

Die Reise
zu den Planeten
ist technisch
möglich





Lehrmeister-Bücherei

Nr. 814—815

Die Fahrt ins Weltall

Von

Willy Ley

Mit 19 Abbildungen



Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig

Lehrmeister = Bucherei

Allgemeinverständlich u. volkstümlich, aber wissenschaftlich zuverlässig
kurz und knapp und doch alles Wesentliche berücksichtigend

Kunst und Literatur, Literaturgeschichte

Geschichte der deutschen Literatur. Von L. Göderik.

- I. Aus den Uransängen bis zu Gottsched. [586/8]
II. Von Klopstock bis zum Jahre 1848. [606/8]
III. Vom Jahre 1848 bis zur Gegenwart. [627/9]
Vollständig geb. M 3.50

Der historische Roman als Begleiter der Weltgeschichte.

Ein Führer durch das Gebiet der historischen Romane und Novellen.
Von Dr. G. Bod und Dr. R. Weigel. Geb. M 4.20 [535/44]

Geschichte des deutschen Volkes. Von Dr. F. Hofmeister.

- I. Germanische und karolingische Zeit. [582/4]
II. Entstehung, Blüte und Verfall des deutschen Königtums. [601/3]
III. Im Zeitalter der Renaissance, der Reformation und Gegenreformation. [616/8]
Teil I—III in einen Band geb. M 3.30

IV. Im Zeitalter der Großmachtsbildung, der Befreiungskriege und der Reaktion 1848—1849. [641/3]

V. Deutsche Einheitsbewegung, das neue Reich und seine Umbildung und Revolution. [647/9]

Teil IV und V in einen Band geb. M 2.40

Repetitorium der Weltgeschichte. [680/3]

Was sollen wir lesen? Ein Führer zur guten deutschen Literatur aller Zeiten (Märchen und Epos, Roman und Novellen, Lyrik und Drama).

Von Dr. F. Bläschke. [546/7]

Grundriß der Ästhetik. Von A. Seidel.

- I. Theoretische Ästhetik. [609/11]
II. Kunsttheorie und Kunstkritik. [612/4]

In einen Band geb. M 2.80

Opernführer. Beschreibung der hauptsächlichsten Opern. Erfah. für Texte.
Unentbehrlicher Ratgeber für die Oper. Geb. M 2.50 [310/4]

Führer durch die Bühnenträger des deutschen Theaters.

- I. Das Drama der Gegenwart. [626/8]

Die Kunst des Singens. Gemeinverständlich behandelt. [237]

Die Lehre von der Dichtkunst (Poetik). [253/4]

***Lehrbuch der Vortragskunst.** [123] | ***Die Kunst der freien Rede.** [630]

* Beide Nummern in einen Band geb. M 1.40

Philosophie

Die Philosophie. Einführung in ihr Wesen und ihre Probleme. Von A. Seidel. [441/5]
Gebunden M 2.40

Seelenkunde (Psychologie). [487/40]

Logisches Denken. [287/8]

Wegweiser zum moralischen Handeln. [318/9]

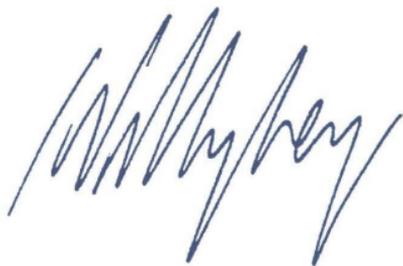
Die Fahrt ins Weltall

Gemeinverständlich geschildert

von

Willy Ley

19 Abbildungen von Thea Blüthner



Verlag Schmeißer & Thal
Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
I. Teil. Das Leben auf anderen Gestirnen:	
Was hält das Leben aus?	4
II. Teil. Auf dem Wege zur Raumschiffahrt:	
Phantasien, und was man daraus lernen kann	10
Die Feinde der Weltenfahrt: Schwere	13
Atmosphäre . .	19
Leerer Raum .	22
Die Kampfmittel der Technik: Flugzeuge . . .	25
Schleudern . .	25
Geschütze . . .	27
III. Teil. Die Sieger: Raketen:	
Oberth und Goddard, zwei Marksteine auf dem	
Wege zur Weltenfahrt	32
Arbeitsweise der Raketen	32
Goddard oder Oberth?	50
Die Eroberung des Weltenraumes	53
Die Außenstation	62
Schluß	67

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen und Vervielfältigung der Abbildungen, vorbehalten.

Copyright 1926 by Fachmeister & Thal, Leipzig.

Einleitung

Durch die Zeitung ging die Nachricht, daß der amerikanische Professor Goddard mit einer Rakete zum Monde fliegen will. — Mancher Zeitungsleser wird sich gefragt haben, wie denn das gemacht werde; ob Menschen in solcher Rakete mitfahren könnten, und ob sie am Ziele zu leben vermöchten. Als Antwort auf diese Fragen wurde dies Buch geschrieben.

Vor allem eins: Für Fachleute ist es nicht bestimmt. Es soll in leicht verständlicher Weise dem Laien zeigen, daß es bereits mit den jetzigen Mitteln der Wissenschaft und Technik möglich ist, zu anderen Planeten zu fliegen. Im wesentlichen ist es also eine populäre Übertragung des grundlegenden Buches von Professor Hermann Oberth: „Die Rakete zu den Planetenräumen“.

Zuerst ist die Frage beantwortet, ob Menschen auf einem glücklich erreichten fremden Weltkörper wenigstens zeitweise zu leben vermöchten. Die astronomischen Sachen habe ich in kondensiertester Form gegeben, dabei sind die elementarsten Kenntnisse vom Bau der Welt vorausgesetzt.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit den der Weltensfahrt feindlichen Naturgewalten und den Kampfmitteln der Technik gegen dieselben.

Der dritte Teil endlich zeigt den Weg, wie der Plan verwirklicht werden kann. Hinweggelassen sind technische Kleinigkeiten, die nur den Überblick stören würden, und die mathematischen Beweise, die der Leser, der derartige Kenntnisse besitzt, am besten in Professor Oberth's Buch: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ (Verlag R. Oldenbourg, München) selbst nachprüft.

Berlin, im Oktober 1926.

Willy Ley.

I. Teil

Das Leben auf anderen Gestirnen

Was hält das Leben aus?

Die Frage: „Kann Leben, welches auf einen anderen Planeten verpflanzt wird, dort weiterexistieren“, formuliert sich bei einigem Nachdenken darüber zu einer anderen um. Sie lautet dann: „Welche Bedingungen braucht das Leben, um fortzuexistieren, und um wieviel dürfen Druck, Temperatur usw. von den gewohnten Bedingungen abweichen. Kurz, was hält das Leben aus?“

Um diese Frage nun — sie läßt sich Schlagwortmäßig kurz natürlich nicht beantworten — klarzustellen, wird es das vorteilhafteste sein, systematisch der Reihe nach die natürlichen Voraussetzungen des Lebens, wie wir es kennen, zu untersuchen. Es entbehrt vielleicht nicht einer gewissen, sagen wir Eigenart, wenn man gleich zu Beginn einen gewissen Vorbehalt, „wie wir es kennen“, machen muß. Es ist selbstverständlich möglich, daß es Lebensformen gibt, die wir entweder überhaupt nicht kennen oder nicht als solche erkennen. Wer vermöchte z. B. heute mit innerer Überzeugung zu sagen, die flüssigen Kristalle sind lebendig, oder andererseits, sie sind bestimmt nicht lebendig? Wie soll man sich zu den sogenannten Enzymen stellen? Die Vertreter des Monismus erklären ja jede Materie bis ins Innere der Atome für beseelt, während, um wieder die Gegenseite anzuführen, die Anhänger gewisser Sekten und Richtungen von beseelten Wesen sprechen, die keinen Körper besäßen. Das alles geht uns aber hier nichts an; unsere Untersuchung soll sich auf alles das erstrecken, über dessen „Lebendigkeit“ kein Zweifel mehr herrscht.

Wenn jemand Enzyme, Kristalle und flüssige Kristalle als Übergangsformen oder Nebenweige der Übergangsform vom anorganischen zum organischen Naturreich annehmen will, so sei ihm dies unbenommen, eine Urzeugung muß ja irgendwo einmal stattgefunden haben, denn der Begriff „Wunder“ ist vor den toten, gläsernen Augen der Wissenschaft ein verhältnismäßig vager geworden.

Genug aber, der Übergang von „toter“ zu lebendiger Materie muß irgendwo einmal geschehen sein — man kann ihn mit Recht als weit unter der Sichtbarkeitsgrenze der besten Mikroskope annehmen (der französische Arzt d'Hérelle spricht sogar von Bakterien der Bakterien, sogenannten bakteriophagen Viren) —, die Entwicklungstheorie lehrt uns, daß ein Klümpchen lebenden Schleimes für alles weitere genügt. Wir werden später sehen, daß dieses erste lebende Protoplasmaklümpchen sogar für die Erklärung des Lebens im gesamten Weltall genügt.

Bei der eigentlichen Untersuchung dürfen wir natürlich nicht immer die höchstentwickelten Wesen unserer Erde, die Wirbeltiere oder etwa sogar die Primaten (Menschen und Menschenaffen) ins Auge fassen, sondern vor allen Dingen die niedersten Tiere und Pflanzen, besonders die Wesen, deren Zugehörigkeit zu Tier- oder Pflanzenreich überhaupt nicht feststeht. Gerade diese Lebewesen, die dem Schlachtruf: *Hic* Tier, *hic* Pflanze „überparteiisch“ gegenüberstehen, aus denen beides werden kann, besitzen eine erstaunliche Lebensfähigkeit.

Stellen wir uns irgendeinen, der Einfachheit halber sei der Name *Bazillus* gebraucht, vor, der unter Verhältnissen leben und sich fortpflanzen kann, die für alle anderen Lebewesen einfach unmöglich sind, meinetwegen in einer Atmosphäre von Cyangasen, so kann sich aus diesem Bakterium ein Tier- und Pflanzenreich entwickeln, denen diese hochgiftigen Gase entweder gleichgültig, oder sogar Bedürfnis sind.

Solche Bakterien kennen wir wirklich, es handelt sich bei ihnen nur nicht um Cyangase, sondern um den ebenfalls hochgiftigen Schwefelwasserstoff.

Auch Sauerstofflosigkeit der Luft ist einer Gruppe von Bazillen (den Anaërobieu) gleichgültig, sie nehmen den Sauerstoff, den sie zur Abwicklung ihrer Lebensprozesse gebrauchen, aus Mineralien.

Doch will ich bei den „unbegrenzten Möglichkeiten“, die sich bei Betrachtung dieser Anaërobieu und Schwefelbakterien ahnen lassen, nicht länger verweilen; bemerkt sei nur noch, daß nach neueren und neuesten Forschungen ohne Bazillen jedes höhere Leben unmöglich ist. Die Rundigen seien auf die Tätigkeit der Fäulnis-, Boden- und Darmbakterien hingewiesen.

Betrachten wir noch rasch die kosmischen „Außerlichkeiten“ eines Planeten, durch welche die Bedingungen auf seiner Oberfläche gegeben sind. Es ist für uns sehr wichtig, diese „Außerlichkeiten“ deuten zu können, damit wir von dem Anblick im Fernrohr mit einiger Sicherheit auf die Zustände auf der Oberfläche schließen können.

Für die Temperatur, die ein Planet auf seiner Oberfläche im Durchschnitt zeigt, ist vor allen Dingen seine Entfernung von der Sonne maßgebend. Aus der Entfernung läßt sich nach dem allbekannten Satze, daß die Lichtstärke im Quadrate der Entfernung abnimmt, mit ziemlicher Sicherheit die Menge der dem Planeten zugestrahlten Energie berechnen. Allerdings spielt dabei noch die Atmosphäre eine gewichtige Rolle. Das Vorhandensein einer solchen ist bedingt durch die Größe und Masse des in Frage kommenden Weltkörpers. Ein großer Körper (genauer, ein Körper mit großer Schwere) kann länger eine große Atmosphäre festhalten als ein Körper mit geringer Schwere. Die kleinsten Weltkörper (Moude und Planetoiden) sind deshalb meistens atmosphärelös. Natürlich werden spezifisch schwere Gase länger und stärker festgehalten als spezifisch

leichtere Gase. Ein Beispiel dafür bietet das Helium (Sonnenstoff), das, wie schon sein Name besagt, zuerst auf der Sonne festgestellt wurde.

Nicht unwichtig ist die Frage der Lichtverteilung. Hängt die Lichtstärke von der Entfernung ab, so ist die Lichtverteilung vor allen Dingen eine Frage der Rotation. Unser Erdmond, der uns ständig dieselbe Seite zukehrt, dreht durch seine Bewegung wenigstens während eines Monats einmal der Sonne beide Hemisphären zu. Der Tag dauert also für ihn 14 Erdentage. Ganz anders wird dies jedoch bei einem Planeten. Merkur, der Sonnennächste, bietet dafür ein Beispiel. Er wendet der Sonne stets dieselbe Halbkugel zu; die eine Hälfte muß deshalb verglühen und verdorren, während die andere in ewiger Nacht erstarbt. Dieselbe Erscheinung kann auch noch auftreten, wenn die Achse eines Planeten so schief steht, daß sie auf die Sonne hinzeigt. Auch dann (vorausgesetzt, daß noch eine zweite „Rotation“ stattfindet, die die Achse während eines Jahreskreislaufes stets zur Sonne weisen läßt) sieht eine Hemisphäre nie das Sonnenlicht, es wäre in diesem Falle der eine Pol, der andere Pol hätte die Sonne stets im Zenit, und das Grenzgebiet wäre der Äquator. Annähernd so sind die Verhältnisse auf Uranus, nur fehlt jene Rotation in der zweiten Richtung, deshalb wandert dort die Sonne in der Linie eines Meridians von Pol zu Pol. Etwaige Bewohner hätten — das Uranusjahr dauert 84 Erdjahre — 42 Jahre Tag und 42 Jahre Nacht. Das hat dort allerdings nicht mehr viel zu sagen, die Sonne scheint nur noch ein heller Stern. Damit kommen wir auf das ebenfalls sehr wichtige Kapitel der Achsenschiefe. Bekannt ist, daß die Schiefe der Erdachse ($23\frac{1}{2}^{\circ}$) die Jahreszeiten hervorbringt. Auf dem Jupiter kann ein solcher Wechsel nie stattfinden, denn seine Achse steht fast senkrecht auf seiner Bahn.

Wichtig ist auch das Vorhandensein einer Atmosphäre. Würde der Erde plötzlich die Atmosphäre entzissen, so wäre

wenige Minuten später alles Leben auf ihr erloschen, bis auf die vorher erwähnten Bakterien. Atmosphärelose Weltkörper brauchen also nicht ohne Leben zu sein. In diesem Zustande befinden sich die meisten Monde, die meisten Planetoiden und vielleicht der Planet Merkur. Auf unserem Monde glaubt man verschiedentlich in tiefen Kratern noch Reste einer Atmosphäre gesehen zu haben, ja es ist sogar der einzige Weltkörper, auf dem man sogar vielleicht Leben gesehen hat. Der amerikanische Astronom Pickering hat im Innern des Mondkraters Eratosthenes Flecke gesehen, die sich langsam bewegten. Er hält sie für wandernde Insekten Schwärme. Auch Grünfärbung wie von Pflanzenwuchs hat man auf dem Mond und auch auf dem Mars oft bemerkt, dagegen sind die einst viel besprochenen Marskanäle ihrer Herkunft nach recht unsicher. Eine eigenartige Beobachtung hat man an den Lufthüllen der beiden entferntesten Weltkörper Uranus und Neptun gemacht.. In ihren Atmosphären konnte man das Vorhandensein von Chlorophyll feststellen, des Stoffes, der der Pflanze ihre grüne Farbe verleiht und sie befähigt, die aus der Erde genommene Nahrung im Sonnenlicht zu verarbeiten.

