sind voneinander ziemlich scharf abgegrenzt. Die erste Schichtgrenze liegt in einer Höhe von 9 bis 12 km; an den

Polen ist sie niedriger, am Aequator höher. Unterhalb dieser Schicht liegt die sogenannte Troposphäre. Sie enthält die dicksten Luftschichten. Darüber lagert eine zweite Schicht, die sogenannte Stratosphäre. Eine Durchmischung beider findet an der Schichtgrenze kaum statt. Diese Schicht reicht etwa 70 bis 75 km hoch. Sie besteht im wesentlichen aus



Der schichtenartige Aufbau der Erdatmosphäre (nach Wegener)

Stickstoff, vielmehr jedenfalls als die Troposphäre. Ueber der Stratosphäre liegt eine neue Schicht, in der Stickstoff fast gar nicht mehr vorhanden ist, die im wesentlichen aus Wasserstoff besteht und deshalb Wasserstoffsphäre heißt. Sie reicht etwa 260 km hoch. In ihr hauptsächlich finden die elektrischen Vorgänge statt, die wir als Polarlichter beobachten.

Damit hat aber die Atmosphäre nach oben hin ihre Grenze noch lange nicht erreicht, sondern darüber liegt noch eine Schicht, die sicher wieder anders zusammengesetzt ist, von der man aber noch nichts Genaueres weiß. Sie mag 500 bis 800 km hoch reichen, und dort dürfte ungefähr die Grenze der Erdatmosphäre überhaupt liegen. Es wird eine wichtige Aufgabe der ersten Registrierraketenaufstiege sein, diese Schichten zu erforschen und namentlich auch Klarheit über die oberste „Geocoroniumsphäre“ zu erforschen.

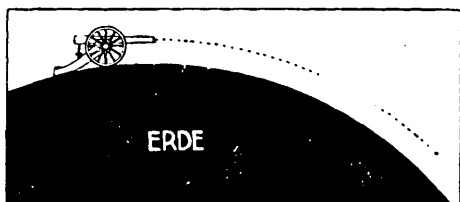
Warum fliegen wir nicht in der Stratosphäre?

Es läge nun nahe, daran zu denken, mit Flugzeugen so hoch zu steigen, daß die Troposphäre unter dem Flugzeug liegt. Leider ist das aber aus andern Gründen unmöglich. Sie liegen eben in der Luftverdünnung, die oberhalb der Schichtgrenze schon herrscht. Die Leistung der Explosionsmotoren geht mit wachsender Höhe außerordentlich stark zurück. Obwohl man also in jenen Höhen mit viel geringeren Luftwiderständen, also sehr viel schneller fliegen könnte, wird das durch die mangelnde Leistungsfähigkeit der Motoren verhindert. Man müßte zudem auch für künstliche Atmung der Insassen Sorge tragen und innendruckfeste Kabinen schaffen.

Raketenfahrten zu fernen Erdorten

Man sieht vorerst keine Möglichkeit, auf diesem Wege weiterzukommen. Er braucht auch nicht begangen zu werden, wenn man sich der Raketen bedient. Die Insassen von Raketen müssen sowieso in innendruckfesten Kabinen untergebracht sein. Es dürfte aber ein leichtes sein, sich mit solchem Gefährt in die Höhe der Stratosphäre oder besser noch höher zu erheben, dort mit ganz außerordentlich geringem Luftwiderstand, das heißt mit großen Geschwindigkeiten, zu fahren und an der gewünschten Stelle durch die Troposphäre wieder niederzugehen. Der an sich schon mit künstlicher Sauerstoffzufuhr gespeiste Raketenmotor ist in seiner Leistung von der Luftverdünnung unabhängig. Er wirkt ja nicht gegen die Luft, sondern durch den (nicht glücklich so genannten) Rückstoß. Die Luft wirkt auf ihn nur durch

den Luftwiderstand; je höher man steigt, desto geringer wird dieser, und würde man über die Erdatmosphäre steigen, also etwa 1000 km hoch, so würde er ganz verschwinden. Beschleunigt man die Rakete so, daß sie außerhalb der Atmosphäre mit etwa 8 km in der Sekunde fährt, so kann der Motor nach Erreichung dieser Geschwindigkeit abgestellt werden; man kann dann ohne Motor parallel zur Erdoberfläche fahren, weil bei dieser Geschwindigkeit die Rakete gerade so viel fällt, wie die Erdkrümmung ausmacht, das heißt, sie bleibt immer in derselben Entfernung, sie ist gewissermaßen ein künstlicher Mond geworden, der die Erde umkreist und wie der Mond auch keine neuen Bewegungsantriebe braucht.



Das mit 8-km-Sekunden-Geschwindigkeit ausgeschleuderte Geschöß würde im leeren Raum die Erde beständig umkreisen, ohne auf sie niederzufallen

In einer Stunde zu den Antipoden!

Es geht hieraus also hervor, daß man mit Raketen große Wege auf der Erde zurücklegen kann. Diese Fahrten gehen naturgemäß außerordentlich schnell vor sich. Würden selbst Aufstieg und namentlich Abstieg zusammen eine Viertelstunde oder etwas länger dauern, würde doch bei 8 km Sekundengeschwindigkeit jede irdische Strecke zu einer Fahrt von noch nicht einer Stunde zusammenschrumpfen. Denn eine Sekundengeschwindigkeit von 8 km bedeutet eine Minutengeschwindigkeit von 480 km. Die Strecke von Europa bis nach Amerika würde also in etwa 10 bis 12 Minuten zurückgelegt sein und bis nach Neu-Seeland, unserm irdischen Gegenpol, würde man noch nicht dreiviertel Stunden fahren, mit Auf- und Abstieg also eine knappe Stunde! Angesichts solcher Reisegeschwindigkeiten würde selbst ein sehr teures Fahren mit der Rakete die praktische Anwendung verbürgen.

Denn es gibt Fälle, in denen es auf die Kosten nicht sehr ankommt, wenn man nur schnell eine sehr große Strecke bewältigt.

So bietet also die Raketenschiffahrt ganz neue Möglichkeiten. Nicht etwa in der Weise, daß sie die großen Güterbeförderungen überflüssig macht; dazu werden vermutlich Eisenbahn und Seeschiff immer die gegebenen Transportmittel bleiben. Auch die Beförderung zahlreicher Personen mit Hilfe von Raketen dürfte so lange nicht in den Bereich der Möglichkeit gerückt sein, wie wir nicht Energiequellen zur Verfügung haben, die auf ganz andern physikalischen Grundsätzen beruhen und sehr billig sind.

Der Raketenmotor für Antriebe in der Luft

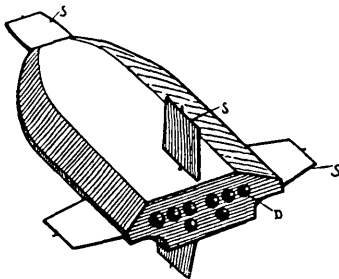
Es mag übrigens einem durch die Raketenautoversuche verbreiteten Irrtum entgegengetreten werden, nämlich dem, daß der Raketenmotor besonders gut für schnelle Fahrzeuge auf der Erde geeignet sei. Das ist nicht der Fall! Bei Geschwindigkeiten, die geringer sind als die Schallgeschwindigkeit, ist der Wirkungsgrad des Raketenmotors sehr schlecht; dieser dürfte nach Dr. Hoefft $1\frac{1}{2}$ bis 2 % der chemischen Energie der Treibstoffe nicht ausnutzen. Für einen Dauerbetrieb ist die Rakete überhaupt nicht geeignet. Sie soll vielmehr innerhalb einer kurzen Zeit dem Weltraumschiff eine große Geschwindigkeit erteilen, wobei im Falle der Erde das Ganze aus dem Reich der Erdatmosphäre längst hinausgeführt ist. Im Weltraum selbst reist nach der erreichten großen Geschwindigkeit die Rakete ohne jeden Antrieb. Um recht rationell zu verfahren, muß man also das Schiff recht schnell beschleunigen können. Zu dem Zweck muß man alle überflüssige Masse weglassen, wenn man recht wenig Treibstoffe mitnehmen will.

