

# DIE UMSCHAU

Wochenschrift

über die Fortschritte in Wissenschaft und Technik

Herausgegeben von

Professor DR. J. H. BECHHOLD

XXVIII. JAHRGANG

1924

FRANKFURT A. M.  
H. Bechhold, Verlagsbuchhandlung

## Die Fahrt in den Weltenraum.

Von Prof. H. OBERTH.

Unter diesem Titel besprach Herr Prof. Dr. Riem im ersten Februarheft der Umschau meine Schrift „Die Rakete zu den Planetenräumen“. Ich muß dazu einiges bemerken.

Zunächst wirkt der Rückstoß auch im luftleeren Raum. Theoretisch folgt dies aus dem Satz von der Erhaltung des Schwerpunktes, der seinerseits wieder einen besonderen Fall des sogenannten dritten Newtonschen Grundgesetzes der Mechanik darstellt.

Das dritte Newtonsche Grundgesetz sagt aus, daß jeder Wirkung eine gleich große Gegenwirkung gegenüberstehen muß; man kann es auch so ausdrücken: jede mechanische Kraft greift zugleich an zwei verschiedenen Stellen an, an denen sie die gleiche, aber entgegengesetzte Wirkung hervorzubringen sucht. Beispiele: Wenn der Tisch einen Gegenstand trägt, so drückt er ihn mit derselben Kraft nach oben, mit der der Gegenstand nach unten drückt. Wenn ich einen Wagen ziehe, so drücken meine Beine mit derselben Kraft nach rückwärts, mit der der Wagen nach vorwärts gezogen wird. Rolle ich wider eine Kugel eine zweite, so wird im Augenblick des Anpralls die erste Kugel mit derselben Kraft aufgehalten, mit der die zweite angetrieben wird. Lege ich zwischen zwei Kugeln eine elastische Feder, so werden beide mit derselben Kraft auseinandergetrieben. Zwei Weltkörper ziehen sich gegenseitig mit derselben Kraft an; ein Stück Eisen sucht einen Magneten mit derselben Kraft zu sich heranzuziehen, mit der der Magnet das Eisen anzieht usw.

Kein Körper setzt sich „von selbst“ in Bewegung, es muß eine Kraft auf ihn wirken, und dieser Kraft setzt er dabei einen Widerstand entgegen, der so groß ist als die Kraft selbst. Wenn ich einen Stein stoße, so muß ich dazu eine Kraft anwenden, und der Stein drückt auf meine Hand mit derselben Kraft zurück. Stehe ich dabei auf einem Kahn, so komme ich mitsamt dem Kahn durch diesen Gegendruck in Bewegung. Versuche ich von einem Kahn abzuspringen, so bekommt der Kahn einen Antrieb, der entgegengesetzt gleich dem Antrieb ist, den ich selbst mir gebe. Bringen wir auf einer leicht drehbaren Scheibe Geleise an und lassen darauf eine kleine Eisenbahn laufen, so gerät die Scheibe beim Anfahren in rückläufige Bewegung. Der Luftdruck spielt in all diesen Fällen keine Rolle.

Das Gas, welches im Ofen meiner Rakete entsteht, fliegt mit beträchtlicher Geschwindigkeit hinaus, da ebensoviel Gas, als entsteht, auch hinaus muß. Es erhält diese Geschwindigkeit aber nicht „von selbst“, also ohne daß eine Kraft auf es wirken würde. In diesem Falle würden die Gasmole-

küle ruhig im Ofen bleiben. Die Kraft, die sie hinausstreift, kann nur der Gasdruck im Ofen sein. Der Kraft  $P$  aber, die in der Figur das Gas aus der Düse herausschleibt, steht eine gleiche Kraft  $P_1$  gegenüber, die das übrige Gas im Ofen zurückzuhalten sucht, und die von diesem nach den Gesetzen der Gasmechanik an den Ofen weitergegeben wird. Es ist, als ob zwischen den einzelnen Gasmoleküle sowie zwischen Gas und Ofen elastische Federn gespannt wären, die das Auspuffgas und den Ofen von einander zu entfernen suchen; dabei erhält die Rakete natürlich auch einen Antrieb, für dessen Zustandekommen die äußere Luft demnach nicht erforderlich ist. Das Gas im Innern des Ofens steht natürlich unter einem Druck, der aber nur durch die Trägheit des Auspuffgases bedingt ist.