Diese Beobachtung ist nur zu erklären, wenn man annimmt, daß dort in der Luft kleine Lebewesen schweben, die wahrscheinlich die Eigenschaft von Tier und Pflanze vereinigen. Man hat diese Erscheinung als „Luftplankton“ bezeichnet, da wir auf der Erde in den obersten Meereschichten im Plankton eine ähnliche Erscheinung haben.

Ich sagte vorhin, daß die Atmosphäre für die Wärme eines Weltkörpers wichtig ist. Das wirkende Element darin ist der Gehalt der Luft an Kohlenäure. In der Erdatmosphäre ist er verschwindend gering, doch „heizt“ er trotzdem ganz beträchtlich. Es ist einleuchtend, daß sich auf einem Planeten, der eigentlich — nach seiner Entfernung von der Sonne geurteilt — kalt sein müßte, durch eine kohlenäurereiche Atmosphäre eine ganz nette Temperatur

halten kann. Nach der Kältegrenze droht dem Leben überhaupt keine Gefahr, es paßt sich an, oder wenn es ganz schlimm kommt, verschläft es die Winterszeit. Bakterien halten im Sporenzustande sogar eine Kälte von über 250° Celsius unter Null lange Zeit aus. Sie können also sogar die Kälte des Weltraumes überstehen. (Ich komme auf die Verhältnisse im Weltraum noch im zweiten Teil zurück.) Dadurch geben sie die Möglichkeit, daß ein Weltkörper den anderen befruchtet. So kleine Körper, wie es Bakterien, oft auch Sporen höherer Pflanzen sind, unterliegen nämlich nicht mehr der Schwerkraft. Genauer gesprochen: der Schwerkraft unterliegen sie wohl, aber es hat sich gezeigt, daß Lichtstrahlen einen Druck ausüben, der für derartig kleine Körper größer ist als die Schwere. Eine Spore würde, auf den Schwingen des Lichtdrucks fliegend, $4\frac{1}{2}$ Jahre benötigen, um vom Merkur zum Neptun zu gelangen. Kann sie sich so lange lebensfähig erhalten? Warum nicht? Zum mindesten ist das Gegenteil nicht beweisbar. Außerdem kann die Reise in Etappen vor sich gehen. Ja, es wären sogar noch andere Zwischenträger vorhanden, die Kometen. Jene Weltkörper, die sich in langgestreckten Ellipsen in unserem Sonnensystem bewegen, sogar zu anderen Sonnen überwechseln, streuen wahrscheinlich überall, wo sie hinkommen, Lebenskeime aus. Ist ein Körper dann fähig, dem Keim die notwendigen Lebensbedingungen zu bieten, so ist der Grundstock zu einem neuen Leben gelegt, und alles weitere bleibt der Entwicklung überlassen. So wären also die schönen großen Schweifsterne nicht Boten des Todes, wie das Mittelalter glaubte, sondern in Wahrheit Boten des Lebens. — —

Künftige Raumschiffer würden also voraussichtlich überall Leben in irgendeiner Form antreffen. Bleibt noch die Frage, ob sie selbst v o r ü b e r g e h e n d auf fremden Weltkörpern zu leben vermöchten. Man kann diese Frage unbedenklich mit „ja“ beantworten. Unsere technischen Hilfs-

mittel schützen uns vor jeder Kälte, Taucheranzüge beheben Luftmangel oder etwaige giftige Beimischungen fremder Atmosphären. Auch die Unbill verringerter oder größerer Schwere ist zu überstehen, gefährlich kann nur Hitze werden. Bei einer Lufttemperatur von 50° C wäre wohl die Grenze gesetzt.

Künftige Weltenfahrer müßten sich also vor der Sonne hüten (sie ist ein loderndes Flammenmeer von mindestens 6000° Hitze), Jupiter und Saturn wegen der Riesenschwere meiden — ihre Monde könnte man besuchen — und den Merkur mit Vorsicht betreten. — — —

Wir haben also gesehen, daß ein vorübergehender Aufenthalt auf anderen Weltkörpern den Reisenden nicht den Tod zu bringen braucht, und wenden uns nun der Weltenschiffahrt selbst zu.

II. Teil

Auf dem Wege zur Raumschiffahrt

Phantasien, und was man daraus lernen kann

Stets, wenn es den Menschen unmöglich schien, einen ihrer Träume zu verwirklichen, half ihnen etwas anderes, ihm weiter nachzugehen, — die Phantasie. Und sobald im wahrsten Sinne des Wortes ein Flug zum Ikarusflug geworden war, war es dem leichten Flügel eben dieser Phantasie möglich, sich über den Ikarusflug zu leichterem freieren Flug zu erheben.

Doch der Unendlichkeit des Weltraumes gegenüber schien auch ihr Flug zu einem Ikarusflug werden zu wollen. Selbst ein Schiller schließt einen derartigen Phantasieflyug mit dem resignierten:

Steh, du segelst umsonst
 Bühne Seglerin Phantasie
 wirf ein nutzloses Anker hie

Tabelle der Weltkörper unseres Sonnensystems:

Name	Abstand von der Sonne in Mill. ^m km	Durchmesser in km	Jahreslänge	Tageslänge	Bemerkungen
Sonne	—	1392000	—	—	glühendgasförmig wahrscheinlich ohne Atmosphäre
Merkur	58	4780	88 Tage	88 Tage	dichte Atmosphäre zweiter kleiner Mond?
Venus	108	12400	225 "	?	nur geringe Reste einer Luftschicht
Erde	149 $\frac{1}{2}$	12756	365 $\frac{1}{4}$ "	24 Std.	Luftschicht der irdischen ähnlich, aber dünner.
Mond	384000 km von der Erde	3480	29 $\frac{1}{2}$ " (um die Erde)	29 $\frac{1}{2}$ Tage	2 kleine Monde
Mars	227	6740	687 Tage	24 Std. 37 $\frac{1}{2}$ Min.	Einzelheiten nicht festzustellen
Planetoiden (bis jetzt 1020 bekannt)	210—790	500m—770 km	1 $\frac{1}{4}$ —12 Jahre	?	vielleicht noch glühend. 9 Monde
Jupiter	777	145000	12 "	9 Std. 55 Min.	10 Monde und 3 Ringe
Saturn	1424	123000	29 $\frac{1}{2}$ "	10 Std. 14 Min.	4 Monde } Oberflächenn- beschaffenheit unbekannt
Uranus	2864	57600	84 "	84 Jahre	1 Mond
Neptun	4487	52900	165 "	?	bekannt

und die Kometen. — (Sämtliche Zahlen sind abgerundet.)

Trotzdem hat es immer Dichter gegeben, die den Flug gewagt haben. Von „Menippus“, den Lucian vor mehr als 2000 Jahren schrieb und der von einer kühnen Mondfahrt handelt, angefangen, über Replers „Mondtraum“, das Werk, das ihn wie Goethe sein „Faust“ durch das ganze Leben begleitete, und Jules Verne bis zu Lafwitz und Bürgel, ist durch die Jahrtausende hindurch eine ununterbrochene Kette von Raumsfahrtsromanen entstanden.

Eine alte Wahrheit besagt, daß man nichts als zu nichtig beiseite lassen soll, deshalb wollen wir schnell die Reihe dieser Bücher durchblättern, vielleicht enthalten sie doch die eine oder andere wichtige Anregung für eine vorläufig noch hypothetische praktische Durchführung einer Raumschiffahrt.

Die ältesten kann man getrost trotz des eben Gesagten fortlassen, sie bieten nichts von Belang, denn für ihre Verfasser fiel Raumsfahrt und Flugproblem noch zusammen, doch die neuere Roman-Literatur über diesen Punkt ist, wenigstens teilweise, gründlich durchdacht.

Am gründlichsten von Jules Verne, der seine Helden in einer Granate zum Monde schießen läßt. Er hat das theoretisch Erforderliche eines solchen Schusses richtig wiedergegeben, aber allein die Tatsache, daß sein Geschoh die ungeheure Beschleunigung von 11 200 m/sek. in den wenigen Sekunden, die es im Rohr verweilt, erhält, schaltet alle ernsthaften Erörterungen aus, kein Apparat, geschweige denn ein Lebewesen, könnte dem Andruck widerstehen, er würde alles zerschmettern. Trotzdem werden wir später noch einen kurzen Moment auf die berühmte Granate zurückkommen. Weiter: Bruno S. Bürgel (Der Stern von Afrika) läßt in seinem sehr lesenswerten Buch Erde und Mond, damit das gesamte Sonnensystem in einen kosmischen Nebel geraten und ermöglicht es dadurch den Helden seiner Erzählung, ein gewöhnliches, wenn auch verbessertes Flugzeug zu benutzen.

Einer der Neuesten, Karl August von Paffert (Janale

am Himmel), legt die Berechnungen Professor Oberth's und Goddards zugrunde, bringt also keine eigenen und neuen Gedanken in dieser Hinsicht und scheidet damit aus.

Auch Oskar Hoffmann (Mc. Milfords Reisen im Universum) kommt nicht in Betracht, da seine vorgebrachten Ansichten veraltet und wissenschaftlich undiskutabel sind.

Bleibt als einziger der geniale und berühmte Dichter-Gelehrte Kurd Laßwitz mit seinem zweibändigen, äußerst interessanten Roman: „Auf zwei Planeten“.

Laßwitz läßt die kugelförmigen Raumschiffe der Marsbewohner durch Repulsitschüsse, also durch Rückstoß durch den Weltraum treiben und hat damit den einzig möglichen Weg vorgeahnt.

Die Fahrzeuge selbst sind mit „Stellit“ umgeben, einem Stoff, der an sich schwerelos ist und auch die Eigenschaft hat, für die von ihm umgebenen Stoffe die Schwerkraft aufzuheben. Und das ist, wenn man sich so ausdrücken darf, der einzige „dunkle Punkt“ an dem hübschen Roman — denn das Stellit besitzen wir leider nicht. Mit ihm wäre das Problem auf einen Schlag gelöst, ohne es — müssen wir es auf andere Weise versuchen. Ein Versuch auf andere Weise ist möglich, denn es ist nicht nötig, die Schwerkraft auszuschalten, es genügt, wenn man ihr eine andere größere Kraft, die wir technisch beherrschen, entgegensetzt. Technisch beherrschte Kräfte haben wir genug; ob ihre Größe genügt, können wir erst beurteilen, wenn wir die Größen der „feindlichen“ Kräfte kennen. Diese wollen wir uns zunächst etwas näher ansehen.

Die Feinde der Weltenfahrt

1. Die Schwere

Der Hauptfeind des Weltenfahrers, gegen den vor allen Dingen der Kampf zu führen ist, ist die Schwere. Man kann sogar mit Zug und Recht sagen, daß sie der einzige

Feind sei, denn der Mangel an Luft und Licht im Weltraum, seine große Kälte — wir werden darüber noch sprechen — sind nur geringfügige Hindernisse einer Sternenfahrt, sie wären schon von der Technik des vorigen Jahrhunderts mit größter Leichtigkeit überwunden worden. Auch der Luftwiderstand ist nur ein sekundärer Gegner, denn nur durch die Schwere kann die Erde ja ihren Luftmantel festhalten. In dem Bestreben, die Schwere zu erklären, war immer eine Portion leidlicher Romik enthalten.

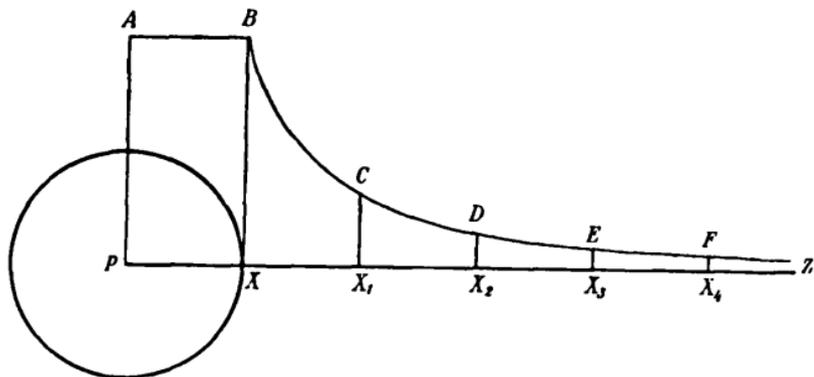


Abb. 1. Schwerkurve eines Weltkörpers. Auf der Geraden PZ ist der Halbmesser PX des Weltkörpers abgetragen. An der Oberfläche des Körpers hat seine Schwere die Größe XB, in 1 Halbmesser Entfernung (im Punkte X,) die Größe X,C, in 2 Halbmessern Entfernung die Größe X,D u.s.f. Die gesamte Kurvenfläche BZX (wenn man sie sich bis ins Unendliche weitergezeichnet denkt) ist gleich dem aus Oberflächenschwere XB und Halbmesser PX konstruierten Rechteck ABXP.

Beispiel: Der Stein, den ich seiner Unterstützung beraube, fällt herab, weil alle Körper das Bestreben haben, sich dem Erdmittelpunkt zu nähern, andererseits, weil „die Erde alle Körper anzieht“. Man sieht an dieser Erklärung, einer Erscheinung mit zwei Gründen, daß die „Erklärung“ über eine bessere Verlegenheitsphrase nicht viel hinauskommt.

Allerdings, wie diese Schwere wirkt, war seit langem bekannt. Newton hatte gezeigt, daß die Schwerewirkung

mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt (wie bei den Lichtstrahlen), und mit der Masse in direkter Proportionalität wächst. (Vergl. 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.

Das eigentliche Wesen der Schwere ist bis heute noch nicht geklärt. Zur Zeit, da die moderne Wissenschaft in der ersten Entwicklung war, hatte man für alle Sachen, mit denen man nichts anzufangen wußte, einen großen Topf, Fluidum genannt, in welchen man mit Licht und Elektrizität zusammen auch die Schwerkraft hineinwarf.

Merkwürdigerweise ist dieser Zusammenwurf später mit großer Wahrscheinlichkeit beibehalten worden. Nachdem man Licht und Elektrizität als Schwingungen des Lichtäthers — dieses Stoffes, den man sich als allerfeinstes Gas vorstellt, der aber (nach der Theorie) nicht rein dargestellt und gewogen werden kann, weil er alle anderen Stoffe durchdringt — identifiziert hatte, erklärte man auch die Schwere als Schwingungen des Äthers. Man nimmt an, daß von den kilometerlangen Wellen der Elektrizität über Wärmestrahlen, das Spektrum von rot bis violett, über ultraviolett und Röntgenstrahlen eine ununterbrochene Kette

existiert, bis herunter zu den aller kürzesten Wellen, den Gravitationsstrahlen.

