

Lehrmeister-Bücherei

Nr. 924—926

Die Fahrt ins Weltall

Von
Willh. Den

Zweite, vollkommen neubearbeitete Auflage

Mit 30 Abbildungen



Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig

Lehrmeister-Bücherei

Leitfaden der Photographie

Von Dr. O. Rothdurft. Mit 26 Abb.

[51/2]

Fehler beim Photographieren.
Von E. Wanschura. Mit
15 Abb. [207]

Photographische Vergrößerung. Von E. Thielmann.
Mit 56 Abb. [410/1]

Liebhaber-Photographie. (Enthält: Rothdurft, Leitfaden und Wanschura, Fehler). Hübsch gebunden, M 2.40.

Die Herstellung tadelloser Negative. Von Max Schiel.
Mit 12 Abb. [857/8]

Farbenphotographie. Von W. M. Münzinger. Mit
31 Abb. [841/3]

Photographie mit Kleinkameras. Von W. M. Münzinger. Mit 12 Abb. [848/9]

Photographische Rezeptsammlung. Von W. M. Münzinger. [856]



Amateur- Kinematographie.

Von E. Thielmann.
Mit 50 Abb. [757/8]

Im Druck:

Die photographischen Kopierverfahren.
Von W. M. Münzinger.

Der Bau eines Projektionsapparates u. Epidiaskops.
Von H. Batten.

In Vorbereitung:

Anleitung zur Vorführung von Lichtbildern. Von J. Schneider. Mit Abb. im Text.

Die Fahrt ins Weltall

Don

Willy Len

Zweite, vollkommen neubearbeitete Auflage

Mit 30 Abbildungen

Verlag Hachmeister & Thal
Leipzig

Nachdruck verboten

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung in fremde Sprachen, sowie Vervielfältigung der Abbildungen, vorbehalten

Copyright 1929 by Hachmeister & Thal, Leipzig

Vorwort

Das Vorwort des Verfassers eines Buches wird von den meisten Lesern überschlagen, das Vorwort eines anderen überhaupt als Ballast betrachtet. Daß ich auf Wunsch des Verfassers hier doch eines geschrieben habe, hat besondere Gründe.

Ley erzählte mir von der bevorstehenden Neuauflage seiner „Sahrt ins Weltall“ bei der Filmaufnahme, die er auf Seite 78—81 schildert, und ich habe mich wirklich darüber gefreut. Schon die erste Auflage war eine brauchbare Einführung für den Laien, daß sie einige Fehler und Mängel enthielt, wird niemand wundern, der beurteilen kann, wieviel sich davon in seinen damaligen Quellen befand. Diese erste Auflage war trotzdem das erste wirklich populäre deutsche Raketenbuch und blieb auch bis jetzt das leichtestverständliche, obwohl inzwischen eine ganze Reihe anderer populärer Versuche dazugekommen sind.

In der vorliegenden Neuauflage, die ich erst in der Korrektur zu Gesicht bekam, ist trotz größerer Gründlichkeit und Besprechung des neuen Materials der Vorteil der Lesbarkeit für jedermann vollkommen gewahrt geblieben; bei der Durchsicht der Korrektur konnte ich nur wenige kleine Unrichtigkeiten finden, die im Wesentlichen verbessert wurden. Das Buch dürfte mithin auch sachlich richtig sein. (In einem anderen volkstümlichen Buch fand ich 56 falsche Angaben!) So kann ich die „Sahrt ins Weltall“ dem Laien auch in der Neuauflage nur empfehlen. —

Sachlich sei mir noch eine Bemerkung zur Frage der Höhe der Augenstation gestattet, die auf Seite 70 erörtert wird.

Ich stimme mit Hoefft darin überein, oder Hoefft mit mir, die Augenstation nicht höher als 1000 km über der Erdoberfläche um die Erde gravitieren zu lassen. Wenn

Ley nun sagt, Pirquet halte bei seinem Vorschlage der mehrere Erddurchmesser entfernten Station auf größtmögliche Vorteile für Reisen in den Raum von der Station aus, so ist das auf einen Brief zurückzuführen, den Pirquet an Ley schrieb, in dem er erklärte, durch eine sorgfältig durchgearbeitete Optimalrechnung diese Entfernung als die günstigste für den Start zu Fernfahrten ermittelt zu haben. Ich schätze Pirquet als hervorragenden Rechner und glaube auch, daß diese Rechnung fehlerfrei durchgeführt worden ist. Trotzdem hat er hier anscheinend einen Umstand vernachlässigt, der mit der Rechnung selbst nichts zu tun hat. Raumfahrten von hochliegenden Stationen bedingen einen allzu hohen Brennstoffverbrauch. Man darf nämlich nicht einfach berechnen, bei welcher Entfernung der Außenstation die günstigsten Brennstoffmengen herauskommen. Die Sache liegt so, daß man, um den Brennstoff zur Außenstation zu bringen, selbst wieder Brennstoff gebraucht. Rechnet man nun nicht einfach mit dem Start ab Außenstation, sondern mit dem Start ab Erde (d. h. für die Brennstoffe, die das nachher von der Station ab startende Raumschiff antreiben sollen), dann wird das Gesamtmassenverhältnis bei tiefliegender Station besser. Man wird also doch nicht mehrere Stationen errichten, es sei denn, daß andere Zwecke (etwa astronomischer oder sonstwie wissenschaftlicher Art) sie wünschenswert erscheinen lassen.

Im übrigen hoffe ich immer noch, auch mit praktischen Versuchen im größeren Maßstabe beginnen zu können, die die Postrakete in natura schneller Wahrheit werden lassen, wie es die Mondrakete im Film geworden ist.

Neubabelsberg, Ostern 1929

H. Oberth

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort von Prof. H. Oberth	3
Einleitung	7
Der Kampf mit dem Schwereriesen	9
Von alten Mären und neuen Romanen	21
Repulsit — die Geschichte der Rakete	23
Der Werdegang des Raumschiffs	32
Raumschiffjorgen	39
Die Außenstation	64
Raketensfahrt	70
„Frau im Mond“	78
Literaturverzeichnis	82

Einleitung

Im Anfang war der Wunsch zum Fluge. über das Land und zu den Sternen.

Später kam die Wissenschaft und „bewies“, daß noch nicht einmal ein einfacher Flug möglich sei. Wieviel weniger ein solcher in die Planetenräume. Noch später kam die Technik und schuf schließlich die „Bremen“ und den „Graf Zeppelin“.

Da lebte der Wunsch zum Raumflug wieder auf. Phantasten schrieben Romane und machten glänzende Geschäfte — und frühe, zu frühe Propheten wurden verlacht.

Die Wissenschaft versuchte nochmals, die Unmöglichkeit zu beweisen. Es kam aber ein deutscher Forscher und zeigte mit dem ganzen Rüstzeug der bisherigen Erkenntnisse, daß eine Raumfahrt doch möglich ist.

Da wurde die erste Auflage dieses Buches geschrieben. Es war nicht gerade gut — aber vielleicht half es doch mit, den deutschen Forscher zu hören, zumal auch das Ausland sich wieder regte. Es kann aber auch nicht ganz schlecht gewesen sein, denn eine Neuauflage wird nötig.

Sie mußte vollkommen neu bearbeitet werden, denn das Tempo, in dem die Fortschritte im Raketenproblem inzwischen erfolgten, hat selbst etwas von den Riesengeschwindigkeiten der kommenden Großraketen an sich.

Besonders danken für Hilfe bei der Korrektur muß ich Herrn Professor Oberth und dem in Berlin lebenden sowjetrussischen Wissenschaftler A. B. Scherschewsky, der die Abbildungen 6, 7 und 23—30 für mich zeichnete.

Berlin, im März 1929

Willy Ley

Der Kampf mit dem Schwerkraft

Das Problem der Weltraumfahrt wird meist mit der Grundfragestellung diskutiert: „Wie soll es gemacht werden?“ Ich halte eine andere Fragestellung für besser: „Warum es bisher nicht gemacht werden konnte.“

Einfach darum, weil die Erde uns mit ihrer Schwerkraft an sich fesselt. Da ergibt sich denn aus unserer Fragestellung (die andere führt erst nach langen Umwegen dazu) sofort die eigentliche Grundfrage: „Wie ist die Schwerkraft zu besiegen?“

Man könnte zunächst den Versuch machen, sie auszuschalten. Doch dazu müßte man das Wesen der Schwere erkannt haben, was leider nicht der Fall ist.

Wie sie wirkt, wissen wir recht genau. Der große Isaac Newton hat die Formel aufgestellt, daß die Kraft der Schwere mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt (wie bei den Lichtstrahlen), und mit der Masse in direkter Proportionalität wächst. (Vgl. Abb. 1, Schwerekurve eines Weltkörpers.)

Die drei berühmten Gesetze über die Bewegung der Planeten, welche Kepler fast 50 Jahre früher gefunden hatte, lassen sich aus dem Newtonschen Gesetz ableiten. Die Keplerschen Gesetze lauten:

1. Die Planeten und periodischen Kometen bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.
2. Die Bewegungen finden so statt, daß die vom Radiusvektor (Verbindungsline Sonne — Planet) überstrichenen Flächen den dazu verwendeten Zeiten proportional sind.

3. Die Kuben der Entfernungen der Planeten von der Sonne verhalten sich wie die Quadrate ihrer Umlaufzeiten.

Auch die Größe der Erdschwere kennen wir.

Wird einem Körper die Unterstützung entzogen, so fällt er in der ersten Sekunde 4,903 m tief und erreicht dabei die doppelte Zahl als Endgeschwindigkeit. (Abgesehen von der Verzögerung durch den Luftwiderstand, der auch in allen folgenden Zahlen vernachlässigt ist.)

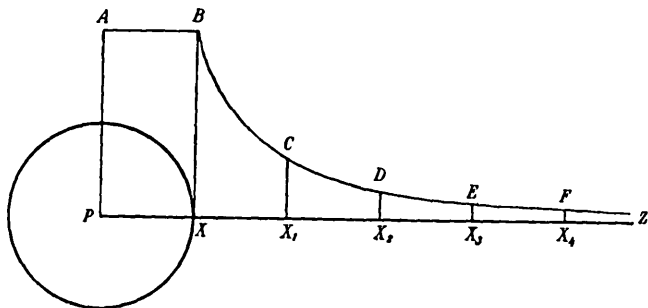


Abb. 1 Schwerekurve eines Weltkörpers. Auf der Geraden PZ ist der Halbmesser PX des Weltkörpers abgetragen. An der Oberfläche des Körpers hat seine Schwere die Größe XB, in 1 Halbmessere Entfernung (im Winkel X_1) die Größe X_1C , in 2 Halbmessern Entfernung die Größe X_2D usw. Die gesamte Kurvenfläche BZX (wenn man sie bis ins Unendliche weitergezeichnet denkt) ist gleich dem aus Oberflächenschwere XB und Halbmesser PX konstruierten Rechteck ABXP

Den Geschwindigkeitszuwachs eines fallenden Körpers bezeichnet man als Schwerebeschleunigung, sie beträgt in jeder Sekunde 9,8 m. Wäre es möglich, einen Gegenstand bis zum Mittelpunkt der Erde fallen zu lassen, so würde er eine Geschwindigkeit von 7954,6 m erreichen, diese würde andererseits wieder genügen, um ihn einen Erdhalbmesser (6378 km) hoch zu schießen. (Immer natürlich vom Luftwiderstand abgesehen.) Da das Schwerefeld im Quadrat der Entfernung abnimmt (im Abstände von $2r$ (Erdradien),

vom Erdmittelpunkte gleich $\frac{1}{4}$, bei $3r$ $\frac{1}{9}$, bei $4r$ $\frac{1}{16}$, $5r = \frac{1}{25}$), braucht man zur Erreichung der doppelten oder dreifachen Höhe des Erdradius nicht die zwei- oder dreifache Anfangsgeschwindigkeit für das Geschöß, sondern viel weniger, und zwar, wenn 7954,6 m gleich 1 gerechnet werden:

zur Erreichung der	doppelten Höhe	1,155
"	"	"
"	dreifachen Höhe	1,225
"	"	"
"	vierfachen Höhe	1,265
"	"	"
"	fünffachen Höhe	1,291
"	"	"
"	sechsfachen Höhe	1,309
"	"	"
"	siebenfachen Höhe	1,320.

Wird die Geschwindigkeit gleich 1,414 (11180 m/sek.), so genügt sie, das Geschöß ein für allemal dem Banne der Erdschwere zu entreißen.

Man kann die Formel auch umdrehen und sagen: wenn das Geschöß oder Raumschiff die und die Geschwindigkeit erreicht, steigt es so und so hoch. Die Tabelle sieht dann so aus:

Geschwindigkeit in km/sek.	Höhe km
1	68
2	277
3	640
4	1310
5	1970
6	3820
7	6140
8	11950
9	29530
9,5	68400
11,2	∞ (unendlich).*)

Und wieviel Kraft ist nötig, um einem Körper, der auf der

*) Die Anfahrtsstrecke bei 30 m/sek. Beschleunigung ist hier mit eingerechnet.

Erdoberfläche ein bestimmtes Gewicht hat, die Geschwindigkeit zu erteilen, die ihn aus dem Bannkreis der Erde hinausträgt?

Wir nennen die Kraft, die gebraucht wird, ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben, ein Meterkilogramm (mkg). Um nun ein Kilogramm die Erdschwere überwinden zu lassen, muß man ihm deshalb die Energie von 6378 000 mkg mitgeben. Es ist dies eine Zahl, die geradezu fürchterlich ist; ein einziges Kilogramm erfordert eine Arbeit gleich der, $6\frac{1}{2}$ Millionen Kilogramm einen Meter hoch zu heben.

Das ist nämlich der Kernpunkt des ganzen Problems — ob es gelingen wird, eine größere Kraft als die Erdschwere zu erzeugen.

Die Methode, der Erdschwere eine größere, von uns technisch beherrschte Kraft entgegenzusetzen, ist nur die eine. Die andere wäre die schon genannte der Ausschaltung; solange wir aber nicht wissen, was die Schwere eigentlich ist, müssen wir sie außerhalb des Bereiches einer ernsthaften Betrachtung lassen.

Wohl gibt es verschiedene Theorien über das Wesen der Schwere (Strahlung, Ätherdruck u. a.), auch ist es dem Amerikaner Brush angeblich gelungen, einen Stoff mit einer Schwerebeschleunigung von nur 9,2 m zu finden, aber das ist alles nur allererstes unsicheres Tasten.

Vorläufig bleibt nichts anderes übrig, als die Politik der größeren Kraft zu verfolgen, wobei uns noch zugute kommt, daß wir nie das volle Schwerfeld eines Weltkörpers überwinden brauchen, sondern stets nur ein durch die entgegenwirkende Schwerkraft anderer Gestirne geschwächtes Feld. (Im einfachsten Falle Erde—Mond, nur das Schwerfeld der Erde an ihrer Oberfläche minus dem Schwerfeld des Mondes bei uns; dieses ist allerdings sehr gering, im umgekehrten Falle wäre es bedeutend günstiger. Streng genommen spielen außerdem stets noch die

felder aller übrigen Gestirne mit, sie können wegen der großen Entfernungen jedoch außer acht gelassen werden.)

Es kommt jedoch noch eine andere Frage dazu: Wie weit reicht das Schwerfeld eines Weltkörpers? Nun, innerhalb des Planetensystems so weit, bis das Schwerfeld eines anderen Körpers größer ist. Wenn im folgenden von der Grenze des Erdschwerfeldes gesprochen wird, so ist damit immer der Punkt gemeint, an dem die Schwerkraft des Mondes oder eines Planeten überwiegt. Diese Grenze liegt nach den verschiedenen Richtungen verschieden weit entfernt und ändert sich fortwährend, da sie von der Entfernung der Planeten untereinander abhängt. Genau stimmt das nun allerdings nicht, denn das Schwerfeld der Erde setzt sich auch dann noch fort, wenn ein anderes Feld stärker ist. Nach dem Newtonschen Gesetz wird zwar jedes Schwerfeld immer geringer, erlischt jedoch nie, oder positiver gesprochen, in der mathematischen Unendlichkeit. Neuere Forscher haben allerdings die Vermutung ausgesprochen, daß die Schwerkraft in einer gewissen Entfernung vom Ausgangspunkt erlischt. Besonders Hörbiger vertritt in seiner Glazialkosmogonie diesen Gedanken und gibt mit der ihm eigenen Bestimmtheit eine Zahl an. Er spricht von der 4—5fachen Neptunsentfernung. Das ist nun innerhalb unseres Planetensystems nicht nachzuprüfen und Doppelsterne gewähren auch keinen rechten Anhaltspunkt. Ich möchte aber hierbei auf keinen Fall unerwähnt lassen, daß G. Strömberg von der Mt=Wilson=Sternwarte Hörbiger widerspricht, da er infolge langer Berechnungen zu dem Ergebnis gekommen ist, daß die Schwerkraft der kugelförmigen Sternhaufen (Entfernung bis zu 220 000 Lichtjahren) und der noch viel weiter entfernten Weltinseln der Spiralnebel (Andromedanebel) bis zu unserem Milchstraßensystem reicht.

Praktisch wird man es in alle Zeit nur mit Schweregrenzen zu tun haben, die das Überwiegen der Schwerkraft

eines anderen Weltkörpers bezeichnen. Und zu deren Feststellung genügt die Anwendung der angegebenen Gesetze und Zahlengrößen. Die Raumfahrt ist also nicht etwa ein Kampf mit einer Unbekannten, wie man es gern gegnerischerseits zurechtmachen möchte, sondern eine sehr reale Angelegenheit. Um einen menschlichen Vergleich zu geben: Es ist ein Boxkampf zwischen zwei Menschen, von denen der eine (der Techniker) genau weiß, welche Kraft der andere (die Schwere) hat und welche Kampfmethode er anwendet. Wenn nun der Techniker nur eine etwas größere Kraft zur Verfügung hat, dann ist der Sieg eben sicher — und es ist dabei ganz gleichgültig, daß er nicht weiß, wie der andere heißt und wer er eigentlich ist.

Damit aber stecken wir schon fest in der Kraftfrage.

Welche technischen Mittel sind fähig, solche Kraft zu leisten? Oder, mit anderen Worten, die notwendige Geschwindigkeit zu erzielen?

Allgemein bekannt ist, daß Jules Verne, dessen Romane sonst alle von der Wirklichkeit schon überholt sind, an ein gigantisches Geschütz gedacht hat.

Wie jeder, der auch nur geringe ballistische Kenntnisse besitzt, nachrechnen kann, wäre die Jules Verne'sche Aluminiumgranate kaum aus dem Geschützrohr herausgekommen, der Druck der Pulvergase von unten und die Luftsäule im Geschützrohr von oben hätten sie mit beispielloser Gründlichkeit zu einem flachen Aluminiumtopfdeckel umgeformt — weiter aber auch nichts.

Seitdem dies zum ersten Male erkannt wurde, hat man sich von verschiedenen Seiten (Oberth, Valier, Pirquet, vgl. „Möglichkeit der Weltraumfahrt“, Literaturverzeichnis am Schluß) die Verne'sche Mondkanone vorgenommen mit dem übereinstimmenden Ergebnis: Verne's Vorschlag ist unmöglich, die Mondkanone selbst wäre vielleicht in anderer Form zu konstruieren, doch ist die Lösung des Problems aus vielen Gründen gar nicht anstrebenswert.

Die Gründe, die Mondkanone als nicht anstrebenswert zu bezeichnen, sind folgende:

1. Kein Apparat, geschweige denn ein Mensch könnte den plötzlichen furchtbaren Stoß, den die Granate im Kanonenrohr erhält, überstehen.
2. Die Erreichung eines anderen Weltkörpers wäre gleichbedeutend mit einer Katastrophe, da das Geschos mit unverminderter Wucht auftreffen würde. (Auf dem luftlosen Monde, bei der Venus würde es in deren Atmosphäre schon verbrennen wie ein Meteorit, doch ist ein Venuschuß noch nicht einmal theoretisch möglich.)
3. Eine Rückkehr wäre (Punkt 1 und 2 sollen als nicht vorhanden gelten) völlig unmöglich.
4. Die Kosten wären so hoch, daß es mit denselben Geldmitteln möglich wäre, schätzungsweise 25mal zur Venus und zurück zu fahren — mit einem besseren Mittel.

Dieselben Gründe lassen sich gegen das elektrische Geschütz (Solenoidkanone) anführen, an die man auch flüchtig gedacht hat, wenn auch nur in utopischen Erzählungen, die vom Autor selbst als Traum beschrieben wurden.