Die voraussichtliche Entwicklungsreihe der Rakete

Hoefft hat übrigens eine ganze Reihe Raketen entworfen, denen er verschiedene Aufgaben zugeordnet hat. Er bezeichnet sie mit Buchstaben und Zahlen in der Weise, daß R Rückstoßflieger, H Hoefft (das heißt die von ihm entworfene Reihe) und

die folgende römische Zahl die Nummer in der aufsteigenden Reihe bezeichnet.

Diese Reihe beginnt mit RH I, das ist eine Registrier- rakete mit 30 kg Anfangsgewicht und 100 km Steighöhe. RH VI ist ein Apparat mit 300 t Anfangsmasse und 15,6 km Sekundengeschwindigkeit, der mehrere Personen um Mond, Mars oder Venus führen kann. RH VII hat 600 t Anfangs- masse und 18,4 km Sekundengeschwindigkeit, während RH VIII 12000 t Masse und 27,6 km Sekundengeschwindigkeit hat. Nummer VI und VII sind Zweistufenapparate, VIII ein Drei- stufenapparat. Mit VI und VII soll man auch auf dem Monde,



Modell einer Registrierrakete RH V
D sind die Düsen, S die Steuerorgane

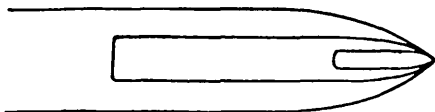
dem Mars und der Venus landen können, wenn man von einer Erdaußenstation, also einem Kunstmond ausgeht. RH VIII kann theoretisch das Sonnensystem verlassen. Die oberste Stufe wird bei diesen Modellen ein breitgezogener RH V bilden, der Atmosphärelan- dungen im Gleitflug und ohne Triebstoffverbrauch gestattet. Auch die unteren

Stufen können im Gleitflug wassern, wenn ein Hilfspilot mit Kabine vorgesehen ist und die Anlaufbahn dem angepaßt wird, und zwar ganz wie RH V, von dem sie ja nur entsprechende Vergrößerungen sind.

„Der RH IV zum Beispiel mit 3 t Anfangsmasse soll eine Nutzlast von 30 bis 75 kg Post in Keplerschen Ellipsen in einer halben Stunde quer über den Atlantik, in 1 Stunde bis zu den fernsten Antipoden tragen. Wenn ich ihm zum Beispiel 6 km/sec ideale Endgeschwindigkeit erteilen will, müssen die Anfangsmassen etwa zwanzigmal beziehungsweise viermal größer sein als die Endmassen, je nachdem ich die Auspuff- geschwindigkeit zu 2 oder 4 km/sec annehme! Also die Ver- doppelung der Auspuffgeschwindigkeit erzielt dasselbe wie eine Vermehrung der Triebstoffe auf das Sechsfache, wobei letztere schwerlich möglich wäre, nachdem eine solche Ver-

ringerung der Totlast unerreichbar ist, daher müßte man bereits zu einer Zweistufenrakete übergehen.“

Hieraus geht übrigens ziemlich klar hervor, warum man die größeren Raketen nicht in einer Stufe bauen kann, sondern mehrere hintereinander setzen muß. Bei einer Rakete kann man praktisch nicht so große Brennstoffmassen mitnehmen; der leere Behälter würde das Raumschiff auch ganz unnütz belasten.



Mehrstufige Rakete. Drei Raketen sind ineinander geschachtelt

Für Raketen, die den Fernverkehr auf der Erde übernehmen sollen, genügt nach Hoefft eine Stufe, wenn als Brennstoff Knallgas verwendet wird. Als erstes der Hoefftschen Modelle kommt dafür RH III in Betracht. Auch während der Zeit, da die Rakete noch innerhalb der Luft fährt, wenn also der Luftwiderstand eine kleinere Geschwindigkeit erfordert, wird nur ein kleiner Teil des wirksamen Gemisches ausgepufft. Es werden nach und nach dann so viel Düsen zugeschaltet, wie jeweils für den günstigsten Wirkungsgrad erwünscht ist. RH IV und RH V lassen sich dann für sehr große Fernfahrten über der Erde verwenden. Der Vorteil dieser einstufigen Raketen liegt natürlich darin, daß man von dem Apparat nichts zu opfern braucht, nichts verliert, sondern ihn am Ziel wieder füllt und damit eine weitere Fahrt unternehmen kann. Abfahrt und Landung oder Wasserung geschieht zweckmäßig von größeren Seen aus, für die nach Hoefft schon der Müggelsee oder der Wannsee bei Berlin ausreichen würden.

Weltschiffe, die kosmische Fahrten ausführen sollen, wie RH III und RH VI bis VIII, müssen selbst bei Verwendung von Knallgas mehrere Stufen haben. Dabei sind die Modelle V bis VIII übrigens für Abfahrt und Landung von der Erdaußenstation eingerichtet.

Was wird ausgepufft?

Um übrigens eine Anschauung von den auszapfenden Massen zu geben, sei aus einem andern Beispiel Hoefffts folgendes mitgeteilt. Ein 30-Tonnen-Apparat braucht, um sich senkrecht mit 30 m in jeder Sekunde zu beschleunigen, eine Gesamtbeschleunigung von 40 m, da ja die Schwere rund 10 m beträgt. Die erforderliche Rückstoßkraft von 120 t erfordert bei einer sekundlichen Auspuffgeschwindigkeit der Gase von 4 km 225 kg Auspuffmasse in der Sekunde. Das sind $4\frac{1}{2}$ Zentner!

Daß beim Ausstoßen solcher Massen mit so ungeheuren Geschwindigkeiten schon gewaltige Leistungen vollzogen werden können, hat jeder technisch denkende Mensch im Gefühl. Aber auch die technische Leistung bis zu dieser Wirklichkeit ist gewaltig! Sie ist sogar noch viel gewaltiger!

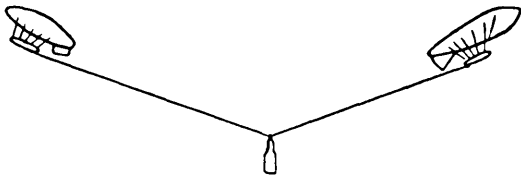
Guido v. Pirquets Raketenreihe

v. Pirquet bespricht in dem Ley'schen Sammelwerke Oberths Raketenreihe, wie sie nacheinander verwirklicht werden könnte. Er betrachtet als erste Stufe auf dem technischen Wege zum Weltraumschiff ein Registrieraggregat, das gestattet, Registrierapparate bis zu etwa 100 bis 200 km Höhe in die Atmosphäre hinaufzuschicken. Er erachtet dazu eine Startgeschwindigkeit von 1,2 bis 1,8 km in der Sekunde für notwendig, die in etwa 30 km Höhe erreicht werden soll. Die zweite von ihm vorgesehene Stufe ist ein Fernprojektil, das zur Bewältigung größerer Entfernungen auf der Erdoberfläche (ab 500 km) dienen soll. Die dazu notwendige Startgeschwindigkeit soll 4 bis 7 km in der Sekunde betragen. Man soll damit jede beliebige Fahrt auf der Erde bewerkstelligen können.

Eine dritte Kombination ist v. Pirquets Mondaggregat, geeignet, den Mond zu umfahren. Diese Rakete soll außerhalb der Atmosphäre 11 km Sekundengeschwindigkeit erreichen. Sie soll den Uebergang zum bemannten Planetenaggregat bilden (4. Stufe), bei dem 12 bis 17 km Startgeschwindigkeit und 15 bis 25 km ideelle Endgeschwindigkeit je Sekunde

erzielbar sein sollen. Oberth möchte übrigens die Weltraumrakete auf dem Wege über die Postrakete verwirklichen.

In diesem Zusammenhange macht v. Pirquet übrigens auf einen Gesichtspunkt aufmerksam, den man wohl beachten muß. Während nämlich die meisten der phantastischen Raketenpläne unteilbare technische Pläne, Ganzheiten bilden, gestattet die Technik des Raketenproblems ein stufenweises Fortschreiten je nach den erzielten Erfolgen. Er gebraucht dafür das Beispiel einer Brücke und einer Straße. Während eine Brücke nur dann einen Zweck hat, wenn man sie auf einmal baut und vollständig fertigstellt, kann eine Straße schon von Wert sein, wenn man sie nur zur halben Länge baut. Die Brücke ist ein unteilbares Ganzes, die Straße ein teilbares technisches Werk.



