Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 7

Artikel: Der Staustrahlantrieb
Autor: Peters, David
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654271

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

weit zurückgebildet, daß sie recht eigentlich nichts anderes sind als ein schwimmendes Geschlechtsorgan. Nicht immer bedarf es dieser Männchen zur Fortpflanzung. Viel häufiger ist die eingeschlechtliche Fortpflanzung in der Form der Jungfernzeugung, der Parthenogenesis; erst nach einer ganzen Reihe so entstandener Weibchen-Generationen — die Lebenskraft von Rädertierchen reicht meist nur für ein Alter von acht bis vierzehn Tagen — und zwar dann, wenn die Art ihr Maximum der Individuenzahl erreicht hat, treten Weibchen auf, aus deren nunmehr merkbar kleineren Eiern Männchen schlüpfen. Jetzt erst kann es also zur Paarung kommen, und dabei werden „Dauer-Eier" gebildet, die eine Ruhezeit von mehreren Monaten durchmachen und auch den Winter zu überstehen vermögen. Aus ihnen schlüpfen dann wieder die Weibchen, die als „Stammmütter" den nächsten Generationszyklus einleiten. Es gibt Rädertierchen, die diesen Wechsel von Jungfern- und Elternzeugung einmal, es gibt andere, die ihn mehrere Male im Jahre durchlaufen, wie es andererseits auch solche gibt, die das Männchen überhaupt völlig abgeschafft haben. Doch nicht nur als Dauer-Ei übersteht das Rädertiergeschlecht ihm ungünstige Jahreszeiten mit Trockenheit oder Frost; es gibt Arten, die auch ausgewachsen unwahrscheinliche Leistungen des Überlebens widriger Verhältnisse zeigen: Monate und Jahre hindurch existieren sie, eingetrocknet oder eingefroren ohne jede erkennbare Lebensleistung und ertragen dabei sogar Temperaturen des flüssigen Heliums — das sind minus zweihundertsiebzig Grad —, damit den Bakterien und manchen Sporen und Pollenkörnern gleichkommend.

Wie alle die anderen sonderbaren Tiergruppen aus unserer zoologischen Rumpelkammer, die aufzuräumen uns nunmehr geglückt ist, sind auch die Rädertierchen ein schöner Beweis für die Richtigkeit des Goetheschen Gedankens, im Zusammenwirken von Ausgestaltung — Differenzierung- und Zentralisation-Versammlung — den Beweis organischer Vervollkommnung als einer Überlegenheit im Daseinskampf zu sehen; denn nur dank ihrer vollkommeneren Mehrzellerorganisation konnten sie sich in der Welt des Wassertropfens und des Heuaufgusses neben den hochdifferenzierten Wimpertierchen durchsetzen und den Formenreichtum entfalten, der den Freund der Kleinlebewesen beim Blick durchs Mikroskop immer wieder entzückt und ihm zugleich — denkt er daran, woher diese anmutigen Gestalten stammen — einen tiefen Blick gestattet in die Werkstatt der Schöpfung: „Alle Glieder bilden sich aus nach ewigen Gesetzen, und die seltsamste Form bewahrt im Geheimen das Urbild".