Bliebe an ballistischen Mitteln noch eine ältere Kriegswaffe, die Schleudermaschine. In etwas modernerer Ausführung als die aus dem Mittelalter erhaltenen:

Man denke sich ein großes, senkrecht stehendes Rad. An zwei gegenüberliegenden Punkten dieses Rades sind luftdicht geschlossene „Geschosse“ befestigt, in denen sich Apparate für Höhenmessung, Kinematographen mit automatisch rollendem Filmstreifen usw. befinden. Zwei „Geschosse“, um das Gleichgewicht herzustellen. Nun wird das Rad in Drehung versetzt, diese allmählich immer mehr gesteigert und, wenn es schnell genug erscheint, die „Geschosse“ im geeigneten Augenblick durch eine technisch leicht auszu-

führende Vorrichtung von dem sich drehenden Rade abgelöst. Sie fliegen dann mit der Geschwindigkeit, die jeder Punkt der Peripherie des Rades im Augenblick der „Auslösung“ hat, in der Tangente zu ihrer bisherigen Kreisbahn davon. Sollen sie bis zum Monde fliegen, könnte man ihnen statt der Apparate einige Kilogramm Blitzlichtpulver mitgeben, welche im Augenblick des Auftreffens aufflammen.

Die Linie Mittelpunkt des Rades und Geschöß muß in diesem Falle im Augenblick der Abtrennung mit der Vertikalen einen Winkel von 90° bilden, damit die Tangente an den Kreis ebenfalls senkrecht auf der Erdoberfläche steht (Abb. 2).

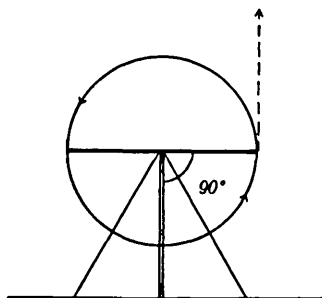


Abb. 2 Schematisches Bild eines Rotators im Augenblick der Auslösung eines senkrechten Schusses

Der Gedanke hat etwas Bestechendes, man könnte weitergehend folgern, daß man den Apparat nur genügend groß zu bauen brauche, um Menschen mitfliegen zu lassen und ihnen auch für die Rückkehr in die Erdatmosphäre noch einen Fallschirm mitzugeben.

Der plötzliche Stoß, den ein Geschütz seiner Granate versetzt und den Jules Verne seine Reisenden überleben läßt, fällt ja vollkommen fort, denn die Geschwindigkeit wird zwar ziemlich erheblich, aber immerhin allmählich gesteigert. Die nähere Betrachtung läßt jedoch auch diese Phantasie elendiglich zerspringen. Es soll zunächst nur darauf ankommen, ein mit Leuchtpulver gefülltes Geschöß zum Monde zu senden. Dann muß diese Bombe, die formel ist unerbittlich, ihre Reise mit rund 11200 m/sek. beginnen, und wenn wir den Luftwiderstand mit in Rechnung ziehen, haben wir die runde Zahl von 12 km/sek.

Nehmen wir den „Rotator“ (Dreher), wie ich die Schleudermaschine der Kürze halber nennen will, mit einem Radius von 1 m an, so haben wir u (Umfang) = $2 \pi r = \text{ca. } 6,283 \text{ m}$. Das gibt für ungefähr 12 km/sek. 120 000 Touren in der Minute.

Konstruieren wir den Rotator mit $r = 2 \text{ m}$, so haben wir $u = 12,569 \text{ m}$ und 60 000 Touren. Ist $r = 4 \text{ m}$, so sind 30 000 Touren erforderlich usw.

Es ist aber nichts zu machen, denn wenn wir selbst durch mächtige Übertragungen die Rotationsgeschwindigkeit auf 1000 in der Sekunde zu bringen vermögen, so würde doch kein Material für den Bau des Rotators geeignet sein. Die Fliehkraft würde selbst den festesten Stahl auseinanderreißen — lange bevor auch nur ein Teil der nötigen Schnelligkeit erreicht ist.

Interessant ist nun, daß diese Idee bei französischen Ingenieuren (Mas, Drouet, Greffigny) Anklang fand.

Im Aprilheft 1927 der Zeitschrift „Je sais tout“ erschien eine Abhandlung, in der man der Öffentlichkeit ein Projekt unterbreitete, das vielfach erst für einen Aprilscherz gehalten wurde, zum mindesten aber nicht als solcher gemeint war.

Ein riesiger kreisförmiger Tunnel wurde beabsichtigt, in dem die „Raumgranate“ allmählich auf die nötige Geschwindigkeit gebracht werden sollte. Man baute in der Phantasie also so etwas wie einen riesigen „Rotator“.

Die Unmöglichkeit des Projektes hat Pirquet („Die Möglichkeit der Weltraumfahrt“, S. 302 ff.) nachgewiesen. Als Einzelbeispiel sei nur erwähnt, daß es unmöglich wäre, die Tunnelgranate (wie beabsichtigt wurde) auf einen Wagen zu setzen, dessen Räder würden durch die Fliehkraft zerspritzen. Immerhin haben die Autoren schon so viel aus den deutschen Überlegungen gelernt, daß sie ihren Tunnel luftleer machen wollten. Jedoch gelten als Einwände auch

hier die Punkte 2, 3 und 4 von Seite 15, abgesehen von der Klammerbemerkung bei 2.

Alle diese Projekte arbeiteten mit zwei Kräften, entweder einem Druck von hinten (Pulvergase oder Preßluft) oder mit der Zentrifugalkraft. Alle diese Projekte mußten jedoch als unzureichend verworfen werden, weil verschiedene Umstände dagegensprachen. Sie wurden nicht verworfen, und das ist zu betonen, weil die Kräfte zu klein waren. Auch aus diesen unmöglichen Projekten hat sich schon ergeben, daß die nötigen Energiemengen, um der Schwere den Kampf anzujagen, technisch erzeugbar wären. Die Frage ist nur, wie die Kraft angelegt werden muß.

Verfehlt sind alle Methoden, bei denen die Anfangsgeschwindigkeit sehr groß, oder gar die größte Geschwindig-

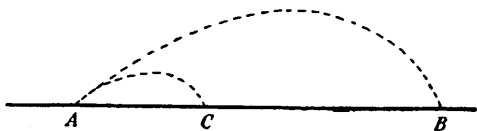


Abb. 3 Flugbahn eines Geschosses. AB im leeren Raum, AC in Wirklichkeit

keit ist, die das Projektil hat — und das ist bei Granate, Rotator und Rohrposttunnel der Fall —, weil der Luftwiderstand den größten Teil der Geschwindigkeit und damit der Kraft des Geschosses verzehren würde.

Wie groß der Unterschied zwischen theoretischer und wirklicher Wurfkurve ist, zeigt Abbildung 3. Theoretisch müßte der Abschugwinkel eines Geschosses, welches möglichst große Entfernungen erreichen soll, 45° sein. Die Praxis ergab jedoch einen Winkel von mindestens 53° , der in einzelnen Fällen bis auf 67° gesteigert wurde, damit die Geschosse einen möglichst großen Teil ihres Weges in dünneren Luftschichten zurücklegen konnten. Ein deutsches Infanteriegeschosch von einer Anfangsgeschwindigkeit von 880 m würde

beim senkrechten Schuß im luftleeren Raum 40 000 m Höhe erreichen. Durch den Luftwiderstand wird es so stark gebremst, daß es nur 2650 m hoch steigt und dazu 18,63 Sekunden gebraucht. Es ist jedoch ein Glück im Unglück, daß die Luft nicht überall gleich dick ist.

Die größte Dichtigkeit besitzt sie natürlich auf der Erdoberfläche, ihre Zusammensetzung ist dort:

78,1 % N (Stickstoff)
20,9 % O (Sauerstoff)
1,0 % Gemisch anderer Gase
100,0 %

Das eine Prozent, das hier als „Gemisch anderer Gase“ kurz bezeichnet wurde, setzt sich zusammen aus sehr geringen Mengen von H (Wasserstoff), CO_2 (Kohlensäure), O_3 (Ozon) und den sogenannten „Edelgasen“: Argon, Neon, Helium, Krypton und Xenon. Mit fortschreitender Höhe ändert sich sowohl Dichte als Zusammensetzung beträchtlich, und zwar sind in den größten Höhen die leichteren Gase, Helium und Wasserstoff in der Überzahl. Die dichteste Schicht, in der sich alle Witterungsvorgänge abspielen, die sogenannte Troposphäre, reicht bis zur Höhe von 11 km. (Abb. 4.) Ungefähr so weit sind bemannte Flugzeuge gekommen. Die Erscheinungen des Polarlichtes und das Aufglühen der Sternschnuppen liegen beträchtlich höher, in der Schicht von 30—250 km. Die unterste Grenze dieser Schicht ist von unbemannten Ballonsonden erreicht worden.

Nach einer neueren Nordlichttheorie nimmt man in solchen Höhen schwebend größere Mengen von festen Stickstoffkristallen an.

Die für unsere Zwecke hinderlichste Schicht ist die Troposphäre, in der drei Viertel aller Gase zusammengedrängt sind. Auf die Wirkungsweise des Luftwiderstandes in Einzelheiten kann ich leider hier noch nicht eingehen, ein neues Zwischenspiel steht uns noch bevor.

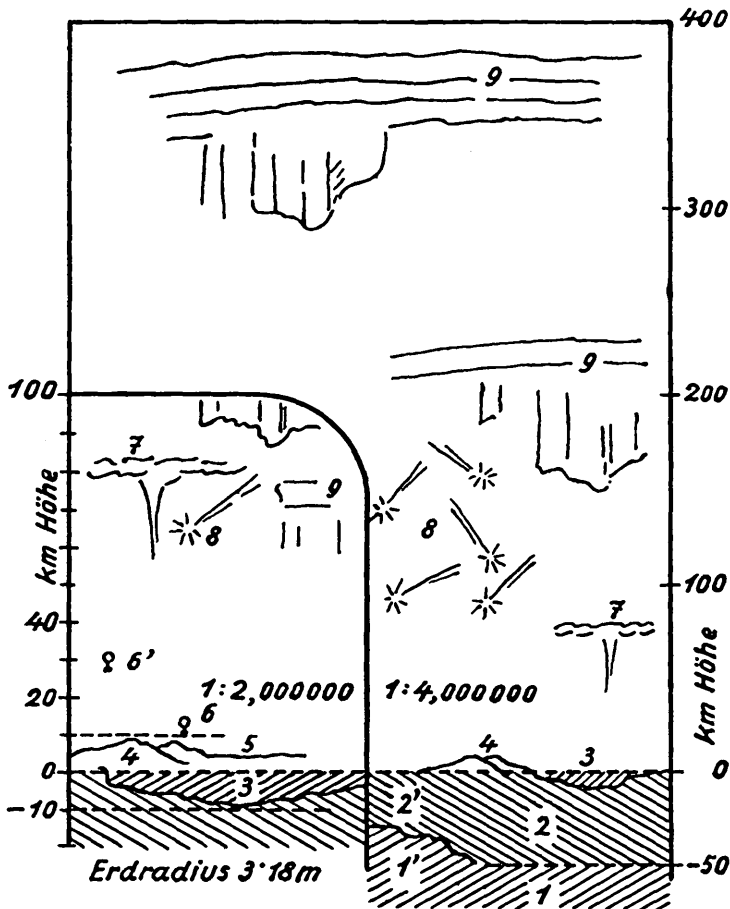


Abb. 4 zeigt einen Schnitt durch die Atmosphäre
 1 = Magma, 2 = feste Erdrinde, 3 = tiefste Meeresstelle, gegen 10 km, 4 = höchster Berg der Erde Tschomolungma, 8,8 km, 5 = Hochland von Tibet, 6 = bemannter Ballon und Flugzeug, 11 km 6' = Registrierballon, 30 km, 7 = Krastatauwolke, 8 = Sternschnuppen, 9 = Nordlicht, links ein Ausschnitt in doppeltem Maßstabe

Don alten Mären und neuen Romanen

„Uns ist in alten maeren /wunders vil geseit.“ Unter anderem auch, daß es weise Magier gegeben hat, die ein Levitationsvermögen besessen haben sollen. Darüber läßt sich jetzt mehr streiten, als ein einzelnes Hirn zu ertragen vermag, was an solchen alten Mythen naturmäßig deutbar ist und wie es gedeutet werden muß. Wann das sicher nachgewiesene Menschenfliegen begann, weiß man ja, so daß die alten Geschichten ruhen können.

Die Geschichten, die ich nicht ruhen lassen kann, sind neueren und neuesten Datums. Schon vor 2000 Jahren schildert uns Lucian in seinen „Wahren Geschichten“ eine Mondreise, die bis in die kleinsten Einzelheiten hinein später in Münchhausens Abenteuer aufgenommen wurde. Es findet hier eine zweite uralte Menschheitssehnsucht einen primitiven Ausdruck — die Reise zu anderen Planeten. Besonders im Mittelalter trat der Drang, diese Reise wenigstens in der Phantasie zu unternehmen, stark hervor. Cyrano von Bergerac, der Mann, dessen Porträt durch seine Nase berühmt geworden ist, betätigte sich selbst auf diesem Gebiet, und nach ihm eine lange Reihe anderer, deren Aufzählung hier nun doch auf jeden Fall zu weit führen würde.

Dr. Karl Debus hat in seinem Kapitel in der „Möglichkeit der Weltraumfahrt“ eine recht ausführliche Geschichte des Raumsfahrtromanes gegeben, so daß ich mit gutem Gewissen darauf verweisen kann. (Für die russischsprechenden Leser auch auf Rynins zweiten Band.)

Hier möge nur das Technische Platz haben. Durch welche Einschränkung wir gleich eine ganze kleine Bibliothek abgetan haben. Alle alten und älteren Schriften sind technisch gar nicht zu gebrauchen. Die Schriftsteller lassen entweder ihre Helden von abgerichteten Vögeln zum Monde oder zu einem anderen Planeten tragen, oder sie werden vom Sturm hinaufgeweht (so bei Lucian), oder sie benützen

gar die „hebende Kraft“ in Flaschen eingeschlossenen Morgentaus.

Alles in allem: für die Verfasser fällt Raumsfahrtproblem und Flugproblem noch zusammen. Wie lange so etwas noch durcheinandergemuddelt wurde, zeigen die beiden Romane von Dr. Daiber vom Jahre 1913, wo es nur darauf ankommt, ein genügend tragkräftiges Gas zu finden und mit starken Motoren in der Erdatmosphäre einen Anlauf zu nehmen.

Ach, wenn's doch so einfach wäre!

Der erste Roman, der den Unterschied zwischen Luft- und Raumsfahrt klar herausarbeitet, ist der von Jules Verne.

Der „Mondtraum“ des großen astronomischen Meisters Johannes Kepler ist noch zu erwähnen. In ihm ist die Reise ein übersinnliches Kunststück. Lustige lustige Geisterlein, so heißt es, leben auf allen Weltkörpern, aber sie vermögen den Raum nicht zu durchqueren, das Sonnenlicht bannt sie. Nur bei seltener Gelegenheit, wenn der Erdschatten den Mond erreicht, also bei einer Finsternis, können sie hin und her und nehmen dann wohl auch einen Sterblichen mit.

Das lustige Symbolspiel ist klar — das grelle Sonnenlicht bannt die Geister astronomischer Forschung und astronomischen Erkennens, bei Finsternissen aber haben sie Gelegenheit zu freiem Spiel. —

Eine ganze Reihe der neuen Romane zeigt eine andere technische Übereinstimmung. In ihnen gelingt es, die Schwerkraft aufzuheben.

Bei Eichacker (Sahrt ins Nichts) ist es ein „Nihilium“, bei Hoffmann (Mc. Milfords Reisen) noch ein „antimagnetisches fluidum“ und bei Lafwitz das „Stellit“, das die Aufhebung der Schwere besorgt.

Lafwitz war übrigens (von Cyrano von Bergerac sei abgesehen) der erste von allen Autoren — Wells u. a. sind ihm nachgefolgt —, der die Raumsfahrt nicht von Men-

schen ausführen läßt, sondern von den Bewohnern des Planeten Mars, die nach einer Ansicht, die man erst seit kurzem aufgegeben hat, ja bedeutend weiter entwickelt sein müßten *).

Nun zeigt sich aber in diesem zweibändigen Roman „Auf zwei Planeten“, dessen Verfasser als Gelehrter und Philosoph mindestens dieselbe Größe erreichte, wie als Dichter, noch etwas Neues und sehr Bedeutames. Die klugen Martier, deren Herrschaft sich nachher über die Erde ausdehnt und die den Grundsatz haben „Laßt uns Nume den Irrtum verringern und wir werden die Menschen bessern“, haben für ihre kugelförmigen Raumschiffe und ihre anderen Luftfahrzeuge wohl die Schwerkraft aufgehoben, getrieben und gerichtet werden die Schiffe, deren alles verzehrender Nihilitpanzer sie unangreifbar macht, aber in der Hauptsache durch das Repulsit; das bedeutet: durch Rückstoß!

Und das ist der Punkt, wo die moderne Wissenschaft wieder einsetzt, deren Ergebnissen dann die Romane von Gail, Caffert und Dominik folgten.

Repulsit — die Geschichte der Rakete

Wir wollen noch eine kleine Arabeske erst verfolgen, bevor wir diesem Zauberwort weiter nachgehen.

Was müßte denn ein brauchbares Raumschiff alles leisten? Zuerst einmal muß es die nötigen Geschwindigkeiten erreichen können, zweitens ohne den Anfangsstoß, also allmählich, sowohl mit Rücksicht auf Instrumente und Passagiere als auch auf den Luftwiderstand. Drittens ist eine Rückkehrmöglichkeit in Betracht zu ziehen. Viertens — das ist eine ganze Serie von Wünschen.

Zwischen den letzten Schichten unserer Atmosphäre und

*) Ley: „Mars, der Kriegsplanet“, Lehrm.-Bücherei 865/6.

der Oberfläche des nächsten Weltkörpers klast der Abgrund des leeren Raumes. Schon auf der Schulbank lernt man: der leere Raum ist ein absolutes Vakuum und außerdem noch — 273 °C kalt. Meteoriten und kosmischer Staub rasen durch diese Gehenhölle, die erfüllt wird vom Strahlenträger Lichtäther, den die Strahlungen aller Gestirne durch-eilen. Blaues, gelbes und rotes Licht flammt von den verschiedenen Gestirnen, je nach ihrer Größe und Eigenwärme. Luftlos und kalt, von der ungebrochenen Kraft wahn-sinniger Meteore durchtobt, außerdem ohne jeden Laut, da der Schallträger Luft fehlt, und ein kohlspeckraben-schwarzer Himmel ringsherum. Ein Negativ der christ-lichen Hölle, vielleicht eine etwas abgekühlte Ausgabe des indischen Nirwana.

Auf jeden Fall fürchterliche Zustände im leeren Raum. Und das fürchterlichste daran ist, daß es in der Schule gelehrt wird.

Die einfachste Überlegung lehrt, daß ein Vakuum, also ein absolutes Nichts, eben keine Temperatur haben kann! Wo etwas ist, was Temperatur haben kann, wird es recht kalt sein, nur im Innern des Planetensystems schafft die Sonnenstrahlung einen Ausgleich, der materiellen Massen bis etwa zur Gegend der Erdbahn erträgliche Wärmegrade verschaffen kann, worüber Ing. v. Pirquet in der „Mög-lichkeit der Weltraumfahrt“ eine Tabelle veröffentlicht hat.

Auf jeden Fall wird man als vierten Wunsch äußern: luftdichte Kabine mit einem Lufsterzeuger, wie ihn die Unter-seeboote haben, Heizanlage und sonstigen Schutz der In-sassen gegen die Weltraumgefahren.

Der fünfte Wunsch, der aber eigentlich an die erste Stelle gehört, würde dann lauten: das Raumschiff muß im leeren Raum selbst seine Fahrtgeschwindigkeit mäßigen oder erhöhen, sowie die Fahrtrichtung ändern können. An diesem fünften Wunsch, der kein Wunsch aus Bequemlich-keitsgründen, sondern eine glatte Notwendigkeit ist, scheitern

sowohl Granate wie Rotator, Solenoid wie Rohrpoststunnel Drouet, Luftschiff wie Flugzeug. Die ersten aus genannten Gründen, die letzten beiden, weil Propeller im leeren Raum vollkommen nutzlos sind.

Nun aber: „Repulsit!“

Die Kraft des Rückstoßes.

