

# Naturwissenschaftliche Umschau der Chemiker-Zeitung

---

Verantwortlicher Schriftleiter:  
Prof. Dr. Walter Roth in Köthen

---

Achtzehnter Jahrgang  
1929

---

Verlag der Chemiker-Zeitung Otto von Halem  
Köthen-Anhalt



# Naturwissenschaftliche Umschau

der

## Chemiker-Zeitung

XVIII. Jahrgang. Nr. 3/4

März/April 1929

**Inhalt:** F. Linke: Das Raketenproblem. — Kleinere Mitteilungen: Feldtheorie. — Küstenseen. — Die Philippinen-Inseln. — Die Pflanzenwelt Spitzbergens. — Pflanzen, die an den Küsten dem Meere Neuland entreißen. — Ein seltener Baum. — Die Wasseransammlungen in den Blattachsen der Kardendistel (*Dipsacus silvestris* Huds.). — Chromosomenzahl und Pflanzenphylogenie. — Der submikroskopische Bau tierischer Ge-

webe. — Geschlechtsmerkmale. — Über das Lernen der Mäuse. — Gesichtssinn der Affen. — Alterserscheinungen am Primatengehirn. — Anthropomorphe Begriffe in der Tierpsychologie. — Der „Richtungssinn“. — Anfängliche sexuelle Indifferenz beim Menschen. — Zur Kenntnis der natürlichen Haarfarbe. — Altertümliche Nahrungspflanzen. — Hautreizungen durch Zeitungslesen. — Vitamine in der Fischzucht.

### Das Raketenproblem.

Von Chefingenieur F. Linke.

Selten hat eine neue große Erfindung so viel falsche Vorstellungen erweckt wie das Raketenproblem. In Wirklichkeit beruht das Ganze auf verhältnismäßig einfachen mechanischen Grundsätzen. Mechanische Grundsätze pflegen aber in den meisten Köpfen nicht sonderlich klar betrachtet zu werden. Obwohl die Dinge, um die es sich dabei handelt, gewissermaßen „handgreiflich“ sind, werden sie zumeist noch unklarer, metaphysisch noch verwickelter vorgestellt als etwa elektrische Erscheinungen. In der Tat sind auch um die mechanischen Grundsätze viel tiefer gehende wissenschaftliche Streitigkeiten geführt worden als um andere Fragen. Je länger man sich mit den mechanischen Grundproblemen befaßt, desto verschleierter und rätselhafter wurden sie, desto weniger klaren Ausdruck fanden sie auch in den wissenschaftlichen Darstellungen und in den Lehrbüchern. Philosophisch werden die meisten mechanischen Prinzipien höchst anfechtbar gelehrt. Man braucht nur an den Begriff der „Kraft“ zu erinnern, der wohl in keinem Lehrbuch fehlt, und der doch der anfechtbarste Begriff ist, den man je gebildet hat. Man spricht von Anziehungs- und Abstoßungs„kräften“, ohne daß man eigentlich gezwungen ist, sich einer „Kraft“vorstellung dabei zu bedienen. Man sagt immer, ein Körper bewege sich „unter der Wirkung einer Kraft“. Viel kürzer kann man sich ausdrücken, wenn man die funktionalen Zusammenhänge klar angibt und beschreibt, also nicht sagt: der Stein fällt infolge der Anziehungskraft der Erde zu ihr, sondern viel kürzer, klarer und ohne metaphysische „Erklärung“: „Der Stein fällt zur Erde.“ Diese Aussage ist eindeutig klar und stellt nichts weiter dar als eine Aussage, die man in langer Erfahrung immer wieder bestätigt fand. Statt dessen wird die „Anziehungskraft“ eingeführt und ihr die „Wirkung des Falles“ zugeschrieben. Das ist nicht nur unnötig, sondern auch noch überaus verwirrend. Verwirrend um so mehr, wenn man dieser „Kraft“

auf den Grund gehen will und fragt, was sie denn eigentlich sei. Zu ihrer Erklärung werden dann neue Hypothesen erfunden; man schafft sich immer neue Schwierigkeiten und Verwirrungen.