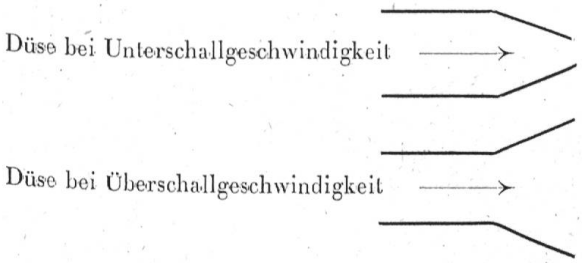
Fritz Bolle

Der Staustrahlantrieb

In den letzten Jahren haben Flugzeuge bereits Geschwindigkeiten erreicht, die nahe bei denen liegen, die mit Propellerantrieb überhaupt erreicht werden können. Bei etwa 650 Kilometer in der Stunde beginnt nämlich der Wirkungsgrad eines Propellers stark zu sinken, und kein Material hält den Fliehkräften stand, die bei Fluggeschwindigkeiten von 800 bis 1000 Kilometer in der Stunde an der Luftschraube angreifen. Man mußte sich daher nach neuen Antriebsmitteln umsehen, und heute werden schon eine ganze Reihe von Flugmaschinen mit Düsen- und Raketenmotoren betrieben. Die neuen Antriebsmittel können unter dem Begriff des Strahl- oder Rückstoßantriebs zusammengefaßt werden. Dieser besitzt gerade bei den von Propellerflugzeugen unerreichbaren Geschwindigkeiten einen hohen Wirkungsgrad. Da ferner noch verschiedene Reibungs- und Wärmeverluste wegfallen, ist der Strahlantrieb die ideale Antriebsart für Höchstgeschwindigkeitsflugzeuge. Für Straßenfahrzeuge wird sich der Strahlantrieb kaum allgemein durchsetzen, da bei den relativ kleinen Geschwindigkeiten sein wirtschaftlicher Wirkungsgrad sehr gering ist.

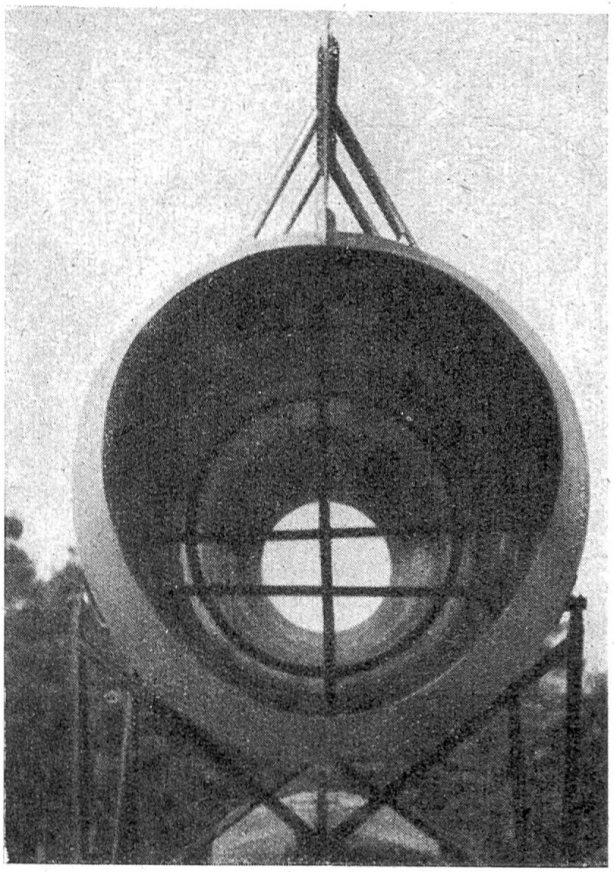
Die physikalische Grundlage des Strahlantriebes ist das „Rückstoßprinzip". Dieses Prinzip besagt, daß jeder Körper, der eine Masse von sich abschleudert, einen Rückstoß erfährt. Dieser Rückstoß ist um so größer, je größer die in der Sekunde abgeschleuderte Masse und je größer die Abstoßgeschwindigkeit ist. Die Richtigkeit dieses Rückstoßprinzips können wir an unserem eigenen Körper beim Abschuß eines Gewehres oder beim Wer-