An den Lichtäther knüpft auch die interessante Theorie Professor Sahulka an. Professor Sahulka nimmt den Äther als aus allerfeinsten Partikeln bestehend an, die von allen Seiten des Raumes her ein ununterbrochenes Bombardement auf jeden Körper ausüben. Dadurch, daß diese Partikel auf die Körper an der Oberfläche eines Planeten direkt herniederhageln, von unten her aber erst den Weg durch den ganzen Körper des Planeten zurücklegen müssen und dabei wesentlich an Kraft und Geschwindigkeit verlieren, kommt der Druck zustande, der alles gegen den Boden des Weltkörpers preßt.

Beide angeführten Theorien erklären die meisten Erscheinungen der Gravitation vollkommen, die eine diesen, die andere jenen Punkt besser. Welche von beiden richtig ist, kann ohne die ausgedehntesten Versuche nicht entschieden werden, möglich ist, daß noch ganz andere Momente mitspielen.

Kennen wir also auch nicht die Ursachen der Schwere, so vermögen wir sie jedoch in ihrer Stärke für jeden Fall genau zu berechnen, mit anderen Worten, wenn es uns auch nicht möglich ist (wenigstens vorläufig noch nicht), die Schwere gewissermaßen auszuschalten, indem wir die Axt an die Wurzel des Übels legen, so wissen wir doch genau, wieviel Kraft wir aufwenden müssen, um sie zu überwinden. Dabei kommt uns noch zugute, daß wir nie das volle Schwerfeld eines Weltkörpers zu 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.)

Ehe wir jedoch weitergehen, kommt noch eine andere Frage dazwischen: 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 Schwerewirkung in einer gewissen Entfernung vom Ausgangspunkt erlischt. Besonders Hörbiger vertritt in seiner Glazialkosmogonie diesen Gedanken und gibt mit der ihm eigenen Bestimmtheit (die allerdings selten auf Beweise gestützt ist) 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 in Folge 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.

Wenden wir uns jetzt der Größe der Erdschwere zu.

Sie läßt jeden Körper auf seine Unterlage einen gewissen Druck ausüben, den man in Kilogramm mißt. 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. (Selbstverständlich fallen alle Körper gleich schnell, Unterschiede in der Geschwindigkeit des Falles werden durch den Luftwiderstand hervorgerufen, der bei allen folgenden Zahlen nicht berücksichtigt worden ist und über den wir im folgenden Kapitel sowie in dem Kapitel Geschütze noch sprechen werden.)

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 Schwerfeld im Quadrat der Entfernung abnimmt (im Abstände von 2 r (Erdradien) vom Erdmittelpunkte gleich $\frac{1}{4}$, bei 3 r $\frac{1}{9}$, bei 4 r $\frac{1}{16}$, 5 r $= \frac{1}{25}$) 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 1,415 (11 250 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 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 6 378 000 mkg mitgeben. Es ist dies eine Zahl, die geradezu fürchterlich ist; ein einziges Kilogramm erfordert eine Arbeit gleich der, $6\frac{1}{2}$ Millionen kg einen Meter hoch zu heben! Doch werden wir sehen, daß es der Technik möglich ist, diese Arbeit zu leisten, vorher müssen wir aber noch die anderen Feinde der Weltraumfahrer betrachten.

2. Die Atmosphäre

Ein zweiter Feind des Raumfluges ist die Atmosphäre. Das mag paradox klingen, ist es bei näherer Betrachtung aber nicht. Allerdings ist die Lufthülle für das Leben auf der Erde eine unumgänglich notwendige Voraussetzung,

ohne sie ginge sowohl Fauna als Flora rettungslos zugrunde, dem Raumfahrer jedoch ist sie feindlich durch den Widerstand, den sie schnell bewegten Körpern bietet. Meteore, die mit großen Geschwindigkeiten in die Lufthülle der Mutter Erde eindringen, erglühen durch den Reibungswiderstand und verpuffen und zerschellen schließlich an diesem elastischen Panzer. Doch was geschieht, wenn von oben ein Körper mit großer Geschwindigkeit dem Erdboden zustrebt, stellt sich naturgemäß auch Körpern in den Weg, welche mit großer Vehemenz von unten nach oben wollen, d. h. der Luftwiderstand ist vor allen Dingen den Geschossen der Feuerwaffen hinderlich.

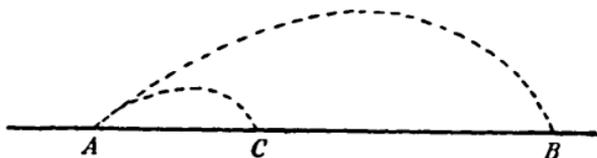


Abb. 2. Flugbahn eines Geschosses. AB im leeren Raum, AC in Wirklichkeit.

Wie groß der Unterschied zwischen theoretischer und wirklicher Wurfkurve ist, zeigt Abbildung 2. Theoretisch müßte der Abschuwinkel 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 Infanteriegeschosß 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 nämlich 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%	Stickstoff,
20,9%	Sauerstoff,
0,9%	Argon,
0,1%	Edelgase und Wasserstoff.
—	
100,0%	

Die 0,1%, die hier kurz als Edelgase bezeichnet wurden, setzen sich zusammen aus geringen Mengen Wasserstoff, Kohlenäure, Ozon, 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. Darüber scheint sich noch eine Schicht des bisher nur auf der Sonne bekannten Koroniums bis auf Schätzungsweise 500 km zu erstrecken, wo es sich allmählich in den Weltraum verliert. Die dichteste Schicht, in der sich alle Witterungsvorgänge abspielen, die sogenannte Troposphäre, reicht bis zur Höhe von 11 km. (Abb. 3. Ungefähr soweit 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 fast zwei Drittel aller Gase zusammengedrängt sind. Auf die Wirkungsweise des Luftwiderstandes in Einzelheiten kann ich leider hier noch nicht eingehen.

Die Verzögerungen und Nebenwirkungen, sowie die Wege zu ihrer Unschädlichmachung findet der Leser an den entsprechenden Stellen der technischen Erörterungen, doch kann ich hier schon sagen, daß die Überwindung möglich ist.

3. Der leere Raum

Der letzte Einwand der Skeptiker ist die Leere des Weltraumes. Selbstverständlich! Ein Fahrzeug nach Art

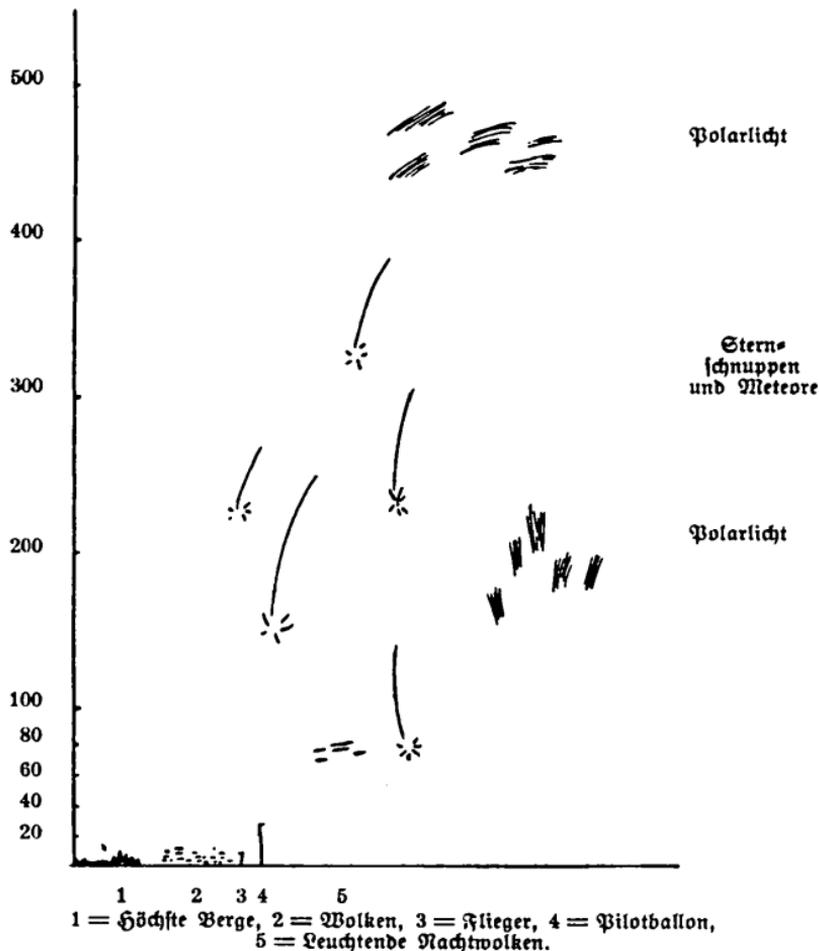


Abb. 3. Querschnitt durch die Lufthülle.

der Flugzeuge oder Luftschiffe würde im leeren Raum wie ein Stein abstürzen. Wir werden aber sehen, daß für die Fahrzeuge, welche wir verwenden wollen, die Leere des

Raumes absolut keine Rolle spielt. Auch der Einwurf der mangelnden Luft zum Atmen, den man oft hört, ist eigentlich kindisch. Unsere Unterseeboote während des Weltkrieges waren auch rings von Wasser umgeben, wenn sie ihre Streifjüge machten, und trotzdem ist es durch ganz einfache technische Mittel möglich gewesen, den Insassen die Atemluft zuzuführen.

Der Weltraum, den man auf der Schulbank als „absolutes Vakuum von -273°C “ kennenlernt, ist aber gar nicht so leer, zum mindesten gilt dies für den Raum bis zur Jupiterbahn.

Außer dem hypothetischen Lichtäther, der kaum noch als Materie anzusehen ist, scheint es sogar eine ganze Anzahl von Massen zu geben, die die Leere beeinträchtigen. Die Erdatmosphäre reicht mit ihren allerletzten Ausläufern bis zu 500 km Höhe. Dann kommt aber noch verschiedenes hinzu. Erstens scheint von der Sonne zu den Planeten außer den Elektronenbündeln, die unser Nordlicht erzeugen, noch eine Art Gasaustausch stattzufinden, zweitens scheint auch um unsere liebe dicke Mutter Erde noch ein erheblicher Staubring zu schweben. Das Zodiakallicht wird als Staublinse um die Sonne erklärt, nach anderer Lesart ist es ein Kometenschweif der Erde. An dieser Stelle sei noch mitgeteilt, daß sich nach der Theorie des Obersten Delauney das ganze Sonnensystem in einem kosmischen Nebel befindet. Der Nebel soll aus einem Kern und einer großen Anzahl konzentrischer Ringe bestehen und der Durchgang durch die ziemlich weit voneinander entfernten Stellen soll nach Oberst Delauney die Sonnenfleckenperiode erklären. Der Autor stützt seine Ansicht auf die Tatsache, daß die Perioden nicht ganz gleichmäßig sind, dagegen will er eine gewisse Ähnlichkeit zwischen den Perioden vor und nach 1788 erkannt haben, so daß er für dieses Jahr den Durchgang durch den Zentralkern des Nebels annimmt.

Von der Schulvorstellung des „absoluten Vakuums von 273° Kälte“ ist der erste Teil also schon recht unsicher geworden. Wie steht es nun mit der Temperatur?

Von vornherein gesagt, so wie es oben steht, ist es Unsinn; ein Vakuum hat überhaupt keine Temperatur. An den Stellen, wo etwas ist, das Temperatur haben kann, wird es allerdings sehr kalt, wahrscheinlich unter 200° C sein, wenn nicht die Sonnenstrahlen die Gas- und Staubballungen genügend erwärmen.

Während der Fahrt des Raumschiffes könnten umherfliegende Meteoriten eine gewisse Gefahr bilden, doch werden die Meteorsteine um so seltener, je größer sie sind, und nach Professor Oberth kann der Fall, daß das Fahrzeug von einem genügend großen Stein getroffen wird, durchschnittlich höchstens alle 100 Jahre eintreten. Vorausgesetzt ist natürlich, daß der Führer die genau bekannten Bahnen der Sternschnuppenschwärme (Leoniden, Perseiden) vorsichtig meidet. Es ist übrigens nicht 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 Lufterzeuger, den das Weltenfahrzeug so wie so 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).

Die Kampfmittel der Technik

1. Flugzeuge

Ich bitte diejenigen Leser, welche schon einige Kenntnisse der Materie besitzen, bei der Erwähnung des Wortes: „Flugzeuge“ nicht zu lächeln. — Wenn die Atmosphäre unserer Erde bis zu einem anderen Gestirn, beispielsweise dem uns am nächsten befindlichen Monde reichen würde, wäre ein Verkehr mit Flugzeugen, die allerdings aus verschiedenen Gründen extra für diesen Zweck gebaut sein müßten, ohne weiteres möglich. Nun ist ja der „leere Raum“, wie wir im vorigen Kapitel gelesen haben, nur sehr bedingt wirklich leer, die Dichte der darin verteilten Gase oder Staubwolken würde aber auch im günstigsten Falle lange nicht ausreichen, selbst unsere besten Flugzeuge zu tragen.

2. Schleudern

Die Gründlichkeit, als deren Vertreter wir Deutschen berühmt — fast hätte ich „berüchtigt“ geschrieben — sind, zwingt uns, auch die Kriegsmaschinen längst entschwundener Zeiten kritisch zu betrachten. Es wird mich hoffentlich niemand im Verdacht haben, daß ich beabsichtige, mit einer dem Museum entnommenen Schleuder der Kriegstechnik des Mittelalters ein Geschosß zum Monde zu werfen. Eine solche Schleuder müßte man dazu vorher in das Gigantische übersetzen und würde bei genauerer Berechnung — es gehören immer 12 km Anfangsgeschwindigkeit zu einem Schuß, was wir nicht einen Augenblick außer acht lassen dürfen — Maße herausbekommen, denen der Techniker nur mit einem kategorischen „Nein“ antworten könnte. Vielleicht aber eine modernere Ausführung? Etwa folgendermaßen:

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 auszuführende 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

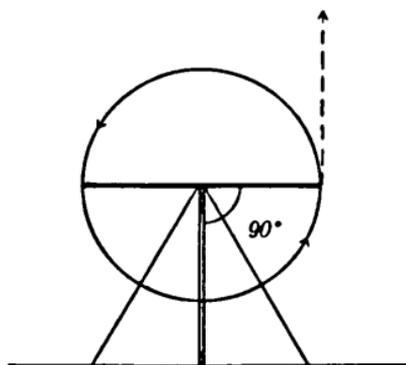


Abb. 4. Schematisches Bild eines Rotators im Augenblick der Auslösung eines senkrechten Schusses.

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 Geschosß 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. 4.)

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

Seifenblase der Phantasie elendiglich zerspritzen. 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 11 200 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.

3. G e s c h ü t z e

Und Geschütze? — — —

Noch tönt uns der Donner der Batterien des Weltkrieges in den Ohren, und wir Deutschen sind gewöhnt, mit unseren Geschützen alles, selbst das Scheinbar Unmöglichste möglich zu machen — haben wir unsere Riesengranaten doch über Entfernungen von 120 km hoch über die Schützengräben der Front hinweg in Feindesland hineingeschickt. Sollte es nicht, von der Mitnahme von Menschen sei abgesehen, möglich sein, dem friedlich auf irdische Liebespaare herabschauenden Nachtgestirn einen ballistischen Gruß zuzusenden?