Die Einführung des Kraftbegriffes ist nicht wenig daran schuld, daß über mechanische Gesetze so unklare Vorstellungen herrschen und bestehen. So ist auch der Satz von der Aktion und der Reaktion praktisch meist unbekannt, obwohl man ihn an den alltäglichsten Erscheinungen beobachten und erweisen kann. Es fällt niemandem ein, ein Boot etwa in der Weise bewegen zu wollen, daß er sich als Insasse mit den Armen gegen den Bug, mit den Beinen gegen ein Querbrett stemmt. Man kann unter Umständen ein solches Boot auf diese Weise zerstören, aber vorwärts bewegen kann man es dabei um keinen Millimeter. Der Satz von der Gleichheit der Aktion und der Reaktion ist einer von den wichtigsten Grundsätzen, die bei der Raketenfrage Anwendung finden. Er wird aber nicht nur bei der Rakete benutzt, sondern bei jedem Gefährt, das sich fortbewegen soll. Der Wagen wird dadurch weiterbewegt, daß sich das Zugtier mit den Beinen gegen den Boden stemmt und sich von diesem abstößt. Das Segelschiff wird durch den Wind gestoßen, das Dampfschiff durch die Schraube, die sich vom Wasser abstößt. Ganz klar ist es beim Ruderboot, bei dem sich das Schiff mit Hilfe der Ruder vom Wasser abstößt. Luftschiff und Flugzeug stoßen sich mit den Propellern an der umgebenden Luft ab. Aber woran stößt sich die Rakete ab, die im freien Weltraum schwebt? Wo nichts ist, an dem man sich abstoßen kann, nicht einmal die dünnste Atmosphäre!

Für einen Körper, der frei im Weltraum schwebt, gibt es in der Tat keine Möglichkeit, sich von der Stelle zu bewegen, wenn er nicht schon eine Bewegung hat. Hat er diese, so hat er keine Möglichkeit, sie zu verändern oder gar ganz aufzuhalten. Dabei muß man natürlich den Körper immer als Ganzes nehmen, mitsamt allem Inhalt.

Sowie nämlich Teile dieses Körpers fortgestoßen werden, müssen auch die übrigbleibenden Teile eine Bewegung erhalten, und zwar nach dem Satz von der Gleichheit der Aktion und der Reaktion eine der Fortstoßbewegung entgegengesetzte. Wie stark diese ist, hängt allerdings von der Größe des fortgestoßenen Teiles ab. Stellt man sich etwa vor, daß ein zylindrischer Körper sich in der Mitte teilt, etwa durch eine zwischen beiden Teilen zur Entzündung gebrachte Sprengkapsel, so werden beide Teile auseinandergestoßen; der eine nach rechts, der andere nach links.

Vielleicht ist diese Vorstellung nicht jedem so geläufig wie die viel einfachere einer im freien Weltraum schwebenden Kugel, deren Inneres mit Explosivstoff gefüllt ist. Bringt man diesen zur

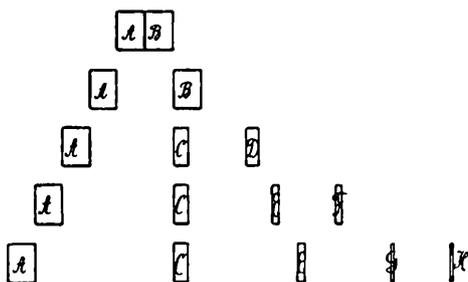


Abb. 1. Schema, wie durch Teilung von Massen große Geschwindigkeiten erzielt werden können.

Explosion, so wird die Hülle in zahlreiche Stücke zerrissen, die nach vielen Richtungen rundum auseinanderfliegen. Man hat ein Gefühl dafür, daß von der Mitte der Masse die „Kraft“ ausgeht, die das Ganze auseinandertreibt. Wenn also die einzelnen Stücke im Weltraum dann weiterfliegen, wo ja keine Behinderung durch irgendwelche Reibung stattfindet, so versteht das selbst derjenige, der in mechanischen Betrachtungen gänzlich ungeübt ist. Ebenso ist es bei unserm Beispiel mit dem zylindrischen Körper. Kehren wir deshalb zu ihm zurück und nehmen an, ein Weltraumschiff bestünde aus einer ganzen Reihe ineinandergeschachtelter zylindrischer Stücke, wie Abb. 1 zeigt. Durch Auseinandertreiben der beiden Hälften A und B könnte man auch dem als Schiff benutzten Teile eine Bewegung und eine bestimmte Geschwindigkeit erteilen. Der Teil B z. B. würde mit derselben Geschwindigkeit nach rechts fliegen wie der Teil A nach links. Würde B das bemannte Schiff sein, so hätte es eine bestimmte Geschwindigkeit nach rechts erlangt, mit der es nun im Weltraum fortschreitet. Will man diese Geschwindigkeit weiter vergrößern, so könnte man die hintere Hälfte C wieder abstoßen, die dann nach rückwärts, während die vordere Hälfte D nach vorwärts fliegen würde. In derselben Weise würde sich D wieder teilen lassen und weitere Bewegungsantriebe nach rechts erhalten. Durch das Zurückstoßen von E würde dann F wieder noch schneller

nach rechts fliegen. So könnte der Vorgang sich wiederholen, wobei das bemannte Schiff immer größere Geschwindigkeiten gewönne. Allerdings würde es in solchem Falle an Masse sehr schnell verlieren.