fen schwerer Gegenstände sehr deutlich verspüren. Wenn also ein Flugzeug irgendwelche Massen entgegen der Fahrtrichtung ausstößt — zum Beispiel die Verbrennungsgase eines Treibstoffes —, so wird es infolge des hierdurch erzeugten Rückstoßes nach vorne getrieben. Um Gasmassen große Geschwindigkeiten zu erteilen und sie in eine bestimmte Richtung auszustoßen, bedient man sich einer Düse. Diese besteht bei Strömungsgeschwindigkeiten unterhalb der Schallgeschwindigkeit, die bei etwa 1200 Kilometer in der Stunde liegt, aus einer Verengung des Rohrquerschnitts. Die im gleich weiten Rohr gleichförmig laufenden Gasteilchen werden an der Verengung beschleunigt, wobei Druck und Temperatur sinken. Als jedermann bekanntes Beispiel sei das Blasen mit „gespitztem" Mund genannt. In einer Düse wird Wärmeenergie in Bewegungsenergie der strömenden Teilchen umgewandelt. Übersteigt aber die Strömungsgeschwindigkeit die Schallgeschwindigkeit, so muß zur Erzielung einer Geschwindigkeitssteigerung das Rohr nicht verengt, sondern gerade umgekehrt trompetenförmig erweitert werden (s. Abb.).



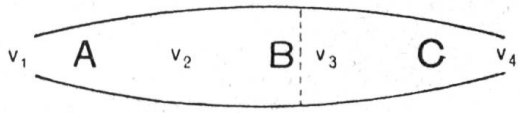
In den letzten Jahren wurde allenthalben eine Reihe von Hilfsgeräten und Antriebsmitteln entwickelt, die auf dem Rückstoß- und Düsenprinzip beruhen. Es entstanden der Staustrahlantrieb, der Düsenmotor und der Raketenantrieb.

Der Staustrahlantrieb, nach dem Erfinder auch oft Lorinantrieb genannt, ist wohl das einfachste der neuzeitlichen Antriebsmittel. Es besteht aus einem etwa sechs bis zehn Meter langen Eisenrohr von etwa anderthalb Meter Innendurchmesser. Den schematischen Aufbau eines solchen Staustrahlrohres zeigt die Abbildung. Die bei A mit der Geschwindigkeit v_1 einströmende Luft wird bis B wegen der Erweiterung des Rohrquerschnitts auf die Geschwindigkeit v_2 verzögert, was ein Ansteigen des Druckes bewirkt. Man nennt diesen Rohrteil Diffusor. Das Rohr ist so berechnet, daß der im Diffusor erreichte Druck genügt, um den bei B eingespritzten



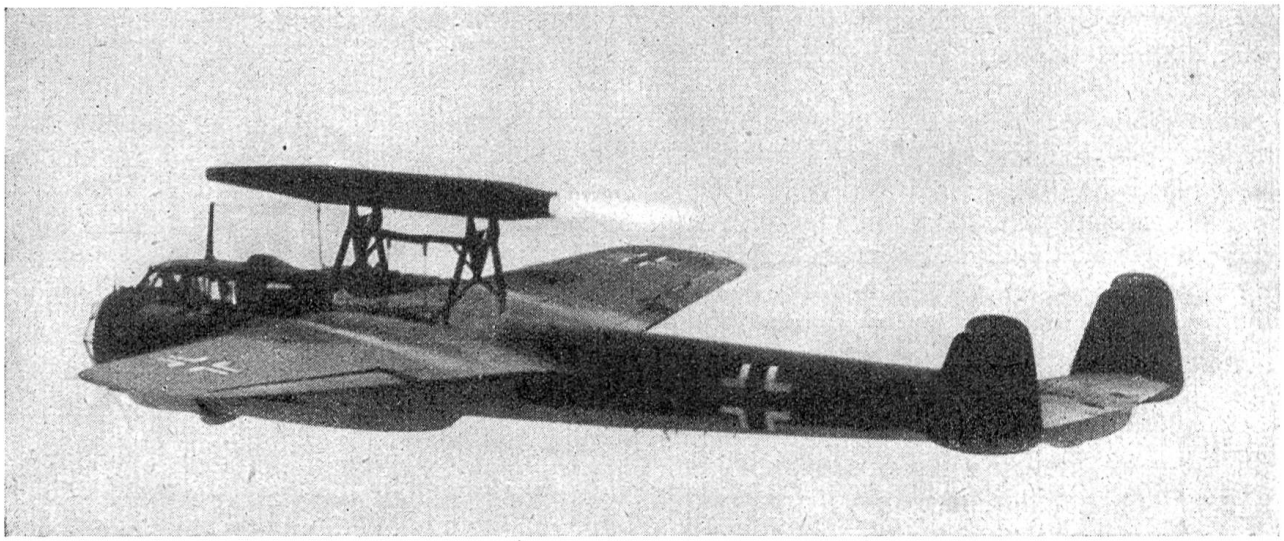
Blick in ein Staustrahlrohr von 1,5 m Durchmesser