Die in der Rakete wirkt.

Der Rückstoß (es muß hier noch Behauptung bleiben, der Beweis folgt später) kann auch im leeren Raume wirken! Auch fliegt der gewöhnliche Rückstoßapparat, nämlich die allbekannte Feuerwerksrakete, nicht gleich mit voller Geschwindigkeit ab, was ganz naturgemäß und gar nicht anders denkbar ist. Von unseren Wünschen werden Nr. 2 und 5 durch die Arbeitsweise der Rakete eo ipso erfüllt, 4 ist technisch ohne jede Schwierigkeit zu verwirklichen, nur 1 und 3, die Erzielung der notwendigen Größe der Geschwindigkeit durch Rückstoß und die Rückkehrmöglichkeit zur Erde steht für uns hier noch nicht fest, wenn es auch wahrscheinlich erscheint.

So kommt nun der kleinen, kaum beachteten Feuerwerksrakete plötzlich eine große Aufgabe zu. Sie soll als Mittel zur Eroberung des Weltraums dienen. Aber ist das ein größeres Verlangen, als das Verlangen an ein geriebenes Bernsteinstückchen, Städte zu erhellen und Schnellbahnen zu treiben, wenn der alte Thales von Milet es gestellt hätte? —

Bei jedem einigermaßen gründlichen und gebildeten Menschen haben sich, das ist eins unserer ungeschriebenen Bildungsgesetze, bei Nennung irgendeines Namens historische Erinnerungen einzustellen.

Bei der Rakete jedoch muß man schon schreiben „hätten sich eigentlich“, denn bis heute habe ich niemand getroffen, der da genauer Bescheid wußte.

Allgemein geht die Sage, daß die einfache Feuerwerksrakete, wie sie im heutigen Schema auf Abb. 9 bewundert

werden kann, schon 3000 Jahre v. Chr. bei den Chinesen gebräuchlich war. Diese Behauptung ist, das muß einmal deutlich ausgesprochen werden, durchaus nicht bewiesen, das älteste sichere Datum für das Bekanntsein der Rakete im Orient ist etwa das 12. Jahrhundert n. Chr. Als gewissenhafter Deutscher darf ich nicht vergessen mitzuteilen, daß das Wort Rakete allgemein (es steht in jedem Lexikon zu lesen) vom italienischen rochetto, Spindel oder Röhrchen, abgeleitet wird, wie sich denn auch die bislang älteste Erwähnung der Rakete in Europa bei einem Italiener (Muratori 1379) findet. Die noch heute gebräuchliche einfache Form wird 1405 eingehend von Konrad Kyefer von Eichstädt bereits beschrieben, etwas später (1420) gibt de Fontana schon allerlei Ratschläge zur kriegerischen Verwendung.

Nach diesen ersten Nachrichten ist dann aber eine ganze Weile absolute Schweigsamkeit, soweit es Raketen anbetrifft.

Als das Rückstoßprinzip sich öffentlich erneut bemerkbar machte, war es gleich ziemlich unangenehm. Der indische Fürst Haidar-Ali hatte 1766 ein Korps von 1200 Raketenwerfern, deren Waffen als Brandgeschosse wirkten. Der Sohn des Fürsten, Tipu Sahib, ließ sich die Pflege dieser Waffengattung besonders angelegen sein und vermehrte das Raketeurkorps auf 5000 Mann, die bei der Belagerung von Seringapatam 1799 eine entscheidende Rolle spielten. Dieses kriegerische Ereignis gab den beteiligten Engländern den Anstoß, die Kriegsrakete auch in Europa einzuführen, der englische General W. Congreve konstruierte 1804 ebenfalls Brandraketen, die 1806 gegen Boulogne und 1807 gegen Kopenhagen erfolgreiche Anwendung fanden. Ein Däne, Hauptmann Schuhmacher, regte daraufhin die Geschosrakete an, welche Erfindung von Engländern und Österreichern ausgebeutet wurde. Ein entschiedener Fortschritt zeigte sich noch, als 1846 der Nordamerikaner William Hale die stabile Rotationsrakete kon-

struierte, die ebenfalls in der österreichischen Artillerie Verwendung fand, sowohl im Feld- als auch im Festungs- und vor allem Gebirgskrieg. Besonders im Gebirge war die leichte Rakete und das einfache Startgestell ein erfolgversprechendes Kampfmittel, was ohne weiteres einleuchtet.

Von Seiten der Österreicher wurde sie denn auch in den Feldzügen von 1848 und 1849 in Ungarn und Italien mit wechselndem Erfolge angewendet, doch wurde schon 17 Jahre danach das Raketenkorps aufgelöst, weil es sich 1866 nicht bewährt hatte. In Preußen geschah derselbe Schritt im Jahre 1872.

Das Ende der Kriegsrakete erklärt sich zwanglos aus ihrer gegen moderne Geschütze gemessen recht geringen Reichweite und der ebenfalls einem Geschütz weit unterlegenen schwachen Treffsicherheit und Durchschlagskraft. Nur als Leuchtrakete wurde sie noch weitergeführt, wie ja jedermann aus dem Weltkrieg geübt ist.

Augenblicklich ist also die Kriegsrakete wieder tot — es sieht aber ganz so aus, als wenn es nur ein Scheintod ist, wenn man den Gerüchten trauen darf, wird sie im nächsten Kriege in den Händen der United States wieder auftauchen als Goddardscher Raketentorpedo, der große Mengen Sprengstoff und Giftgas nach jedem beliebigen Punkte der Erde schießt.

Zurzeit hat die Rakete noch ein paar friedlichere Aufgaben. Ihre Verwendung als Schiffsrettungsapparat ist bekannt. Man schießt von Land aus, wenn die schwere See nichts anderes gestattet, von einem besonderen Gestell eine Rakete über das gestrandete Schiff. Die Reichweite ist im Höchsthalle 600 Meter, die Rakete nimmt ein dünnes Seil aus leichtem Manilahanf mit hinüber, an dem die Besatzung des Schiffes ein dickeres Seil hinüberzieht und sich über diese schwankende Brücke mit Hilfe einer sogenannten Hofenboje an Land rettet.

In dies menschenfreundliche Feld der Raketengeschichte

gehört auch noch die „Hagelrettungsrakete“, über die R. Bauer auf dem 78. Naturforschertag zu Stuttgart 1906 referiert hat. Diese Raketen sollen durch Sprengladungen, die inmitten der Hagelwolke explodieren, den Hagel zerstreuen. Neuerdings sind in dieser Richtung in der Schweiz gute Erfolge erzielt worden.

Nachdem wir nun ganz kurz die historischen Erinnerungen aufgefrischt haben, können wir näher an die technischen Voraussetzungen herangehen.

Die bewegende Kraft ist der Rückstoß, das haben wir nun schon oft genug gehört. Das Zustandekommen dieses

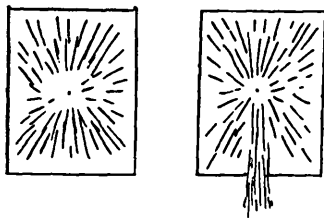


Abb. 5 Rückstoßprinzip

Rückstoßes können wir uns an einem einfachen Beispiel klarmachen. Denken wir uns eine allseitig verschlossene Hülse, in welcher sich unter hohem Druck ein Gas befindet. Dadurch, daß dieses Gas nach allen Seiten auf die Wände der Hülse drückt, hebt sich die Wirkung auf.

Nehmen wir eine Wand der Hülse weg, so strömt das Gas mit einer gewissen Geschwindigkeit aus. Weil nun der Druck im Innern dadurch aus dem Gleichgewicht gerät, sucht sich die Hülse nach der entgegengesetzten Seite zu bewegen, und zwar mit derselben Kraft, wie die ausströmenden Gase. (Abb. 5.)

Es ist ebenso selbstverständlich, wie die gegenteilige Behauptung unbegreiflich, daß der Rückstoß auch im leeren Raume jenseits der Erdatmosphäre wirken kann. Womit Punkt 5 unserer Wünsche erfüllt ist. Die Rückkehrmöglichkeit, unser letzter noch übrigbleibender Wunsch, fällt in ein anderes, und zwar in das Brennstoffkapitel.

Bei dem eben gegebenen Beispiel sieht es nun aber so aus, als sei das Ausströmen der Gase nur ein notwendiges

übel. Deshalb sei auch die andere Erklärung des Rückstoßes gegeben, wie sie Joh. Winkler, der Herausgeber der Breslauer Monatschrift „Die Rakete“, in einem Aufsatz in dieser Zeitschrift sehr gut veröffentlicht hat. „Man denke sich einen Stab,“ sagt er, „der durch eine Sprengladung in zwei gleiche Teile gesprengt wird mit einer Sprenggeschwindigkeit von 200 m/sek. Dann wird jede der beiden Hälften die Hälfte der Sprenggeschwindigkeit = 1000 m/sek. erhalten, auch im leeren Raume. Würde eine der beiden Hälften eine größere Geschwindigkeit erhalten, so ließe sich dies mit Vorteil benutzen. Anders ausgedrückt: indem man die Hälfte der vorhandenen Masse los schleudert, erhält man selbst einen Antrieb von der Hälfte der Sprenggeschwindigkeit. Sprengt man von der verbleibenden Masse wiederum die Hälfte ab, so erhält man wiederum eine Zusatzgeschwindigkeit gleich der Hälfte der Sprenggeschwindigkeit, also von wiederum 1000 m/sek. Da man von der jeweils verbleibenden Masse beliebig oft die Hälfte lossprengen kann, läßt sich auf diese Weise jede geforderte Geschwindigkeit erreichen. Freilich nimmt die Masse hierbei in erschreckender Weise ab, sie ist nach der ersten Teilung nur $\frac{1}{2}$, nach der zweiten nur $\frac{1}{4}$, nach der dritten $\frac{1}{8}$ usw., nach der zwölften nur noch $\frac{1}{4096}$. Das heißt, um einem Körper die Sprenggeschwindigkeit $v = 2000$ m/sek. zu geben, muß die ursprüngliche Masse viermal größer genommen werden; um ihm die Geschwindigkeit 12 km/sek. zu erteilen, die zur Überwindung der Erdschwere erforderlich ist, müßte die Anfangsmasse 4000mal größer genommen werden.

Eine Verbesserung dieses Mißverhältnisses ist auf zweierlei Weise möglich. Einmal dadurch, daß man häufiger kleinere Teile lossprengt. Wird z. B. immer nur $\frac{1}{4}$ der verbleibenden Restmasse losgesprengt, was man ebenfalls beliebig oft machen kann, so erhält der größere Teil nur $\frac{1}{4}$ der Sprenggeschwindigkeit. Um die Sprenggeschwindigkeit

keit von 2000 m/sek. zu erreichen, sind vier Abschleuderungen vorzunehmen. Die verbleibende Masse ist nach der ersten Teilung $\frac{3}{4}$, nach der zweiten $\frac{3}{4}$ von $\frac{3}{4} = \frac{9}{16}$, nach der dritten $\frac{3}{4}$ von $\frac{9}{16} = \frac{27}{64}$, nach der vierten $\frac{3}{4}$ von $\frac{27}{64} = \frac{81}{256}$, im obigen Falle ist jedoch die verbleibende Masse nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{64}{256}$ der Anfangsmasse. Man kommt also mit um so weniger Masse aus, je kleiner die losgeschleuderten Teilchen sind. Bei kontinuierlichem Ausströmen ist bei derselben Sprenggeschwindigkeit von 2000 m/sek. (wie sie den Explosionsgasen des Schießpulvers entspricht) zur Erreichung einer Geschwindigkeit von 12 km/sek. nur noch die 400fache Anfangsmasse erforderlich, das ist eine Verbesserung um das Zehnfache. Das kontinuierliche Ausstoßen kleinster Massenteilchen hat außerdem den Vorzug, daß keine besonderen Massenteilchen durch eine Sprengladung losgeschleudert werden müssen, sondern die ausströmenden Explosionsgase selbst die ausgestoßene Masse darstellen, und daß die Bewegung nicht ruckweise, sondern gleichmäßig erfolgt.

Eine weitere Verbesserung des Massenverhältnisses ist zu erreichen durch eine Steigerung der Auspuffgeschwindigkeit. Bei einer Sprenggeschwindigkeit von 2000 m/sek. war eine zweimalige Teilung erforderlich, um die Geschwindigkeit von 2000 m/sek. zu erreichen. Bei einer Sprenggeschwindigkeit von 4000 m/sek., wie sie bei Verwendung von Wasserstoff und Sauerstoff erreichbar ist, würde eine einmalige Teilung genügen, um auf eine Geschwindigkeit von 2000 m/sek. zu kommen. Die verbleibende Masse ist $\frac{1}{2}$ der ursprünglichen. Um eine Geschwindigkeit von 12 km/sek. zu erreichen, müßte bei kontinuierlichem Ausströmen die Anfangsmasse zwanzigmal größer genommen werden, das ist bereits ein erträgliches Massenverhältnis.“

Die Ausdrücke „Massenverhältnis“ und einige andere sind uns noch Hieroglyphe, das ist bei ganz neuen Sachen eben so, daß man erst einige Vokabeln lernen muß, ehe man

den weiteren Text versteht, der sie dann ganz von selbst erklärt.

Wir wollen einmal mit einem Rückstoßapparat nicht gleich in den Raum hinausfliegen, sondern uns nur durch die Atmosphäre bewegen. Dann ist die Angelegenheit recht einfach. Man baut ein Luftschiff und setzt statt der Propeller an die Motoren einen Luftkompressor, der vorn Luft einzieht, sie zusammenpreßt und hinterwärts gewaltsam auspuffen läßt. Je schneller das Gasgemisch, aus dem unsere Luft besteht, dort ausströmt, desto schneller geht es natürlich, was ja schon aus dem eben gegebenen Zitat hervorgeht.

Dabei wäre von einem Massenverhältnis keine Rede. Luft ist oben, unten, rechts und links, man bekommt kosten- und mühelos davon, soviel man haben will, und das einzige, was mitgeschleppt werden müßte, wäre der Kompressor und einige Liter Benzol für die Motoren. Dr. v. Hoefft in Wien, dessen Name auch eine zu lernende Vokabel ist, wenn man in die weltraumfahrtwissenschaftlichen, oder, fremdwörtlich, doch kürzer ausgedrückt, kosmonautischen Bestrebungen eindringen will, hat vor Jahren einmal daran gedacht, einen Ballon so zu treiben. In der Praxis ist das allerdings gar nicht einfach, hier wollen wir es annehmen. Wenn nun dies Rückstoßluftschiff jedoch in den leeren Raum vordringen wollte, dann müßte die zum Auspuffen nötige Luft mitgenommen werden! Man kann sich leicht denken, daß da, wenn höhere Geschwindigkeiten erreicht werden sollen, leicht einmal die Tatsache eintritt, daß das Schiff die nötige Luftmenge nicht mehr tragen, oder wenigstens wegen ihres Umfanges nicht mehr unterbringen kann.

Das mag denn auch einer der Gründe sein, weshalb die Natur das nicht selbst schon erfunden hat. Zur Überwindung dieser Klippe, die man Massenverhältnis nennt, gehört nämlich viel mathematische oder wenigstens plan-

mäßig=systematische Arbeit, und die traut man der Natur nicht recht zu. —

Doch ganz stimmt das nicht. Die Natur hat zwar nicht einen Rückstoßflieger, wohl aber einen Rückstoßschwimmer erfunden: den Tintenfisch.

Seit etwa 30 Millionen Jahren (auch in der Geologie gerät man wie in der Astronomie ständig in Inflationsziffern) oder gar noch länger bewegen sich diese höchstentwickeltesten Weichtiere schon nach dem Prinzip unseres Rückstoßluftschiffes, aber unter Wasser. Ihr Körper ist ganz darauf zugeschnitten, Wasser in besondere Räume einzuziehen und mit Vehemenz wieder auszustößen, und so mancher hat mich schon vor Abbildungen oder lebenden Tieren im Aquarium gefragt, was denn das für ein sonderbarer Trichter sei, ob es sich vielleicht ...

Das wichtige Organ sitzt beim Tintenfisch aber in einem der Arme, der Trichter ist das, was der Techniker die Düse nennt, dort strömt das Wasser aus und gibt den Anstoß zu blitzschneller Rückwärtsfahrt, während eine schwarze Wolke übrigbleibt, wie die Qualmwolken beim Raketenauto. Hier wie dort ein Nonsens, der mit der Bewegung selbst nichts zu tun hat.

Der Werdegang des Raumschiffes

So sieht das Raketenfahrzeug der Natur aus. Wie sie es erfand, wissen wir nicht, kaum daß wir noch etwas darüber erfahren können, wie denn der Mensch seine künstliche Rakete erfunden hat.

Das ist eine Geschichte ganz eigener Art. Schon im Altertum hatte man das Feuer als Kriegswaffe gekannt, das „griechische Feuer“ ist weit über seine Zeit hinaus berühmt geblieben. Bei diesen alten Kriegsfeuern aber handelte es sich, entgegen einer landläufigen Ansicht, um reine Brandmittel, ohne explosive Kräfte. Eines der Mittel,

mit denen man das zerstörende Feuer auf den Gegner warf, war der Feuerpfeil, der überall, vom Hellespont bis zum fernen Osten, bekannt und gebräuchlich war. Man wußte auch, mit vollster Kraft durfte man solche Brandpfeile nicht von der Sehne schnellen lassen, sonst blies der Gegenwind die Flamme aus.

So standen die Dinge, als man anfang, an den Brandmitteln herumzuerperimentieren. Man setzte z. B. Kochsalz zu, das durch seinen Natriumgehalt die Flamme gelb färbt, und glaubte, die hellere Flamme sei nun auch heißer. Bei diesem Experimentieren mit Salzzusätzen mußte man schließlich auch auf das wirksame Salz des späteren Schießpulvers (das Berthold Schwarz nicht erfunden hat, weil es zu seiner Zeit schon welches gab), den Salpeter, geraten. Diejenigen, die es zuerst taten, weil er in ihrem Lande am offensichtlichsten vorkommt, waren die Chinesen. Nun sprühten und pufften die Kriegsbrandmittel prächtig, als man sie aber in Papierhüllen wickelte, zeigte sich eine nicht immer angenehme Erscheinung.

Erstens war das Zeug noch um vieles gefährlicher geworden. Zweitens, wenn man die Papierhüllen mit dem neuen Brandmittel an die Feuerpfeile band und vorn anzündete, dann war es so, als hielten böse Geister den schon nur mit halber Kraft abgeschossenen Pfeil in der Luft fest. Zündete man die Hülse hinten an, dann flog er jedoch weiter, und schließlich flogen bei starken Mischungen die angezündeten Pfeile ganz ohne Bogen weg!

Das war die Geburtsstunde der Rakete, in China um 1130 nach Christi Geburt aus der „Lanze des stürmenden Feuers“, wie die poetische Bezeichnung lautet.

Nun die Geburtsstunde des Raumschiffes. Gezeugt wurde es, wenn man das Wort wählen will, als Isaac Newton 1687 den Rückstoß wissenschaftlich formulierte und in einem Vortrage sagte, es würden wohl einmal Rück-

stofffahrzeuge durch den leeren Raum fliegen. (Letzteres historisch nicht voll beglaubigt.)

Daß um 1500 der weise Mandarin Wan-Hu ein Flügelgestell mit 47 Raketen darunter baute und mit seinem Apparat explodierte und daß 1720 der zeer edle Mynheer s'Gravesande mit einem Rückstoßdampfwagen (Abb. 6) nicht fuhr, tut nichts dabei zur Sache.

Nach den Congreveschen Kriegsraketenerfolgen nahm jedoch 1841 der Engländer Charles Golithly bereits ein Patent auf ein Rückstoßflugzeug. Ein Entwurf eines

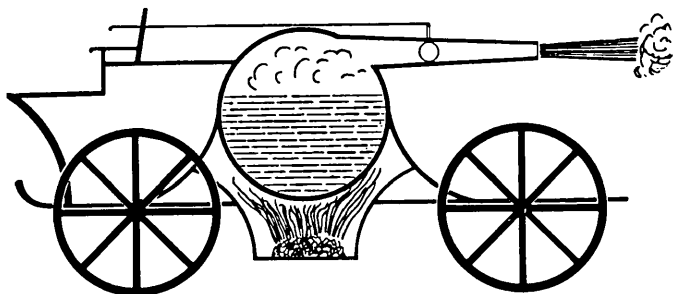


Abb. 6 s'Gravesandes Rückstoßwagen mit Dampfbetrieb
Zeichnung von A. B. Scherschewsky nach Rynins: „Planetenerkehr“ Band III

Schraubenfliegers, dessen Helikopteren durch Rückstoß gedreht werden sollten, folgte.