Die Rakete besteht ursprünglich aus den Teilen A und B. In der Mitte „wirkt“ die Sprengkapsel und stößt beide auseinander, so daß A mit einer bestimmten Geschwindigkeit nach links, B mit derselben nach rechts fliegt. Die neue Rakete B, die wir als unser eigentliches Schiff ansehen wollen, wird durch eine weitere gleichstarke Explosion in zwei Teile C und D auseinandergetrieben; C wird nach links, D nach rechts gestoßen. C verliert seine ursprüngliche Geschwindigkeit und bleibt stehen, während D die doppelte Geschwindigkeit nach rechts erhält. Im vierten Zeitabschnitt wird das Schiff D wiederum in zwei Teile auseinandergetrieben. Jeder Teil erhält neue Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen. Das Stück E wandert zwar ebenfalls nach rechts, aber wegen des Rückstoßes von F viel langsamer, während F mit wesentlich erhöhter Geschwindigkeit nach rechts wandert. Im fünften Augenblick geschieht eine weitere Teilung in G und H. H wandert mit noch stärkerer Geschwindigkeit nach rechts. Durch immer weitergehende Teilungen erlangt schließlich die Rakete eine sehr große Geschwindigkeit. Das Beispiel zeigt, daß diese primitive Methode die Rakete stark verkleinern würde, daß aber die Geschwindigkeit außerordentlich gesteigert werden kann.

Es würde nun aber unzweckmäßig sein, durch Abstoßen der Hälfte des Schiffes sich die erforderlichen Geschwindigkeiten zu verschaffen. Man kann auch noch anders vorgehen, indem man nämlich weniger große Massen mit größerer Geschwindigkeit ausstößt. Sind die Geschwindigkeiten der ausgestoßenen Massen sehr groß, so kann man also verhältnismäßig kleine Massen abstoßen, um sich ansehnliche Geschwindigkeiten zu erteilen. Wie das geschieht, ist natürlich eine technische Frage, deren Lösung nach reinen Zweckmäßigkeitsgründen vorgenommen würde.

Man erkennt die Richtigkeit solchen Vorgehens leicht, wenn man sich die Formel ansieht, nach der die bei jedem Bewegungsvorgang in Erscheinung tretende „kinetische Energie“ bemessen wird:  $m v^2/2$ , worin  $m$  die Größe der Masse bedeutet und  $v$  die Geschwindigkeit. Der Antrieb hängt von der ausgestoßenen Masse und von der Geschwindigkeit ab. Je größer die ausgestoßene Masse ist, desto größere Bewegungsantriebe können wir erzielen. Man erkennt aber ohne weiteres, daß es unzweckmäßig ist, allzu große Massen auszustößen, weil dann das Weltraumschiff sehr viel Masse mit sich führen muß, die man alle mitbeschleunigen muß, solange man sie selbst noch nicht ausstößt. Da wird dann der andere durch

die Formel angezeigte Weg vorteilhafter, nämlich die auszustoßende Masse mit recht großer Geschwindigkeit auszustoßen. Denn nach der Formel nimmt die kinetische Energie mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zu.

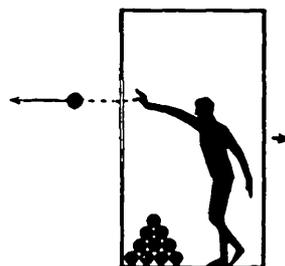
Verfolgt man die Verhältnisse rechnerisch, so ergibt sich, daß es am zweckmäßigsten ist, nicht so große Massen auszustoßen, sondern sogar recht kleine, und am günstigsten würde es, wenn man immerwährend unendlich kleine Massenteilchen abstoßen könnte. Da nun aber der Stoff nicht aus unendlich kleinen Teilchen besteht, sondern Atome und Moleküle die kleinsten Teilchen darstellen, so ist es zweckmäßig, den Stoff in solchen fortzustoßen, d. h. Gase auszupuffen. Will man das praktisch verwirklichen, so könnte man etwa daran denken, einen Dampfkessel mit sich zu führen, aus dem man den Dampf auspuffen läßt. Man müßte zu dem Zweck Wasser mitführen und Brennstoff. Bei der Gelegenheit müßte man sich aber auch der Abgase entledigen. Da erscheint es denn schon vorteilhafter, diese überhaupt als Ausstoßmassen zu benutzen, d. h. Pulvermassen zur Explosion zu bringen und die Pulvergase aus einem Rohr ausströmen zu lassen. Es fragt sich nur, ob es das günstigste ist, Pulver zu dem Zwecke zu verwenden. Man ist zwar in Laienkreisen immer gewöhnt, die Pulver als besonders hochwertige Energieträger zu betrachten. Aber bekanntlich ist das durchaus nicht der Fall, und es gibt weit energiekraftigere Explosivstoffe. Mit dieser Seite der Frage hat sich namentlich Dr. v. Hoefft in Wien beschäftigt. Er zeigt, daß z. B. Alkohol bei der Verbrennung mit Sauerstoff durch Überchlorsäure, oder Benzol, Äthylalkohol, Benzin, Methan, alles mit Sauerstoff oder Knallgas bei der Explosion viel höhere Energiemengen freimacht, und daß z. B. im freien Weltraum das Knallgas der bisher günstigste Energieträger ist. 1 kg Knallgas macht 3777 Calorien bei der Explosion frei. Stoffe dieser Art würde man in der Rakete zweckmäßig in flüssiger Form mitführen. Denn so lassen sie sich am leichtesten transportieren. Benutzt man solche Stoffe, so führt man eigentlich nur ihre Behälter als tote Last mit, und diese würden bei verflüssigten Gasen verhältnismäßig klein ausfallen.