Eine Registrierrakete wird durch zwei Luftschiffe über die unterste und dickste Atmosphärenschicht bis zu 5 oder 6 km Höhe emporgehoben, um von dort abgelassen zu werden

Pläne wie eine Solenoidbahn oder die Drouetsche Tunnelbahn würden sich nur auf einmal verwirklichen lassen. Bei der Rakete kann man aber schrittweise weitergehen. Man baut zuerst die Registrierrakete, die verhältnismäßig sehr billig ist und notwendige Forschungsergebnisse für die Weiterbearbeitung des Problems herbeizuschaffen erlaubt. Ein erstes bemanntes Modell schafft Klarheit darüber, wie weit sich Personen wirklich durch ein solches Schiff befördern lassen. Hat man eine größere Fahrt über der Erde oder über der Erdatmosphäre zurückgelegt, so kann man an die Aufgabe eines Mondbesuches oder einer Mondumfahrung gehen. Glückt diese, so kann man — immer unter Zwischenschaltung einiger Jahre, die dem Ausbau der jeweils erreichten Erfolge dienen — an eine Planetenfahrt denken.

Das Raketenproblem gestattet also ein systematisches und sinnvolles Vorschreiten in der technischen Arbeit, wie es auch

den wirtschaftlichen Möglichkeiten entspricht. Von Pirquet rechnet, daß eine erste bemannte Mondrakete von 500 t Gewicht $3\frac{1}{2}$ Millionen Mark kosten mag (je Kilogramm 7 Mark; das ist ziemlich hoch gerechnet). Selbst wenn alle Vorstufen und alle Versuche das Doppelte kosten, würde es möglich sein, bei einem Aufwand von 10 Millionen Mark den Versuch zu unternehmen, eine bemannte Mondrakete auszusenden.

Das sind Zahlen, die durchaus im Bereich auch der wirtschaftlichen Möglichkeit bleiben, sogar im Bereich derjenigen, die von weitsichtigen Unternehmern gewagt werden können.

Bedenken

Die zahlreichen Einwände, die von Kritikern der Raketenprojekte vorgebracht werden, lassen sich zum großen Teil verhältnismäßig leicht beheben. Es erscheint vielen als fast unmöglich, innendruckfeste Kabinen zu bauen und darin mit Hilfe künstlicher Atemlufterzeuger brauchbare atmosphärische Verhältnisse zu schaffen. Dieser Einwand läßt sich schon durch einen Hinweis auf praktisch ausgeführte technische Werke erledigen. Denn in Unterseebooten hat man bereits während des Weltkrieges 35 bis 40 Mann Besatzung mit Hilfe künstlicher Lufterneuerer wochenlang unterhalten.

Schwieriger erscheint der Einwand, daß die Kälte des Welt-raums ein solanges Verweilen in der Rakete unmöglich macht. Man rechnet immer damit, daß die Temperatur im freien Weltraum praktisch die Nullgrenze (— 273 Grad) erreicht. Man versteht darunter, daß Wärme überhaupt nicht vorhanden ist, daß also ein Körper soviel Wärme ausstrahlt, als ob er sich in einer — 273 Grad kalten Umgebung befindet. Denn der leere Weltraum, in dem nichts vorhanden ist, kann sinngemäß keine Temperatur besitzen, ebensowenig wie er Farbe oder Aussehen oder irgend etwas anderes besitzt. Man denkt dann gemeinhin, die Heizung des Schiffes müsse durch mitgenommene Brennstoffe erfolgen. Das ist auch notwendig, wenn man etwa im interstellaren (Sternen-) Raum reisen würde. Solange man sich aber in der Nähe der Sonne befindet, etwa in dem Raum zwischen Erde und Venus, oder

sogar noch ein großes Stück weiter hinaus, kann man sämtliche Wärme von der Sonne auffangen. Man wird sogar zuviel davon haben und ist gezwungen, durch künstliche Mittel, etwa spiegelnden Anstrich der Rakete, den größten Teil davon wieder wegzustrahlen. Für die Beschaffung der notwendigen Innentemperatur würde vielleicht ein in der Rakete angebrachter Spiegel schon ausreichen. Da die Sonne immerwährend scheint, hat man ihre Wärme als Heizquelle dauernd zur Verfügung.

Schwierigkeiten würde das Heizungsproblem erst machen, wenn man sich in die Nähe des Mars begibt, wo die Strahlung schon so stark vermindert ist, daß sie nicht mehr ausreicht, selbst wenn man sie dauernd auffängt. Würde es hingegen nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereiten, in etwa Venusnähe zu reisen, weil man dann schon zu erheblichen Mitteln greifen müßte, die unmäßig einstrahlende Sonnenwärme abzuschirmen oder abzuspiegeln?

Das sind jedoch Fragen, die sich viel besser erledigen lassen, wenn man erst einmal den Versuchsflug über die Erdatmosphäre absolviert hat. Es wird sich dann leicht feststellen lassen, welche Maßregeln in jedem Falle getroffen werden müssen.

An andere wichtige Dinge denken dagegen die Kritiker zumeist nicht, zum Beispiel daran, daß die Augen der Weltraumfahrer ständig eines weitestgehenden Schutzes bedürfen, damit das Bindehautgewebe nicht so stark entzündet wird, daß sie bald nicht mehr sehen können. Auch die Haut bedarf eines wesentlich größeren Schutzes als auf der Erde, da die ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes ungehinderten Zutritt haben, während sie auf der Erde durch die Atmosphäre absorbiert werden.

Der frei im Weltraum fliegende Himmelsbeobachter und die ideale Sternwarte

Keine Sternwarte der Welt, selbst die besteingerichtetste, ist in der Lage, dem Astronomen die Dienste zu leisten, die er als Weltraumschiffer im freien Weltraum außerhalb der Erdatmosphäre der Wissenschaft bieten kann. Wird er doch dort

von zahlreichen Fehlern und Nachteilen nicht geplagt, deren Bekämpfung und kunstvolle Ausscheidung den Hauptteil der astronomischen Arbeit auf den irdischen Warten bildet. Allerdings haben die Beobachtungen von der Rakete aus den großen Nachteil, daß jede Bewegung der Insassen sich auch auf die Rakete und die instrumentellen Hilfsmittel überträgt. Das kann man allerdings vermeiden, wenn man Fernrohre außerhalb der Rakete benutzt.

Wir sind übrigens nicht darauf angewiesen, unsere astronomischen Beobachtungen unbedingt von der Rakete aus zu machen. Ein Abstieg auf einen der kleinen Planetoiden verschafft uns eine Warte, die geradezu ideal genannt werden muß. Denn selbst wenn dieser Körper nur wenige Kilometer im Durchmesser hält, ist seine Masse schon so groß, daß die Bewegungen der Beobachter sich nicht mehr merkbar auf den Körper übertragen und deshalb auch nicht mehr stören. Andererseits kann ein so kleiner Körper keine Atmosphäre halten, so daß eine solche die Beobachtungen dort ebenso wenig stören würde wie beim Fluge im freien Weltraum. Was also im folgenden von diesem gesagt wird, gilt in noch höherem Maße für Beobachtungen von dieser idealen Warte aus.

Zu astronomischen Beobachtungen jeder Art haben die Raumschiffer ganz ausgezeichnete Gelegenheit. Denn sowie die Rakete aus der Erdatmosphäre heraus ist, fallen ja alle Störungen fort, die durch die Luft bedingt sind. Es herrscht kein „zerstreutes“ (diffuses) Licht mehr, wie es durch die Rückstrahlung in der Nähe befindlicher Gegenstände und der Luftteilchen selbst erzeugt wird, die Schatten im Sonnenlicht werden hart und scharf, wo kein Licht ist, herrscht absolutes Dunkel. Das Sonnenlicht stört infolgedessen auch nicht mehr bei der Beobachtung des gestirnten Himmels; dieser erscheint vollkommen schwarz, und die Sterne funkeln und blinzeln nicht, sondern erscheinen je nach ihrer Helligkeit als kräftigere oder schwächere starre Lichtpünktchen.