Selbstverständlich dreht es sich wieder um die Anfangsgeschwindigkeit. Wie groß mag sie bei den Ferngeschützen gewesen sein? Herausbekommen kann man es nicht, denn sie ist, wie alle edlen Bestrebungen, ein in der Verborgenheit „streng geheimer“ Schreibtischschubladen blühendes Pflänzchen.

Ungefähre Schätzungen und Rückrechnungen aus der Weite des Schusses geben die Zahl von 1600—1700 m/sek. Das würde, wenn die Rohre gegen kosmische Feinde einmal senkrecht nach oben gerichtet würden, eine Steighöhe von 120 km ergeben, viermal so viel, als die höchsten Ballonsonden erreicht haben.

Doch wollen wir bei dieser Gelegenheit auf Jules Vernes Vorschlag zurückkommen. Der Hergang des Romans, soweit er für uns in Frage kommt, ist kurz folgender:

Ein artilleristischer Verein, der Sun-Klub, beschließt auf den Rat seines Präsidenten Barbicane, einen Schuß nach dem Monde zu versuchen. Nach eingehender Beratung werden Maße und Konstruktion von Geschütz und Geschohß festgelegt, und im Verlauf des Romans kommt es dann wirklich zu dem Schuß, der gelingt, besser gelingt, als seine Urheber es sich ausgedacht haben.

Wir werden jetzt die Maße eingehend und kritisch untersuchen und werden sehen, daß durch verschiedene Fehler und Flüchtigkeiten, die dem Präsidium des Sun-Klubs (bzw. Jules Verne) unterlaufen sind, in Wirklichkeit die Granate noch nicht einmal aus der Lufthülle der Erde herausgekommen wäre, vielleicht sogar nicht einmal das Rohr verlassen hätte.

Das Geschütz, welches senkrecht in die Erde gegossen wird, hat ein Kaliber von 2,70 m und 270 m Rohrlänge. Als Treibstoff soll eine 54 m hohe Füllung mit Schießbaumwolle dienen. Das etwa 10 t schwere Geschohß soll eine Hohlkugel aus Aluminium (später eine do. Granate) sein.

Bis dahin ist alles gut und schön; die Granate wäre

vielleicht wirklich bis zum Mond geflogen, wenn, ja wenn dieser vermaledeite Luftwiderstand nicht wäre. Er ist es tatsächlich allein, der die ganze Verneische Rechnung über den Haufen wirft, denn in dem berühmten Roman wird er als unbedeutend bezeichnet.

Der Luftwiderstand hängt von zwei Größen ab, erstens von der Form des bewegten Körpers und der Größe seines Querschnittes und zweitens von der Geschwindigkeit, mit der er sich bewegt.

Über den Formwiderstand haben wir später noch ausführlicher zu sprechen, hier sei nur angegeben, daß er bei einer Granate mit langer, schlanker Spitze ungefähr $\frac{1}{4}$ der Zahl beträgt, die eine Scheibe von gleichem Querschnitt finden würde.

Bei fliegenden Geschossen ist nun etwas anderes zu berücksichtigen. Ein bewegter Körper hat eine gewisse Energie. Man hat lange nach einer Formel gesucht, die es gestattet, diese Energie im Meterkilogramm zu berechnen. Sie

lautet $E = \frac{M V^2}{2}$. Das heißt aus der Stenographie der

Mathematiker in Schriftdeutsch übertragen: Die Energie (E), die das Geschosß besitzt, ist gleich seiner Masse (M) mal dem Quadrat der Geschwindigkeit ($V^2 = V \cdot V$). Das Ganze muß noch halbiert werden. Es ist nun die Grundbedingung, daß E größer sein muß als der Luftwiderstand. (Wer nicht glaubt, daß das nötig ist, oder es noch besser veranschaulichen will, versuche einmal, einen Rinderluftballon, der so schwer ist, daß er gerade schwebt, mit großer Wucht zu werfen.)

Diese nötige Größe von E läßt sich erzeugen, indem man

1. die Geschwindigkeit vergrößert (dann wächst der Luftwiderstand mit),
2. das Geschosß möglichst schwer macht.

Der zweite Weg ist auch noch einmal gangbar, man

kann es aus möglichst schweren Stoffen oder aus möglichst viel schweren Stoffen machen.

Das zweite scheint paradox, ist aber das einzig Mögliche, denn das spezifische Gewicht erreicht einmal einen Höhepunkt. (Selbst Platin-Iridium kommt nur auf 20, Stahl-Blei auf 13,5.) Man kann aber viel schwerere Stoffe nehmen, indem man die Granate sehr lang macht, denn der Widerstand wächst nicht mit der Länge, sondern nur mit dem Querschnitt. (Deshalb sind alle schweren Granaten 6—8 Kaliber lang.)*

Die hohle Aluminiumbüchse Vernes wäre schon an der Mündung in der Luft stecken geblieben — wenn sie überhaupt aus dem Rohr gekommen wäre. Dies ist nämlich auch noch unwahrscheinlich. Außer dem Widerstande der freien Luft ist nämlich noch der Widerstand der Luft im Kanonenrohr zu überwinden. Würde das Geschöß in demselben nur eine Geschwindigkeit haben, die unter der des Schalles bleibt, so könnte die Luft nach oben entweichen. Sie ist aber viel größer, folglich entweicht die Luft nicht, sondern wird von der Granate zusammengepreßt und außerdem noch auf ihre Geschwindigkeit beschleunigt. Da nun über der Granate noch eine 216 m hohe Luftsäule lastet, die komprimiert werden müßte, ist es sogar möglich, daß dieser Luftwiderstand größer wird als der Druck der Explosionsgase. Das Geschöß bleibt deshalb nicht unbedingt stecken, erleidet aber eine ungeheure Geschwindigkeitseinbuße. Auf jeden Fall würde es platt gedrückt werden.

Den Luftwiderstand im Rohr kann man sparen, wenn dasselbe vor dem Schuß luftleer gemacht wird. Es müßte

*) Dazu kann man folgenden Versuch machen: Man werfe mit voller Kraft eine Kugel von, sagen wir $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, ins Wasser und beobachte die Bahn. Dann wiederhole man den Versuch mit einem $1\frac{1}{2}$ cm dicken Besenstiel und zum Schluß möglichst noch mit einer gleich starken Eisenstange. Man wird sehen, wie weit die letzte kommt.

dann mit einem leichten Deckel verschlossen werden, den die Granate bestimmt zerschmettern könnte. Im „Vorstoß in den Weltenraum“ hat Valier sich die Mühe gemacht, die Irrtümer in den Bernseschen Rechnungen richtig zu stellen und ist dabei zu folgenden Endergebnissen gekommen:

„Das günstigste Kaliber für ein solches Geschöß ist 1,20 m, die Länge der Granate muß 6 Kaliber (7,20 m) betragen. Da die Mitnahme von Menschen ausgeschlossen ist, kann das Geschöß fast massiv gemacht werden. Als Material wäre Wolframstahlmantel mit Bleiausguß zu empfehlen.

Das Geschütz muß 900 m nutzbare Rohrlänge haben und in das Gestein eines am Äquator liegenden 5000 m hohen Berges eingeprengt sein. Es bekommt einen Drall und wird vor dem Abschuß luftleer gepumpt. Der Sprengstoff, der langsam abbrennen soll, muß von rückwärts in Brand gesetzt werden und der Granate die Anfangsgeschwindigkeit von 12 000 m/sek. erteilen.“ — — —

Der Vollständigkeit halber wären vielleicht noch die elektrischen Geschütze oder Solenoide zu erwähnen, die beinahe ein Mittelglied zwischen Kanone und Schleuder darstellen. Ihre Wirkung beruht auf der Bildung kräftiger magnetischer Felder in einer Drahtspule. Die Kraftlinien sind fähig, eiserne Geschosse mit ziemlicher Geschwindigkeit aus dem Solenoid zu schleudern, doch ist die Treffsicherheit gering.

Man kann sich auch ein Solenoidgeschütz denken, das man durch gigantische Ausmaße in die Lage versetzt, 12 000 m/sek. zu erzeugen, doch dürfte ein solcher Versuch (ebenso wie mit einem Pulvergeschütz) derartige Geldmittel verschlingen, daß sich wohl nie jemand finden dürfte, der den Versuch finanziert. Außerdem würde die Summe, die ein einziger Schuß kosten würde, wahrscheinlich ausreichen, den größten Teil dessen zu bezahlen, das jetzt im letzten Teil dieses Buches besprochen werden soll.

III. Teil

Die Sieger: Raketen

Oberth und Goddard, zwei Marksteine auf dem Wege zur Weltensfahrt

Bei der Betrachtung der Kampfmittel der Technik habe ich eines bisher unterschlagen — das einzige, mit dem die vereinten, um die Schwerkraft gescharten Feinde der Weltensfahrt zu besiegen sind.

Es ist die Rakete!

Angeblieh schon den Chinesen 3000 Jahre vor Christi Geburt als Feuerwerkskörper bekannt, wird sie dem ersten Kolumbus des Sternennalls als Fahrzeug dienen. Allerdings, zwischen einer Feuerwerksrakete und einem künftigen Raketenraumschiff ist ein Unterschied wie zwischen einem Rinderluftballon und unserem Z R III.

Fast gleichzeitig erschienen die Bücher zweier Gelehrter über das Thema der Raumsfahrt mit Raketen: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ von Professor Hermann Oberth, und „A Method of reaching extreme altitudes“ von Professor Charles Goddard.

Die Bücher sind sich naturgemäß ähnlich, der Hauptunterschied ist rein äußerlich der, daß Goddard viel experimentiert hat, während Oberth (dem leider derart reiche Geldmittel nicht zur Verfügung standen), nur alles auf das genaueste berechnen konnte. Der Hauptunterschied in der Theorie ist, daß Professor Goddard seine Raketen mit festen Brennstoffen (Pulver) treibt, während Professor Oberth nach langem Überlegen sich für stoßfrei arbeitende flüssige Brennstoffe entschieden hat. Wir werden bei der Besprechung stets vergleichend beide Werke betrachten.

Arbeitsweise der Raketen

Die Bewegung der Rakete wird durch Rückstoß erzeugt. Das bezeugt sogleich ihre Eignung zum Raumschiff, denn der

Rückstoß kann auch im leeren Raum wirken, im Gegensatz zum Propeller, der, um arbeiten zu können, einer Luftschicht bedarf. Das Zustandekommen des Rückstoßes können wir uns an einem einfachen Beispiel klar machen. 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.) Von selbst ergibt sich, daß die Rakete nicht sofort mit der Geschwindigkeit, die den Gasen innewohnt, anfährt, sondern verhältnismäßig langsam.

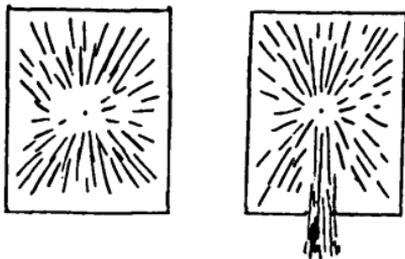


Abb. 5. Rückstoßprinzip.

Auch das ist für die Verwendung als Raumschiff von Vorteil, denn der plötzliche Stoß, den die Granate im Geschütz erhält, war, wie wir gesehen haben, das Haupthindernis der Mitführung irgendwelcher Nutzlast. Andererseits resultiert aus dem Energieverlust, der zu Anfang erfolgt, eine Endgeschwindigkeit, die größer ist als die Auspuffgeschwindigkeit der Gase. Um die Geschwindigkeit möglichst groß zu machen (d. h. um die nötigen 11 250 m/sek. zu erzielen), hat man zwei Möglichkeiten:

1. indem man die Auspuffgeschwindigkeit möglichst steigert,
 2. indem man die Rakete genügend lange brennen läßt.
- Praktisch leichter gangbar ist der erste Weg, denn um eine lange Brenndauer zu erzielen, müßte unverhältnismäßig viele Schießpulver in die Weltall

mäßig viel Betriebsstoff mitgeschleppt werden. Auch der erste Weg findet naturgemäß eine Grenze, es kommt dabei auf die Kraft der Explosion des Betriebsstoffes an. Professor Goddard hat die Auspuffgeschwindigkeit experimentell an verschiedenen Pulversorten 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) ab-

weicht, 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.

Bevor wir aber weitergehen, müssen noch einige Worte über die Form der Rakete gesagt werden. Die Form der Feuerwerksrakete einfachster Ausführung, eine einfache, an einem Ende unverschlossene Hülse, an die ein langer, leichter Stab angebunden ist, der das Überschlagen verhindern soll, erkennen wir auf den ersten Blick als ungeeignet. Der stumpfe Kopf bietet viel zu viel Widerstand gegen die Luft, und die Stange, die mitgeschleppt wird, ist vollkommen totes Gewicht. Die letztere könnte leicht durch einige Stabilisierungsflossen ersetzt werden, und der Spitze kann man einen spitzen Hut aufsetzen. (Abb. 6, einfache und verbesserte Rakete.)

Nun setzt sich aber 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 Konservenbüchse hat, so ist es klar, daß die Luft an der quergestellten Vorderfläche nicht schnell genug ausweichen kann und einen erheblichen Druck ausübt. Genau

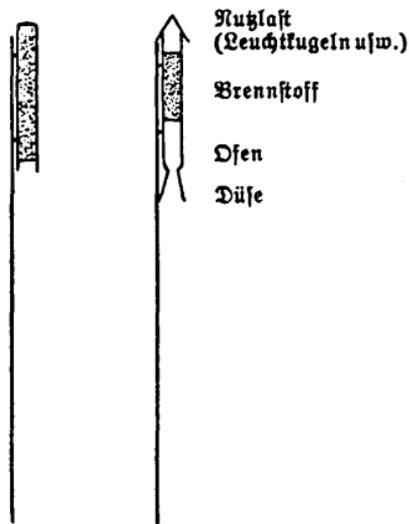


Abb. 6. Schema einer einfachen und einer verbesserten Feuerwerksrakete.

daselbe, nur eben gewissermaßen umgekehrt, geschieht am hinteren Ende. Dort kann die Luft nicht schnell genug zusammenschlagen, es entsteht ein Vakuum, welches das Geschloß zurücksaugen möchte. Auch Wirbel, die sich dadurch bilden, spielen eine große Rolle. In langen, mühseligen Versuchen hat man nun 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 (die ehemalige „Bodensee“ sowie der Z R III hatten 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 aber bei den Raketen das Vakuum hinter dem Körper weg, da die Verbrennungsgase den Raum ausfüllen. Dadurch wird der Luftwiderstand auch noch geringer. Dem Raketentechniker 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, damit die nötige sogenannte Querschnittsbelastung erreicht wird. Man kann sich das so klarmachen, daß ein zu leichter Körper auch bei der größten Kraft gegen ein widerstehendes Medium nicht ankämpfen kann. Max Valier gebraucht dazu den anschaulichen Vergleich, daß „jemand ebensogut versuchen könnte, eine Seifenblase mit einem Billardstock gegen einen Sturmwind vorzustößen“. (Siehe auch Kapitel Geschütze.) 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, wagerecht zu stellen, wodurch Schlingerbewegungen 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. Der Ausweg, die Gase oben auspuffen zu lassen und den Brennstofftank herabhängend zu konstruieren, ist aus technischen Gründen nicht gangbar. Einen Teil des Luftwiderstandes kann man umgehen, indem man den Abfahrtsort möglichst hoch legt, doch bleibt immerhin noch genug übrig. Es ist dies ein Dilemma, aus dem man nur mit großer Mühe einen Ausweg finden kann; wir werden später sehen, daß die Schwierigkeiten aber noch lange nicht erschöpft sind.