Das Auspuffen solcher Stoffe würde nur einen sehr einfachen Mechanismus bedingen. Man könnte die aus den getrennten Behältern einem Verbrennungsraum, dem Ofen, zuzuführenden Brennstoffe mit Hilfe kleiner Pumpen einspritzen, erstmalig zünden und später die weitere Zündung der hohen Temperatur überlassen, die in dem Verbrennungsraume herrscht. Nach Prof. Oberth's Angabe lassen sich mit Knallgas Ausströmungsgeschwindigkeiten bis zu 4000 m in der Sekunde erreichen, also kosmische Geschwindigkeiten, die z. B. auch die Geschwindigkeiten unserer modernen Geschosse um das Mehrfache übertreffen. Daß

man mit Hilfe so schnell herausschießender Massen dem auspuffenden Gefährt, also der Rakete, große Geschwindigkeiten erteilen kann, ist verständlich, wohingegen man bei der Halbierung und dem Ausstoß großer Massen sehr bald an eine Grenze kommt, die man nicht mehr überschreiten kann. Ein Beispiel ist in der Hinsicht überaus lehrreich, das Prof. Oberth in seinem theoretischen Buche „Die Rakete zu den Planetenräumen“ anführt. Würde man als ursprüngliche Masse die ganze Erde nehmen und sie immer wieder teilen, dann würde nach der 50. Teilung das zuletzt übrigbleibende als Weltraumschiff benutzte Stück bloß noch  $\frac{1}{2000}$  g Masse besitzen.

Zum Verständnis der Mechanik der Vorgänge ist es notwendig, sich immer wieder zu vergegen-

Abb. 2. Schema, wie ein im Weltraum frei schwebender Beobachter durch verschieden gerichteten Auswurf von Masse sich gewünschte Geschwindigkeit und Richtung erteilen kann.



wärtigen, daß dabei die einzelnen Teile die verschiedensten Bewegungen ausführen können, daß aber der Schwerpunkt des gesamten Systems immer an derselben Stelle im Raum verbleibt, den er ursprünglich besessen hat. Man macht sich das zweckmäßig wieder an einem Beispiel klar. Denkt man sich etwa einen Kasten im Weltraum frei schwebend, in dem ein Mensch steht, der durch ein offenes Fenster schwere Kugeln hinauswerfen kann (Abb. 2). Er würde, wenn er die Kugeln gradaus wirft, mitsamt seinem Schiff nach der entgegengesetzten Richtung zurückgestoßen werden. Nimmt er aber eine Kugel und wirft sie seitlich zum Fenster hinaus, so erteilt er sich mit seinem Schiff dadurch eine seitliche Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung. Würde er eine Kugel nach hinten werfen, so kann er seine einmal erhaltene Geschwindigkeit bremsen. Je nach der Richtung des Auswurfs kann er also seine Bewegungsrichtung ändern und auch Einfluß auf seine Bewegungsgeschwindigkeit nehmen. Stellt man sich die Bewegung des Schiffes durch Ausströmung von Explosionsgasen vor, so braucht man die Auspuffdüsen nur nach bestimmten Richtungen zu wenden, um dem Schiff gewünschte Richtungen zu erteilen, es zu beschleunigen oder in seiner Bewegung zu verlangsamen. Immer aber geschieht das alles in der Weise, daß der Schwerpunkt des ganzen Systems, wozu also alle Teile gehören, auch die ausgestoßenen, im Raume immer an derselben Stelle bleiben. Man spricht dabei von der „Erhaltung des Schwerpunkts“.