Der nächste Erfinder eines Raketenfluggerätes trägt einen bekannten Namen. Es ist Kibaltschitsch, der 1882 Alexander II. ermordete. Als letzte Gnade erbat er die Prüfung seines Entwurfes. Wie es in Rußland heute noch Sitte ist, wurde Kibaltschitsch hingerichtet und zugleich ein Komitee gebildet, das die Pläne für tauglich erklärte*).

Bald darauf folgte ein Deutscher, der von Kibaltschitsch und allen anderen keine Ahnung hatte, dafür aber gleich

*) Abgedruckt in Rynins Buch, Band III, Seite 39 ff.

ein wirkliches Raumschiff entwarf. Es war der heute noch als 72jähriger Mann in dürftigen Verhältnissen in Berlin lebende Erfinder Hermann Ganswindt.

Ganswindt, ursprünglich Jurist, hatte als erster die Idee des Freilaufs am Fahrrad, baute als erster ein Hebe-

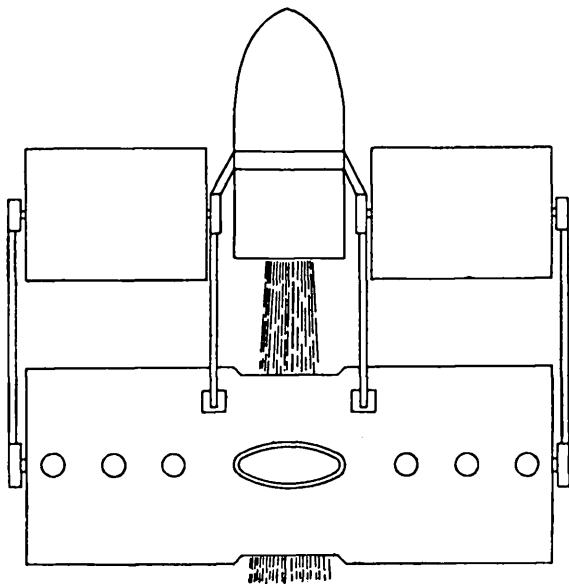


Abb. 7 Raumschiffentwurf von Ganswindt

schraubensflugzeug, das wirklich flog, verwendete als erster das Fallgewicht beim Flugzeugstart, zeichnete als erster den Ankermast für Luftschiffe und entwarf auch als erster ein Weltenfahrzeug. (Abb. 7.)

Oben, in der Mitte, liegt der Verbrennungsraum (Ganswindt dachte an Dynamit als Treibstoff), rechts und links die Brennstoffbehälter, unten der Passagiererraum. Da

Ganswindt glaubte, die Andruckslosigkeit — fälschlich „Schwerelosigkeit“ genannt — während der freien Fahrt müsse dem Menschen schaden, wollte er nach Abstellen des Antriebes die untere Trommel um die senkrechte Achse (die Achse des Feuerstrahls) rotieren lassen, so daß die Fliehkraft die während der freien Fahrt unwirksame Schwerkraft ersetzte. Dann wären die runden Seitenflächen die Fußböden geworden und der Reisende hätte unterwegs den gewohnten Andruck nicht entbehren brauchen. Allerdings aber bei dem steten Kreisen auch keine astronomischen Beobachtungen machen können.

Um in Schopenhauers Redeweise zu sprechen: „Es wird den Verstand dieses Planes niemand, dem es nicht selbst daran mangelt, anzweifeln.“

Was wurde aber mit Ganswindt?

Sein Luftschiff wurde abgelehnt, „weil für militärische Bedürfnisse weitaus zu groß“ (!). Als er 1893 mit dem Weltenfahrzeug kam, machte das zwar großes Aufsehen, galt aber für leicht verrückt. Für sein Flugzeug wurde er gar in Untersuchungshaft wegen Betruges gesperrt.

Dann schwieg man ihn einfach tot; 1917 fand der damalige Kriegsminister auf ein Gesuch nur die Antwort: „Lebt denn dieser Unglücksrabe immer noch?“

Er lebt heute noch, zwölf Jahre später, und wird hoffentlich noch zwölf Jahre leben, um zu sehen, wie sein Weltenfahrzeug Wahrheit wird. —

Ähnlichkeit mit Ganswindt hat in vielen Zügen der Russe Konstantin Eduardowitsch Ziolkowsky, der seit 1895 die Raumsfahrt predigt und jetzt in Kaluga seine zahlreichen Schriften neu herausgibt, um für seine Anhänger den Standpunkt festzulegen, den er am Lebensabend einnahm.

Ziolkowsky wollte bereits mit flüssigen Triebstoffen arbeiten und dachte sogar an automatische Steuerung. Er

war der erste, der es versuchte und übernahm, alle Folgerungen aus der Weltraumflugidee zu ziehen.

1895 machte in Peru Pedro E. Paulet erste Versuche mit Dauerrückstojmotoren. Er mußte schließlich ohne Abschluß aufhören, nach der einen Lesart wegen Geldmangel, nach der anderen, weil die Nachbarn gegen den gefährlichen Mann rebellierten.

Um dieselbe Zeit trug sich auch der jetzige Vorsitzende der Wiener „Gesellschaft für Höhenforschung“, Dr. Franz von Hoeffft, schon mit ersten Plänen. In Schweden arbeitete der Astronom Birkeland experimentell am Raumschiff, in Deutschland beschäftigte sich Wilhelm Gaedicke (Ing. Crassus) mit Raketenflugzeugen. In Frankreich — wir stehen jetzt in der Zeit vor dem Kriege — arbeiteten Robert Esnault-Pelterie, René Lorin, René Quinton, Rodolphe Soreau, in Amerika auch damals schon Robert Hutchins Goddard. Seit 1907 beschäftigte sich Hermann Oberth mit dem großen Problem, ebenso Walter Hohmann. In Petersburg gab es sogar eine rege Debatte mit Esnault-Pelterie und Ziolkowsky. In Moskau zeichnete der Verfechter besflügelter Raumschiffe Friedrich Arturowitsch Zander seine ersten Pläne, und als man international so weit war — schlug der Weltkrieg alles in Stücke.

Die Raketenleute, die gemeinsam das All erobern wollten, stellten ihre Flugzeuge und Explosivstoffe gegeneinander in Dienst.

So vollständig war der Rückschlag, daß man alle Arbeiten vollkommen vergaß. Als Goddard 1919 als erster wieder hervortrat, hörte man ihn kaum. Natürlich nahm jeder seine Lieblingsgedanken über Krieg und Revolution mit hinüber, aber jeder blieb ganz für sich.

Erst 1923 kam die große Erweckungsfanfane. Diesmal weder aus Berlin, noch aus Moskau, New-York, London oder Paris, sondern vom Balkan her.

Hermann Oberth hatte in der Stille seiner siebenbürgischen Heimat Zeit zur Vollendung all seiner Ideen gefunden. Ohne von den anderen mehr zu kennen als die Namen, und auch die waren ihm größtenteils noch fremd. Damals. So reifte denn in Mühe das Werk heran, das das große Problem in exakter Ausführung der verwunderten und sich sträubenden Welt der Wissenschaft darbringen sollte.

Aber — kein Verleger wagte, das Buch, die „Rakete zu den Planetenräumen“, drucken zu lassen, ohne vom Autor Zusage zu fordern. Das konnte Oberth nicht, zumal Deutschland inzwischen wieder eine Festwährung erhalten hatte, während er sein Gehalt in niedriger Valuta erhielt. Wer aber sollte so an ihn glauben, daß er für ihn, den siebenbürgischen Schulprofessor, Druckkostenzuschüsse zahlte? Nur ein Mensch konnte es tun, seine Frau. Ihr Erspartes ermöglichte die Drucklegung — und gleich hinterher tat die ganze Welt so, als habe sie seit Anbeginn nur auf dies Buch gewartet.

Durch Oberths Beispiel ermutigt, wagten auch Dr. Hohmann und Dr. v. Hoefft die Veröffentlichung ihrer Ideen.

Der Münchner Astronom Max Valier übernahm es, unter Entfaltung einer üppigen belletristischen Tätigkeit die Oberth'schen Pläne zu popularisieren.

Leider flocht er eigene Ideen dabei ein, die von Oberth nicht gebilligt wurden, so daß er schließlich die weitere Zusammenarbeit mit Valier ablehnte. Kurz danach ging es ebenso mit Valier und Hoefft.

Man hat mir mehrfach vorgeworfen, ich hätte mit Oberth, Hoefft und Pirquet als Rückendeckung Valier unnötig angegriffen. Diese „Angriffe“ bestanden aber nur in der Kennzeichnung und Betonung der Tatsache, daß Valier nicht selbständiger Raumschiffesfinder ist und daß seine eigenen Ideen von den Fachleuten nicht ernst genommen werden. Dagegen hatte ich seine propagandistischen Verdienste stets gewürdigt, besonders als sie dann zur Gründung

des „Vereins für Raumschiffahrt“ und einer Raketenzeit-
schrift führten. —

Seitdem ist es ständig aufwärts gegangen, wenn man von dem Rückschlag, den Oberth gleich zu Anfang durch ein falsches und nachlässiges Gutachten des Professors R. Franke erlitt, absehen will.

An Namen, die in Raketenkreisen genannt werden, wären jetzt schon sehr viele aufzuzählen. Ingenieur von Pirquet in Wien, Ingenieur Fr. W. Sander in Wesermünde, die Ziolkowskyschüler A. L. Tschijewsky in Kaluga und A. B. Scherschevsky in Berlin. Professor Nicolai Alexejewitsch Rynin in Leningrad als Enzyklopädist und Dr. Karl Debus in Regensburg als Literaturhistoriker der Weltensfahrt. Johannes Winkler, der Herausgeber und Schriftleiter der „Rakete“ in Breslau, und Prof. H. Lorenz als gewesener großer Gegner in Danzig. Oberbaurat Konrad Baetz und Ingenieur Franz Abdon Ulinski in Wels als Vertreter eigener Erfindungen im Zusammenhang mit der großen Sache.

Man sieht, die Liste wird sehr lang, besonders wenn man auch noch die reinen Schriftsteller von O. W. Gail bis zu W. Dollmer noch näher nennen wollte.

Es sei darum damit abgebrochen und lieber erzählt, was Oberths Buch nun so grundlegend Neues brachte.

Raumschifforgen

Vor allem: unbedingte Sachlichkeit, sorgfältiger Nachweis der vorgebrachten Behauptungen und eine für eine helferlose Alleinarbeit erstaunliche Umfassung auch der Nebenfragen.

Wenn wir nun in das engere Technische gehen, so sei dazu noch eine Vorbemerkung gemacht. Was jetzt folgt, ist der ungefähre technische Stand der verschiedenen Fragen, nicht alles alleiniges Oberthsches Geistes Eigentum und nicht

in allem die Ansicht, die er damals, in seiner ersten Veröffentlichung vertrat. —

Zuerst sei von den Betriebsstoffen gesprochen, und von der Methode, wie man sie ihre Kräfte entfalten läßt.

Wir haben schon gesehen, welche große Geschwindigkeiten die Raketen erreichen müssen, haben ferner gehört, wie der Rückstoß wirkt, haben drittens auch gelernt, daß der Rückstoß selbstverständlich um so stärker ist, je größer die Auspuffgeschwindigkeit der abgestoßenen Massen (d. h. in unserem Falle der Explosivgase) wird.

Da wird es nun naturgemäß am besten sein, wenn man als Betriebsmittel diejenigen Stoffe wählt, die die höchsten Auspuffgeschwindigkeiten erzeugen. Man hat dabei die Wahl zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen. Daß man bisher alle Raketen mit festen Stoffen (Pulvern) antrieb, geschah nicht aus Gründen der Notwendigkeit, sondern nur, weil man es nicht anders gewöhnt war. Man lernte nur, die Qualität der Pulver zu steigern, sie immer fester in die Hülsen einzupressen und die Ausbohrung (die Seele, die die Brandfläche und damit die Gasentwicklung vergrößert) immer zweckmäßiger zu gestalten. Wie die Raketen jetzt aussehen, zeigen die Abbildungen 8 und 9. Abb. 8 ist eine Feuerwerksrakete mit allem drum und dran, jedoch ohne Seele; Abb. 9 eine einfachere Rakete mit konischer Seelenbohrung. Bei Entzündung einer solchen Rakete fängt gleich die ganze schräge Fläche Feuer; den massiven Pulverteil von der Spitze des Seelenfegels bis zum Raum für die Nutzlast (J.) bezeichnet man als Zehrung. Nach der Explosion (bzw. Verbrennung) läßt man die Gase zweckmäßig nicht sofort in die freie Luft hinausströmen, sondern sich im „Ofen“ erst ein wenig „stauen“.

Sehr wichtig ist die Form der Düse, Prof. Goddard fand bei seinen Versuchen, daß ein Öffnungswinkel von $7-8^\circ$ am besten ist, die Innenfläche der Düse muß, um

Reibungsverluste zu vermeiden, möglichst glatt sein. (Bei seinen Versuchen benutzte er als Material Chromnickelstahl.)

Neuerdings hat Pirquet noch eine ganz besonders sorgfältige Düsenkonstruktion für hohe Auspuffgeschwindigkeiten berechnet.

Doch ist das Wort Auspuffgeschwindigkeiten schon wieder

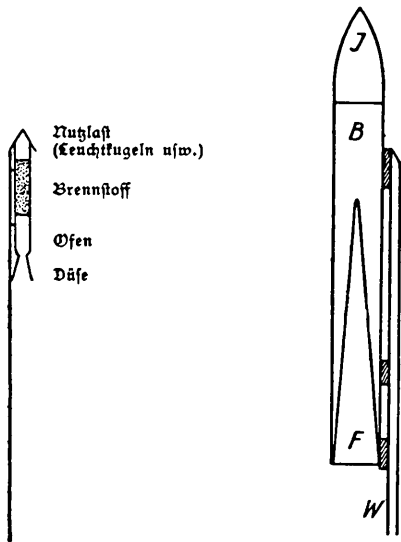


Abb. 8 Schema einer verbesserten
Feuerwerksrakete

Abb. 9
Gewöhnliche
Feuerwerksrakete

einmal gefallen, und der Leser möchte endlich wissen, wie hoch diese Geschwindigkeiten denn sind.

Fangen wir mit den festen Brennstoffen, den Pulvern, an. Wieder Professor Goddard hat auch bei verschiedenen gangbaren Pulversorten die Auspuffgeschwindigkeit experimentell untersucht und hat sie zu ungefähr 2200 m/sek.

gefunden (Pulver „Infallible“ 2434 m/sek., Du Pont Pistolenpulver 2290 m/sek.). Die theoretische Auspuffgeschwindigkeit beträgt allerdings 3220 m bzw. 2893 m, doch ist eine derartig vollkommene Verbrennung, die alle chemisch gebundene Energie der Betriebsstoffe in Bewegung umwandelt, praktisch nicht zu erzielen. Außerdem geht durch Erhitzung der Gase und durch Reibung immer etwas verloren, obwohl man durch genau berechnete Formgebung der Düsen und des ganzen Apparates alle überflüssigen Energieverluste vermeiden kann.

Bedeutend höhere Auspuffgeschwindigkeiten entwickeln flüssige Brennstoffe, die vor der Verbrennung natürlich vergast werden. Schon ein Gemisch von Benzindampf und Luft (der Betriebsstoff der Explosionsmotoren) kann auf 1700 m/sek. gebracht werden, während Alkohol(dampf) mit Sauerstoff 1700—2200 m/sek. ergibt. Die Höchstzahl bekommen wir jedoch mit Sauerstoff + Wasserstoff (Knallgas). Wegen seiner unendlich hohen Kalorienzahl (pro kg 3780 Kal.) ist das Knallgas als Triebmittel für einen Motor ein alter Traum aller Techniker. Nun, in der Rakete haben wir nicht nur den Knallgasmotor, sondern sogar die Knallgasexplosionsturbine. Die Auspuffgeschwindigkeit ist im allgemeinen 3800—4200 m/sek. Diese große Abweichung vom theoretischen Höchstwert von 5640 m/sek. ist das Ergebnis einer nicht ganz vollkommenen Verbrennung, welche eigenartigerweise beim Knallgas gerade dann auftritt, wenn das Mischungsverhältnis so gewählt wird, daß beide Gase ohne Rückstand Wasser ergeben müßten. Indem man nun ein Mischungsverhältnis, welches von dem richtigen (16 Gewichtsteile Sauerstoff + 2 Gewichtsteile Wasserstoff) abweicht, benutzt, kann die Auspuffgeschwindigkeit nahe an 5000 m/sek. herangebracht werden. Das „eigentlich falsche“, für diesen Zweck aber am besten geeignete Mischungsverhältnis wäre nach Professor Oberth etwa 13 Gewichtsteile Sauerstoff + 3 Gewichtsteile Wasserstoff.

Die Leser werden nun fragen, wie man denn mit höchstens 4000 m/sek. Auspuffgeschwindigkeit zu einer Raumfahrt kommen wolle. Das Fahrzeug werde sich doch bestenfalls ebenso schnell bewegen können, und damit käme man nach der Tabelle auf Seite 11 kaum 1000 km hoch.

Als Antwort kann ich nur die für den ersten Blick erstaunliche Tatsache mitteilen, daß die Endgeschwindigkeit einer Rakete größer werden kann als die Auspuffgeschwindigkeit ihres Betriebsstoffes, was klar erhellt, wenn man sich das Abstoßungsprinzip einmal sorgfältig klarmacht. Einen Rückstoß der Rakete zu den ausgepufften Gasen muß es ja auf jeden Fall geben, — ob das Gesamtsystem sich im Augenblick der Abstoßung schon in Bewegung befindet oder nicht, ist dabei ganz gleichgültig.

Wir kommen jetzt zu einem sehr gewichtigen Punkt, nämlich der Menge der Betriebsstoffe, oder richtiger, der Größe des Verhältnisses zwischen leerer und gefüllter Rakete. Wir haben eben gehört, daß die Endgeschwindigkeit der Rakete größer werden kann als die Auspuffgeschwindigkeit der Gase. (Das muß sie auch sein können, da wir rund 12000 m/sek. brauchen und die besten bekannten Betriebsstoffe nur $\frac{1}{3}$ dieser Geschwindigkeit ergeben.) Soll nun die Endgeschwindigkeit ebenso groß sein als die Auspuffgeschwindigkeit, so muß das Verhältnis 2,72 : 1 sein, d. h. die gefüllte Maschine muß 2,7mal soviel wiegen wie die leere. Bei doppelter Endgeschwindigkeit ist das Verhältnis 7,4 : 1, bei dreifacher 20,1 : 1, bei vierfacher 54,6 : 1 usw. (In Hundertteilen lauten die Zahlen: Endgeschwindigkeit 63,21% des Raketengewichtes Treibstoff, doppelte Endgeschwindigkeit 86,46%, dreifache 95,2%.)

Das ist die Angelegenheit, die Winkler vorhin „Massenverhältnis“ nannte und die schon in der Theorie, noch mehr aber in der Praxis gewaltiges Kopfzerbrechen macht. Der ganze Kampf, den Oberth, Hohmann und andere mit Prof. Lorenz-Danzig um die Weltraumrakete auszusechten hatten,

drehte sich eigentlich nur um die Frage, ob eine Rakete auch so viel Brennstoff mitnehmen kann, wie sie gebraucht. Die genannten Zahlen sind für zweckmäßige Aufstiegsbedingungen, aber nicht etwa optimistisch, und der „Kampf ums Massenverhältnis“ ist eigentlich eine Glaubenssache geworden. Insofern nämlich, ob man glauben will, einen Apparat bauen zu können, der zwanzigmal soviel Brennstoff enthalten kann, wie er selbst wiegt, oder nicht.

Kann man in einen dünnwandigen Aluminiumkessel so viel Wasser hineingießen, daß der volle Topf nachher zwanzigmal mehr wiegt als der leere? — —

Wir haben jetzt wieder einiges gelernt. Wir wissen, welche Auspuffgeschwindigkeiten wir haben, und wir wissen, wieviel Brennstoff die Rakete mitnehmen muß, um die nötigen Geschwindigkeiten zu erreichen, das heißt, um die Schwerkraft zu besiegen. Wird sich das nun auch technisch konstruieren lassen? Das Massenverhältnis — ich glaube, diese Dokabel nun schon anwenden zu können — von 2,7 : 1 glaubt man noch, damit erreicht man aber erst die einfache Auspuffgeschwindigkeit. Wenn es nun noch schneller gehen soll; nicht aus Rekordwahnsinn, sondern weil es noch schneller gehen muß?