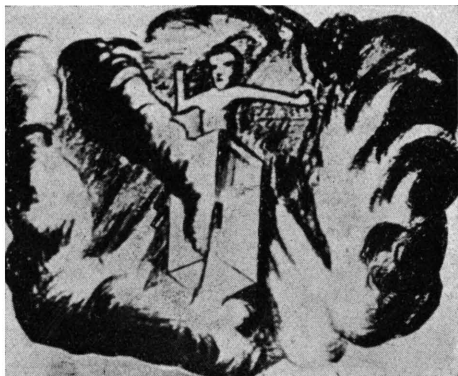
Diese Tatsache bietet die Möglichkeit, bei der Beobachtung sehr starke Vergrößerungen anzuwenden. In dieser Beziehung sind wir auf der Erde ja außerordentlich beschränkt, so beschränkt, daß wegen der optischen Verhältnisse Fernrohre mit größeren Objektiven als 50 bis 70 cm Durchmesser

in Deutschland gar nicht ausgenutzt werden können. Man kann bei ihnen unter günstigen Umständen höchstens eine 500- bis 800fache Vergrößerung anwenden. Aber selbst in der günstigsten Luft der amerikanischen Bergsternwarten, zum Beispiel der Lick-Sternwarte auf dem Mount Hamilton in Kalifornien (an der pazifischen Küste), kann man bei dem großen Sechsenddreißigzöller (91 cm Objektivdurchmesser) unter allerbesten Umständen eine 1500- bis 3000fache Vergrößerung benutzen. Im freien Weltraum jedoch kann man die Vergrößerung leicht bis auf das 10000fache und vielleicht sogar noch höher treiben. Sie findet ihre Grenze nur in der optischen Beschaffenheit der benutzten Linsen und Spiegel.

Der vorhin beschriebene Zustand der günstigen Beobachtungsverhältnisse tritt schon etwa eine Minute nach Verlassen der Erde ein. Dann sind die Insassen der Rakete in der Lage, alle Beobachtungen anzustellen, die sie wollen. Die Fernrohre brauchen keine Rohre mehr zu sein, sondern es genügt, Objektiv und Okular durch ein paar dünne Stangen miteinander zu verbinden, um sie in Stellung zu erhalten. Eine Durchbiegung der Fernrohrachse (eine der unangenehmsten Fehlerquellen bei astronomischen Messungen) existiert nicht mehr; nur die Güte des Objektivs oder des auffangenden Spiegels ist noch bedeutsam. Die Monde der Planeten werden durch das Sonnenlicht oder das Eigenlicht der Planeten nicht beeinträchtigt und können ungehindert beobachtet und viel besser gesehen werden. Die Sonnenkorona ist immerwährend sichtbar, man braucht bloß die Sonnenscheibe abzublenden. Man kann dann Vorgänge auf der Sonne mit solchen in der Sonnenkorona vergleichen, kann ermitteln, wie das alles auf irdische Vorgänge wirkt und gewinnt so die Möglichkeit zu wertvollen Feststellungen über die Einwirkung gewisser Vorgänge in den oberen Schichten der Sonne auf das irdische Wetter, den Erdmagnetismus und dergleichen mehr. Man wird dort endlich auch die Messungen anstellen können, wegen deren man sich bei den kurz andauernden Sonnenfinsternissen jetzt soviel Mühe geben muß und infolge der atmosphärischen Störungen doch nicht die Genauigkeiten erreichen kann, die zur Entscheidung der wichtigen damit im Zusammenhang stehenden Fragen notwendig sind. Mit einem

Schläge gewinnen wir die Möglichkeit, die Konsequenzen der Relativitätstheorie zu erforschen und damit Schlüsse auf diese ganze Lehre zu ziehen, sie experimentell zu bestätigen oder zu verwerfen. Wir werden leicht in der Lage sein, die Entscheidung über etwaige atmosphärische Reste auf dem Monde zu treffen, fehlende Ermittlungen an der Sonne anzustellen und die Atmosphären und Oberflächen des Mars und der Venus zu untersuchen.

Wegen der anwendbaren starken Vergrößerungen wird man sicher zahlreiche Sterne in Sternhaufen auflösen können, viele dunkle Begleiter von Fixsternen ermitteln und manche sogenannten spektroskopischen Doppelsterne unmittelbar beobachten, und verifizieren können. Man wird aber auch andererseits die Bewohnbarkeitsfrage durch mancherlei Beobachtungen um entscheidende Erkenntnisse vorwärtsbringen und schließlich auch den Einwand untersuchen können, der von namhaften Astronomen gemacht wird, daß nämlich die Welt- raumschiffahrt durch die zahlreichen im Sonnensystem herum- schwirrenden Meteore in Frage gestellt wird. Denn es ist klar, daß selbst das kleinste Meteorstückchen, das kaum Erbs- gröÙe besitzt, infolge der ungeheuren Geschwindigkeiten das Raumschiff und seine Behälter durchschlagen und damit gefähr- den muß. Sind diese kleinen wandernden Massenteile im plane- tarischen Raum wirklich so zahlreich, wie von manchen behaupt- et wird, so würde das allerdings den interplane- tarischen Verkehr auf das empfind- lichste gefährden und jede einzelne Fahrt in Frage stellen können. Das ist meines Erachtens über- haupt das gewich- tigste Bedenken für die ganze Welt- raumfahrt.



Wie Cyrano de Bergerac ins Weltall hinaus zu reisen gedacht e

Ein sehr großer Vorteil dieser Beobachtungen im freien Weltraum ist, daß das einmal gerichtete Fernrohr die betrachteten Objekte im Gesichtsfelde behält, ohne daß man durch Uhrwerke und dergleichen die optischen Hilfsmittel nachzuführen braucht. Auf der Erde verschwindet ein in einem Fernrohr eingestellter Stern bekanntlich sehr schnell aus dem Gesichtsfelde, weil sich ja die Erde und mit ihr das Fernrohr um die Erdachse drehen. Eine solche Drehung gibt es bei der Wanderung im Weltraum nicht.

All das vereinfacht die instrumentellen Hilfsmittel außerordentlich und damit auch die Arbeit, die beim Beobachten und beim Auswerten der Beobachtungen geleistet werden muß.

Uebrigens wird man in solchem Falle die Beobachtungen nicht von der Rakete aus selbst anstellen. Das ist ja gar nicht notwendig. Die Beobachter bekleiden sich vielmehr mit blechernen Anzügen, zu denen Schlauchleitungen für die Zufuhr von Luft und Wärme führen (soweit das letzte notwendig ist). Sie können sich dann durch Schleusen zur Rakete in den freien Weltraum hinausbegeben und fliegen wie selbständige Körper neben ihrem Schiff her. Natürlich müssen sie sich anseilen, damit sie infolge der Eigenbewegung beim Aussteigen nicht etwa dauernd von der Rakete abgetrieben werden und andererseits Gelegenheit haben, sich zur Rakete zurückzuziehen. Auch die von ihnen mit hinausgenommenen Instrumente werden angeseilt. Sie können übrigens leicht in Stellung gebracht, und diese Stellung kann leicht verändert werden.

Allerdings werden sich die Beobachter an Verhältnisse und Umstände gewöhnen müssen, die ihnen ganz ungewohnt sind, weil auf der Erde das alles ganz anders ist. Reibung existiert ja nicht, so daß eine einmal angenommene Bewegung nicht ohne weiteres zum Stillstand kommt. Aber auch diese Dinge dürfte ja der intelligente Mensch binnen kurzem beherrschen.