Klar machen kann man sich das wieder an einer schematischen Zeichnung (Abb. 3). Denkt man sich ein schmales Brett durch ein Auflager unterstützt, also einen Waagebalken, auf dem 2 Kugeln im Gleichgewicht liegen, die durch eine gespannte Feder getrennt sind; die Feder sei durch einen umgebundenen Faden an der Entspannung gehindert. Brennt man den Faden durch, so entspannt sich die Feder und treibt beide Kugeln auseinander. Da sie gleiche Masse besitzen, werden sie nach entgegengesetzten Richtungen gleich weit auseinandergetrieben. Sie rollen also auf dem Waagebalken auseinander, so weit es die Feder gestattet. In ihrem entferntesten Punkt vom Waagebalken hat jede Kugel die Strecke  $a$  zurückgelegt. Der Waagebalken bleibt auch dann noch in Ruhe,

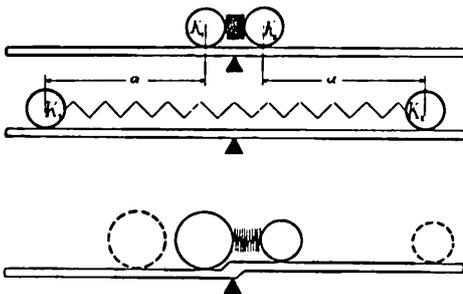


Abb. 3. Schema, die Erhaltung des Schwerpunktes demonstrierend.

selbst wenn die Feder sich nun wieder zusammenzieht oder gar mehrere Schwingungen ausführt, bis ihre Energie durch die Reibung der Kugeln und der Feder in sich aufgezehrt ist. In jedem Falle bleibt aber der Waagebalken in Ruhe, d. h. der Schwerpunkt des ganzen Systems bleibt, ganz unabhängig von der Bewegung der Kugeln, erhalten. Man kann die Erhaltung des Schwerpunktes auch beobachten in dem Fall, der in dem unteren Teil dieses Bildes dargestellt ist, in dem zwei ungleich große Kugeln durch eine Feder auseinandergetrieben werden. Befand sich das System in der Ruhelage bei gespannter Feder im Gleichgewicht, so wird es auch bei der Entspannung der Feder im Gleichgewicht bleiben; denn die Kugeln rollen entsprechend ihrer Masse verschieden weit; die größere weniger vom Unterstützungspunkt des Waagebalkens ab als die kleinere. Man kann sich nun vorstellen, daß nicht nur ein Waagebalken hier in Betracht kommt, sondern eine in der Mitte unterstützte Scheibe, wo ganze Systeme solcher Kugeln durch verschiedene Federn gespannt sind und entspannt werden können. Ob man dann zu gleicher Zeit alle Federn entspannt oder einzeln, ist ganz gleichgültig; immer wird trotz der komplizierten Bewegungen der vielen Massen auf der Scheibe diese doch in Ruhe bleiben, weil immer der Schwerpunkt erhalten bleibt. Schließlich kann man diese Vorstellung auch auf den Raum ausdehnen. Allerdings könnte man ein solches Bei-

spiel mit räumlichen Bewegungen nur im freien Weltraum verwirklichen, wo keine Schwere das System stört. In solcher Lage befindet sich aber eigentlich eine Rakete, die man sich etwa als Kugel vorstellen kann, die nach zahlreichen Richtungen hin Auspuffdüsen besitzt. Die Auspuffgase stellen eine kleine Kugel vor, die Rakete oder das Schiff die große. Die Auspuffgase werden nach der einen Seite getrieben, die Rakete nach der andern. Die einzelnen Teile bewegen sich aber so, daß das Ganze in Ruhe bleibt, d. h. der Schwerpunkt an derselben Stelle im Raum, wohin auch die einzelnen Teile fliegen.