Wieder ein anderer Gedanke hilft uns. Die Ungünstigkeit der Verhältnisse in bezug auf Voll- und Leergewicht usw. stammt nämlich zum großen Teil aus dem Zwang, daß die Rakete dauernd die ganze Hülse weitertragen muß. Während also die Menge der Brennstoffe dauernd abnimmt, bleibt das Gewicht des Körpers immer gleich. Sehr einfach scheint es nun, die Teile der Wandung usw., die mit fortschreitender Abnahme des Inhalts überflüssig werden, abzuwerfen. Dadurch wird jedoch die Form der Rakete wieder verändert. Es gibt also nur eine Möglichkeit, und die besteht darin, von der einen Rakete eine andere, kleinere, mittragen zu lassen, die sich erst entzündet, wenn die untere, größere, ausgebrannt ist. Bezeichnend ist, daß

sowohl Professor Oberth als auch Professor Goddard auf diesen Gedanken gekommen sind. Man schachtelt also mehrere Raketen ineinander, welche sich nacheinander entzünden und jedesmal die leere Hülle der vorigen als toten Ballast fallen lassen. Auch alle anderen Klippen kann man dadurch umschiffen, indem man nämlich in der untersten Rakete den spezifisch schwersten Brennstoff und fortschreitend immer leichteren verwendet. Durch Ineinanderschachteln oder Übereinandersetzen beliebig vieler Raketen (Abb. 10) ließe sich auch jede beliebige Endgeschwindigkeit erreichen. Praktisch wäre allerdings wohl schon eine 5- oder 6fache Rakete nicht mehr ausführbar, denn es ist nötig, daß jede Rakete größer ist als alle anderen (d. h. natürlich die noch über ihr befindlichen) zusammengenommen. Die Berechnungen Professor Oberths haben jedoch ergeben, daß eine Dreifachrakete, aus einer unteren Alkohol- und zwei Sauerstoff-Wasserraketen bestehend, bereits imstande ist, sich die nötigen 12 000 m/sek. zu erteilen.

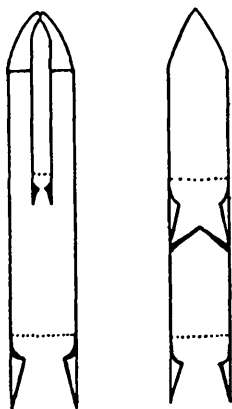


Abb. 10 Ineinandergeschachtelte und übereinandergestellte Doppelraketen

Den eigentlichen Beweis wollen wir an dieser Stelle nicht anführen, er ist nur mit komplizierten mathematischen Formeln durchführbar. Allerdings bleiben bei ihm noch eine Anzahl Fragen offen, dieselben sind aber nicht mehr grundsätzlicher, sondern nur noch technischer Natur. Zum Beispiel ist das Baumaterial noch nicht definitiv festgelegt, da die Metalle (bis auf Kupfer, Natrium und Blei) durch die tiefen Temperaturen der verflüssigten Gase (bis zu -252°) spröde und brüchig werden. Andererseits ist für Ofen und Düse noch eine Kühlvorrichtung zu erfinden.

Leider hat Prof. Goddard in seinem sonst sehr empfehlenswerten Werk nicht ein bestimmtes Modell beschrieben (oder beschreiben wollen). Sein Vorschlag geht dahin — außer der Selbstverständlichkeit der Mehrfachrakete —, den Treibapparat nach Art des Maschinengewehrs zu bauen und das Pulver, aber bedeutend schneller, in einzelnen Patronen abbrennen zu lassen. Das Überschlagen der Rakete will er verhindern, indem er in den Kopf einen besonderen Treibsatz packt, der durch seitliche Düsen abbrennen und dadurch der Rakete einen Drall geben soll. Dasselbe kann man aber auch durch Steuerkreisel erreichen — um nur eine der verschiedenen Methoden zu nennen, mit der man die Steuerung auf einen Mechanismus abwälzen will. Es sei auch verraten, daß man in bezug auf Baumaterial, Kühlung usw. verschiedene konstruktive Pläne hat, die aber noch einer experimentellen Nachprüfung bedürfen.

Unsere Rakete hat aber außer der Schwerkraft noch einen anderen Feind: den Luftwiderstand, mit dem ja schon die um so vieles langsameren Erdfahrzeuge zu kämpfen haben. Draußen, im leeren Raum, fällt er allerdings fort, aber um in den Weltraum zu kommen, muß man eben erst durch die Atmosphäre hindurch.

Einen Vorteil bietet die Rakete jedoch aus ihrer ganzen Natur heraus, zu Anfang fährt sie am langsamsten, und dort ist auch die Luft am dicksten, somit auch ihr Widerstand gegen hohe Geschwindigkeiten am größten. Wirklich beträchtliche Geschwindigkeit erreicht die Rückstoßmaschine erst in schon sehr luftverdünnten Schichten. Es ist also noch nicht so schlimm, wie es sein könnte, aber der verbleibende Rest genügt auch noch zu reichlichem Ärger.

An und für sich setzt sich der Luftwiderstand aus verschiedenen Komponenten zusammen. Es sind drei: Reibung, Druck und Sog. Die Reibung ist leicht durch eine glatte Oberfläche zu beseitigen (poliertes Metall als Außenwand). Die beiden anderen kann man auch zusammenfassend als

formwiderstand bezeichnen. Stellen wir uns ein Geschöß vor, welches die Form einer Konservendbüchse hat, so ist es klar, daß die Luft an der quergestellten Vorderfläche nicht schnell genug ausweichen kann und einen erheblichen Druck ausübt. Genau dasselbe, nur eben gewissermaßen umgekehrt, geschieht am hinteren Ende. Dort kann die Luft nicht schnell genug zusammenschlagen, es entsteht ein Vakuum, welches das Geschöß zurücksaugen möchte. Auch Wirbel, die sich dadurch bilden, spielen eine große Rolle. In langen, mühseligen Versuchen hat man die sogenannte „beste Form“, den „Stromlinienkörper“ gefunden. Dieser Körper, der an beiden Enden spitz zuläuft (vor allen Dingen hinten), bietet einen fast 18mal geringeren Luftwiderstand als eine Scheibe von gleichem Querschnitt. Leider gilt diese Form, die im Luftschiffbau verwendet wird (der Z R III hatte sie), nur für „Unterschallgeschwindigkeit“ (333 m/sek.). Bei Körpern mit großer „Überschallgeschwindigkeit“ kann die Luft den Stromlinien einfach nicht mehr folgen, das Aussehen des hinteren Endes ist daher gleichgültig, nur muß die Stirnseite recht spitz sein. Nun fällt bei den Raketen das Vakuum hinter dem Körper weg, da die Verbrennungsgase den Raum ausfüllen. Dadurch wird der Luftwiderstand auch noch geringer. Dem Raketen-techniker bereitet er aber noch eine andere Sorge. Es ist klar, daß man, um möglichst Betriebsstoff zu sparen, die Rakete selbst möglichst leicht zu machen sucht. Sie darf natürlich auch wieder nicht allzu leicht sein. Nimmt man, gleichen Inhalt vorausgesetzt, die Gesamtform kurz und gedrungen, wird der Luftwiderstand sehr groß. Wählt man einen langen, schlanken Körper (etwa die Verhältnisse eines Bleistiftes), so besteht die Gefahr, daß der ganze Körper geknickt wird. Die beschleunigende Kraft greift am unteren Ende an, der Luftwiderstand hauptsächlich oben. Er hat nun das Bestreben, die Rakete, sowie sie nicht ganz genau senkrecht steht, wogerecht zu stellen, wodurch Schlinger-

Bewegungen entstehen müssen, die die Stabilisierungsflossen auszugleichen versuchen. Diese halten aber wieder nicht die ganze Rakete, sondern eigentlich nur das hintere Ende fest. Hinzu kommt noch der Widerstand, den die Rakete selbst (dem Trägheitsgesetz zufolge) der Beschleunigung entgegenstemmt. Dieser greift im Schwerpunkt, also ungefähr in der Mitte an, der Rückstoß drückt von unten nach oben und der Luftwiderstand entgegengesetzt und nach der Seite. Alle auftretenden Kräfte zielen also darauf hin, den Körper zu knicken. Die Gefahr, daß das eintritt, wächst mit der Länge der Rakete (wenn der Querschnitt gleichbleibt). Dem kann man abhelfen, indem man den inneren Überdruck möglichst vergrößert, den Körper gewissermaßen prall füllt. Dies erfordert naturgemäß wieder stärkere und somit auch schwerere Wandungen.

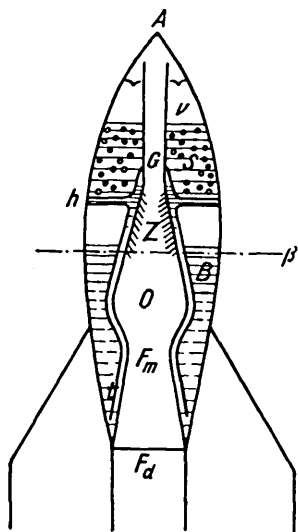


Abb. 11 Flüssigkeitsrakete

Es ist jedenfalls nicht so leicht, Raketen zu bauen! Wie eine unter Berücksichtigung aller dieser Schwierigkeiten erbaute Flüssigkeitsrakete nach Oberth'schen Prinzipien im größten Schema aussehen würde, zeigt uns Abb. 11. Man sieht oben den flüssigen Sauerstoff (S), unten den Brennstoff (B), gleichgültig ob Benzin, Alkohol oder Wasserstoff. Bei Z treten beide Stoffe vergast in den Ofen (O) ein, entflammen dort und puffen unten aus.

Sehr hoch könnte solch Apparat nicht steigen, weil die Wandungen der Brennstoffbehälter sehr widerstandsfähig

und also schwer sein müßten. 50 bis 100 km würde er jedoch erreichen. Bei größeren und besseren Flüssigkeitsraketen müßten die Brennstoffbehälter sehr dünnwandig sein und könnten darum den Druck der verdampfenden Flüssigkeiten (sie verdampfen, weil sie ja an der heißen Ofenwand liegen) nicht widerstehen. Pumpen müßten hier eingreifen — und eine Spezialkonstruktion für diesen Zweck ist schon zum Patent angemeldet. Mit einer Pumpenrakete läßt sich aber eine Bauart durchführen, für die die ganze böse Frage der Knickfestigkeit nicht existiert. Man kann bei einer solchen Rakete die Düsen oben anbringen und die Tanks wie einen Schwanz herunterhängen lassen. Abbildung 12 zeigt die diesbezügliche Konstruktion Prof. Oberths, deren Wiedergabe er mir mit bekannter Liebenswürdigkeit gestattete.

Solche Apparate werden den Zweck haben, die höchsten Schichten der Atmosphäre und den leeren Raum in Erdnähe zu erforschen, ohne Menschenleben dabei zu gefährden, denn sie werden nur Instrumente mit sich tragen, vielleicht auch automatisch furbelnde Filmapparate, wenn dieser letztere Versuch einmal glücken sollte, was ausprobiert werden muß.

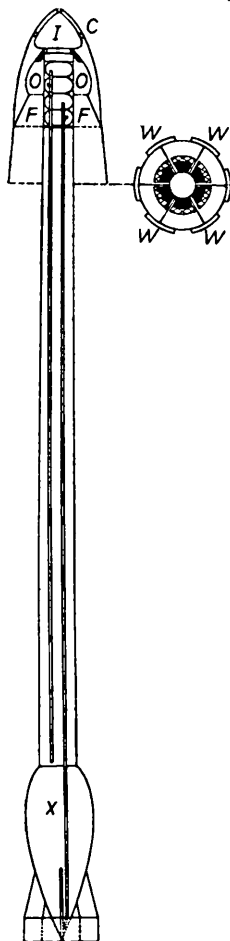


Abb. 12 Oberth'sche Registrier-Rakete mit Auspuffdüsen am Kopf u. Brennstoffbehälter im Schwanz (Bisher nirgends veröffentlicht)

Man hat die Bahn, die solche etwa einen Erdhalbmesser hochsteigende Registrier- oder Pilotrakete am Himmel beschreiben würde, genau berechnet, sie bildet einen „größten Kreis“, der nach dem Äquator hin abweicht.

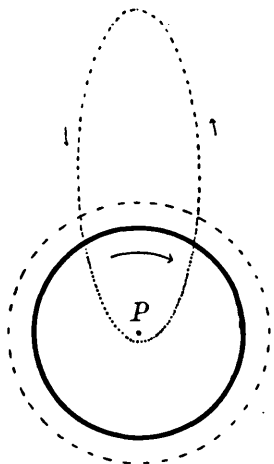


Abb. 13 Bahn eines Pilotenschusses. Die Erde gegen den Südpol (P) gesehen. Die Rakete bleibt hinter der Erddrehung zurück

Die Bahn wird eine langgestreckte Ellipse werden (Abbildung 13), deren einer Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. Die ersten Registriertraketen werden aber höchstens 70 km erreichen, also noch etwas hinter den Raketenkorpus des Amerikaners Goddard zurückbleiben, die ca. 100 km hochstiegen, wie trotz strengster Geheimhaltung durchgesickert ist.

Dr. Heinrich Hein hat im „Kosmos“ (1925, Seite 149) einige Zahlen für einen solchen Pilotenschuß angegeben. Er nimmt als beabsichtigte Höhe 6400 km. Dazu müßte die Endgeschwindigkeit der Raketen rund 8000 m/sek. betragen. Die gesamte Reise würde etwa 70 Minuten dauern.

Wird nun die Rakete am Äquator senkrecht emporgeschossen, so besitzt sie auch infolge der Erdrotation eine Seitenbewegung von 480 m/sek. Diese Seitenbewegung behält sie während des ganzen Fluges bei; um über dem Abschußpunkte zu bleiben, müßte sie aber eine größere erhalten, da sie nach und nach auf größeren Kreisen ankommt. folglich läuft der Abschußort unter ihr nach Osten davon, sie bleibt scheinbar nach Westen zurück. Die Ankunftsstelle würde vom Ausgangsort etwa 4000 km entfernt liegen.

Sollen größere Raketen Personen mitnehmen, so kommt noch ein anderes schwerwiegendes Moment hinzu, das ist die Empfindlichkeit des menschlichen Körpers gegen Andruck. Einen Andruck von 9,8 m (durch die Erdschwere) ist er gewöhnt; wieviel Beschleunigung kann man ihm noch zumuten, ohne daß er ernstlichen Schaden an seiner Gesundheit nimmt? Der Andruck ist nicht etwa mit der Geschwindigkeit zu verwechseln, diese fühlen wir überhaupt nicht, es handelt sich nur um die Beschleunigung. Vorläufig nimmt man 40 m/sek. als das höchst zulässige an (30 m/sek.

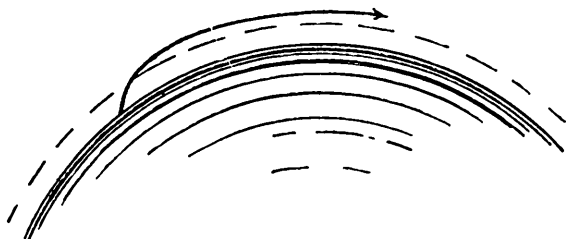


Abb. 14 Synergiekurve

Beschleunigung plus rund 10 m/sek. Schwere), vielleicht ergeben Versuche ein höheres Maß. Übrigens kann man nach Überwindung der Lufthülle von der Senkrechten abbiegen, wodurch man in der Lage ist, die Beschleunigung zu erhöhen, da ein Teil des Schwereandrucks durch die zur Erdoberfläche parallelere Fahrtrichtung wegfällt. Auch dafür hat man eine besonders brauchbare Kurve herausgeflügelt, die sogenannte Oberth'sche Synergiekurve, die auch das Massenverhältnis nicht ungünstig beeinflusst (Abb. 14). Auf der Erde hat man ja kaum jemals Gelegenheit, längeren erhöhten Andruck zu beobachten, wahrscheinlich ist jedoch, daß es mit ihm so geht wie mit der Seefrankheit,

der eine ist dagegen empfindlich, der andere nicht. Die individuelle Veranlagung könnte man in einem besonders konstruierten großen Karussell ausprobieren, in dem die Fliehkraft erhöhten Andruck erzeugt, man wird in solcher Maschine auch direkt trainieren können.

Schlimmer als der Aufstieg wird jedenfalls die Landung sein.

Pilotraketen können ohne Gefahr für die Apparate senkrecht in die Erdatmosphäre eintreten, die leere Hülle (vielleicht auch noch in Verbindung mit einem Fallschirm) würde die Geschwindigkeit, die auch nicht so groß wie bei bemannten Raumschiffen ist, genügend abbremsen.

Auf jeden Fall soll man den Landungsort für beide Arten der Raketen im Wasser wählen. Für bemannte Raketen könnte man sich eine Bremsung nur durch Rückstoß vorstellen, aber das würde wieder zuviel Brennstoff kosten. Zwar reicht für ein großes Raumschiff auch der schönste Fallschirm nicht vollkommen aus, aber er könnte die Geschwindigkeit bis auf etwa 100 m/sek. herabdrücken, und dieser kleine Rest ist durch Rückstoß ohne nennenswerte Mehrbelastung durch die dazu nötigen Betriebsstoffe abzubremsen.

„Natürlich sollen bemannte Raketen die Erde nicht in senkrechtem Fall treffen, da die Bremsstrecke zu kurz wäre. Da nun aber die bemannte Rakete sowieso eine Seitenbewegung hat, zumal wenn sie schräg aufgestiegen ist, was ja das beste wäre, so nähert sie sich der Erde auf irgendeiner Kurve zweiter Ordnung, die man leicht so beeinflussen kann, daß ihr erdnaheer Punkt in die oberen Luftschichten fällt. Selbst wenn die Schicht, innerhalb deren der Fallschirm wirken kann, nur zu 7 km angenommen wird (darüber wird die Luft zu dünn, darunter gefährdet die starke Verzögerung die Reisenden), und wenn sich die Rakete der Erde in parabolischer Bahn nähert, so beträgt die

Bremsstrecke, genauer der in der angenommenen Schicht zurückgelegte Weg, über 800 km (840 km).

Auf diesem ganzen Wege brauchte aber nur so viel erreicht zu werden, daß die parabolische Geschwindigkeit in eine elliptische übergeführt wird. Dann würde die Rakete in der zweiten Erdnähe wieder an derselben Stelle durch die Atmosphäre hindurchgehen, wobei die Bremsstrecke noch länger wäre, da sich die Ellipse dem Kreise noch mehr anschmiegt usw. Der erdnahe Punkt würde dabei der Erde aber nicht wesentlich näher rücken. Das würde so lange währen, bis die zirkuläre Geschwindigkeit erreicht wäre. Dann wäre die Bremsstrecke sozusagen unendlich und das Raumschiff würde in einer hinreichend langen Spirale niedergehen.“ (Oberth.) Abb. 15 zeigt solche Bremsellipse, von Dr. Hohmann gezeichnet.

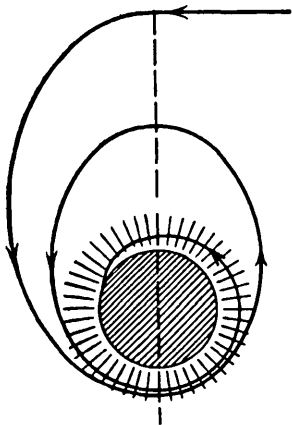


Abb. 15 Bremsellipse für Raumschiffsrückkehr

Um den Fallschirm bestand lange Streit, der auch voraussichtlich noch lange nicht beendet sein wird. Am besten von allen Vorschlägen ist immer noch der ringförmige Fallschirm (Abb. 16). (Valier meint, man sollte lieber Bremschirm sagen, ein Fallschirm ist etwas anderes.) Ich bringe auch noch den bereits patentierten Bremschirm von Franz Abdon Ulinski (nach einer mir vom Erfinder freundlichst zur Verfügung gestellten Photographie), der, wie man sieht, aus mehreren ringförmigen Flächen besteht (Abb. 17).