Das Weltall als Müllschlucker

Das vorhin erwähnte Bedenken gegen die im Weltraum umherschwirrenden Meteore läßt es übrigens rätselhafter erscheinen, von Anfang an bei der Weltraumfahrt nicht unnütze Körper abzustößen. Denn diese schwirren für immer im Weltraum umher, und zwar in Bahnen, die wahrscheinlich häufiger befahren werden. Wirft man einen Körper aus dem Welttraumschiff, so fliegt er neben ihm her; er entfernt sich von ihm nur, wenn man mit einer Anfangsgeschwindigkeit geworfen hat. Da man jedoch nicht weiß, wieweit sich einmal die Welttraumfahrt ausdehnen wird, sollte man dafür Sorge tragen, daß die Zahl der vorhandenen Meteore nicht noch durch „künstlich“ geschaffene vermehrt wird. Man wird also alle diejenigen Gegenstände und Stoffe, deren man sich aus dem Welttraumschiff entledigen möchte, lieber im Schiff behalten (verdorbenes Lebensmittel, Fäkalien usw.). Man mag vielleicht darüber lachen, aber an alle solchen Dinge und Umstände muß man eben doch denken, zur rechten Zeit sogar!

Die neue Lebensweise des Weltraumfahrers

Sehr merkwürdige Verhältnisse würden übrigens den Welttraumfahrer erwarten, der sich einer Rakete anvertraut hat. Beim Start der Rakete hat er einige Minuten dem großen Andruck standzuhalten, der durch die Beschleunigung um je 30 bis 40 m in der Sekunde auf ihn ausgeübt wird. Das hat die gleiche Wirkung, wie wenn er drei- bis viermal so schwer geworden ist. Sowie aber die Rakete die notwendige Reisegeschwindigkeit erlangt hat, hört jeder Andruck auf. Der Welttraumfahrer ist dann nur noch der Schwere desjenigen Körpers unterworfen, in dessen Anziehungsbereich er sich befindet. In freier Welttraumfahrt wird er dann höchst merkwürdige Erscheinungen erleben. Vor allen Dingen wird er überhaupt kein Schweregefühl mehr empfinden können, weil alle „Kräfte“ sich die Wage halten. Er wird dann auch nicht mehr sitzen oder liegen, sondern in jeder beliebigen Lage frei schweben können. Um sich dann andere Lagen zu erteilen, muß er sich an der Wand oder an eigens dazu angebrachten Hilfsmitteln der Rakete,

wie Seilen, Stangen, Griffen, entlang tasten und ziehen. Die Rakete selber muß dann immer entgegengesetzte Bewegungen ausführen, die allerdings entsprechend ihrer Masse viel geringer sind als die Bewegung der Insassen. Griffe und Halter sind deshalb im Aufenthaltsraum der Weltraumfahrer dringend notwendig. Zwar wird ja eine Schwerelosigkeit nur in wenigen seltenen Lagen vorkommen, aber auch in andern Lagen ist die Schwere jedenfalls zumeist geringer als auf der Erde, so daß also das Bewegen wie das Festliegen oder Sitzen jeweils unter andern Bedingungen erfolgt. Die Weltraumfahrer werden sich natürlich daran erst gewöhnen müssen.

Den schnurrigen Fall absoluter Schwerelosigkeit hat schon Jules Verne in seinem Buch „Von der Erde zum Monde“ anschaulich beschrieben. Es heißt da folgendermaßen:

„Seit dem Moment, da sie von der Erde abgefahren waren, hatten sie selbst, die Kugel samt den darin enthaltenen Gegenständen, beständig und in zunehmendem Verhältnis an Schwere abgenommen. Konnten sie diese Abnahme für das Projektil nicht konstatieren, so mußte doch ein Zeitpunkt kommen, wo diese Wirkung in Beziehung auf sie selbst und für die Geräte oder Instrumente, deren sie sich bedienten, merkbar wurde.

Es versteht sich, daß eine Waage die Abnahme nicht angezeigt haben würde, weil das zum Abwiegen eines Gegenstandes bestimmte Gewicht gerade ebensoviel an Schwere verloren haben würde wie der Gegenstand selbst; aber eine Schnellwaage mit einer Feder, deren Spannkraft von der Anziehungskraft unabhängig ist, hätte dieses Schwinden genau anzugeben vermocht.

Bekanntlich steht die Anziehungskraft, sonst Schwere genannt, im gleichen Verhältnis der Massen und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen. Daraus folgt nun: Wäre die Erde allein in dem Raum gewesen und die andern Himmelskörper plötzlich zunichte geworden, so würde das Projektil nach Newtons Gesetz um so viel mehr, als es sich von der Erde entfernte, an Gewicht verloren haben, doch ohne es jemals ganz zu verlieren, denn die Anziehungskraft der Erde würde sich stets, bei jeder Entfernung, fühlbar gemacht haben.

Aber in dem gegebenen Fall mußte ein Zeitpunkt eintreten, wo das Projektil gar nicht mehr den Gesetzen der Schwere unterworfen war, wenn man von den andern Himmelskörpern ab sah, deren Einwirkung man als Null ansehen konnte.

In der That zog sich die Bahnlinie des Projektils zwischen der Erde und dem Mond. Je mehr es sich von der Erde entfernte, nahm die Anziehung dieser ab im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernungen, aber auch die Anziehung des Mondes nahm in gleichem Verhältnis zu. Es mußte also ein Punkt kommen, wo diese beiden Anziehungen sich gegenseitig aufhoben, die Kugel also gar keine Schwere mehr hatte. Wären Erde und Mond von gleichem Massengehalt gewesen, so hätte dieser Punkt in gleicher Entfernung von beiden gerade in der Mitte der Linie gelegen. Zog man aber die Verschiedenheit der Massen in Betracht, so war es leicht zu berechnen, daß dieser Punkt zwischen 47 und 52 Teilen der Reise lag, in Ziffern nämlich 78114 französische Meilen von der Erde ab.

Auf diesem Punkt würde ein Körper, der keine treibende Kraft der Schnelligkeit oder Ortsveränderung in sich enthielt, ewig unverändert bleiben, indem er von den beiden Gestirnen gleichmäßig angezogen würde und keine andere Kraft ihn abzog.

Nun aber mußte das Projektil, wenn die treibende Kraft richtig berechnet war, beim Anlangen an diesem Punkt keine Geschwindigkeit mehr haben, indem zugleich bei ihm wie bei allen darin befindlichen Gegenständen gar keine Schwere mehr erkennbar war.

Was würde jetzt erfolgen? Es konnte einer von den drei Fällen eintreten:

Entweder das Projektil hatte noch einige Geschwindigkeit behalten, dann drang es über den Punkt gleicher Anziehung hinaus, und mußte, vermöge der überwiegenden Anziehungskraft des Mondes, auf diesen fallen.

Oder, wenn ihm die Kraft mangelte, den Punkt gleicher Anziehung zu erreichen, so mußte es vermöge der überwiegenden Anziehungskraft der Erde auf diese zurückfallen.

Oder endlich, seine Kraft reichte zum Anlangen an dem neutralen Punkt gerade aus, aber nicht weiter vorwärts, dann würde es ewig an dieser Stelle bleiben, wie das angebliche Grab Mahomed's zwischen dem Zenith und Nadir.

In dieser Lage befand man sich und Barbicane setzte seinen Reisegefährten die Folgen klar auseinander. Das entsprach im höchsten Grade ihrem Interesse. Wie konnten sie nun aber erkennen, daß das Projektil diesen neutralen Punkt in der Entfernung von 78114 französischen Meilen erreicht habe?

Eben daran, wenn sowohl sie wie die im Projektil enthaltenen Gegenstände sich gar nicht mehr den Gesetzen der Schwere unterworfen zeigten.

Bisher hatten die Reisenden, obwohl sich ihnen ergab, daß diese Kraft mehr und mehr schwand, doch noch nicht ihre völlige Abwesenheit erkannt. Aber diesen Tag, gegen 11 Uhr morgens, als Nicholl ein Glas aus der Hand fallen ließ, blieb dasselbe, anstatt zu fallen, in der Luft schweben.

„Ah!“ rief Michel Ardan, „da seht einmal eine spaßhafte Physik!“

Und sofort hielten sich verschiedene Gegenstände, Waffen, Flaschen, die man sich selbst überließ, wie zauberhaft an ihrer Stelle. Auch Diana, von Michel in die Luft gestellt, führte, jedoch ohne ein Zauberkunststück, das einst von Gaston und Robert Houdin veranstaltete schwebende Wunder auf. Der Hund schien übrigens gar nicht zu merken, daß er in der Luft schwebte.