Aus diesen Betrachtungen erkennen wir also, daß eine solche Rakete bewegungsfähig und steuerbar ist, und daß man seine Wünsche beliebig ausführen kann, wenn man nur die physikalischen und technischen Hilfsmittel dazu besitzt. Theoretisch bietet also das Raketenproblem gar keine Schwierigkeiten. Es fragt sich nur, ob die Hilfsmittel hinreichend weit genug ausgebildet sind. In erster Linie gehört dazu, daß man Treibmittel zur Verfügung hat, die gestatten, einem Weltraumschiff eine genügend starke Bewegung zu erteilen, damit es dem Banne der Erdschwere entfliehen kann. Die Ballistiker rechnen uns vor, daß ein Körper, der mit mehr als 12 km Geschwindigkeit von der Erdoberfläche fortgeschleudert wird, nicht mehr zu ihr zurückkehrt, sondern in den freien Weltraum hinauszuwandern in der Lage ist. Seine kinetische Energie reicht hin, der Anziehung der Erde zu entfliehen. Jules Verne hat in seinem berühmten Buch „Von der Erde zum Monde“ einen solchen Fall beschrieben. Er läßt seine Reisenden in einer Granate Platz nehmen, die aus einem in die Erde gegossenen Riesengeschütz gegen den Himmel emporgeschleudert wird. Verfolgt man übrigens diese Aufgabe genauer, so ist es nicht schwer, darzulegen, daß die Sache so nicht geht, wie Jules Verne es beschrieben hat. Lebende Beobachter mit einer solchen Granate in den Weltraum hinauszuschleßen, wäre zwar möglich, wenn auch sehr teuer. Nur würden die Beobachter nicht den ersten Augenblick des Anstoßes der Granate überleben, sondern in ihrem Hohlraum breitgequetscht werden. Denn die Granate müßte ja während ihres kurzen Laufes in dem Rohr, also noch nicht mal während einer Sekunde, von 0 bis auf 12 km Geschwindigkeit beschleunigt werden. Das ist ebenso, als wenn die Granate mit dieser Geschwindigkeit auf die Beobachter stoßen würde. Will man lebende Wesen mit einem Gefährt in den freien Weltraum hinausbefördern, so darf man eine bestimmte Beschleunigung nicht überschreiten. Nach praktischen Beobachtungen und der Auswertung zahlreicher Vorkommnisse hält Prof. Oberth eine Beschleunigung von 40 m in der Sekunde für erträglich. Sein Ziel, bemannte Raketen in den Weltraum hinauszubefördern, müßte in

der Weise verwirklicht werden, daß die Rakete in keinem Punkte ihrer Bahn beim Aufstieg von der Erde mit mehr als 40 m in der Sekunde beschleunigt wird (50 m — 10 m Schwerebeschleunigung = 40 m). Es dauert allerdings geraume Zeit, bis die Rakete die Geschwindigkeit von 12 km erlangt hat. Nach Ablauf der ersten 10 Sekunden würde die Rakete eine Sekundengeschwindigkeit von 400 m erlangt haben, nach 20 Sekunden von 800, nach 200 Sekunden von 8000 und nach 300 von 12 000 m. 300 Sekunden sind 5 Minuten. So lange also müßte die Rakete immerwährend mit 40 m in der Sekunde beschleunigt werden, damit sie der Erde entzinnen und in den freien Weltraum hinausgelangen kann. Die Ausdrucksweise ist vielleicht ungenau. Man müßte vielmehr sagen, daß ihre Geschwindigkeit in der Richtung zum Erdmittelpunkt 12 km entgegengesetzt ist.

Der große Vorteil eines solchen Verfahrens liegt nicht bloß darin, daß man auf diese Weise lebende Wesen, also z. B. Beobachter, mithinaustragen kann, sondern daß man auch die dicksten Schichten der Atmosphäre, in denen der Widerstand am größten ist, mit verhältnismäßig langsamer Geschwindigkeit durchläuft und erst zu großen Geschwindigkeiten übergeht, wenn die Luft so dünn geworden ist, daß ihr Widerstand gegen sich in ihr bewegende Körper nur noch gering ist.

Die Massen der Auspuffgase sind allerdings nicht gering. Der größte Teil der Rakete besteht überhaupt aus Gefäßen für die mitzuführenden Treibstoffe. Wollte man diese Gefäße alle bei sich behalten, so würde das eine unnütze Belastung für die Rakete darstellen. Man wirft diese Gefäße also ab, wenn sie leer sind. Dadurch verringert sich die Masse der Rakete, und man braucht zu weiteren Beschleunigungen oder Abbremsungen oder auch zu Richtungsänderungen nicht mehr so große Energien. Führt eine solche Rakete lebende Beobachter mit, so wird sie eine bestimmte Größe nicht unterschreiten können. Denn die zurückkehrende Rakete wird bei der Landung eben mindestens doch die Beobachtungskammer mit den Insassen und den notwendigen Reserven an Lebensmitteln, Hilfsmitteln und Apparaten notwendig machen. Prof. O b e r t h rechnet dafür ein Gewicht von insgesamt 6 t. Dieses ist der unabänderliche Ballast, den das Schiff immer mit sich führen muß. Man kann danach die Masse der Treibstoffe ausrechnen, die für bestimmte Reisen im Weltraum notwendig sind. Dr. v. H o e f f t gibt als Beispiel folgendes an: Soll ein 30 t-Apparat mit 30 m in der Sekunde beschleunigt werden, so braucht er eine Gesamtbeschleunigung von 40 m, da ja die Schwere ihn in jeder Sekunde mit 10 m nach unten beschleunigt. Die erforderliche Rückstoßkraft von 120 t erfordert bei einer sekundlichen Auspuffgeschwindigkeit der Gase von 4 sek/km nicht weniger als 225 kg Auspuffmasse in der Sekunde, also  $4\frac{1}{2}$  Zentner.