Viele Leser werden mit Erstaunen bemerkt haben, wie „fertig“ alle diese Dinge schon sind. Das geht aber noch

viel weiter. Zwar ist eine werkstattreife Konstruktion für ein großes bemanntes Raketenraumschiff noch nicht geschaffen — das ist denn doch noch zu schwer —, dafür gibt es aber schon recht umfangreiche Rechnungen über die Routen, die ein solches Raumschiff fahren müßte, um zu anderen Weltkörpern zu gelangen und sie aus nächster Nähe

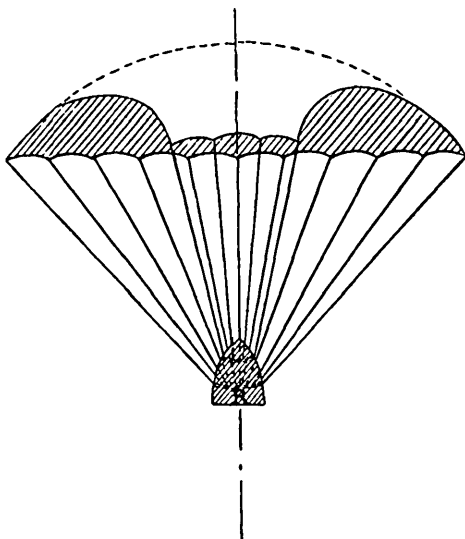


Abb. 16 Ringförmiger Fallschirm (senkrecht durchschnitten), den Kopfteil (R) einer großen Rakete tragend

zu genauer Beobachtung zu umkreisen. Vor einer Landung wird man sich vorläufig hüten, nicht aus Furcht vor etwaigen phantastischen Gefahren, sondern um Brennstoffe zu sparen, was auf ziemlich lange Sicht immer noch das wichtigste sein wird.

Der Berechner dieses förmlichen „Planetenkursbuches“ ist Dr. Hohmann in seinen beiden Veröffentlichungen (Litera-

turverzeichnis Nr. I und III). Neuerdings hat sich auch Ing. v. Pirquet auf diesem Gebiete (in einer Artikelreihe in der Zeitschrift „Die Rakete“) erfolgreich betätigt.

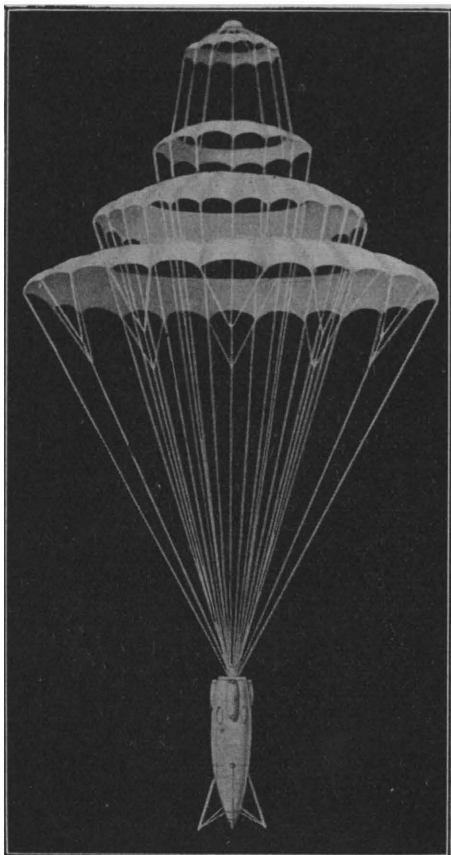


Abb. 17 Raketenbremse von Ustinfi

Da ich — schon aus reinen Raumgründen — hier nur eine ganz kurze Kostprobe aus diesen Arbeiten geben kann, beschränke ich mich auf die Wiedergabe einiger Daten aus Dr. Hohmanns Schriften.

Die ganzen Berechnungen über die verschiedenen Fahrkurven sind recht leicht verständlich, wenn man auch nur ganz oberflächlich über das Aussehen unseres Sonnensystems orientiert ist. Da das aber nicht immer der Fall ist, werden sie doch nicht verstanden.

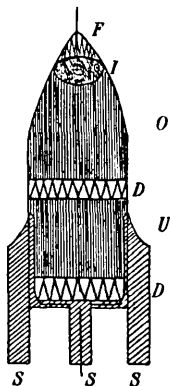


Abb. 18 Große Oberth'sche Doppelrakete (Durchschnitt). O = Obere Rakete, U = Untere Rakete, I = Beobachterkammer, F = Fallschirm (zusammengeklappt), DD = Düsen

Jedermann weiß, daß in unserem System sich alles um die Sonne dreht; weniger bekannt ist, daß alle Planeten in gleicher Richtung laufen, und zwar mit verschiedener Geschwindigkeit. Mutter Erde legt in der Sekunde 30 km zurück, finge ein Teil von ihr plötzlich an, schneller zu laufen, so würde er in eine Bahn gedrängt, die recht stark elliptisch wäre (die Erdbahn ist fast kreisförmig) und zum Mars hinführen würde. Liefen ein Teil langsamer, würde er in eine Ellipse geraten, die ihn nach innen zu, zur Venus brächte.

Eine Großrakete (Abb. 18), die das Schwerfeld der Erde überwinden kann, ist ein solcher Teil. Je nachdem, wie die Geschwindigkeit der Rakete sich auswirkt,

ob sie zur Erdgeschwindigkeit hinzukommt oder sich subtrahiert, würde man mit ihr im Sonnensystem nach außen oder nach innen geschleudert werden. Abb. 19 zeigt eine solche Kurve, die von der Erdbahn zur Marsbahn führt. Wählt man die Abfahrtszeit so, daß der Mars auch tatsächlich in dem Augenblick des Ankommens an dem betreffenden Punkte steht, so kann man ihn umkreisen oder

dort landen. In einer (nicht gezeichneten) zweiten symmetrischen Halbellipse käme man zur Erde zurück. Wichtig ist dabei, daß nur die Abfahrt und die Landung Brennstoffe verbrauchen, alles andere vollbringen die Schwerekräfte ohne jeden Antrieb.

Das erledigt auch den von einigen Ingenieuren geäußerten Einwand, daß ja alles gut und schön sei, kein

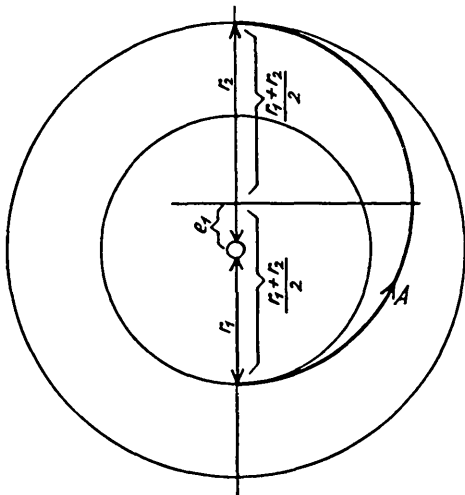


Abb. 19 Fahrtkurve

Baumaterial aber die Beanspruchung durch den Feuerstrom ertrage. Auch dieser Einwand ist gut und schön, gilt aber für Maschinen mit 16 Stunden Arbeitszeit pro Tag für dreißig Jahre Lebensdauer. Die Rückstoßmaschinen des Raumschiffes haben jedoch nur drei oder viermal 5 bis 8 Minuten zu arbeiten, und da kann man dem Material Beanspruchungen zumuten, die es sonst tatsächlich nicht ertrüge.

Leider kann man Planeten im Raume nicht so besuchen wie Inseln im Weltmeer, sie stehen eben nicht still, und man muß besondere Konstellationen abwarten. Deshalb kann man auch nicht holterdipolter zurück, wenn man nichts zu sehen bekommt oder nichts zu sehen ist, sondern muß auf jeden Fall eine Wartezeit abmachen (bis die Planeten wieder so stehen, daß die Ellipse paßt), die oft recht lang ist. Bei unseren beiden Nachbarn im Raume würden die Wartezeiten 470 und 455 Erdentage betragen. Die Gesamtreisezeiten würden sich wie folgt stellen:

für eine Venusfahrt: 146 Tage Hinfahrt + 470 Tage Wartezeit + 146 Tage Rückkehr, zusammen 762 Tage;
für eine Marsfahrt: 258 + 455 + 258 = 971 Tage.

Das ist etwas viel, mit den vorhandenen Triebmitteln kann man aber an eine Abkürzung der Fahrtrouten nicht denken. Diese ließe sich nur erreichen, indem man Ellipsen wählt, die die Planetenbahnen nicht berühren, sondern schneiden, dann müßte aber an der Planetenbahn gebremst werden, was man ja gerade vermeiden will.

An solche abgekürzte Wege könnte man erst herangehen, wenn man Treibstoffe von mindestens 10 km/sek. Auspuffgeschwindigkeit gefunden haben sollte.

Man kann aber etwas anderes unternehmen. Sehen wir uns unsere Abb. 20 an. In der Mitte steht die Sonne (S), der Kreis ist die Erdbahn. Man fährt im Punkte I ab und kommt bei II an die Marsbahn. Anstatt man die Wartezeit abmacht, begibt man sich in die Halbellipse von II nach III und bei III in die dritte Halbellipse nach IV, zur Erde zurück. Das ganze würde nicht viel länger dauern als die Marsreise allein, man würde aber viel mehr dabei sehen. Zuerst erreicht man die Marsbahn, kommt über die Erdbahn (während die Erde sich in einem anderen Punkte ihrer Bahn befindet) zur Venusbahn, kreuzt sie und berührt beinahe die Merkurbahn, kreuzt die Venusbahn wieder und kommt endlich wieder auf der Erdbahn in einem Punkte an, in dem

dann auch die Erde selbst wieder angelangt ist. Wählt man die Abfahrtszeit günstig, so kann man die Merkurbahn zu

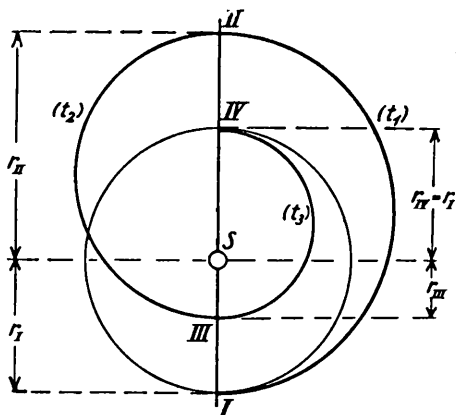


Abb. 20 Hohmannsche Fahrtkurve einer Rundreise zu Mars, Venus und Merkur

einer Zeit erreichen, in der auch der Planet dort steht, während man die Venus wenigstens einmal trifft. Bei dieser Rundfahrt dürfte natürlich nirgends gelandet werden.

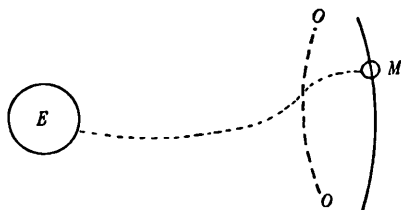


Abb. 21 Bahn einer Rakete, die von der Erde (E) zum Monde (M) fliegt. O—O ist die Schweregrenze

Gegenüber solchen Fahrten erscheint eine Mondreise ein Spiel (Abb. 21), denn da der Mond die Erde ständig

begleitet, ist von Wartezeit und solchen Dingen auch nicht die Rede. Eine Mondreise mit Umkreisung des Trabanten ließe sich innerhalb eines siebentägigen Urlaubs gut erledigen, die nicht ganz vierundzwanzig Stunden dauernde Landung auf der Erde in mehrfacher Bremsellipse eingerechnet.

Den Geschäftsmann aber interessiert mehr als alle diese Kurvenfahrten die Frage, ob man dabei etwas verdienen kann, und wenn es auch nur so viel wäre, daß der Betrieb sich selbst erhält.

Bei den großen Fahrten im Raum wird das kaum in absehbarer Zeit der Fall sein, besonders dann, wenn keine Landung vorgenommen wird. Bei einer Landung auf einem anderen Weltkörper würde sich das Bild schon ändern, man überlege sich, welche Liebhaberpreise wissenschaftliche Institute, Museen und Privatleute mit und ohne Spleen für Steine, Mineralien oder gar Tiere oder Pflanzen vom Mars zahlen würden.

Die Rakete trägt sich aber auch ohne diesen Fall finanziell ebensogut, wie technisch durch ihre Rückstogase. Nämlich durch ihre Verwendbarkeit als Postbeförderungsmittel. Von Berlin nach Newyork würde ein Brief einschließlich Austragung durch Eilboten nur etwa $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden gebrauchen, das will bedeuten, praktisch ebenso schnell wie ein Funktelegramm. Der Tarif aber könnte sehr viel niedriger gehalten werden. Mit einem Zuschlag von 10 Pf. für je 20 Gramm und 100 km würde bei einigermaßen genügendem Zuspruch ein höchst rentabler Betrieb zu errichten sein. Daß der Zuspruch nicht fehlen würde, haben die viel teureren und praktisch vorteillosen Zeppelinbriefe bewiesen. Später könnte man für besondere Fälle zu einem ebenso geschwinden Einzelpassagierdienst gelangen, aber das ist noch Zukunftsmusik, während die Postrakete es nicht ist.

Ein Wort noch zur wissenschaftlichen Seite der Raketenfahrt, über die „Gefahren“ der Weltraumfahrt.

Furchtbar ist, was dem Kosmopiloten im Raumschiff alles passieren wird.

Gleich zu Anfang fährt die Großrakete überhaupt nicht ab, sondern der ganze Brennstoffvorrat explodiert auf einmal. Ist das aus purem Zufall nicht passiert, dann werden den Insassen sämtliche Rippen eingedrückt, das Herz gepreßt, Darm und Magen zusammengeschnürt, die Gehirnwindungen verbogen, damit es nachher einen interessanten klinischen Befund gibt.

Hat der Pilot aber die genügende Pferdenatur, um das alles zu überstehen, so tötet ihn die Andrucklosigkeit während der freien Fahrt. Gleichzeitig werden die Meteorsteine beschworen: 1. die Tanks zu durchlöchern, 2. den Vergaser zu zerschlagen, 3. die Passagierkabine siebähnlich zu gestalten und damit die Insassen dem vierfachen Weltraumgespenst auszuliefern.

Denn wieder 1. werden sie von den Meteoriten totgeschlagen, 2. durch den Luftmangel erstickt und durch den fehlenden Luftdruck zerrissen, weil der Organismus auf Luftdruck von einer Atmosphäre eingestellt ist, 3. von der ultravioletten Strahlung der Sonne verbrannt und endlich 4. von der Höhenstrahlung der Mirasterne endgültig abgetötet.

Der Rest des Raumschiffes stürzt in die eisigen Lavatrümmer eines Mondvulkans oder endet im Blutmeer der Sonne, was sich danach richtet, ob der Kosmopilot der Erd- oder Feuerbestattung anhängt.

Nun das ganze noch einmal ohne pessimistische Beleuchtung.

Da ist gleich zu Anfang die Gesamterplosion — ein Wunschtraum geborener Brandstifter, denn es liegt schon in der Natur der Brennstoffe, unvergast nicht zu explodieren. Weiterhin ist es der ganzen Konstruktion nach unmöglich, daß mehr passiert, als daß eine Zwischenwand

reißt. Geschieht das an wichtiger Stelle, dann fährt die Maschine eben nicht ab, aber explodieren tut nichts.

Der erhöhte Andruck beim Anfahren ist auch nicht gefährlich, wenn er sich in mäßigen Grenzen hält und die Mitfahrer vorher im Andruckskarussell ausgeprobt wurden. Ebenso harmlos ist die folgende Andruckslosigkeit, wenn sie nicht gleich Monate dauert.

Bleiben die Meteoriten.

In der ersten Auflage dieser Schrift habe ich noch drucken lassen, man müsse die bekannten Bahnen der Sternschnuppenschwärme vermeiden, dann sei nach Oberth und Ziolkowsky nur alle hundert Jahre ein Zusammenstoß wahrscheinlich. Inzwischen habe ich mir jedoch u. a. M. Wilhelm Meyers Kosmosbändchen „Kometen und Meteore“ noch einmal genau durchgelesen, in welchem von dem bekannten Sternschnuppenschwarm der Leoniden berichtet wird, 1866 seien „in der dichtesten Stelle des Schwarms seine einzelnen Körper doch 110 km voneinander entfernt“ gewesen. Der Observator der Hamburger Sternwarte, Prof. K. Graff, schrieb Hans Grimm auf seine Anfrage: „Selbst bei starken Schwärmen enthalten 100 Kubikkilometer — für uns bereits ein unvorstellbarer Raum — kaum ein Partikelchen von noch nicht 1 Gramm Masse, und bei größeren Meteoriten ist die direkte Gefahr eines Zusammenstoßes gleich Null.“

Und Professor Graff gehört nicht zu den Raketenleuten, man kann also seinen Worten schon glauben und daraus schließen, welches Pech dazu gehörte, von einem Meteor getroffen zu werden. Dabei ist noch nicht einmal gesagt, daß ein Raumschiff durch einen Meteorstein unbedingt dem Verderben überliefert wird. Die größte Gefahr ist natürlich, daß durch das Loch in der Wand die Luft entweicht und die Insassen dem Erstickungstode verfallen sind. Vorbeugungsmaßregeln sind glücklicherweise jedoch durchaus möglich. Erstens kann der Lusterzeuger, den das Welten-

fahrzeug sowieso haben muß, mit Leichtigkeit so gebaut werden, daß er den Druck im Innern immer nahezu konstant hält. Bei einem Leck würde dann allerdings der Luftvorrat bald erschöpft sein, der oder die Insassen müßten versuchen, das Loch möglichst schnell zu verschließen. Das würde am zweckmäßigsten durch eine Kautschukplatte geschehen, welche keiner besonderen Befestigungsmittel bedarf, da der innere Überdruck sie fest genug gegen die Wand pressen würde. Kehrt das Fahrzeug hernach wieder in den Luftraum zurück, bedeutet ein Leck ja keine Gefahr mehr (die Platte fällt dann ab).

Wir wollen noch einmal ein wenig zusammenfassen. Im allgemeinen ist es doch so: der Techniker schwört auf die Konstruktionsmöglichkeiten und hat medizinische Bedenken. Der Arzt sagt: „Bei einiger Vorsicht ist die Sache ungefährlich, wenn der Pilot gesund ist — hoffentlich schlägt aber nicht ein Meteorstein ein.“ Der Astronom nennt diese Gefahr gleich Null und hebt warnend den Finger etwa vor der Höhenstrahlung. Der Physiker (ich habe Gutachten von ersten Sachleuten auf dem Gebiet, Freunden und Gegnern der Rakete) nennt „dies die geringste Gefahr — wenn sonst nichts explodiert“. Der Ingenieur, der dafür zuständig ist — usw. usw. Es dreht sich alles im Kreise. Jeder fürchtet für die Gebiete des anderen, weil jeder davon falsche Vorstellungen hat,

Ja — man darf das schließlich mal fragen —, warum fürchten die Leute denn da überhaupt noch? —

Durch alle unsere Gespräche über Flüssigkeitsraketen zog sich als roter Faden immer wieder dasselbe Wort: Brennstoffverhältnis, Massenverhältnis. So daß es einem nachgerade etwas zuviel werden konnte.

Ein krampfhaftes Nachdenken, wie man den Ungelegenheiten der dauernden ängstlichen Knausererei mit den Brennstoffen — denn sonst wird das Massenverhältnis (da kommt das Wort schon wieder!) unausführbar — eigentlich ent-

gehen könnte, tritt denn auch bei jedem ein, der sich näher mit der Raumsfahrt beschäftigt.

Der eine möchte statt der Gaspartikel darum gern die schneller fliegenden Elektronen abstoßen, der andere denkt an Atomexplosionen, der dritte hat es besonders auf die zu Anfang schon erwähnte Nullpunktenergie des Weltäthers abgesehen — und die Mehrzahl bleibt bei dem bisherigen besten Triebmittel, dem Knallgas, und baut die

Außenstation

Was eine Außenstation ist?

Nehmen wir einmal in der Phantasie den Fall, daß wir nicht auf der lieben dicken Erde mit ihren Wäldern und Meeren, sondern auf dem wüsten Wüstenplaneten Mars lebten. Dann hätten wir die Raumsfahrt schon lange erfunden.

Mars wird bekanntlich sehr nahe von zwei ganz kleinen Monden umkreist, die als Begleiter des Kriegsgottes die Namen Phobos und Deimos, Furcht und Schrecken, tragen. Dessenungeachtet wären sie für die Erdmenschen als Marsbewohner sehr segensreich. Sie stehen so nahe an ihrem Planeten, daß man eine Reise zu ihnen mit ganz kleinem (und also konstruktiv ganz sicher durchführbaren) Massenverhältnis machen könnte. Und was schadete es, wenn alle Tanks total erschöpft wären? Auf dem Mönchchen könnte man sie wieder auffüllen und dann zur eigentlichen Raumsfahrt starten.