Wenden wir uns erst noch dem wichtigsten Teil der Rakete zu, der Auspuffdüse. Der Schnitt durch die verbesserte Rakete zeigt uns, daß sich die Hülse hinter den Pulvermassen noch fortsetzt und dann etwas verengt. In dem dadurch gebildeten Raum, dem Ofen, findet die Verbrennung statt, die möglichst vollständig zu sein hat. Danach erweitert sich der Raum wieder, die eigentliche Düse bildend. Es ist nun das Verdienst Professor Goddards, durch seine Versuche die beste Form für die Düse gefunden zu haben. Nach seinen

Überlegungen muß der Öffnungswinkel 7—8° betragen, die Innenfläche der Düse muß, um Reibungsverluste zu vermeiden, möglichst glatt sein. (Bei seinen Versuchen benutzte er als Material Chromnickelstahl.)

Man bezeichnet das Verhältnis zwischen wirklich in Bewegung umgesetzter Kraft und theoretisch vorhandener Energie als „Wirkungsgrad“. Dieser Wirkungsgrad ist stets verhältnismäßig gering, er beträgt bei Dampfmaschinen 14—20%, bei Explosionsmotoren 30—33% und bei Dieselmotoren 37—39%. Auch die gewöhnlichen Raketen haben nur einen Wirkungsgrad von 2%, doch ließ sich dieser nach Prof. Goddard bis auf 65% steigern. (Allerdings entsteht schon bei der Explosion selbst ein Verlust von mindestens 20%, so daß der Gesamtwirkungsgrad der besten Raketen mit 52% anzusetzen ist. Auch dies ist noch mehr, als alle anderen Maschinen leisten, Transformatoren mit 85—95% ausgenommen.)

Wir kommen nunmehr zu einem sehr wichtigen Punkt, nämlich der Menge der Betriebsstoffe, oder richtiger, der Größe des Verhältnisses zwischen leerer und gefüllter Rakete. Wir haben vorhin davon gesprochen, daß die Endgeschwindigkeit der Rakete größer werden kann als die Auspuffgeschwindigkeit der Gase. (Das muß sie auch sein können, da wir rund 12 000 m/sek. brauchen und die besten bekanten 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 2,7 mal so viel wiegen wie die leere. Bei doppelter Endgeschwindigkeit ist das Verhältnis 7,4 : 1, bei dreifacher 20,1 : 1, bei vierfacher 54,6 : 1 usw. Es sieht nun so aus, als wenn man bei Knallgas (bestenfalls 5000 m/sek.) mit einem Verhältnis 20,1 : 1 auskommen könnte. Leider stimmt das nicht, das Knallgas ist nämlich spezifisch so leicht, daß der Raum, den es beanspruchen würde, so groß wird, daß wir in die alte

Zwickmühle der Knickfestigkeit geraten. Außerdem ließe sich auch die Querschnittsbelastung mit so leichten Betriebsstoffen nicht erreichen. Deshalb müßten schwerere Betriebsstoffe genommen werden, die aber wieder geringere Auspuffgeschwindigkeiten ergeben usw. Dazu kommt noch, daß technisch das Verhältnis 30 : 1 schon nicht mehr ausführbar sein dürfte. (Prof. Goddard hat bei seinen Pulverraketen berechnet, daß für die Endgeschwindigkeit von 12 000 m/sek. auf ein Kilogramm Gewicht 802 kg Pulver kommen würden.) Wir drehen uns mit unseren Überlegungen also immer im Kreise herum, und würden so wahrscheinlich nie zu einem Resultat kommen. Da kommt aber ein anderer Gedanke. 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 Übereinanderstellen beliebig vieler Raketen (Abb. 7) ließe sich auch jede beliebige Endgeschwindigkeit erreichen. Praktisch wäre allerdings wohl schon eine 5- oder 6fache

Rakete nicht mehr ausführbar, denn es ist wahrscheinlich 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. Den eigentlichen Beweis wollen wir an dieser Stelle nicht an-

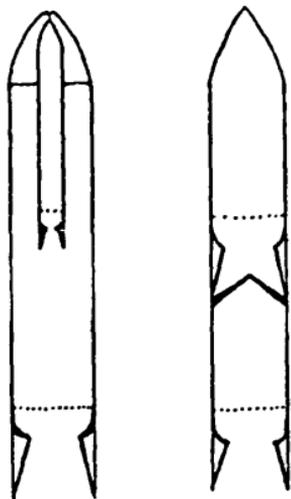


Abb. 7. Zueinandergeschachtelte u. übereinandergestellte Doppelraketen.

führen, 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. J. B. 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 finden.

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

auch, sogar noch viel besser, erreichen, wenn man im Innern der Rakete drei schnelllaufende Kreisel anbringt, die in den drei Ebenen des Raumes senkrecht aufeinander stehen. Professor Goddards Raketen sollen denselben Zwecken dienen wie die Pilotballons. Er will sie mit verschiedenen Registrierapparaten versehen mehrere tausend Kilometer empor-schießen, so daß sie wieder auf die Erde zurückfallen. Man kann solche Rakete auch mit selbsttätig kurbelnden Kinetographen versehen. (Diesbezügliche Angaben, die teils hier ergänzen, teils ergänzt werden, findet der Leser noch an verschiedenen Stellen in folgenden Kapiteln.)

Zu genau denselben Zwecken gedenkt Prof. Oberth eine Rakete, die er Modell B nennt, zu verwenden. Er hat auch die Bahn, die das Geschöß am Himmel beschreiben würde, genau berechnet, sie bildet einen „größten Kreis“, der nach dem Äquator hin abweicht. Es ist daher empfehlenswert, den Abschußort auf den Äquator selbst zu legen, damit die Berechnung vereinfacht und die Auffindung der zurückgekehrten Teile erleichtert wird. Die wirkliche Bahn ist eine parabelähnliche Linie, kann theoretisch auch eine wirkliche Parabel werden, doch wäre dies wegen der vielen auftretenden Nebenkräfte ein unerhörter Glücksfall. In Wirklichkeit wird die Bahn eine langgestreckte Ellipse werden, deren einer Brennpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt. (Dadurch wird die Berechnung erleichtert, der Radiusvektor bestreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen, zweites Keplersches Gesetz.) — —

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 be-

hält 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. Um diese Abweichung zu verhindern, könnte man die Rakete etwa schräg abschießen, im vorliegenden Falle wären fast genau 5° Abweichung von der Senkrechten notwendig.

Die Neigung der Flugbahn und die Anfangsgeschwindigkeit sind auch noch zwei heikle Punkte. Um aus den dichtesten Luftschichten möglichst schnell herauszukommen, ist der senkrechte Aufstieg natürlich der beste, und große Abweichungen von der Vertikalen wird man sich überhaupt nicht erlauben dürfen.

Von Vorteil ist es, daß die Geschwindigkeit des Apparates zu Anfang die geringste ist, doch darf sie auch wieder nicht allzu gering sein, damit der Kampf gegen die Schwere, die das Fahrzeug in jeder Sekunde 9,8 m zurückziehen möchte, nicht zu lange dauert und möglichst wenig Energie vergeudet.

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. Beschleunigung plus rund 10 m/sek. Schwere), vielleicht ergeben Versuche ein höheres Maß. Ubrigens 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

Schräge Bewegung wegfällt, außerdem nimmt die Schwere in dieser Höhe an und für sich schon beträchtlich ab.

Am leichtesten zu ertragen wird der Andruck in liegender Stellung sein, man kann dazu Hängematten benutzen, die zwecks Platzersparnis später zusammengerollt werden. Sofort nach Aufhören des Gasstromes fällt jede Andruckempfindung fort. Die Einhaltung der Beschleunigung wird wahrscheinlich technisch durchführbar sein.

In seinem Buche: „Die Rakete zu den Planetenräumen“ hat Prof. Oberth die von ihm „Modell B“ genannte Pilotrakete genau beschrieben und ist sogar auf alle technischen Einzelheiten eingegangen. Im Verlaufe dieses Kapitels ist jedoch das meiste, was für den Laien erwähnenswert ist, schon gesagt worden, so daß wir uns eine genaue Beschreibung ersparen können. Modell B besteht aus einer Alkohol-Rakete, in welcher eine Wasserstoff- (Knallgas-) Rakete steckt. Die Spitze der Alkohol-Rakete klappt, wenn ihre Brennstofftanks leer sind, auseinander und gibt die Wasserstoff-Rakete frei.

Die Zuführung der Brennstoffe zum Zerstäuber erfolgt durch eine Art Druckpumpen, die eine eigene Erfindung Prof. Oberths sind, ebenso wie die Kontrollapparate der Rakete. Wie schon erwähnt, wird dies Raketenpaar durch eine Schubrakete auf 7700 m Höhe gehoben und auf 500 m/sek. Geschwindigkeit gebracht. Dann verbrennen nacheinander die beiden oberen Raketen. Da Prof. Oberth stets die ungünstigste Zahl genommen, besonders auch die Auspuffgeschwindigkeiten viel zu gering angesetzt hat, berechnet er für das Modell B eine Steighöhe von 2000 km bei 5139 m/sek. Endgeschwindigkeit. In Wirklichkeit dürfte die Endgeschwindigkeit über 7000 m/sek. betragen, wodurch die Höhe ungefähr ein Erdhalbmesser wird, also ungefähr der Fall, wie beschrieben.

Der ganze Apparat ist (immer ohne die Schubrakete, die 1 m dick, ca. 2 m hoch und 220 kg schwer ist) 5 m lang,

55,6 cm dick und 544 kg schwer. Davon kommen 6,9 kg auf die Knallgas-Rakete. Also ein nur kleiner Apparat, der als „Sonde“ jedoch die besten Dienste leisten kann. Die Düse ist für das Modell B noch als einfach und kreisrund gedacht, doch will Prof. Oberth sie bei den großen Raketen, welche Menschen mit emportragen sollen, in viele kleinere Düsen teilen. Die Einrichtung dieser Raketen ist im allgemeinen dieselbe wie bei Modell B, nur sind die einzelnen Raketen übereinandergestellt.

Modell B soll senkrecht aufsteigen. Prof. Oberth sagt auf Seite 42 wörtlich: „Wollte ich beim Modell B die Al-

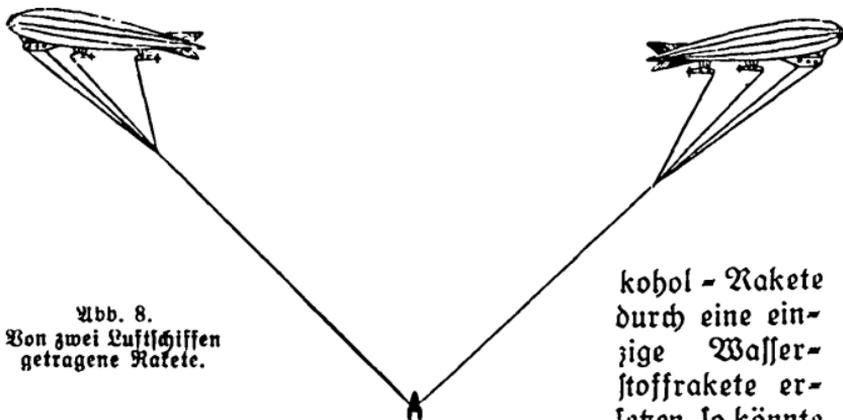


Abb. 8.
Von zwei Luftschiffen
getragene Rakete.

kohol-Rakete
durch eine ein-
zige Wasser-
stoffrakete er-
setzen, so könnte

ich das überhaupt nicht recht. Wollte ich statt der A R zwei Wasserstoff-Raketen nehmen, so würde der Apparat ca. 5 mal so lang, also 125 mal so voluminös und 18 mal so schwer.“ Die Formeln, die Prof. Oberth für seine Raketen berechnet hat, gelten nur dann, wenn der Aufstiegs- punkt 5500 m über dem Meerespiegel liegt. (Wenn man sich darauf versteifen wollte, die Rakete vom Meeres- spiegel aus abfahren zu lassen, müßte sie doppelt so lang, aber auch achtmal so schwer sein.) Man kann diese Forde- rung erfüllen, indem man die Rakete von einem hohen Berg abfahren läßt. Nun sind leider derartig hohe Berge in der

Nähe der großen Kulturzentren nicht vorhanden, außerdem, wenn das so wäre, dürfte der Transport des Apparates auf den Berggipfel vielerlei Schwierigkeiten bereiten.

Praktischer ist deshalb der Vorschlag, die Rakete erst von Luftschiffen in die Höhe heben zu lassen. (Abb. 8. Von Luftschiffen getragene Rakete.) Für die ganz großen Raketen schlägt Prof. Oberth die Abfahrt von der Wasseroberfläche eines großen Sees vor, schon wegen der abgeworfenen Teile. Es wird aber sehr leicht möglich sein, den Wirkungsgrad der Raketen noch zu steigern, indem man den Abfahrtspunkt noch höher legt und dadurch den größten Teil des Luftwiderstandes umgeht. Prof. Oberth sagt übrigens auch selbst, daß die Steighöhe seiner Raketen beträchtlich größer (fast doppelt so groß!) sein wird, wie berechnet, weil er vorsichtshalber die Berechnungen immer auf die ungünstigste Zahl aufgebaut hat.

Technisch bedeutend schwieriger wird die Landung sein. Vor allen Dingen spielt bei der Pilotrakete (wie bei den Registrierballons) der Fallschirm eine große Rolle. Bei großen, bemannten Raketen soll er jedoch nur die Spitze des Raumschiffes zurückziehen, damit man durch Rückstoß bremsen kann. Den Ausführungen betreffs des Fallschirmes ist am meisten widersprochen worden, und Prof. Oberth ist zu dem Ergebnis gekommen, daß ein gewöhnlicher Fallschirm nicht geeignet ist, er soll auch nicht — wie Prof. Oberth zuerst angab — dem Luftstrom lang gestellte Flächen bieten, da sich dieselben bei der großen Geschwindigkeit durch Reibung an der Luft zu stark erwärmen würden. Auch Tragflächen nach Art der Flugzeuge sind ungeeignet, — der ringförmige Fallschirm, wie ihn Valier vorschlägt, dürfte vorläufig der beste sein. (Hierzu Abb. 9.) Es ist dies ja auch noch nicht definitiv festgelegt und neue Vorschläge können noch Besseres bringen. Da sich der Schirm auf jeden Fall erwärmt, schlägt Prof. Oberth vor, ihn durch vorher zwischen die Falten gelegte Eisstückchen zu kühlen. Es dürfte

auch möglich sein, unverbrennbare Gewebe herzustellen, deren Kosten nicht allzu hoch und deren Haltbarkeit andererseits groß genug ist.