Sie selbst, diese drei wagehalsigen Genossen, waren überrascht und trotz ihres wissenschaftlichen Urteils bestürzt, als sie, in das Bereich des Wunderbaren versetzt, merkten, daß ihrem Körper die Schwere abging. Wenn sie die Arme ausstrecken, fühlten diese kein Bedürfnis, wieder zu sinken. Ihr Kopf wackelte auf den Schultern. Ihre Füße blieben nicht mehr auf dem Boden des Projektils. Sie waren wie Betrunkene, die nicht mehr fest stehen können. Die Phantasie hat Menschen ohne Schatten, ohne Widerschein geschaffen. Hier aber bildete die Wirklichkeit durch Aufhebung der Anziehungskräfte Menschen, bei denen nichts mehr ein Gewicht, und sie selbst keine Schwere mehr hatten!

Plötzlich schwang sich Michel mit einem Sprung empor und blieb so in der Luft schwebend, wie bei Murillo der Mönch in der Engelsküche.

Seine beiden Freunde gesellten sich ihm auf ein Weilchen zu, so daß sie alle drei in der Mitte des Projektils eine wunderbare Himmelfahrt darstellten.

„Ist das glaublich, ist's wahrscheinlich? ist's möglich?“ rief Michel aus. „Nein. Und doch ist's so! Ach! hätte uns Raphael so gesehen, was hätte er für eine ‚Himmelfahrt‘ dargestellt!“

„Das Schweben in der Höhe kann nicht andauern“, erwiderte Barbicane. „Wenn das Projektil über den neutralen Punkt hinauskommt, wird die Anziehungskraft des Mondes uns nach diesem hinziehen.“

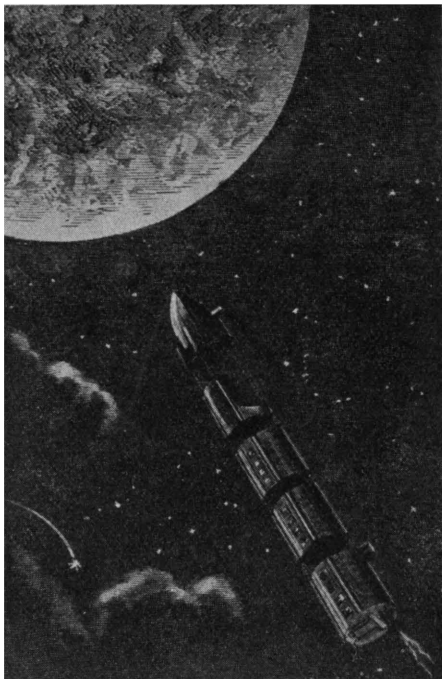
„Dann werden wir also auf der Decke des Projektils Fuß fassen“, erwiderte Michel.

„Nein,“ sagte Barbicane, „weil das Projektil, dessen Schwerpunkt sehr weit unten liegt, sich allmählich umkehren wird.“

„Das will heißen, unsere ganze Einrichtung von oben bis unten wird sich umkehren!“

„Beruhige Dich, Michel,“ erwiderte Nicholl, „eine Umkehrung ist durchaus nicht zu befürchten. Nicht ein einziger Gegenstand wird von seiner Stelle rücken weil die Wendung des Projektils ganz unmerklich vor sich geht.“

„Richtig,“ fuhr Barbicane fort,



Jules Vernes sensationelles Bild zu seinem berühmten Buche „Von der Erde zum Mond“. Der Zeichner konnte sich von irdischen Vorbildern nicht freimachen und zeichnete eine Art Projektilzug mit Rauch und flatternder Fahne, ja sogar mit einzelnen Wagen. Das ist zwar gänzlich untechnisch, wirkte jedoch auf die Zeitgenossen im höchsten Maße sensationell. Zu jener Zeit bedeutete sogar die Eisenbahn noch ein technisches Wunder

„und wenn es über den Punkt gleicher Anziehung hinaus ist, wird sein Boden als der verhältnismäßig schwerere Teil es senkrecht nach dem Mond hinziehen. Aber damit dieses vor sich gehe, müssen wir über die neutrale Linie hinaus sein.“

„Ueber die neutrale Linie hinaus!“ schrie Michel. „Dann machen wir's wie die Seeleute, die die Linie des Aequators passieren. Benutzen wir den Uebergang.“

Eine leichte Seitenbewegung brachte Michel an die ausgefüllte Wand. Hier nahm er eine Flasche und Gläser, stellte sie in die Luft vor seine Kameraden, sie stießen lustig an und begrüßten die Linie mit einem dreifachen Hurra.

Diese Wirkung der Anziehungskräfte dauerte kaum eine Stunde. Die Reisenden fühlten sich unmerklich wieder nach dem Boden gezogen, und Barbicane glaubte wahrzunehmen, daß die konische Spitze des Projektils ein wenig von der senkrecht dem Mond zugewendeten Richtung abwich. Durch eine entgegengesetzte Bewegung wandte sich das Bodenstück dem Monde zu. Seine Anziehungskraft übertraf also die der Erde. Der Fall nach dem Mond zu begann, noch fast unmerklich; er konnte in der ersten Sekunde nur ein drittel Millimeter betragen. Aber allmählich würde die anziehende Kraft zunehmen, der Fall würde merklicher werden, das Projektil, mit dem Boden gegen den Mond gezogen, würde seine Spitze der Erde zukehren, und mit wachsender Schnelligkeit auf die Oberfläche des Mondlandes fallen. Damit wäre der Zweck erreicht. Jetzt konnte nichts mehr das Gelingen hindern, und Nicholl mit Michel Ardan teilten Barbicanes Freude. Hernach plauderten sie über alle diese Erscheinungen, die sie eine nach der andern in Staunen versetzten. Die Neutralisation der Gesetze der Schwere zumal gab immer neuen Stoff der Unterhaltung. Michel Ardan, stets Enthusiast, wollte daraus Konsequenzen ziehen, die pure Phantasie waren.

„Nun, meine würdigen Freunde,“ rief er aus, „welcher Fortschritt, wenn man sich dergestalt der Schwere, dieser an die Erde fesselnden Kette, entledigen könnte! Es wäre gleichsam Befreiung eines Gefangenen! Es gäbe keine Ermüdung mehr für die Arme, wie für die Beine. Und wenn es richtig steht, daß, um auf die Erdoberfläche zu fliegen, um sich durch

bloßes Muskelspiel in der Luft zu halten, es einer hundertfach stärkeren Kraft als die unserige ist, bedarf, so würde ein bloßer Willensakt, eine Laune uns in den Weltraum versetzen, wenn die Anziehungskraft nicht mehr existierte.“

„Wirklich,“ sagte Nichol lachend, „wenn man die Schwere unterdrücken könnte, wie man den Schmerz durch Chloroform unterdrückt, so würde das gewiß die Gestalt der modernen Gesellschaft ändern!“

„Ja!“ rief Michel, der von seinem Gegenstand ganz erfüllt war. „Heben wir die Schwerkraft auf, dann gibt's keine Bürden mehr. Kräne, Winden, Spillen, Kurbeln und dergleichen hätten dann kein Recht mehr zu existieren.“

„Gut gesagt,“ entgegnete Barbicane, „aber wenn es keine Schwere mehr gäbe, so hielte und säße auch nichts mehr fest, würdiger Michel, so wenig Dein Hut auf dem Kopfe, wie Dein Haus auf seiner Stelle; denn nur durch Schwere hängen die Steine zusammen! Keine Schiffe, deren Festigkeit auf den Gewässern nur eine Folge der Schwere ist! Selbst der Ozean nicht, dessen Wogen nicht mehr durch die Anziehungskraft der Erde im Gleichgewicht gehalten würden. Endlich keine Atmosphäre, deren Elementarteilchen ohne Zusammenhalt sich im Weltraum zerstreuen würden!“

„Das ist aber bedauerlich,“ versetzte Michel. „Es gleicht doch nichts den positiven Leuten, die uns brutal zur Wirklichkeit zurückführen.“

„Aber tröste Dich, Michel,“ fuhr Barbicane fort, „denn wenn es keine Weltkörper gibt, wo die Gesetze der Schwere aufgehoben sind, so wirst Du wenigstens einen besuchen, wo sie weit geringer ist als auf der Erde.“

„Der Mond?“

„Ja, der Mond, auf dessen Oberfläche die Gegenstände sechsmal weniger Gewicht haben als auf der Oberfläche der Erde, was sehr leicht zu beweisen ist.“

„Und wir werden es erfahren?“ fragte Michel.