Aus diesem Beispiel geht hervor, daß Weltraumschiffe nach Raketenart nicht ganz kleine Gegenstände sind, deren Gewicht von der Art der benutzten Treibstoffe abhängt. Die mit den verschiedenen Brennstoffen erreichbaren Auspuffgeschwindigkeiten spielen dabei eine große Rolle. Für eine Fahrt von der Erde zum Mond, die etwa 4 Tage beanspruchen würde, braucht man eine Rakete von 1420 t Gewicht, wenn die Auspuffgeschwindigkeit 3 km in der Sekunde beträgt und die leere Rakete 6 t Endgewicht besitzen soll. Das ist ein ganz ungeheures Gewicht, wenn man bedenkt, daß die ganze Eisenkonstruktion des Eiffelturms nur 6000 t beträgt. Die Gewichte verringern sich allerdings zusehends, wenn die Auspuffgeschwindigkeiten der benutzten Brennstoffe größer sind. Bei 4 km sekundlicher Ausströmungsgeschwindigkeit würde sich das Anfangsgewicht schon auf 360 t ermäßigen, bei 5 km auf 153 und bei 10 km auf 31 t. Wir kommen bei so hohen Auspuffgeschwindigkeiten schon auf ganz vernünftige Gewichtszahlen. 360 t allerdings würde dem Gewicht zweier der größten und modernsten Dampflokomotiven mit Tender gleichkommen, die wir jetzt besitzen. Für Reisen zu einem der nächsten Planeten, etwa Venus oder Mars, würden noch sehr viel größere Gewichte in Betracht kommen.

Diese Zahlen ernüchtern den enthusiastierten Weltraumflieger sehr stark. Aber den vorwärtstrebenden Techniker können sie nicht völlig entmutigen. Die technische Aufgabe ist zwar gewaltig, aber man darf auch nicht vergessen, was in den letzten Jahrzehnten geleistet worden ist. Man hat es früher für unmöglich gehalten, daß Menschen mit Fahrzeugen, die schwerer als die Luft, überhaupt werden reisen können, und dennoch hat die Technik in wenigen unsrer Jahrzehnte den uralten Menschheitstraum des Fliegens verwirklicht. Auch andre technische Leistungen gewaltiger Art hat der Menscheit vollbringen können. Ich erinnere nur an die Automobiltechnik, an die Leistungen in bezug auf Motoren und Arbeitsmaschinen, an die gesamte Radiotechnik. Vergegenwärtigt man sich die ungeheuren Schwierigkeiten, die die moderne Technik überwunden hat, wie sie sich Baustoffe mit Eigenschaften erarbeitet hat, die man noch in unsrer Jugend für ganz unmöglich gehalten hat, so darf man hoffen, daß auch das Raketenproblem in verhältnismäßig kurzer Zeit eine Lösung findet, wenn man nur ernsthaft an die Arbeit geht.

Erforderlich dazu erscheint die Nützlichkeit. Von dem wissenschaftlichen Nutzen der Weltraumfahrt ist jeder denkende Mensch überzeugt. Welche Erweiterung unseres geistigen Horizonts würde es bedeuten, wenn man die Verhältnisse im Weltraum studieren könnte! Man könnte dabei vielleicht Einsichten gewinnen, die uns mit gewaltigen Rucken vorwärtsbringen würden. Aber auch technischer Nutzen könnte dabei herauspringen, wenn

man etwa an die Pläne denkt, mit Hilfe von sehr großen, dünnen Spiegeln, die im freien Welt-raum als künstliche die Erde umkreisende Monde aufgebaut werden könnten, gewisse Erdgegenden zu erwärmen und zu erhellen. Wenn man daran denkt, wie ein solcher künstlicher Mond im-stande wäre, einen Warnungsdienst für die Schiff-fahrt zu den Zeiten auszuführen, wenn sich von den Polarländern die Eisberge lösen. Aber das sind in fernerer Aussicht stehende Aufgaben. Wichtiger erscheinen die, an die Prof. Oberth zuerst denkt. Er hält es für aussichtsvoll, Raketen zur Postbeförderung zu verwenden, aber auch zur schnellen Beförderung von Personen nach ent-fernten Erdorten. Er rechnet aus, daß mittels Post-rakete beförderte Briefe nach Amerika bei 20 Pf Porto kapitalistisch große Gewinne abwerfen wür-den. Dabei würde die Beförderung der schriftlichen Nachrichten in natura erfolgen können, nicht als Telegramme oder Telephonate. Jeder Erdort könnte in einem bis zu wenigen Tagen erreicht werden, wenn man Zubringer- und Abbringerverkehr durch Bahn oder durch Flugzeuge hinzurechnet. Die Be-förderung von Personen nach entfernten Erdorten würde mit einer Geschwindigkeit vonstatten gehen, an die der naive Mensch kaum glauben wird. Mög-lich ist das, wenn eine Rakete bis zu Höhen auf-steigt, in denen die Erdatmosphäre verschwindend dünn ist, also zu Höhen von wenigen 100 km, daß sie dann mit einer Geschwindigkeit läuft, die ihr gestattet, parallel zur Erdoberfläche zu fahren. Da-zu sind etwa 8 km in der Sekunde erforderlich. Die 8 km-Geschwindigkeit wird in verhältnismäßig kurzer Zeit erreicht, jedenfalls in wenigen Minuten. Der etwa 6000 km Luftlinie weite Weg nach Amerika würde in  $6000 : 8 = 750$  Sekunden gleich rund 13 Minuten zurückgelegt. Aufstieg und Ab-stieg sollen eine gute Viertelstunde in Anspruch nehmen. Dann würde die ganze Reise von Europa