Pilotraketen können ohne Gefahr für die Apparate senkrecht in die Erdatmosphäre eintreten, die leere Hülle (vielleicht auch noch in Verbindung mit einem Fallschirm)

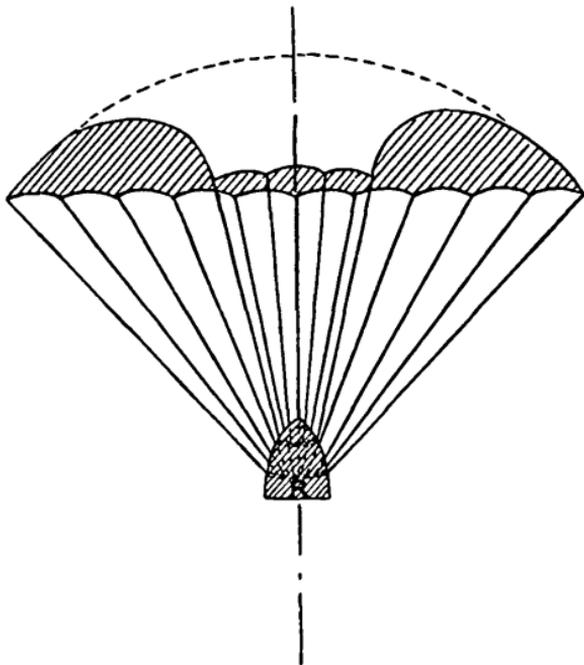


Abb. 9. Ringförmiger Fallschirm (senkrecht durchschnitten), den Kopfteil (R) einer großen Rakete tragend.

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, doch möchte ich Herrn Prof. Oberth selbst darüber Sprechen lassen (Die Rakete zu den Planetenräumen,

Nachtrag zu Seite 58). „Man könnte nämlich auch Apparate bauen, die ihre Geschwindigkeit zum Teil noch außerhalb der Erdatmosphäre nur durch Rückstoß abbremsen. Es müßte dann nur $\frac{M_0}{M_1}$ (Verhältnis der gefüllten zur leeren Rakete) 20—40 mal so groß sein, d. h. wenn die Apparate dieselbe Nutzlast mitführen sollen, so müßten sie vor dem Aufstieg 20 bis 40 mal so groß und so schwer sein. Hier (in bezug auf den Fallschirm) habe ich nun ein Mittel, die Apparate leichter und billiger zu machen. Ich nannte das Ding „Fallschirm“, weil mir gerade kein besseres Wort dafür einfiel. Ich sagte aber gleichzeitig auf Seite 58, daß dieser Fallschirm erst in zweiter Linie bremsen soll. In der Tat würde bei einem kleinen Apparat die leere Blechhülle schon durch den einfachen Luftwiderstand in ausreichendem Maße gebremst, bei einem bemannten Apparat wieder würde die Bremskraft des Fallschirmes für eine glückliche Landung so wie so nicht ausreichen. Er könnte die Fallgeschwindigkeit großer Raketen höchstens auf 80 m/sek. herabdrücken, so daß bei der Landung der letzte Rest der Geschwindigkeit doch noch durch Rückstoß abgebremst werden müßte. (Es ist allerdings ein Unterschied, ob ich 11 km/sek. durch Rückstoß abbremsen und den Apparat daher 20—40 mal so groß und so schwer, oder ob ich nur 80 m/sek. abbremsen und den Apparat daher 1,02 mal so groß und so schwer machen muß, als wenn ich gar nicht durch Rückstoß bremsen müßte.) Natürlich sollen bemannte Raketen die Erde nicht in senkrechtem Fall treffen, da die Bremsstrecke zu kurz wäre. Da nun aber die bemannte Rakete so wie so eine Seitenbewegung hat, zumal wenn sie schräg aufgestiegen ist, was ja das beste wäre (danach hätte eine Zwischenlandung unterwegs nicht stattgefunden. W. L.), so nähert sie sich der Erde auf irgendeiner Kurve zweiter Ordnung, die man leicht so beeinflussen kann, daß ihr erdnaher Punkt in die oberen Luftschichten fällt. Selbst wenn die Schicht, innerhalb derer

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 hindurch gehen, 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. — Dazu haben wir übrigens noch die Möglichkeit, die Fallschirmschneise oben oder unten anzuziehen, den Fallschirm somit schräg zur Fahrtrichtung zu stellen und einen Auftrieb oder Abtrieb zu erzeugen, so daß wir uns länger in geeigneter Höhe halten können.“

Interessant ist ferner, wie man sich die Auffindung der niedergegangenen Teile denkt. Es kommt hier natürlich nur eine Pilotrakete in Betracht, denn in bemannten Raketen können sich die Insassen durch mitgeführte Funkapparate bemerkbar machen. Man kann den Ort des Niederganges von Fall zu Fall mit leidlicher Genauigkeit berechnen, doch bleibt immerhin eine Unsicherheit von ca. 100 km im Umkreis. Um in diesem Raume die niedergegangenen Apparate auffinden zu können, muß man den Pilotraketen noch einige besondere Vorrichtungen mitgeben, welche das Aufsuchen erleichtern helfen.

Professor Oberth hat dazu den Vorschlag gemacht, in den Kopf der Rakete einen kleinen, luftdicht verschlossenen

Kessel einzubauen. Der Kessel, in dem sich ein zusammengepreßter, mit Wasserstoff gefüllter Gummiballon befindet, ist durch eine Klappe verschlossen, die auf einer Seite verlotet ist. Das Lötmetall ist von einem Behälter umgeben, der unmittelbar vor dem Aufstieg mit Säure gefüllt wird. Nach 4—6 Stunden ist das Lötmetall zerfressen, der Ballon dehnt sich aus, stößt die Klappe auf und kommt heraus. Eine 30—50 m lange Schnur hält ihn schließlich fest. Außer diesem weithin sichtbaren Zeichen könnte man auch eine Rauchpatrone mitgeben, die sich beim Rückfall in die Atmosphäre entzündet, so daß die Bahn der Rakete als schwarzer Rauchstreifen am Himmel steht. Die Entzündung der Rauchpatrone kann durch Zeitzünder oder durch einen kleinen Propeller, der sich im Gegenwind dreht, erfolgen. — Wird ein Pilotschuß so abgefeuert, daß es während der Fahrt der Rakete für die Erde bereits dunkel ist, die Rakete selbst aber noch von der Sonne beleuchtet wird, so läßt sich ihre ganze Bahn im Fernrohr — vielleicht sogar mit bloßem Auge — verfolgen. Denn da sich die Gase im Raum sehr schnell ausbreiten, dabei in der Sonne leuchten, würde das ganze Aussehen an einen Kometen erinnern. —

An dieser Stelle sei auch gleich noch kurz auf die Gefahren, die den Mitfahrern beim Aufstieg drohen, hingewiesen. Wie wir gesehen haben, kann die Landung verhältnismäßig gefahrlos gemacht werden, während der freien Fahrt könnte höchstens ein Meteorstein einiges Unheil anrichten, wir haben auch darüber schon gesprochen. (Kapitel: Leerer Raum.) Für den gesamten Apparat könnte eine Explosion des Brennstoffvorrates verhängnisvoll werden. Da die Wandung der Rakete nur sehr dünn, die der Beobachtungskammer aber verhältnismäßig stark sind, kann eine solche Explosion, die nur durch grobe Unvorsichtigkeit veranlaßt sein kann, nur die Spitze wegblasen, ohne dieselbe zu beschädigen.

Unangenehm ist auch für die Reisenden der hohe Andruck, der, um die Gesundheit nicht zu schädigen, keinesfalls höher als 40 m/sek. sein darf. Bei fehlendem Andruck treten verschiedenartige Erscheinungen auf, vor allem eine Art Schreckgefühl, welches nach mehreren Versuchen wahrscheinlich schwinden wird. Außerdem ein ziehendes Gefühl in der Speiseröhre, auch dieses vergeht aber, wenn die Versuchsperson sich an abnormen Andruck gewöhnt. Erhöhten Andruck zu beobachten, bieten sich nur seltene und kurze Gelegenheiten. In der „Rakete zu den Planetenräumen“ sind verschiedene Fälle angeführt, in denen hoher Andruck ohne jede Schädigung oder Nachwirkung ertragen wurde. Die einzige, dauernd beobachtete Erscheinung ist eine Ausschaltung des Zeitsinnes, Sekunden erscheinen mitunter minutenlang ausgedehnt. Man hat auch vermutet, daß die Fahrt in der Rakete eine Art Seekrankheit erzeugen könne, doch ist Professor Oberth der Ansicht, daß diese eher durch den steten Wechsel von Auf und Ab hervorgerufen wird.

Professor Oberth glaubt, daß durch größeren, andererseits auch fehlenden Andruck überhaupt keine größeren Beschwerden entstehen können. Man könnte auch zur Beobachtung der Erscheinungen bei großem Andruck ein großes Karussell von mindestens 60 m Krümmungsradius bauen. Natürlich muß die Versuchsperson von ihrem Platze aus die Geschwindigkeit regulieren können; man kann die Maschine auch direkt zum Training benutzen.

Goddard oder Oberth?

Welcher Weg würde nun zu beschreiten sein? Die Art, wie sie Professor Oberth, oder die Art, wie sie Professor Goddard vorschlägt?

Es ist natürlich, daß man jetzt, wo man über Berechnungen, Vorversuche und Pläne noch nicht hinweggekommen

ist, nicht über eines der Werke ohne weiteres den Stab brechen kann. Das wird auch in Zukunft nicht geschehen, denn, soweit man die Sache bis jetzt überblicken kann, haben beide Sorten Raketen ihre bestimmten Anwendungsgebiete. Die Pulverraketen, die Prof. Goddard vorschlägt, sind bedeutend einfacher gebaut und sollen etwa denselben Zwecken dienen wie das Modell B Professor Oberths. Dieser selbst sagt im Anhang seines Buches, daß sie dafür „ohne Zweifel besser geeignet seien“ als sein Sauerstoffapparat.

Überlegen wir noch einmal einen Augenblick die Arbeitsweise der Pulverraketen — die Patronen werden in der Art eines Maschinengewehrs abgefeuert —, so haben wir des Pudels Kern. Durch die Stöße, die die Rakete dabei notwendig empfängt, ist sie für die Mitnahme von Menschen ungeeignet. Das können nur die Oberthschen Raketen leisten, die einen u n u n t e r b r o c h e n e n brennenden Gasstrom erzeugen.

Aus anderen Gründen, die wir im nächsten Kapitel besprechen werden und die eng mit der Betriebsstofffrage verknüpft sind, können wir mit Sicherheit schließen, daß die künftigen Raumschiffe nach dem Prinzip unseres Landmannes gebaut sein werden. Die Pulverraketen werden die Späherdienste zu Gunsten der Wissenschaft zu leisten haben. Also ungefähr ein Unterschied — ein Vergleich, der eo ipso hinken muß — wie zwischen Freiballon und Verkehrsflugzeug.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch kurz die Bahnen besprechen, die die Raketen in den verschiedenen Fällen zu beschreiben haben. Bei dem sogenannten „Pilotschuß“ ist die Sache einfach, die Bahn bildet einen hohen parabelähnlichen (in Wahrheit elliptischen) Bogen über der Erdoberfläche. (Abb. 10.) Ein Schuß zum Monde bildet eine S-förmige Linie und setzt sich aus z w e i annähernd parabolischen Linien zusammen. (Abb. 11.)

Ganz anders ist dagegen der Reisetweg zu einem Planeten. Bei einer solchen Bahn ist außer der Geschwindigkeit, die sich die Rakete erteilt, auch noch die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn zu berücksichtigen.

Diese beträgt ca. 30 km/sek.

Wenn nun ein Raumschiff durch die eigene Kraft seine Geschwindigkeit in bezug auf die Sonne steigert, scheinbar

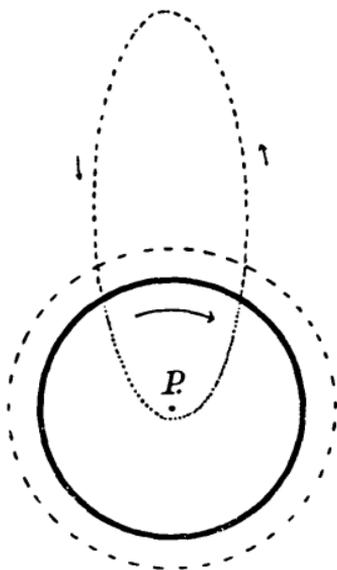


Abb. 10. Bahn eines Pilotenschiffes. Die Erde gegen den Südpol (P) gesehen. Die Rakete bleibt hinter der Erddrehung zurück.

dem Erdball vorauseilt, so wird es in eine Bahn gedrängt, die es von der Sonne fort zu dem Planeten Mars führt. Die Bahn ist nach den Keplerschen Gesetzen gegeben und ähnelt einer wenig exzentrischen Kometenbahn. Ist die Rakete in der Nähe der Bahn eines anderen Planeten angelangt, so kann der Führer die Fahrt abbremsen und das Herankommen des anderen Planeten erwarten, wenn man nicht die Abfahrtszeit so gewählt hat, daß der Planet im Zeitpunkt der Ankunft an dem betreffenden Punkte steht. Mit

in Rechnung zu nehmen wäre noch die Rotationsgeschwindigkeit der Erde und die Störungen durch andere Weltkörper, diese sind aber so gering, daß sie sich leicht ausgleichen lassen werden (lenkbar muß das Raumschiff auf alle Fälle sein), auch die Rotation der Erde ergibt im höchsten Falle — am Äquator — nur die Geschwindigkeit von 480 m/sek.

Von einer großen Rakete lassen sich folgende Versuche ausführen:

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 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.

Schon solcher Versuche wegen wäre eine Raumfahrt zu begrüßen.

Die Eroberung des Weltraumes

Wenn die Arbeitskraft und Leistungsfähigkeit der vorbeschriebenen Raketen experimentell bis auf die geringsten Kleinigkeiten untersucht worden ist, kann mit dem eigentlichen Kampf gegen die Schwere begonnen werden.

Das erste wird sein, eine unbemannte kleine Rakete, die aber immerhin schon groß genug ist, um mehrere Apparate mitführen zu können, einige tausend Kilometer über die Lufthülle hinaus zu schießen, so daß sie wieder zur Erde zurückfällt. Dieser Versuch ist, wenn sich ein Geldmann dazu findet, sofort ausführbar, und die durch die Apparate zur Erde zurückgebrachten Ergebnisse würden der Wissenschaft ungeheure Dienste leisten. Die nähere Art und Weise dieses Schusses ist ja schon besprochen worden.

Ist dies mehrere Male mit Erfolg ausgeführt worden, wird man daran gehen, unseren Trabanten den ersten Gruß herüberzuschicken, eine mit Blitzlichtpulver gefüllte Rakete, deren Ladung sich beim Aufschlagen entzündet.

Nach Professor Goddard, der der Urheber dieser Idee ist, würden 8—12 kg Blitzlicht ein deutlich erkennbares (mit dem Fernrohr natürlich), Sekundenwährendes Aufblitzen ergeben.

Ob man zu diesen Versuchen Raketen mit festen oder flüssigen Betriebsstoffen benützt, ist vollkommen gleichgültig, ich selbst halte nur für den Menschenflug die Oberth'schen Raketen für unbedingt geeigneter, weil die Stöße der einzelnen Explosionen wegfallen.