„Offenbar, denn zweihundert Kilogramm sind nicht schwerer als dreißig auf dem Mond.“

„Und unsere Muskelkraft wird doch nicht geringer sein?“

„Keineswegs. Anstatt einen Meter hoch zu springen, würdest Du Dich sechs erheben.“

„Aber dann sind wir auf dem Mond Riesen, wie Herkules!“ rief Michel.

„Um so mehr,“ erwiderte Nicholl, „als, wenn die Körpergröße der Seleniten im Verhältnis zur Masse ihres Planeten steht, sie kaum einen Fuß hoch sind.“

„Liliputer!“ versetzte Michel. „Dann werde ich die Rolle Gullivers spielen! Wir werden die Fabel von den Riesen zur Wirklichkeit machen! Den Vorteil hat man davon, wenn man seinen Planeten verläßt und in der Sonnenwelt Reisen macht!“

„Einen Augenblick, Michel“, erwiderte Barbicane. „Wenn Du Gulliver spielen willst, so besuche nur die kleinen Planeten, wie Merkur, Venus oder Mars, deren Masse geringer ist als die der Erde. Aber wage Dich nicht auf die großen, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, denn da würde die Rolle sich umkehren und Du würdest Liliputer sein.“

„Und auf der Sonne?“

„Ist die Dichtigkeit der Sonne viermal geringer als die des Erdkörpers, so ist dagegen ihr Umfang 1380000mal beträchtlicher, und die Anziehungskraft ist da siebenundzwanzigmal stärker als auf der Oberfläche des Erdballs! Wäre alles dort in gleichem Verhältnis, so müßten die Bewohner im Durchschnitt fast 70 m hoch sein.“

„Tausend Teufel!“ rief Michel. „Da wäre ich ja nur Zwerg, ein Knirps!“

„Gulliver im Lande der Riesen“, sagte Nicholl.

„Richtig“, erwiderte Barbicane.

„Und es würde gar nichts schaden, zu seiner Verteidigung einige Geschützstücke bei sich zu haben.“

„Gut!“ entgegnete Barbicane, „Deine Kugeln würden auf der Sonne ganz wirkungslos sein, und sie würden in der Entfernung einiger Meter zu Boden fallen.“

„Das ist stark!“

„Das ist aber ganz gewiß,“ erwiderte Barbicane. „Auf diesem enormen Weltkörper ist die Anziehungskraft so beträchtlich, daß ein Gegenstand, der auf der Erde siebzig Kilogramm wiegt, auf der Oberfläche der Sonne ein Gewicht von 1930 haben würde. Dein Hut würde zehn Kilogramm wiegen, Deine Zigarre ein halbes Pfund. Endlich, wenn Du auf der Sonne zu Boden fielest, so würde Dein Gewicht von

ungefähr 2500 Kilo Dir's unmöglich machen, wieder aufzustehen!"

„Teufel!“ sagte Michel. „Da müßte man einen tragbaren Kran bei sich haben! Nun denn, meine Freunde, so wollen wir für heute uns auf den Mond beschränken. Da werden wir wenigstens die Großen spielen. Später wollen wir überlegen, ob es nötig ist, die Sonne zu besuchen, wo man nicht trinken kann, ohne mittels einer Winde sein Glas zum Munde zu bringen!“

So weit Verne.

Man erkennt, daß er ganz gut zu plaudern verstand und sich über viele Dinge Rechenschaft und Klarheit verschafft hatte, die den meisten Menschen wunderbar erscheinen, wenn sie von ihnen hören.

Aber in einem hatte er sicherlich nicht recht. So, wenn er nämlich meint, daß die auf den verschiedenen Weltkörpern etwa vorhandenen Lebewesen der Größe der Körper entsprechen würden. Solche Lebewesen wären mechanisch einfach undenkbar. Man stelle sich vor, der Sonnenmensch wäre fast 70 m hoch. Da er doch fast 28mal so schwer wäre wie ein gleich großer Körper auf der Erde, so würde er geradezu ungeheuerliche Gewichte erhalten. Ein gewöhnlicher Erdmensch würde auf der Sonne an sich schon 40 bis 45 Zentner wiegen. Ein 70 m hoher Mensch müßte dann unter gleichen Umständen 1500 bis 1750 Zentner wiegen. Das würde geradezu absurde Verhältnisse für seine mechanische Stabilität und seine Bewegungsfähigkeit schaffen.

Der große Mathematiker Gauß hatte das viel besser erkannt. Er war deshalb der Meinung, daß die Größe der Weltkörper zwar auch die Größe der auf ihm möglichen Lebewesen bestimme, aber umgekehrt, als Verne meint. Der Sonnenmensch würde nur den 28. Teil so groß sein wie der Erdmensch, während der Mondmensch wegen der verminderten Schwere unter sonst gleichen Umständen sechsmal so groß sein könnte wie der Erdmensch. Das würde den Verhältnissen eher entsprechen als Vernes Annahme.

Uebrigens ist Verne nicht in diesem Punkte allein inkonsequent gewesen; in vielen Fällen hat er's auch nicht einmal gewußt. Aber wir verdenken es diesem glänzenden Geist

nicht, sondern sind ihm noch heute dankbar für die schönen Anregungen und die prächtige Unterhaltung, die er uns mit seinen Schriften verschafft hat.

Der Sinn der Weltraumfahrt

Die Probleme, die uns bei der Betrachtung der Raketen-schiffahrt entgegentraten, sind vielfach ganz ungewohnter Art. Wer sich deshalb mit diesen Dingen beschäftigt, muß darin ganz neu denken lernen. In jedem Falle aber ist eine Beschäftigung mit diesen Fragen überaus interessant, lehrreich und unterhaltsam und gewährt Freunden technischer Beschäftigung außerordentlichen Reiz.

Wir haben gesehen, daß es durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt, selbst mit den heutigen technischen Hilfsmitteln, Weltraumfahrten zu unternehmen. Es ist nur eine Frage des Aufwandes der Mittel, um die Probleme, mit denen sich schon eine ganze Reihe Theoretiker und Praktiker befassen, zur Wirklichkeit werden zu lassen. Es bedarf verhältnismäßig weniger Millionen, um den großen Schritt zu vollführen, die Erde, an die wir für ewige Zeiten festgebannt zu sein glaubten, wirklich zu verlassen und gleich Kometen durch den freien Weltraum zu reisen und andere Weltkörper zu betreten. Würde man nur wenig von dem Gelde, das viele gewinnsüchtige Unternehmer für die blödsinnigsten Zwecke bedenkenlos flüssig machen, für diese Dinge aufwenden, so würde der Menschheit bald wieder eine technische Sensation unerhörtesten Ausmaßes geboten werden. Denn gegen die Verwirklichung des uralten Menschheitstraumes, sich gleich den Vögeln in die Lüfte schwingen zu können, ist das Verlassen der Erde und die Ausführung einer Weltraumfahrt ein grandioses, ein unerhörtes Beginnen.

Gelingt es aber, Menschen davon zu überzeugen, daß hier großartige ideelle Interessen im Spiele sind, so pflegen sie nach dem Wert solcher Dinge zu fragen. Wer jedoch, wie zahlreiche Lebende, die ganze Entwicklung der Flugtechnik fast von ihren Uranfängen miterlebt hat, wird wissen, daß man ehedem selbst den Vater der wissenschaftlichen Luftfahrt, Otto von Lilienthal, ausgelacht und als einen Narren ange-

sehen hat, weil er sich ernsthaft mit Problemen beschäftigte, die der großen Masse der Geister nur allzufern zu liegen schienen.