Das hätte vielerlei Vorteile. Erstens ist man schon ein ganzes Stück von dem Planeten entfernt, seine Schwerkraft also ganz erheblich (im Quadrat der Entfernung, wie wir eingangs gelernt haben) geringer. Zweitens gäbe es keinen Luftwiderstand, denn der kleine Mond hat keine Atmosphäre (und auch keine nennenswerte Schwerkraft). Drittens hätte man bei allen diesen Erleichterungen noch vollen Brennstoffvorrat.

Wir leben aber nicht auf dem Mars. Und unser eigener Mond ist reichlich weit entfernt und hat außerdem eine Eigenschwere, die noch sehr fühlbar ist, wenn sie auch nur ein Sechstel der Erdschwere ausmacht.

Möglich ist ja noch, daß wir Glück haben. Es geht in der Astronomie ein beständiger Streit, ob die Erde vielleicht noch einen oder mehrere kleine Monde hat, der bis zur Stunde noch durchaus unentschieden ist.

Ist solch Weltkörper aber wirklich nicht vorhanden, dann müssen wir zwischen Erde und Mond einen künstlichen Mond errichten, der den großen Raumschiffen für Fernfahrten im Weltraum als Anlegestation dient.

Einen Kunstmond?

Der uns dann bei guter Gelegenheit einmal auf den Kopf fällt!

Oder nicht?

Es wird ihm nicht einfallen. Die Sache ist nämlich so: Stellt man sich einmal eine Rakete vor, die eine Geschwindigkeit von rund 8 km in der Sekunde entwickelt und wagemutig fliegt. Dann zieht die Erde sie an, mit der bekannten Stärke. Während sich die Rakete durch die Anziehung senkt, fliegt sie natürlich seitwärts weiter. Die Rakete senkt sich aber nicht allein der Erdoberfläche zu, sondern auch etwas anderes findet noch statt.

Die Erdoberfläche ist ja keine Ebene, sondern eine Kugelfläche und krümmt sich also, wenn man genau wagemutig in gerader Linie fliegt, unter dem Fahrzeug nach unten weg. Bei 8 km/sek. ist diese Krümmung nach unten genau so groß wie die Senkung der Rakete durch die Erdschwerkraft. Trotzdem das Raumschiff nach einer Sekunde mehrere Meter gefallen ist, ist es von dem Punkte der Erdoberfläche, über dem es dann schwebt, noch genau so weit entfernt wie zu Anfang!

Das geht natürlich nur außerhalb der Erdatmosphäre,
Lehrmeister-Bäckererei — Die Fahrt ins Weltall

sonst würde der Luftwiderstand einen Strich durch die ohne ihn so klare Rechnung machen.

Mit der Geschwindigkeit von 8 km/sek. wird man zuerst einmal eine große Rakete um die Erde herumfallen lassen. Handelt es sich dabei um ein Raumschiff allergrößten Formats, so kann man von ihm aus den Kunstmond, oder die Außenstation, oder die Raumwarte, oder wie man sonst dazu sagen will, bauen. Das kann beliebig lange dauern, herunterfallen kann ja nichts.

Die Arbeit muß natürlich in besonders konstruierten Taucheranzügen verrichtet werden, Vorräte, Lebensmittel usw. können mit bemannten Schubraketen nachgeschickt werden. Eine direkte Telephonie zwischen der Station und der Erde dürfte ohne weiteres möglich sein, man muß selbstverständlich das Verfahren der Telephonie über einen Lichtstrahl anwenden. Ein Verfahren, das auf der Erde ausprobt worden ist und nur der Erdkrümmung wegen, der die geradlinigen Lichtstrahlen nicht folgen, nicht für größere Entfernungen angewendet werden kann. —

Die Außenstation kann so gebaut werden und wird wohl auch gebaut werden müssen, wenn die Sage vom zweiten Erdmond eine Sage bleibt. Welchen Nutzen würde sie aber haben, außer den der Brennstoffstation, also den Nutzen für die Raumfahrt selbst?

Zunächst einen wissenschaftlichen, denn es ließen sich dort viele wichtige und interessante Experimente ausführen,
3. B.

1. Versuche, die nur in einem großen luftleeren Raum möglich sind,
2. Versuche, die auf der Erde der Schwere wegen unmöglich sind,
3. Versuche mit gewissen Strahlen, die wir künstlich noch nicht erzeugen können, die aber aus dem Licht mancher Sterne zu erhalten sind. Die Atmosphäre verschluckt diese Strahlen. Gerade diese Versuche

können zu den weittragendsten Entdeckungen und Erfindungen führen.

4. Astronomische Beobachtungen, die auf der Erde wegen der Unruhe der Luft unmöglich sind. Da Andruck und Luft fehlen, könnte man dort auch Spiegelteleskope mit ganz unglaublichen Leistungen wie millionenfachen Vergrößerungen bauen.
5. Untersuchungen über den Weltäther, über die Massenanziehung und über evtl. im Raume vorhandene Energien.

Das alles kann man, wenn auch in kleinerem Umfange, auch schon von einem großen Raumschiff aus leisten, das nur zeitweise die Erde umkreist.

Über weitere Arbeitsmöglichkeiten der Leute auf der Außenstation will ich Prof. Oberth selbst das Wort geben:

„Mit ihren scharfen Instrumenten könnten sie auf der Erde jede Kleinigkeit erkennen und zur Rettung Schiffbrüchiger, für den Zeitungsdienst usw. viel beitragen.

Dies wäre nun schon ein gewisser praktischer Nutzen, aber größer wäre der folgende: Man könnte ein kreisförmiges Drahtnetz durch Drehung um seinen Mittelpunkt ausbreiten (Abb. 22). In

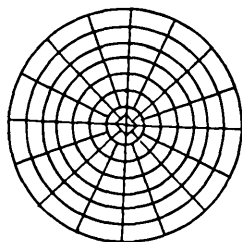


Abb. 22 Spiegelnetz

den Lücken zwischen den einzelnen Drähten würden bewegliche Spiegel aus leichtem Metallblech angebracht werden, so daß man ihnen von der Station aus durch elektrische Ströme jede Stellung zur Ebene des Drahtnetzes geben kann. Der ganze Spiegel würde in einer Ebene senkrecht zur Ebene der Erdbahn um die Erde gravitieren, und das Netz wäre gegen die Sonnenstrahlen um 45° geneigt. Durch geeignete Stellung der einzelnen Facetten könnte man nun die ganze vom Spiegel zurückgestrahlte Sonnenenergie nach

Bedarf auf einzelne Punkte der Erde konzentrieren oder auch auf weite Länderstrecken ausdehnen, oder, wenn man keine Verwendung dafür hat, sie in den Weltraum strahlen lassen. Ist z. B. der Spiegel 1000 km weit, so hätte das Sonnenbild jeder Facette 10 km im Durchmesser; würden sich alle decken, so würde die Energie auf einen Raum von 78 km² konzentriert. Da die spiegelnde Fläche beliebig groß sein kann, können kolossale Wirkungen erzielt werden. Es könnte z. B. der Weg nach Spitzbergen oder nach den nord-sibirischen Häfen durch solche konzentrierte Sonnenstrahlen eisfrei gehalten werden. Hätte z. B. der Spiegel auch nur 100 km Durchmesser, so könnte er weiter durch zerstreutes Licht weite Länderstrecken im Norden bewohnbar machen, in unseren Breiten könnte er im Frühjahr die gefürchteten Wetterstürze (Eismänner) und im Herbst und im Frühjahr die Nachtfrost verhindern und damit die Obst- und Gemüseernten ganzer Länder retten. Besonders bedeutungsvoll ist, daß der Spiegel nicht über einem Punkte der Erde fest steht und daher alle diese Aufgaben gleichzeitig leisten kann. Bei der Frage nach dem Material dieses Spiegels müssen wir uns klarmachen: 1. daß kein Sauerstoff zugegen ist, 2. daß er selbst sich nur wenig erwärmt. Er bleibt noch kälter, wenn wir ihn auf der Rückseite rauh lassen oder gar schwarz färben. Als Material würde ich Natrium vorschlagen, welches bei den betreffenden Verhältnissen das spezifische Gewicht 1, eine bedeutende Zugfestigkeit und Silberglanz besitzt. Es kann von den einzelnen Raketen in großen Stücken mitgenommen und, da es dann noch die gewöhnliche Temperatur hat, oben außerhalb der Raketen leicht zu Blech ausgewalzt oder als Draht oder Band aus der Rakete hinausgepreßt werden. Die Aneinanderfügung der einzelnen Stücke kann von Leuten im Taucheranzug besorgt werden, desgleichen das Polieren. Hat das spiegelnde Blech die Dicke von 0,005 mm und ist die Masse der Drähte usw. ebenso groß wie die des Bleches, so wiegt das Ganze pro Quadratmeter 10 g, pro Hektar

100 kg. Beim regelmäßigen Verkehr der Raketen mit der Beobachtungsstation kostet der Aufstieg einer Rakete, die neben dem übrigen 2000 kg Natrium emportragen kann, alles in allem 50 000 bis 60 000 Mark. Also kommt das Hektar des Spiegels im ganzen auf 3500 Mark. Rechnen wir, daß durch 1 Hektar Spiegelfläche 3 Hektar der Polarländer kultiviert würden, so sehen wir, daß wohl einmal eine Zeit kommen kann, wo dieser Spiegel und damit die ganze Erfindung rentabel wird.

Ein Spiegel von 100 km Durchmesser würde auf diese Weise etwa auf 3 Milliarden Mark zu stehen kommen, und zu seinem Bau wären, wenn jede Woche 100 000 kg Natrium hinaufgeführt würden, ca. 15 Jahre erforderlich. Da nun ein solcher Spiegel auch hohen strategischen Wert haben könnte (man kann damit Munitionsfabriken sprengen, Wirbelstürme und Gewitter erzeugen, marschierende Truppen und ihre Nachschübe vernichten, ganze Städte verbrennen und überhaupt den größten Schaden anrichten), wäre es sogar nicht einmal ausgeschlossen, daß einer der Kulturstaaten bereits in absehbarer Zeit an die Ausführung dieser Erfindung geht, zumal sich auch im Frieden ein großer Teil des angelegten Kapitals verzinsen dürfte.“

Ist das nicht phantastisch?

Sicherlich! Genau so phantastisch wie ein Flug über den Ozean, eine Untergrundbahn von London und Calais und eine gefunkte Photographie. Phantastisch ist es nur, etwas zu verlangen, was den Naturgesetzen widerspricht — aber wo ist das der Fall bei der Augenstation?

Es fragt sich lediglich, ob nicht bis zur Ausführung dieser Station eine große Zahl der skizzierten Aufgaben durch andersartige befriedigende Ausführung schon erledigt sein werden, bis dahin aber haben sich, das ist sicher, soundsoviel andere gefunden, die noch der Lösung harren *).

*) An dieser Stelle sei auf Noordungs Buch (siehe Literaturverzeichnis) ausdrücklich hingewiesen, in dem der Verfasser der Weltraumwarte besondere Liebe und Ausführlichkeit widmet.

Nur der Vollständigkeit halber will ich noch erwähnen, daß man sich zur Zeit über die Höhe, in der man die Außenstation anbringen sollte, wenig einig ist.

Ing. Noordung möchte sie so hoch legen, daß sie die Erde in 24 Stunden umkreist, über einem Punkte demgemäß scheinbar fest steht, Professor Oberth hält gerade die Beweglichkeit für den Hauptvorteil.

Ingenieur Pirquet und Dr. v. Hoeffft sind auch für bewegliche Stationen, der eine (Hoeffft) möchte sie aber möglichst tief legen, so daß ihr erdnächster Punkt kaum 100 km über den letzten Ausläufern der Atmosphäre liegt, Ingenieur Pirquet widerspricht dem grundsätzlich und schiebt sie mehrere Erddurchmesser in den Raum hinaus. Der Grund dieser Meinungsverschiedenheit ist, daß Dr. Hoeffft auf leichteste Erreichbarkeit der Station von der Erde aus sieht, Ing. Pirquet dagegen hält auf größtmögliche Vorteile für Reisen in den Raum von der Station aus.

Der Streit ist durchaus nicht so müßig, wie er aussieht, und es wird in der Praxis wohl einmal so kommen, daß man zuerst die tiefliegende, leichter ausführbare und leichter erreichbare Raumwarte errichtet, die auch allen anderen genannten Zwecken dienen kann und dann von dort aus die Pirquetsche Station als Sprungbrett für Fernfahrten*). Diese Station könnte man von der Erde aus aber nur in einer Doppelrakete oder, wie man vielleicht besser sagt, einem zweistufigen Raumschiff, erreichen, was eins der Hauptargumente Dr. Hoefffts in der Propagierung seiner niedrigen Station darstellt. —

Noch ein Wort über die bisherigen Versuche.

Raketenfahrt

Max Valier war es, der besonders die Idee in Deutsch-

*) Übrigens hat schon der alte Ganswindt nicht nur zwei, sondern eine ganze Reihe von Außenstationen vorgeschlagen.

land vertrat, Räderfahrzeuge durch Raketenkraft zu treiben und seine rastlose Propaganda war es, die schließlich zur Erbauung der verschiedenen Raketenfahrzeuge, die bereits ihren Start (und auch ihr Ende) hinter sich haben, führte.

Kurz und deutlich gesagt: es waren sämtlich Unglücksdinger, nicht nur in ihrem Schicksal, sondern auch in ihrer Konstruktion. Und auch alle etwaigen künftigen Verbesserungen werden daran nichts ändern. Die Rakete ist — schon vorhin wurde das gelegentlich mitgesagt — ihrer ganzen Natur nach nicht geeignet, langsame Fahrzeuge anzutreiben. Als langsam haben hierbei nicht nur alle Räderfahrzeuge, sondern auch alle Flugzeuge zu gelten. „Langsam“ sind, um eine Zahl zu nennen, für den Rückstoßantrieb alle Geschwindigkeiten unter 1500 km in der Stunde.

Das werden sich die Erbauer der verschiedenen Raketenfahrzeuge — abgesehen von dem ehrenwerten Mynheer s'Gravesande — wahrscheinlich auch vorher gesagt haben; oder sie haben es wenigstens gleich nach den ersten Experimenten eingesehen. Jetzt scheinen nur Valier und Volkhart noch ernstlich an die Möglichkeit der Konstruktion brauchbarer Raketenfahrzeuge zu glauben.

Nun — der Glaube ist irrig — aber den einen Erfolg haben die rasenden Raketenfahrer wenigstens gehabt, daß sie die Aufmerksamkeit aller auf das Problem richteten.

May Valier gelang es, als er auf den Bau von Raketenautos drängte, schließlich Opel zu interessieren. Ob das Interesse nun — wie es aussieht — lediglich Reklamegründen entsprang — wer will das heute schon sagen, wenn er es auch noch so sicher glaubt.

Der ganze Hergang der aufregenden Angelegenheit ist kurz zu schildern. Man hatte es sich eben in den Kopf gesetzt, 'sGravesande zu übertrumpfen und wandte sich an den ersten Fachmann für Pulverraketen in Deutschland: Ingenieur Sander in Wesermünde, dem es schnell gelang, sehr kräftige Raketen zu pressen. Valier, ich gebrauche seine

eigenen Worte, „drängte darauf, schon bevor man nach Rüsselsheim führe, um dort mit einem ganz sicheren Erfolg aufwarten zu können, streng geheim, bei Bremerhaven selbst einige Probefahrten mit einem gewöhnlichen 4-PS-Opelwagen, an welchem Raketen befestigt wären, vorzunehmen.“ Was dann aber nicht geschah, Valier hatte kein Auto, und Sander gab seins nicht her; eigentlich ein böses Vorzeichen, wenn er seinen eigenen Fabrikaten nicht traute. In Rüsselsheim bei Opel wurde dann ein Fahrgestell mit Raketen versehen und der Rennfahrer Kurt C. Volkhart nach einigem Streit ans Steuer gesetzt.

Am 12. März 1928 gegen 15 Uhr „ging der große Moment los“, wie der Berliner sagt, und der Raketenwagen „sauste“ in 35 Sekunden 150 Meter. Es war kein ungeheurer Erfolg; Fritz v. Opel gab sich keine Mühe, seine schlechte Meinung zu verbergen. Dann wurden die Raketen verstärkt, und eine Stunde später ließ Volkhart seinen Wagen wieder laufen, aber mit Benzinmotor, kuppelte ihn dann aus und ließ die Raketen den schon laufenden Wagen weitertreiben, der einigermaßen programmgemäß seine Geschwindigkeit von 30 auf 75 Stundenkilometer steigerte.

Das war der erste, in der Presse nie besprochene Versuch.

Am 11. April lief, wieder mit Volkhart am Steuer, der nun fertiggestellte Sonderwagen „Opel Rak I“ über die Bahn in Rüsselsheim (Abb. 23).

Beim ersten Start mit 6 Raketen, die ihn 600 m weit brachten. Eine Seelenrakete hatte nicht gezündet.

Beim zweiten Start mit 8 Raketen, die ihn etwa 1 km beförderten. Das letzte Raketenbündel explodierte.

Am 12. April folgte der fünfte Start, der offiziell als der erste galt. Alle 12 Raketen waren geladen, fünf davon zündeten nicht, der Rest beschleunigte den Wagen auf rund 100 Stundenkilometer, wozu 8 Sekunden gebraucht wurden.

Dann folgte am 23. Mai die berühmte Vorführung des „Opel Rak II“ auf der Avus bei Berlin. (Ich selbst habe ihr leider nicht beigewohnt, da ich schon in Zoppot saß und auf die Tagung der Wiss. Ges. f. Luftfahrt und Prof. Oberth wartete. Wir wollten uns damals zum ersten Male sehen, und das war mir denn doch noch wichtiger.) Der

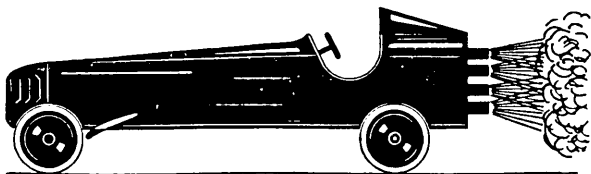


Abb. 23 Opel Rak I (Rüsselsheim)

Wagen (siehe Abb. 24) hatte eine Raketenbatterie von 24 Stück und zwei kleine Tragflächen, die so gestellt waren, daß sie ihn nicht hoben, sondern fest auf die Erde drückten. Dieser Versuch, Fritz v. Opel saß bekanntlich selbst am Steuer, glückte wirklich glänzend. Doch war es Opel klar, daß die Geschwindigkeit von fast 200 km/St., die er erreicht

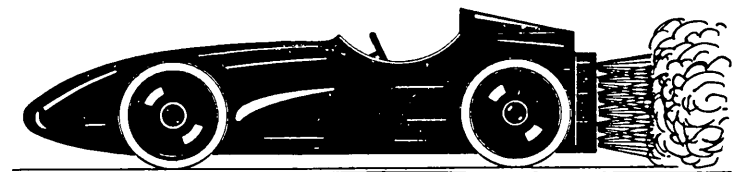


Abb. 24 Opel Rak II (Avus, Berlin)

hatte, noch immer zu gering für einen guten Wirkungsgrad der Raketen war, und so schritt er denn zur Konstruktion des gleisgebundenen „Opel Rak III“ (Abb. 25).

Am 23. Juni absolvierte er auf der Bahnstrecke Burgwedel—Zelle sein kurzes Dasein. Wieder trieben ihn 24 Raketen und wieder sollte ihn eine umgekehrte Tragfläche auf

den Schienen festhalten. Die erste Fahrt ergab auf der schnurgeraden Schienenstrecke eine Höchstgeschwindigkeit von 180 km/St. Bei der zweiten Fahrt sprang er aber aus dem Gleis, alle Raketen explodierten gleichzeitig, und von dem

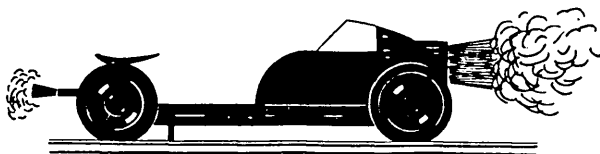


Abb. 25 Opel Rak III (Schienenwagen)

ganzen Apparat blieben nur Trümmer übrig. Auch der Passagier, eine kleine Kage, war tot.

Seitdem hat man von Opel wohl manches noch gehört, aber nichts mehr gesehen, man munkelt, er sei auch zu den flüssigen Treibstoffen übergegangen.