Ja, es wäre, wenn man auf möglichst raschen Fortschritt bedacht ist, sogar empfehlenswert, beide Arten von

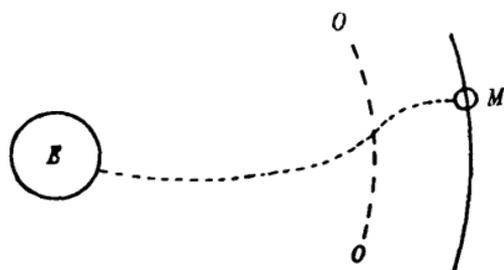


Abb. 11. Bahn einer Rakete, die von der Erde (E) zum Monde (M) fliegt. O—O ist die Schwereregrenze.

Maschinen nebeneinander zu verwenden, um eine Konkurrenz herbeizuführen, die die Anstrengungen und damit die Leistungen steigern würde.

Ist auch die Beschießung des Mondes so weit, daß

Fehltreffer die Schuldigen ebenso lächerlich machen wie heute ein Feuerwerk, welches nicht in der gewollten Weise abbrennt, seinen Erzeuger, wird man eine größere Rakete rund um den Mond schießen. Man kann diesem Geschosß einen selbsttätig kurbelnden Kinematographen mitgeben, dessen Aufnahmen uns mit einem Schlage über die unbekanntere hintere Hemisphäre des Mondes aufklären würde. Ist auch dieses Kunststück gelungen, beginnen die Versuche in der gleichen Reihenfolge mit bemannten Maschinen, und das Endergebnis würde eine Landung auf dem Monde sein. (Abb. 11.)

Damit ist schon viel erreicht, alles jedoch noch nicht, denn zu einem richtigen Weltraumverkehr wären wir noch nicht

gelangt. Daran hindert uns das zu große Schwerfeld der Erde, welches uns zwingt, jedesmal ungeheuer viel Energie allein auf seine Besiegung zu verwenden.

Würden wir auf dem Mars leben, wäre uns in geradezu idealer Weise durch die beiden kleinen Monde Phobos und Deimos gebient, die in einer Entfernung stehen, in der das Schwerfeld des Planeten schon recht gering ist und

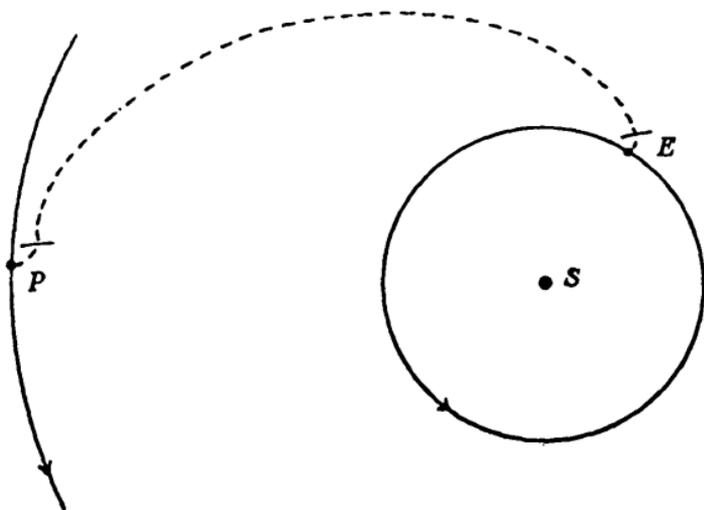


Abb. 12. Bahn einer Rakete bei einer Fahrt von der Erde (E) zu einem Planetoiden (P), S = die Sonne. Bis auf die geringen, durch die kurzen Querstriche bezeichneten Strecken an beiden Enden erfolgt die ganze Fahrt in der durch die Schwerewirkungen hervorgerufenen Keplerschen Ellipse. Betriebsmittel sind also nur bei Aufstieg und Landung nötig.

deren eigenes so klein ist, daß es eigentlich gar nicht ver-dient, mit in Rechnung gesetzt zu werden.

Für uns Erdenmenschen würde natürlich unser eigener Mond zur Errichtung einer Station dienen müssen.

Mehrere große Raketen würden also zusammen an einem Orte des Mondes landen. Die Insassen, die sich auf dem Monde wegen seiner Luftlosigkeit nur in Taucheranzügen bewegen könnten, müßten zuerst versuchen, irgend-

wo in der Nähe Wasser oder, was dasselbe ist, Eis zu finden. Dann errichtet man aus mitgebrachtem Material ein elektrisches Kraftwerk, welches von der Sonnenenergie gespeist wird. Als Wohnraum müßten vorläufig noch die leeren Raketen dienen, wenn man nicht lieber ein Haus bauen will. Finden sich, wie es wahrscheinlich ist, in einem der tiefen Krater noch Reste einer Atmosphäre vor, so dürfte das der geeignete Platz für das Haus sein, denn die Reste der Atmosphäre würden es wirksam vor allzu großem Wärmeverlust während der vierzehntägigen Mondnacht schützen.

Nahrungsmittel müssen wahrscheinlich in unbemannten 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.

Für den Leser, welchem es noch unbekannt ist, gebe ich hier eine kurze Beschreibung. Durch die Sprechströme, die beim gewöhnlichen Telephon erzeugt werden, wird das Licht einer Bogenlampe in Schwingungen versetzt. Dieses Bogenlampenlicht wird von einem Hohlspiegel mit Linsensystem auf den anderen Teilnehmer gerichtet. Der Empfangsapparat besteht in der einfachsten Form aus einer Sammellinse, in deren Brennpunkt sich eine hochempfindliche Selenzelle befindet. Selen ändert bekanntlich seinen Widerstand gegen den elektrischen Strom, wenn es bestrahlt wird, und zwar ist der Widerstand um so geringer, je stärker das Licht ist. Ist die obengenannte Selenzelle also in den Stromkreis zwischen Element und Telephonhörer eingeschaltet, so ist es ohne weiteres klar, daß die Membrane des Hörers in genau dieselben Schwingungen versetzt wird, die das Mikrophon

des Senders aufweist, der Betreffende hört also die Sprache.

Das Kraftwerk, welches vor allen Dingen für die Erwärmung und Beleuchtung des Hauses zu sorgen hat, würde etwa folgende Form annehmen.

Mitgebrachte und an Ort und Stelle montierte Gestelle von der Gestalt eines mathematischen Kegels werden an der



Abb. 13. Einer der fünf Strahlensammler des Sonnenkraftwerkes in Meadi (Ägypten). In der Achse des Parabolspiegels der lange flache Dampfessel (Verdampfer). Die Abbildung zeigt die Spiegelstellung zur Mittagszeit.

Innenseite mit vielen tausenden kleinen ebenen Spiegeln belegt und mit der Öffnung zur Sonne gerichtet. Die Sonnenstrahlen werden durch diese Vorrichtung auf eine „Brennlinie“ im Innern des Kegels konzentriert. (Abb. 13.) In dieser Brennlinie ist ein röhrenförmiger Kessel, in dem sich Wasser befindet, montiert. Die sich unter dem Einfluß der Sonnenhitze schnell bildenden Dämpfe treiben eine Dampfturbine, welche ihrerseits wieder eine Dynamo-

maschine dreht. Der so gewonnene Strom wird in Akkumulatoren aufgespeichert oder auch sofort zur Wärmeerzeugung verbraucht. Wie einzelne solcher Maschinen, die man schon in kohlearmen Gebieten auf der Erde in Betrieb hat, gezeigt haben, ist schon eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang die nötige Hitze vorhanden.

Die im Innern des Kessels befindliche Flüssigkeit braucht nicht unbedingt Wasser zu sein, sondern kann natürlich auch aus schneller siedenden Flüssigkeiten, z. B. Äther, Benzin oder Schwefelkohlenstoff bestehen. (Der Spiegel kann natürlich auch die Form eines halbierten Zylinders haben, der ebenfalls röhrenförmige Kessel gehört wieder in die Mittellinie.)

Der gewonnene Strom hat aber noch einen anderen Zweck. Mit seiner Hilfe wird das auf dem Monde gefundene Wasser (ist es Eis, muß es vorher geschmolzen werden) in seine chemischen Bestandteile, Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt, die Gase werden abgekühlt und liefern dann in flüssiger Form den Brennstoff für eine Rückkehr einzelner Raketen.

Die eigentliche Weltraumschiffahrt wird vom Monde aus ihren Ausgang nehmen, denn da seine Anziehungskraft viel geringer ist, die hindernde Lufthülle so gut wie ganz fehlt, werden auf diese Weise bedeutende Betriebsstoffmengen gespart. Auf die Dauer kann aber auch der Mond nicht als Umsteigestation genügen. Sein Schwerfeld ist immerhin noch recht erheblich. Ideal wären, wie gesagt, kleine Weltkörper von der Größe der Marsmonde, die selbstverständlich bei einem späteren Verkehr mit dem Mars auch als Außenstationen dienen werden.

Nun, ganz aufzugeben brauchen wir die Hoffnung nicht, daß wir vielleicht noch einen kleinen Mond der Erde antreffen, der, wenn auf ihm Wasser in größerer Menge vorhanden ist, alle Bedingungen erfüllen würde. Es geht innerhalb der Sachastronomie 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, etwas diesseits des toten Punktes einen künstlichen Mond errichten, der den großen Raumschiffen für Fernfahrten im Weltenraum als Anlegestation dient. Die „Außenstation“ kann, wie es Laßwitz in seinem Roman die Marsbewohner hat machen lassen, über den Polen liegen, oder auch über dem Äquator gebaut werden. Die Lage über den Polen würde zwar die Bewegungen der auffahrenden Rakete vereinfachen (da die Störung infolge der Erdrotation wegfällt), doch wäre sie — ganz abgesehen von der Unzugänglichkeit der betreffenden Stellen der Erde — technisch nicht durchführbar.

Ob man seine Geschwindigkeit so regelt, daß die Erde noch gewissermaßen darunter hinwegdreht, oder ob man ihn über einen Punkt des Äquators feststehen läßt, ist vorläufig gleichgültig. Wenn dieser künstliche Mond — ich hoffe immer noch auf einen natürlichen kleinen Mond — fertig ist, kann der geregelte „Verkehr“ im Sonnenreiche beginnen. Die großen Raumschiffe, die von dort abfahren und auch dort wieder anlegen, also nie auf die Oberfläche des Weltkörpers herabkommen, werden natürlich dann ganz anders gebaut und eingerichtet werden. Sind die „Aufzüge“ von der Umsteigestation zur Erde einerseits und zum Monde andererseits (ist es ein natürlicher Mond mit Wasser, so kann die Brennstofffabrik auf dem Monde wegfallen) nur große Raketen mit einem kleinen Raum im Kopfe, so wird bei den „Fernverkehrsraumschiffen“ eine ganz andere Gestalt gewählt werden können.

Professor Oberth denkt sich die Form etwa so, daß in der Mitte der Personenraum mit den Instrumenten und Vorräten sich befindet. Diesen Körper wird man aus alter Gewohnheit wie den Rumpf eines großen Flugzeuges ge-

stalten — man kann, da nie ein Luftwiderstand in Frage kommt, natürlich jede x-beliebige Form wählen.

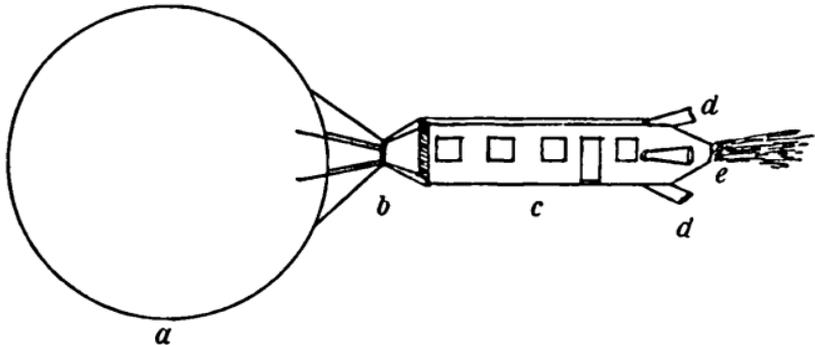


Abb. 14. Raumschiff der Zukunft. a = Brennstoffkugel, b = Kupplung, c = Personenraum, dd = Steuerdüsen, e = Hauptdüse.

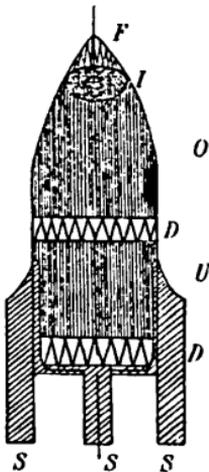


Abb. 15. Große Oberth'sche Doppelrakete (Durchschnitt). O = Obere Rakete, U = Untere Rakete, SSS = Schubrakete, I = Beobachterkammer, F = Fallschirm (zusammengerollt), DD = Düsen (genaue Zeichnung siehe Abb. 16 und 17).

Im hinteren Teil dieses Rumpfes würden sich die Zerstäuber und Auspuffdüsen des Raketenapparates befinden, während der Brennstoff selbst in einer oder zwei großen Kugeln, die das Fahrzeug immer vor sich her schiebt, enthalten ist.

Unsere Abbildungen 14, 15, 16, 17 zeigen das schematische Bild eines solchen künftigen Raumschiffes; den vereinfachten Durchschnitt durch eine große Oberth'sche Doppelrakete mit Schubrakete, die Menschen von der Erde aus ins Weltall tragen soll; sowie die vielfach geteilten Düsen großer Raketen von unten gesehen und im Durchschnitt. Jede der kleinen Düsen hat den Öffnungswinkel 7—8°, in ihnen stecken konische Stifte aus feuerfestem Material, die durch Verschieben den Gas-

strom verstärken oder abschwächen sollen. Vielleicht wäre aber eine Steuerung mit besonderen Steuerdüsen, oder auch durch Ruderflossen aus feuerfestem Material, auf die der Gasstrom drückt, wie es bei Schiffssteuern der Wasserstrom tut, der Steuerung durch Regulierstifte, die etwas kompliziert und schwierig ist, vorzuziehen.



Einfache Düse einer kleinen Rakete.

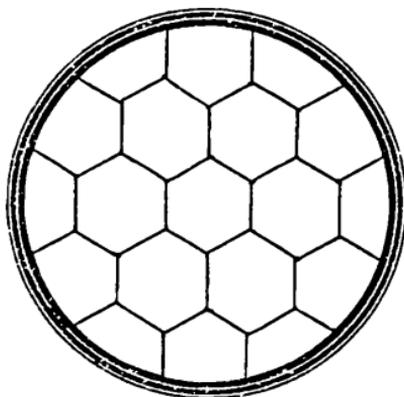


Abb. 16.

Geteilte Düse einer großen Rakete.

Mit diesen Fahrzeugen, die dann nur nach dem Oberth'schen Prinzip gebaut sein können, wird es dann möglich sein, jeden Flug innerhalb unseres Sonnensystems auszuführen. Außer der Fahrt in der freien Keplerschen Bahn, wie sie im Kapitel Goddard oder Oberth beschrieben ist, könnte man auch den Versuch machen, sich von einem Kometen an die Grenze der Sonnenwelt mitschleppen zu lassen.