bis Amerika in einer halben Stunde erledigt sein. Jeder andre Erdort ließe sich in ungefähr einer Stunde erreichen. Es gibt zahlreiche Fälle, in denen die Kosten bei einer solchen Geschwindig-keit der Beförderung gar keine Rolle spielen wür-den. Dabei würde man den Vorteil erreichen, von den Unbilden der Witterung ganz unabhängig zu sein. Denn die Rakete durchschlägt in kurzer Zeit denjenigen Teil der Atmosphäre, in dem Witte-rungsvorgänge stattfinden. Dabei fährt sie in diesem schon so schnell, daß die vorkommenden Luftbewegungen ihr überhaupt nichts anhaben können. In den Höhen, wo sie fährt, gibt es keine Wettererscheinungen mehr. So wird also das, was für das Flugzeug stets eine große Gefahr bilden wird, nämlich die Witterung, für den Raketenflug völlig ausgeschaltet.

Es möge der Phantasie der Leser überlassen bleiben, weiteres sich auszumalen. Hier wurden mit Absicht nur solche Angelegenheiten erörtert, die der wissenschaftlichen und technischen Ein-sicht ohne weiteres zugänglich sind. Wer sich weiter über das Thema zu unterrichten wünscht, sei auf die schon ziemlich umfangreich ange-schwollene Raketenliteratur hingewiesen. Die beste Unterweisung erfährt der mit den notwendigen mathematischen und physikalischen Hilfsmitteln Ausgerüstete durch das schon genannte Buch von Oberth, sowie durch das neue Buch von Schersherovskiy, „Die Rakete für Fahrt und Flug“. Ein Sammelwerk, in dem man sich eben-falls gut unterrichten kann, ist das 1928 er-schienene Buch „Die Möglichkeit der Weltraum-fahrt“, das Beiträge von Prof. Oberth, Dr. v. Hoeffft, Dr. Hohmann u. a. enthält. Ein für die erste Unterweisung bestimmtes Buch, das für das Thema Interesse zu erregen versucht, ist das Ende 1928 erschienene des Verf. dieses Aufsatzes: „Das Raketenweltraumschiff“.

## Kleinere Mitteilungen.

**Feldtheorie.** Prof. Einstein legte vor kurzem in den „Sitzungsberichten der Preußischen Aka-demie der Wissenschaften“ seine neueste physi-kalische Theorie, von ihm als Feldtheorie be-zeichnet, vor, eine Theorie, die die Verschmelzung von Gravitation und Elektrizität durchsetzen will. Durch die Zusammenfassung von Gravitation und Elektrizität in ein einheitliches Feld wird eine physikalische Verkettung beider behauptet, die allerdings physikalisch bisher kaum zu beweisen ist, dagegen ihre mathematische Begründung durch Prof. Einstein bereits gefunden hat. Der neuen Theorie liegt die Weyl-Eddingtonsche Verall-gemeinerung des Riemannschen Raumproblems zugrunde. Als Einstein 1915 seine allgemeine Relativitätstheorie entwickelte, wurden damit die

Probleme von Raum, Zeit und Gravitation zusam-mengefaßt und damit etwa die eine Hälfte der Physik einheitlich erforscht; die zweite Hälfte der Physik, der ganze Kreis der elektrischen Erschei-nungen, stand aber außerhalb der allgemeinen Re-lativitätstheorie, da sich vom experimentell physi-kalischen Standpunkte aus bisher ein Einfluß elek-trischer Erscheinungen auf die Gravitation nicht hat nachweisen lassen. Beide Felder, das Gravi-tationsfeld und das elektrische Feld, befolgen ihre besonderen Gesetze; das eine Feld wird durch die Einsteinschen Gravitationsgleichungen be-herrscht, das andere durch die Maxwell'schen für das elektrische Feld. An sich ist es ja durch-aus denkbar und verstößt nicht gegen die Gesetze der Logik, daß eine derartige Dualität möglich ist;