Was Valier noch nicht getan hat. Nachdem zwischen ihm und Opel eine Trennung stattgefunden hatte, ver-

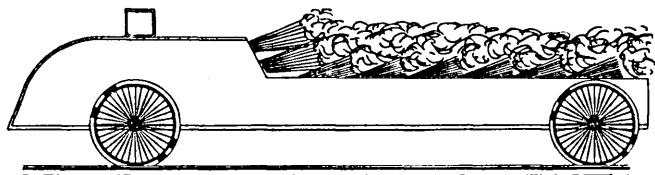


Abb. 26 Eisfeld-Daller Rak I (Schienenwagen aus Holz)

bündete er sich mit der pyrotechnischen Firma Eisfeld. Mit ihrer Hilfe konstruierte er einen neuen primitiven Schienenwagen aus Holz, bei dem die Antriebsraketen nicht mehr zu einem Bündel vereinigt waren, sondern hintereinander saßen, wie unsere Abb. 26 zeigt. Der Wagen lief auch gut, war aber ebenso wie Opel Rak III zu leicht, verlor die Räder und zerfiel.

Gegen Ende des Jahres führte der dritte der Raketenfahrer, Volkhart, auf der nun schon raketenhistorischen Aous einen eigenen Raketenwagen vor, dessen Antriebsraketen wieder Ing. Sander geliefert hatte. Drei Fahrten unternahm dieser Wagen (die erste vor der Polizei, die das Experiment erst verbieten wollte), alle verliefen gut, nur hatten wieder einige Raketen nicht gezündet. Wie man



Abb. 27 Raketenwagen von Volkhart

sieht, liegt bei Volkharts Wagen der Führersitz recht weit vorn. Das kommt daher, weil Volkhart die Raketen nicht in einem Bündel (wie oben) oder hintereinander (wie Valier) anordnet, sondern stufenförmig in mehreren Reihen, was in der Abb. 27 durch die seitlichen Schutzbleche leider verdeckt wird.



Abb. 28 Valiers Raketenschlitten

Inzwischen hat Valier auch einen Raketenschlitten konstruiert (Abb. 28), der am 22. Januar 1929 auf dem Flugplatz Schleißheim startete, zuerst unbemannt, angetrieben von insgesamt acht Raketen (die nacheinander: vier, drei, eine, gezündet wurden) und einige hundert Meter weit glitt. Dann setzte sich Valier selbst in sein Fahrzeug, das durch nur zwei Raketen getrieben, eine 40 Meter weite glatte Fahrt zurück-

legte. (Genauer Fahrtbericht von Valier in der „Rakete“, Febr. 1929.)

Zwischendurch erfolgten an vielen Stellen Versuche mit raketengetriebenen Flugzeugmodellen, die eine Reihe interessanter Ergebnisse lieferten. Es würde jedoch viel zu weit führen, sie alle hier aufzuzählen. Nur der Raketenflug Stammers in einem Entenflugzeug (bei dem das Steuer vorn liegt) im Juni sei noch erwähnt. Die Rhön-Rossitten-Gesellschaft — Opel half finanziell wohl auch hier mit — unternahm die Versuche, zu denen Sander wieder die Ra-

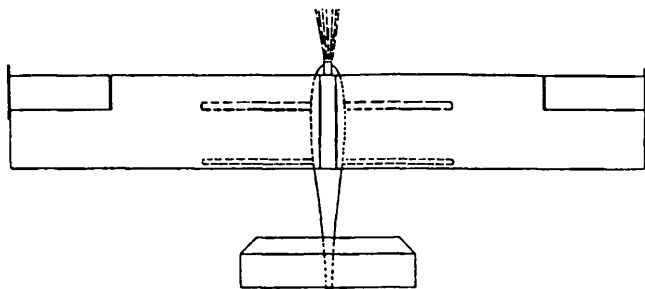


Abb. 29 Entenflugzeug mit Raketenantrieb

keten lieferte (Abb. 29 u. 30). Der Flug führte im ganzen 1500 Meter weit und verlief selbst ohne Unfall.

Und die Moral aus diesen Experimenten?

Pulver ist ein recht gefährlicher Betriebsstoff und sollte in Zukunft für größere Rückstoßmaschinen nicht mehr angewandt werden. Dann aber auch: die Rakete ist kein Motor und kann nicht an Stelle eines solchen verwendet werden. Es geht eben nicht, den Benzinmotor bei langsamen Fahrzeugen durch Raketen ersetzen zu wollen; wenn die Menschheit die ungeheuren Kräfte des Rückstoßes verwenden will, so muß sie damit in die höchsten Luftschichten und in den leeren Raum vorstoßen. Dann wird das

Massenverhältnis aber ein derartiges sein, daß man nicht mehr sagen kann, Raketen trieben das Flugzeug, sondern: Das Flugschiff war eine Rakete.

Dr. v. Hoeffts Entwürfe für rückstoßgetriebene Fernflugzeuge*) bauen deshalb eine Großrakete in ein Turflügelflugzeug um (R H V). — —

Vor genau hundert Jahren stritt man sich auch — wie heute — um ein großes verkehrstechnisches Problem, um

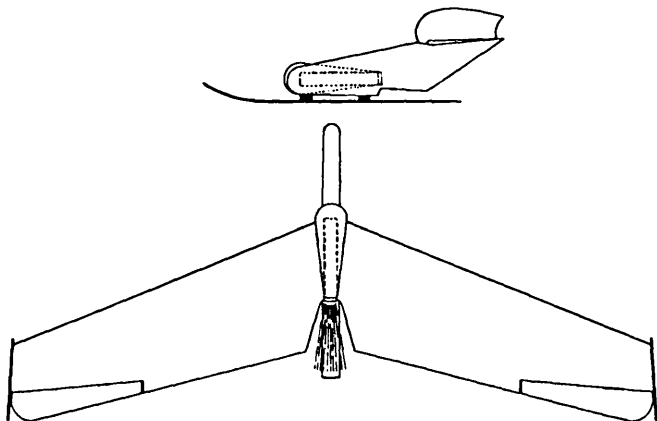


Abb. 30 Raketenflugmodell der Rhön-Rosfitten-Gesellschaft (Bauart Klippisch) von der Seite und von oben gesehen

die Lokomotive. Da wagte es ein „überspannter“ Ingenieur, sich zustimmend zu äußern. Und sein „nüchtern“ Kollege schrieb wutentbrannt: „Was ist wohl handgreiflich alberner und lächerlicher als das Versprechen, eine Lokomotive von der doppelten Geschwindigkeit der Postkutschen bauen zu wollen. Ebenso könnte man den Einwohnern von

*) Ich muß für sie leider auf seine eigenen Veröffentlichungen verweisen.

Manchester zumuten, sich auf eine Congrevesche Kriegsraquete zu setzen!"

Nun, das war vor hundert Jahren. Wir setzen uns gewohnheitsmäßig in Lokomotivenanhänger.

In abermals hundert Jahren wird sich die Menschheit in voller Ruhe in ganz andere Maschinen setzen als Congrevesche Kriegsraqueten!

„Frau im Mond“

Wenn dies Buch nun fertig gedruckt und eingebunden im Buchladen seinen Käufer gefunden haben wird, dann werden seit heute nur knapp einige Monate vergangen sein. Es wird sich aber inzwischen das Wunder ereignet haben, daß der Leser vieles von dem, was vorher geschildert wurde, schon gesehen hat.

Inzwischen wird nämlich auch Fritz Langs neuester Großfilm „Frau im Mond“ schon seinen Weg in die Welt angetreten haben. Mit der Uraufführung dieses Films wird von meinem Munde und meiner Hand eins der vielen Siegel gefallen sein, das die Angelegenheit „Raquete“ schon darauf geklebt hat.

Und so kann ich hier noch von einem der vielen Aufnahmetage zu diesem Film erzählen.

Es war im Januar 1929, an einem Tage, an dem die Kälte nicht ganz so grimmig war wie sonst. In der elektrifizierten Berliner Stadtbahn merkte man allerdings auch von der schwächeren Kälte nichts, als der Zug durch weiße Schneeflächen nach Neubabelsberg hinausjagte, zu den schönen und weitläufigen Aufnahmetateliere der Ufa.

Die Aufnahmen zu dem Film waren streng geheim, an diesem Tage aber wollte Professor Oberth, der als wissenschaftlicher Berater dort fungierte, noch einem ganz besonderen Gast die Geheimnisse zeigen, dem ersten Raumschiff-erfinder: Hermann Ganswindt.

Ganz glatt ging das nicht ab, wohl hatte die Berliner Rohrpost funktioniert, die geschlossene Haustür aber einen Strich durch die Rechnung gemacht, Ganswindt verspätete sich darum erheblich.

So ging es denn zunächst zu zweit in das Zauberreich. Es sah anfänglich recht nüchtern aus, eine Sperre, Schilder: „Komparjen links“ und „Rauchen verboten“, beschneite Wege und große stumme Häuser. Durch eine offene Tür sieht man Dynamomaschinen sausen; doch halt, dort rechts, da stehen noch die „Ruinen von Metropolis“. Der Eingang zum Dom, das Haus Rotwangs, des Erfinders.

Dann treten wir in eine der großen Hallen ein, schlagen einen Vorhang zurück und — sind auf dem Monde! In phantastischer Schönheit baut sich eine Mondlandschaft vor uns auf, weit hinten türmen sich die Wände des Kraters. Über allem ein schwarzer Himmel mit leuchtenden Sternen.

Der Fuß, der soeben noch auf Schnee knirschte, tritt in weichen Sand. Kurzes wissenschaftliches Gespräch mit Oberth, ob auf dem Monde Sand möglich ist. Doch, die scharfen Temperaturgegensätze zwischen Licht und Schatten werden das Gestein splintern und zu Sand werden lassen. Zu Mondsand!

In der Mitte des kleinen Tales liegt das Zelt der Mondexpedition, man denkt einen Augenblick an Nobile.

Der hatte es aber weniger warm, und über ihm flammte auch nicht die Riesenbatterie greller Reflektoren, die versuchsweise blendendes Sonnenlicht in die Mondklippen strahlen.

Vorn stehen im Halbkreis eine Reihe Stühle und die Aufnahmeapparate. Sehr bekamte Leute laufen geschäftig hin und her, Fritz Lang sieht über den Aufnahmeapparat in die Landschaft, Thea von Harbou spricht mit einem der Darsteller; Herr v. Wangenheim, der Hauptdarsteller, gibt mir zunächst ein violettes Glas, damit ich das Ganze auch in den Farben sehe, die sie im Film haben werden. Denn

es sieht bei dieser Beleuchtung alles anders aus, als es ist; ich hätte nie geglaubt, daß Professor Oberth einer Menschenrasse angehört, die grüne Gesichter und violette Lippen und Ohren hat. Na, ich sehe nicht besser aus, aber man gewöhnt sich an alles. Links wird geschippt, Sand türmt sich um das riesige granatenförmige Raumschiff, das da steht.

Man plaudert ein wenig, nicht viel, denn es wird ja hier gearbeitet, und zwar hart gearbeitet. Ich höre aber zu meiner Freude, Fritz Lang, der große Regisseur, dreht nicht nur aus Liebe zur Technik den Roman seiner Gattin, sondern auch, weil er felsenfest davon überzeugt ist, daß das, was er hier filmt, einmal Wahrheit werden wird. Er steht zu dem Worte seines wissenschaftlichen Mitarbeiters, das er wenige Tage vorher zu einem Interviewer sprach: „Die Astronomie ist die exakteste Wissenschaft; und das Raumschiff kommt so sicher, wie eine prophezeite Sonnenfinsternis.“

Wir hören, Ganswindt ist inzwischen gekommen. Hinter uns fällt ein Schutzvorhang zusammen und eine Tür zu, und wir stehen wieder auf Schnee, auf der Erde.

Hermann Ganswindt, der alte deutsche Erfinder — das beliebte Wort „greise“ kann man bei diesem Zweiundsiebzigjährigen nicht anwenden, Haar und Bart sind noch dunkel — sieht nicht so aus, als habe er das durchmachen müssen, was man alles von ihm erzählt, aber bei Tisch höre ich dann seine Lebensgeschichte aus seinem eigenen Munde.

„Die Deutschen haben ein eigentümliches Geschick, große Männer hervorzubringen — und sie dann untergehen zu lassen.“

Sagt Oberth schließlich, und ich weiß nicht, wie weit er dabei pessimistisch über sich selbst urteilt.

Diesmal aber wird es wohl nicht so gehen — schon der Ort, an dem dies Wort gesprochen ist, ist so etwas wie ein Beweis dagegen. —

„Maurus soll anfangen,“ ruft Lang gerade, als wir zu dritt den Mondkrater wieder betreten.

Weil aber Ganswindt kommt, hat Gerda Maurus noch Zeit, denn ein Gespräch über Film und Wissenschaft springt auf. Debatte, ob die großen Lebensmittellisten, die vom Raumschiff zum Zelt gebracht werden, auf dem Monde für einen Knaben leicht zu regieren sind oder nicht.

Dann flammen die Lampen auf, und während wir uns in das Gästebuch der „Frau im Mond“ eintragen, wird gedreht.

Draußen ist es beinahe dunkel, als wir gehen.

Schwarz stehen die Bäume vor weißem Schnee, über uns flammt das Wintersternbild, der Orion mit seinem geheimnisvollen großen Nebel. Voraus leuchten die Lichter des Bahnhofs, und die elektrischen Züge rasen über die blanken Schienen.

Romantik der Technik.

Wie lange wird es noch dauern, bis die Technik ihre größte Romantik erreicht — bis uns jemand den ersten wirklichen Mondfilm dreht? —

Ganswindts russisches Gegenstück, der greise Ziolkowsky, schließt sein Hauptwerk mit den Worten: „Darum arbeitet alle, Forscher und Erfinder, Große und Kleine, trotz Armut und Bedrängnis, trotz Unverständnis, Hohn und Spott, daß eure Saat in der Unendlichkeit unermessliche Früchte trage!“

Sie wird es tun! —

Mit dieser Überzeugung fahre ich nach Berlin zurück.

Literaturverzeichnis

- I. Die Möglichkeit der Weltraumfahrt. Allgemeinverständliche Beiträge zum Raumschifffahrtsproblem von Prof. H. Oberth, Dr. F. v. Hoefft, Dr. Ing. W. Hohmann, Dr. K. Debus, Ing. G. v. Pirquet, Ing. Fr. W. Sander und Willy Ley. Leipzig 1928 bei Hachmeister & Thal.
 - II. Professor Hermann Oberth: „Die Rakete zu den Planetenräumen.“ 3. Auflage. „Wege zur Raumschiffahrt.“ München 1929, bei R. Oldenbourg.
 - III. Dr. Ing. Walter Hohmann: „Die Erreichbarkeit der Himmelskörper.“ München 1925.
 - IV. Mag Valier: Raketenfahrt. München 1928.
 - V. Prof. Robert Hutchins Goddard: A method of reaching extreme altitudes. Washington 1919.
 - VI. Robert Esnault-Delerie: L'exploration par fusées de la très haute atmosphère et la possibilité des voyages interplanétaires. Paris 1928.
 - VII. E. Gussalli: Si puo gia tentare un viaggio d'alla terra alla luna. Milano 1926.
 - VIII. Alexander Boris Scherschevsky: „Die Rakete für Fahrt und Flug.“ Berlin-Charlottenburg 1929 bei C. J. E. Volkmann Nachfl.
 - IX. Hermann Noordung: Das Problem der Befahrung des Weltenraumes. Berlin 1929 bei R. C. Schmidt & Co.
 - X. Prof. N. A. Rynin: „Zwischenplanetenverkehr.“ Bisher 3 Bände. Leningrad 1928—29.
 - XI. K. E. Ziolkowsky: „Eine Rakete in den kosmischen Raum.“ Kaluga 1924. „Erforschung der Weltenräume mit Reaktionsraumschiffen.“ Kaluga 1926.
-

Die Romane um die Weltraumrakete

- Bruno H. Bürgel: Der Stern von Afrika (Berlin 1923).
 Hans Dominik: Das Erbe der Uraniden (Berlin 1928).
 Otto Willi Gail: Der Schuß ins All (Breslau 1925);
 Der Stein vom Mond (das. 1926); Hans Hardts Mond-
 fahrt (Stuttgart 1928).
 Thea von Harbou: Die Frau im Mond (Berlin 1929).
 Christian Haugen: Die Reise nach dem Ken. (Berlin
 1928).
 Karl August von Laffert: Kanale am Himmel (Berlin
 1925); Flammen aus dem Weltraum.
 Willy Ley: Die Starfield Company Ltd. (Berlin 1929).
 Arthur Vollmer: Der Flug in die Sterne. Der Roman
 eines Raumschiffes (Minden i. W. 1928).

Die in den Zeitschriften verstreute Literatur hat bisher am vollständigsten Scherschevsky zusammengestellt (in Nr. VIII). Die bisher einzige Raumsfahrtzeitschrift ist „Die Rakete“, die nunmehr schon im dritten Jahrgang im Verlage des „Vereins für Raumschiffahrt e. V.“ in Breslau unter der Leitung von Johannes Winkler erscheint und laufend über alle wichtigen Fragen der Raketen-technik berichtet.

DIE RAKETE

OFFIZIELLES ORGAN
DES VEREINS FÜR RAUMSCHIFFAHRT E. V.
IN DEUTSCHLAND

HERAUSGEGEBEN V. JOHANNES WINKLER

SCHRIFTFLEITUNG, VERLAG UND HAUPTGESCHÄFTSSTELLE
BRESLAU 13, HOHENZOLLERNSTR. 63/65
TELEPHON 30885

Erste und einzige, bereits im 3ten Jahrgang erscheinende Fachzeitschrift für die Fragen des Raketenfluges orientiert am zuverlässigsten über den Fortgang der Arbeiten an dem großen Kulturproblem.

Wer das Werk der Raumschiffahrt fördern will, trete dem Verein für Raumschiffahrt E. V., der weitaus stärksten Vereinigung dieser Art, bei. Dem Verein gehören die bekanntesten Persönlichkeiten auf dem Gebiet der Raketentechnik, wie Fritz von Opel, Prof. Oberth, Ing. Sander, Dr. Ing. Hohmann, Dr. v. Hoefft u. a. an. Der Mitgliedsbeitrag ist z. Zt. 5 RM. jährlich. Die Vereinszeitschrift ist für Mitglieder frei. — Wer in dem Beitritt zum Verein eine zu starke Bindung erblickt, kann die Zeitschrift auch besonders beziehen. Bezugspreis vierteljährlich 90 Pfg. nebst Postgebühr. Bestellungen nimmt das Postamt entgegen, von dem man seine Postsachen erhält.

Probenummer kostenlos vom Verlag.

WILLY LEY

STARFIELD COMPANY

ROMAN

Gebunden **RM. 4.80**



In diesem Roman verwendet Ley den ganzen Umfang seiner Kenntnis des Raketenprojektes. Und mit der Leidenschaft des Zukunftstechnikers und der humorvollen Nüchternheit eines modernen Menschen baut er die Verwirklichung der Idee so kühn auf, daß jeder nicht nur mit fliegendem Atem das Buch liest und eine Raketenfahrt miterlebt, sondern sich an den Kopf greift und sich sagt, daß hier, jetzt, wirklich, im zwanzigsten Jahrhundert der Mensch die Mythen aller Völker durch die Tat übertrifft.

Der Mittelpunkt des Romans und das Haupt der Starfield Company ist Cora, ein organisatorisches Genie und eine schöne Frau . . .

RODERICH FECHNER VERLAG
BERLIN-WILMERSDORF



Die Möglichkeit --- --- der Weltraumfahrt

Mit Beiträgen von:

Professor Herm. Oberth, Dr. Franz von Hoeffst,
Dr. Ing. Walter Hohmann, Dr. Karl Debus,
Ing. Guido von Pirquet u. Ing. Fr. W. Sander

Herausgegeben von **Willy Len**

Preis brosch. RM. 13.— Geb. RM. 15.—

Das Buch behandelt auf 344 Seiten wissenschaftlich einwandfrei die Möglichkeit des Baus und der Benutzung von Fahrzeugen, die nach dem Rückstoßprinzip konstruiert sind. Fast sämtliche Fachleute deutscher Zunge sind in dem Werk zu Worte gekommen, dessen textliche Ausführungen durch 70 gute Abbildungen erläutert werden. Das Thema ist mithin überzeugend und maßgeblich erschöpft.

Verlag Bachmeißer & Thal, Leipzig.