Die Größe des Rückstoßes im luftleeren Raum folgt aus dem Satz von der Erhaltung des Schwerpunktes, welcher hier verlangt, daß die Masse mal der Geschwindigkeit in dem einen Sinne gleich sei der Masse mal der Geschwindigkeit im entgegengesetzten Sinne. Wenn beispielsweise eine 1000 kg schwere Rakete ein kg Gas mit einer Geschwindigkeit von 2000 m/sec ausgestoßen hat, so erhält sie selbst einen Antrieb von (ungefähr) 2 m/sec.

Aus diesem Antrieb und der Dauer seiner Entstehung folgt dann weiter die Beschleunigung, und aus dieser und der Masse der Rakete die Kraft des Rückstoßes.

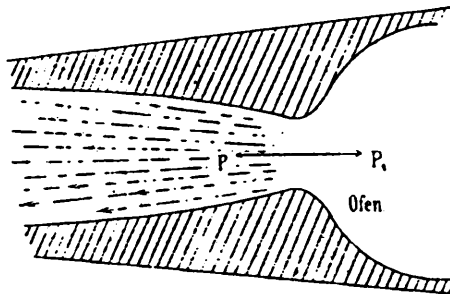
Meine Berechnungen basieren sämtlich auf dem Satz von der Erhaltung des Schwerpunktes.

So weit die Theorie. Im Uebrigen hat der amerikanische Gelehrte Robert H. Goddard an der Hand ausgezeichneter Versuche den Rückstoß im Vakuum direkt gemessen und gefunden, daß er tatsächlich so groß ist, als zu erwarten war. (Vergl. Goddard: A method of reaching extreme altitudes S. 19 ff.)

Das ist ja gerade das Gute an der Rakete, daß sie auch im luftleeren Raum arbeiten kann, so daß sie langsam anfahren, und daß der Führer ihren Kurs jederzeit beeinflussen kann.

Ich möchte weiter zur Richtigstellung bemerken, daß ich keineswegs allein stehe mit dem Plan, aus dem Schwerfeld der Erde herauszukommen. Ich erinnere hier namentlich an die Arbeiten Goddards. — Ferner möchte ich bemerken, daß ich nicht Ingenieur bin, sondern daß ich Meteorologie und Astronomie zum Fach habe.

Meine Ansichten über die Höhe und die Zusammensetzung der Atmosphäre unterscheiden sich in nichts von denen meiner Kollegen. Herr Prof. Dr. Riem schloß auf das Gegenteil wohl nur aus dem Umstande, daß ich mit dem Rückstoß auch in größerer Höhe rechnete.



Riem schreibt weiter, ich hätte offenbar keine ausreichende Vorstellung von der Art der bei den geplanten Untersuchungen zu verwendenden Instrumente. Ich brauche wohl nicht erst zu versichern, daß ich für eine eingehendere Darlegung aller Bedenken gegen meine Arbeit aufrichtig dankbar bin. An der Ehre, durch keinen Gegner widerlegt worden zu sein, liegt mir weniger, als an der Brauchbarkeit meiner Pläne und Berechnungen. Ich bin schließlich auch nur ein Mensch, und es wäre keineswegs ausgeschlossen, daß ich das eine oder das andere übersehen habe.

Falls übrigens Herr Prof. Dr. Riem nur gemeint hat, daß die mitgeführten Instrumente für eine Rakete zu groß und zu schwer seien, so gebe ich dagegen zu bedenken:

1. Die Rakete, die oben bleiben soll, braucht ja nicht das ganze astronomisch-physikalische Laboratorium selbst mitzunehmen. Die kleineren Raketen, die die Beobachter hinauf- und hinabbringen sollen, können ja verschiedene Sachen nachbringen, so daß die Beobachtungsstation erst oben ausgebaut und erweitert wird. Ich schrieb dies nicht ausdrücklich, weil sich dies als Schlußfolgerung aus dem später Gesagten sowieso ergibt. Die Versuche, die ich auf Seite 85 aufzählte, und die Riem vor dem Bericht über die dauernd oben bleibenden Raketen andeutete, würden ohnehin nicht alle von derselben Rakete ausgeführt werden können, daher brauchte eine Rakete auch nur die Apparate mitzuführen, die für die gerade auszuführenden Versuche in Frage kommen. Weiter gebe ich zu bedenken:

2. Zum Gewicht unserer Fernrohre und Teleskope tragen diejenigen Teile am meisten

bei, die das Ganze zusammenhalten und stützen sollen. Sie sind der Erdschwere (genauer: des Andrucks) wegen notwendig. Nun herrscht aber auf der frei fliegenden Rakete gar kein Andruck (gar keine Schwere). Die einzelnen völlig frei schwebenden Teile können wir daher nach Belieben gruppieren; ein kleiner Kreisel und ein paar Stahldrähte würden genügen, die Richtung dieser Teleskope im Raume zu fixieren. Diese Teleskope (Fernrohre von dieser Größe kann man sowieso nicht bauen) könnten außerordentlich leicht sein, zudem brauchte man sie erst oben zusammenzustellen, man könnte sie also bequem in der Rakete unterbringen. Selbst die Teleskopspiegel könnte man noch weiter zerlegen, wenn es nur gelingt, nach der Zusammensetzung die Fugen unsichtbar zu machen, um die Diffraktion zu verhindern.

Wie groß eine solche Rakete sein müßte, die zur Beobachtungsstation ausgebaut werden soll? Die gefüllte Rakete müßte in diesem Fall etwa 140-mal so schwer sein, wie das, was oben bleibt. Wenn also das Beobachterzimmer mit den ersten Instrumenten und den Flüssigkeitskammern zusammen 10 000 kg wiegt, so muß die gefüllte Rakete 1400 t wiegen. Dabei muß sie 10 m Durchmesser und 35 m Länge haben. Da sie auf dem Wasser schwimmen soll, läßt sich dies erreichen.\*)

Es werden natürlich beim Bau von solchen großen Raketen ganz ungeheure technische Schwierigkeiten zu überwinden sein. Ich befasse mich seit 17 Jahren mit dem Problem und fand in der ganzen Zeit nichts, was die Sache undurchführbar machen oder auch nur in Frage stellen konnte.



Zum Verkehr mit Taubstummen

kann als praktisches Hilfsmittel ein Handschuh dienen, wie wir ihn hier nach „Scientific American“ abbilden. Mit seiner Hilfe ist auch dem Ungeübten eine sofortige Verständigung möglich. Einige Übung macht schließlich den Handschuh überflüssig. R.

## Betrachtungen und kleine Mitteilungen.

Der Saftaufstieg in Bäumen. In der Umschau 1923 Heft 45 wurde dieses Problem berührt. Herr Dr. E. Homberger\*) weist in einer Veröffentlichung auf Vorträge des Physikers Univ.-Prof. Dr. Stern hin, in denen diese Frage von physikalischem Standpunkt eine Erörterung erfährt.

Die Zugkräfte, sagt er, spielen in der Natur eine große Rolle. Man hat sich bis jetzt vergebens bemüht, ausfindig zu machen, auf welche Weise das Saftsteigen der Pflanzen vor sich geht. Es gibt eine vitalistische und eine mechanistische Theorie. Die erstere nimmt an, daß die Pflanzenzellen selbst aktiv die Flüssigkeit in den Saftkanälen aufwärts befördern. Die Unmöglichkeit dieser Anschauung wurde von Straßburger dargetan, der die Pflanzenzellen durch Eintauchen eines Eichenstammes in Pikrinsäure abtötete. Trotzdem

fand eine Aufsaugung von Wasser nach wie vor statt. Gewöhnlich nimmt man an, daß der Saftanstieg durch Verdunstung von Wasser durch die Blätter und durch den atmosphärischen Druck auf die Wurzeln vor sich gehe. Der atmosphärische Druck ist aber nur imstande, Wasser 10 m hoch zu heben. Der Saftanstieg findet aber auch bei Pflanzen von 70–100 m Höhe in rapider Weise statt. Welche Kräfte sind dabei tätig? Einen Einblick in die hier waltende Mechanistik gewähren physikalische Versuche. Mit Wasser gefüllte Flaschen, die noch ein wenig Luft enthalten, werden zugeschmolzen und erwärmt; es verschwindet die Luftblase. Man sollte meinen, beim Abkühlen würde dieselbe wieder erscheinen; dies ist aber

\*) Andere Raketen können natürlich wesentlich leichter sein, wenn sie bloß 1–2 Tage oben bleiben und in einer engen leichten Kammer einen einzigen Beobachter hinauftragen sollen, der oben ein paar bestimmte Versuche macht. Meiner Rechnung nach wiegen sie gegen 300 000 kg (vergl. S. 86).

\*) Die Energielehre der Blutbewegung. Zentralbl. f. Herz- u. Gefäßkrankh. 13. Heft 14.