Und selbst als sich die ersten großen Flieger mit ihren verhältnismäßig primitiven Apparaten in die Luft erhoben und Flüge von einigen Kilometern Länge ausführten, verstummten die Fragen nicht, welchen Wert das nun alles haben soll. Heutzutage haben wir ein ausgebreitetes Netz eines Luftreiseverkehrs, der ungeheure Strecken in einem Bruchteil der Zeit bewältigt, die früher notwendig war, der Reisen ermöglicht, die man früher überhaupt nicht ausführen konnte. Hat man damals vorausgesehen, daß der Luftreiseverkehr eine solche Ausdehnung gewinnt, wäre man wahrscheinlich mit der Bereitstellung von Mitteln schneller bei der Hand gewesen. Aber viel ferner scheint der praktische Wert der Weltraumfahrten zu liegen.

Was haben wir im Weltraum zu suchen? Was wollen wir auf dem Monde oder gar auf dem Mars?

Abgesehen davon, daß es gilt, zuerst rein wissenschaftliche Fragen zur Lösung zu bringen, nach deren Wert man zweckmäßig zuerst überhaupt nicht fragt (weil man erfahrungsgemäß nicht übersehen kann, welchen praktischen Wert solche Dinge einmal gewinnen können), können wir wohl mit absoluter Sicherheit erwarten, daß selbst das Betreten fremder Weltkörper einmal praktische Bedeutung haben wird.

Denken wir aber gar nicht einmal so weit, sondern bleiben wir vorerst auf dem Wege zu diesem Ziele, so müssen wir doch als einen außerordentlichen Gewinn



Professor Hermann Oberth, der geniale und unerschrockene Pionier auf dem Gebiete der Weltraumfahrt und ihrer wissenschaftlichen und technischen Vorbereitung

buchen, wenn wir mit den Geschwindigkeiten, von denen hier (Seite 63) die Rede war, über der Erdatmosphäre weite Strecken zurücklegen, fast in so wenig Minuten, wie wir mit den alten Hilfsmitteln Tage brauchten! Die Möglichkeit, 5000, 10000, 20 000 km entfernte Ziele innerhalb einer Stunde zu erreichen, bietet so ungeahnte Vorteile, daß kein denkender Mensch wagen wird, sie abzuleugnen.

Der Horizont der gesamten Menschheit würde durch eine solche Erweiterung seines Herrschaftsbereiches eine ungeahnte Ausweitung erfahren. Was Diesterweg ehemals von der Beschäftigung mit der Astronomie sagte gilt in viel höherem Maße, wenn wir im wahrsten Sinne des Wortes „in den Welt- raum hinausschreiten“:

Die Astronomie erweitert des Menschen Blick und erhebt ihn über engherzige, lokale Auffassungen und Ansichten. Daß jeder seine Weltansicht von seinem Standpunkt aus beginnt, bedarf keiner Entschuldigung, das versteht sich von selbst, es kann und darf nicht anders sein. Wer aber dabei stehen bleibt, wer nie erfährt, wie die Welt auf andern Standpunkten aussieht, sich nicht auf andere Standpunkte zu stellen, sich nicht zu allgemeinen, universalen, dem ganzen Menschengeschlecht gemeinschaftlichen Ansichten zu erheben vermag: der ist recht eigentlich ein an die Scholle gefesselter, bornierter Mensch. Die Astronomie ist das vorzügliche Mittel, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben. Das Handeln des Mannes wird freier, wenn „das Haus sich dehnt“, und die Winzigkeit der Ansichten verschwindet, wenn die Räume wachsen. Um bei sich recht daheim zu sein, muß man ein Weltbürger werden, und um das Erdenleben zu fassen, muß man in die Himmelsräume hineinschreiten und sie umfassen.

Vielleicht werden unsere Enkel demaleinst lächeln über die Kleinlichkeit und Kleinmütigkeit ihrer Väter, die trotz zahlreicher historischer Parallelen nicht einsehen wollten, daß die Weltraumfahrt nicht nur eine Bereicherung des Lebensinhalts der Menschen bringen mußte, sondern sogar eine Notwendigkeit werden kann. Wir alle sind uns doch darüber klar, daß die Erde nicht ewig Entwicklungsspielraum für die wachsende Menschheit bieten kann. Nicht etwa, daß sie schon bald zu

klein sein wird, um die wachsenden Zahlen ihrer Bewohner zu fassen! Viel brennender wird dermaleinst das Problem werden, wie die Menschheit sich selbst und ihre Errungenschaften rettet, wenn die drohenden Gefahren eingetreten sein werden, von denen ich in meinem Buche „Der ewige Kreislauf des Werdens“ (Leipzig 1922) gesprochen habe, und die ein rühmlichst bekannter Fliegerfachmann, Professor Dr. August v. Parseval, einmal für sich in einige anspruchslose Verse gekleidet hat, die er nur stark widerstrebend mir zur Veröffentlichung überließ:

Mephisto

Es war im letzten Abendschein,
Der graue Geselle trat bei mir ein.
Durch dünne Luft sein Auge stach,
Unhörbar, doch vernehmlich sprach.

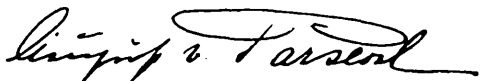
Da mag die ewige Liebe sehn,
Was ihrer Menschheit wird geschehn,
Wenn einst der alternden Sonne Licht
Die rechte Wärme und Kraft gebricht,
Wenn ihre goldenhelle Pracht
Ist auf ein trübes Rot gebracht.

Vom Pol vordringend das ewige Eis
Schließt enger und enger des Lebens Kreis;
Trüb ist die Luft, voll Nebelqualm,
Auf öder Flur nicht Baum noch Halm.
Nur Eiseskrachen und Möwenschrei
Durchbricht das ewige Einerlei.
Und wo der Menschheit Wiege stand,
Da trottet der Eisbär übers Land.

Und zwischen uralten Palasttrümmern
Müssen die Enkel hungern und kümmern.
Da hilft kein Witz dem eitlen Geschlecht;
Das alte Nichts verlangt sein Recht.
Nicht Kunst noch Wissen frommt der Not
Bei diesem Kampf ums letzte Brot,
Und alles Gold und Schätze Hauf
Wiegt nicht ein Körnchen Nahrung auf.

Da löst sich jedes heilige Band,
Nicht Recht noch Treue hat Bestand,
Bis der Kultur glorreiche Erben
Vertiert von Hunger und Kälte sterben.

Was Kunst und Wissen hervorgebracht,
Ist dann begraben in Eis und Nacht.
Stumm schauen über den ewigen Frieden
Die Spitzen der alten Pyramiden.
Doch längst, eh' völlig die Sonne vergeht,
Da sind auch sie zerstaubt und verweht,
Und auf eines andern Weltballs Polen
Mag sich das Drama wiederholen.



Nachschrift

Kurz vor dem Ausdrucken der vorliegenden Schrift hatte ich Gelegenheit, mit Professor Oberth über sie zu sprechen. So gewann ich die Möglichkeit, eine Reihe Verbesserungen anzubringen und Irrtümer zu beseitigen, die sich leicht einschleichen, wenn man sich in eine solche gegen unsere vielfach neue Welt einleben muß. Dennoch konnten einige Stellen nicht mehr so verändert werden, daß sie allem Rechnung tragen, worüber bis auf den heutigen Tag schon klarere Vorstellungen entwickelt werden konnten. Zu den Seiten 74/75 wäre zu bemerken, daß man die Reise zu fernen Erdorten mit der Rakete zweckmäßig in der dünnen Stratosphäre zurücklegt, wo die Luft die Rakete mit ihrer großen Geschwindigkeit noch tragen hilft, so daß man billiger fahren kann als im leeren Raum. — Zu Seite 62. Als kosmische Erdhäfen würden künstliche Monde in etwa 1000 km Entfernung zweckmäßiger sein als der Mond selbst. Zu Seite 66. Außerhalb der Atmosphäre ist die günstigste Treibmittelmischung $2H_2 + O_2$. — Schließlich zur Heizung an mehreren Stellen: Die Frage macht bei interplanetarischen Fahrten gar keine Schwierigkeiten. Unsere Bemühungen werden sich der Hauptsache nach darauf richten müssen, die in Hülle und Fülle einströmende Sonnenwärme zu beseitigen. Alles das wird in einer etwaigen Neuauflage berichtigt werden.