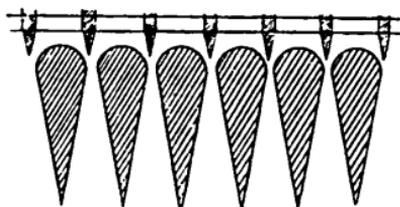


Abb. 17. Geteilte Düse einer großen Rakete im Durchschnitt. Oben in den Düsenhälsen die verschiebbaren Regulierstifte.

Hierbei möchte ich auch gleich noch die leidige Finanzfrage streifen.

Den ersten Nutzen von der Weltraumfahrt hat natürlich die Wissenschaft, und so wird denn auch die Wissen-

Schaft oder wissenschaftlich interessierte Kapitalisten die Finanzfrage bis zur Fertigstellung der Außenstation auf ihre Kappe nehmen müssen.

Das ändert sich jedoch mit einem Schlage, wenn man die ersten Fernschiffe fertiggestellt hat und dann in den sauren Apfel beißt, für Neugierige, die „es sich leisten können“, Vergnügungsfahrten durch das Weltall zu machen. Ich glaube, es dürfte dabei so viel einkommen, daß bald ebensoviel Weltensfahrzeuge den Raum durchschwirren wie Flugzeuge die Erdatmosphäre. Prof. Oberth hat auch daran gedacht, daß sich die Insassen eines Raumschiffes während der freien Fahrt ins Freie begeben könnten. Der Zugang müßte dann durch eine Doppeltür verschlossen sein, damit aus dem Innern des Fahrzeuges immer nur so viel Luft entweichen kann, wie sich zwischen den beiden Türen befindet. Der Beobachter müßte dann durch eine Art Taucheranzug geschützt werden, der den Tiefseepanzertauchern sehr ähnlich sehen würde. Die Außenseite des Anzuges müßte mit einer spiegelnden Schicht (Nickel, Silber) überzogen werden, um Wärmeverluste zu vermeiden. Da jeder Andruck fehlt, brauchten sich die Beobachter nur mit einer Schnur am Schiff festzubinden, um sich jederzeit wieder zurückziehen zu können.

Vielleicht bekommt die ganze Sache auch noch eine praktische Bedeutung insofern, daß sich auf irgendeinem Planeten Lager teurer und seltener Mineralien (Platin, Radium usw.) von großer Mächtigkeit finden. Vielleicht werden sogar einmal Auswanderungen organisiert; eine Idee, deren dichterische Bearbeitung Kurd Laßwitz oder H. G. Wells würdig gewesen wäre.

Die Außenstation

Daß eine Umsteigestation im Weltraum unbedingt notwendig ist, hat, glaube ich, schon jeder meiner Leser ein-

gesehen, denn von der Erdoberfläche direkt können wir keine Raumschiffahrt in größerem Maßstabe betreiben, es wären außer dem Monde am leichtesten noch der Mars und event. die Venus zu erreichen. Wie schon gezeigt, ist auch die Umsteigerei auf dem Monde noch eine sehr energie-raubende Sache.

Die Außenstation ist also unbedingt nötig.

Wie bereits angedeutet, wäre es am einfachsten, wenn noch ein kleiner Mond vorhanden wäre, der der Erde näher steht als der „eigentliche“. Ist dieser vorhanden und trägt Eis oder Wasser mit sich, so fällt das Werk auf dem Monde weg, und mit seiner Bahn, die er nach den Keplerschen Gesetzen hat, müssen wir zufrieden sein.

Gehen wir aber in Ermangelung dessen daran, eine künstliche Außenstation zu errichten, so dürfte es folgendermaßen am besten sein: Die Station schwebt nahe dem Schwerfreien Punkte über dem Äquator, jedoch nicht im toten Punkte selbst, sondern etwas näher zur Erde hin. Max Valier hat sich in seinem Buche: „Der Vorstoß in den Weltraum“ für die Entfernung von 50 000—100 000 km über dem Erdmittelpunkte entschieden. Meiner Ansicht nach dürfte es jedoch vorteilhafter sein, wenn die Station über einem Punkte des Äquators feststeht. Seine Höhe würde dann 6,04 Erdhalbmesser über dem Meerespiegel sein müssen (38 523 km). Zweckmäßig würde der Ort, in dessen Zenit sich die Station befindet, ein hoher Berg sein (Kiliman-dscharo oder Kenia).

Sollte der dauernde Aufenthalt auf dieser Station wegen des fehlenden Andruckes böse Folgen in gesundheitlicher Hinsicht haben — es ist kaum anzunehmen —, kann man zwei Stationen, die durch Drahtseile verbunden sind (Länge der Seile etwa 2—3 km) umeinander rotieren lassen.

Vor allem ist diese Station Brennstoffstation, denn Wasserstoff und Sauerstoff würden sich, falls sie nur von

den direkten Sonnenstrahlen geschützt sind, dort oben unbegrenzte Zeit in festem Zustande halten.

Außer dem Nutzen, den der künstliche Mond als Brennstoff- und Umsteigestation leistet, würden aber noch ganz andere Verwendungsmöglichkeiten offenstehen.

Zuerst wieder im Dienste der Astronomie. Da wegen der fehlenden Luft und der Schwärze des Himmels jedes „Flimmern“ der Gestirne fortfällt, ist es möglich, Vergrößerungen anzuwenden, die die besten optischen Instrumente auf der Erde um das Vielhundertfache übertreffen.

Über weitere Tätigkeit der Leute auf der Außenstation will ich wieder Professor Oberth selbst das Wort geben.

„Mit ihren scharfen Instrumenten könnten sie auf der Erde jede Kleinigkeit erkennen und könnten mit geeigneten Spiegeln nach der Erde Lichtsignale geben. Sie ermöglichen: telegraphische Verbindung mit Orten, zu denen weder Rabel noch elektrische Wellen gelangen. Da sie bei klarem Himmel nachts eine Kerze, bei Tage einen Taschenspiegel bereits bemerken, wenn sie nur wissen, wo sie ihn suchen sollen, so können sie namentlich zur Verbindung von Expeditionen mit dem Heimatland, von weit vorgeschobenen Kolonien mit dem Mutterland, für die Schiffahrt usw. viel beitragen. Dadurch, daß sie unerforschte Länder und unbekannte Völker (Tibet) beobachten und photographieren, können sie natürlich auch der Erd- und Völkerkunde nützen. (Prof. Oberth denkt hier und später nur an eine Beobachtungsstation, die nicht über einem gewissen Punkt der Erde feststeht. W. L.) Ihr strategischer Wert, besonders bei Kriegsschauplätzen mit geringer durchschnittlicher Bevölkerung, liegt auf der Hand; sei es, daß der Staat, dem sie gehören, selbst Krieg führt, sei es, daß er sich ihre Berichte von den Kriegführenden teuer bezahlen läßt. Bei kleinen, ebenen Spiegeln, und wenn die Station nicht zu weit ist, ist das Spiegelsignal nur auf beschränktem Raume wahrzunehmen. Weiter bemerkt die Station jeden Eisberg und kann die Schiffe warnen;

entweder indirekt, indem sie den Eisberg einer Seewarte meldet, die dann die telegraphische Bekanntgabe seines Ortes veranlaßt, oder, wenn ihre Spiegel so stark sind, daß das Schiff sie durch die meist neblige Luft hindurch bemerkt, auch direkt. Das Unglück der „Titanic“ im Jahre 1912 wäre z. B. auf diese Weise verhindert worden. Auch zur Rettung Schiffbrüchiger, für den Zeitungsdienst usw. können diese Stationen 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. 18.) In 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 gravi-

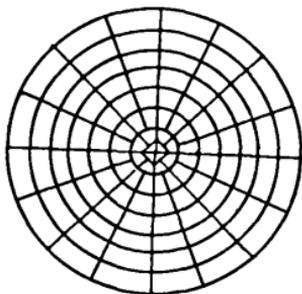


Abb. 18. Spiegelnetz.

tieren, 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. Die Wirkungsweise dieses Spiegels zeigt unsere Abbildung 19. 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 km^2 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 Nachtfroste verhindern und damit die Obst- und Gemüseernten ganzer Länder retten. Besonders bedeutungsvoll ist, daß der Spiegel nicht über einem Punkte der Erde feststeht und daher alle diese Aufgaben gleichzeitig leisten kann. Bei



Abb. 19. Wirkungsweise des Spiegels. S = der Spiegel, E = die Erde, \rightarrow = Richtung zur Sonne. (In der Zeichnung steht der Spiegel so, daß die von ihm reflektierten Strahlen über den Nordpol hinweg in den Raum gehen).

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 Goldwährung. Also kommt das Hektar des Spiegels im ganzen auf 3500 Mk. 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.“

Schluß

Wir sind nun am Schluß unserer Betrachtungen angelangt und haben gesehen, daß das Unternehmen durchaus möglich und nicht einmal übermäßig gefährlich ist. Es ist nur noch ein Feind der Sternensfahrt zu erwähnen, der immer bleiben wird: die Größe der Entfernungen.

Bis zum Jupiter mag es gehen, können doch Geschwindigkeiten von 20—30 m/sek. leicht erreicht werden. Aber darüber hinaus, hin zu jenen geheimnisvollen Chlorophyllsternen würde die Fahrt schon Jahre dauern. Und an die Erreichung auch nur des allernächsten Fixsternes ist nicht zu denken. Die Aufgabe, die Geschwindigkeit der Raumraketen auf ein phantastisches Maß zu bringen, wird die vornehmste Aufgabe künftiger Techniker sein. Wir ahnen aber schon jetzt einen Weg dazu. Die Elektrotechnik hat einen Apparat, in dem sie kleinste Teilchen zweitausendmal so schnell schleudert wie die Rakete ihre Knallgaspartikel. Es sind dies die Elektronen in der Vakuumröhre. Betrachten wir den Weltraum jenseits der Jupiterbahn als nahezu vollkommenes Vakuum, so sind die Voraussetzungen für eine sinngemäße Übertragung des Experimentes gegeben. —

Doch wollen wir den Gedanken, der anfängt, sich in das Gebiet des rein Phantastischen zu verlieren, hier nicht weiter-spinnen.

Prophetisch aber können wir sagen: An dem Tage, daß die erste bemannte Rakete die Erdatmosphäre verläßt, hat die Menschheit, die körperlich und geistig die Erde beherrscht, den ersten Schritt getan in eine neue Zeit:

Die Zeit der Herrschaft über den Weltraum!

Lehrmeister-Bücherei

Liebhäberkünste und Beschäftigungsbücher

Leitfaden der Photographie.

Von Dr. D. Rothdurst.
26 Abbildungen. [51/2]

Beide Bändchen in 1 Band geb.

Fehler beim Photogra-

phieren. Winke zu deren
Vermeidung. 15 Abb. [207]

M 2.40

Photographische Vergrößerung. Leichtfaßliche Anleitung zum
Bau der nötigen Apparate und zur Fertigstellung der Bilder.
33 Abbildungen. [410/1]

Einführung in das Skizzieren.
Mit 12 Zeichnungen. [121]

Aquarellmalerei. [53]

Porzellanmalerei.
19 Abbildungen. [16]

Der Kernschnitt. 38 Abb. [100]

Intarsia. Kurzgefaßte Anleitung und
Vorlagen. 29 Abb. u. 3 Tafeln. [215/6]

Vielfältigungsapparate. Her-
stellung u. Handhabung. 11 Abb. [131]

**Selbstanfertigung von Christbaum-
schmuck.** 21 Abb. [21]

Moosbilder. Anleitung zur Anfertigung
plastischer Bilder aus Pflanzen.
24 Abbildungen. [122]

Perspektive. 35 Abbildungen und
1 Tafel. [570/1]

Öl- und Pastellmalerei. [134]

Malen auf Stoffen.
29 Abbildungen. [17]

Der nord. Flachschnitt. 36 Abb. [20]

**Selbstanfertigung von Bilder-
rahmen.** 9 Abbildungen. [87]

**Arbeiten aus Seiden- und Krepp-
papier.** 13 Abbildungen. [107]

Moderne Schriftenvorlagen.
20 Entwürfe. [340]

Häusliche Metallarbeiten.
Fortsetzung des Schlosserbuches.
72 Abbildungen. [273/4]

Für Sammler

Das Silber sammeln.
Von Dr. R. Kupfer. [550]

Die Schmetterlingsammlung.
13 Abbildungen. [137]

Die Käfersammlung. 10 Abb. [124]

Die Haupensammlung.
5 Abbildungen. [301]

Insektenammlung. [471/3]

Pflanzen sammeln. 8 Abb. [104]

Der Mineralien sammler.
39 Abbildungen. [511]

Briefmarkensammler. 41 Abb. [30/1]

Das Mikroskop. 27 Abb. [102/3]

Zierfische. 3 Abbildungen. [70]

Gartenteich u. Freilandaquarium.
10 Abbildungen. [115]

Das Aquarium. 9 Abb. [49]

Die Pflanzenwelt des Aquariums.
14 Abbildungen. [67]

**Fremdländische Zierfische im Wohn-
zimmersaquarium.** 10 Abb. [136]

Das Terrarium. 30 Abb. [66]

Das Präparieren von Pflanzen.
10 Abbildungen. [18]

Lehrmeister-Bücherei

Rundfunk

Naturwissenschaft, Experimentierbücher



Rundfunktechnik. Kurzer Leitfaden der drahtlosen Telegraphie und Telephonie Von W. Ludenia. [721/2]

Der Bau einer Funkentelegraphenstation mit Abstimmung. Von Hans Bitter. 30 Abb. [690]

Drahtlose Telegraphie. Von G. Kayser. 22 Abb. [386/7]

Physikalisches Experimentierbuch. Von Dr. D. Nothdurft.

I. Wärmelehre. 36 Abb. [213/4]
II. Lehre vom Licht. 85 Abb. [308/9]
III. Mechanik. 62 Abb. [328/9]
IV. Reibungselektrizität. [235/6]
V. Stromquellen für elektrische Versuche. 60 Abbildungen. [161/2]

VI. Magnetismus und Elektromagnetismus. 68 Abbildungen. [197]
VII. Versuche über Induktion. Selbstanfertigung eines elektrischen Bouteverkes. 74 Abb. [185/6]
Das vollständige Werk geb. M 4,80

Selbstanfertigung eines Segelbootes für Knaben. 15 Abb. [156]

Eine Reise durch die Sternennwelt. [384/5]

Die Relativitätstheorie. Gemeinverständlich dargestellt von Walther Beder. [651/3]

Leitf. der anatom., zoolog. Mikroskopiertechnik. 15 Abb. [676/8]

Darwin und seine Lehre. [381]
Der Mensch der Urzeit, seine Kultur und Kunst. Von Dr. Fr. Behn. [333]

Einführung in die Chemie. Von W. Beder.

I. Anorganische Chemie. [621/3]
II. Organische Chemie. [624/6]
III. Physikalische Chemie. [636/8]
IV. Thermochemie, Elektrochemie und Photochemie. [661/2]
V. Physiologische Chemie [663/4]

Chemie des täglichen Lebens. Von W. Beder.

I. Die wichtigsten chemischen Vorgänge des täglichen Lebens. Waschen und Bleichen. [665/6]
II. Chemie der Nahrungs- und Genussmittel. [667/8]
Flugmaschinen. Mit Abb. [327]