Brennstoff zu entzünden. Der Brennstoff wird nämlich ähnlich wie beim Dieselmotor durch die in B herrschende Kompressionshitze und durch die von den vorhergehenden Explosionen erzeugte Wärme ohne Vermittlung einer Zündkerze entflammt. Die Verbrennung bewirkt ein weiteres Ansteigen des Drucks, und



Schematischer Längsschnitt durch ein Staustrahlrohr

die Strömungsgeschwindigkeit erreicht den Wert v_3. An den Diffusor AB, in welchem die Kompression und die Verbrennung stattfindet, schließt sich die Düse C an, in welcher die Geschwindigkeitssteigerung der Verbrennungsgase stattfindet. Die chemisch-thermische Energie des Benzins wird in Strömungsenergie und damit nach dem Rückstoßprinzip in Schubenergie verwandelt. Die Treibgase verlassen die Düse mit der Geschwindigkeit v_4. Aus dem Verhältnis der Geschwindigkeiten v_1 und



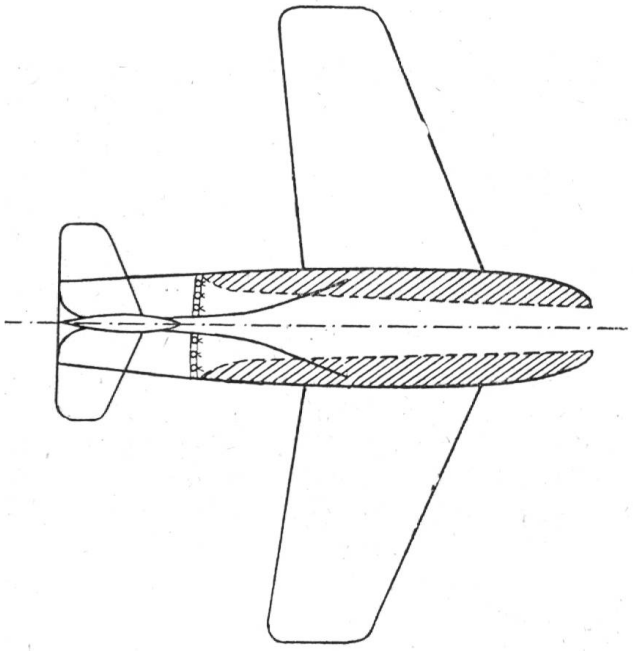
Staustrahlrohr, zu Versuchszwecken auf ein Dornier-Flugzeug als „fliegender Prüfstand" aufgebaut. Durchmesser 1,5 Meter, Länge 10,6 Meter

v_4 ergibt sich der durch das Staurohr erzeugte Vorwärtsschub:

$$S = F\rho\, v_1^2 \left(\frac{v_4}{v_1} - 1\right)$$

wobei F der Eintrittsquerschnitt bei A und ρ die Dichte der eintretenden Luft ist. Die Regelung des Schubes erfolgt durch Veränderung des Rohrquerschnittes an bestimmten Stellen.

Staustrahlrohre wurden bisher in der Praxis nicht verwendet. Es wurden lediglich einige Erprobungsflüge mit auf Flugzeugen aufgebauten Staurohren durchgeführt. Es sind aber für die Zukunft Staustrahlflugzeuge geplant, die das Strahlrohr im Rumpf eingebaut enthalten. Da die zur Verbrennung nötige Kompression nur dann erreicht wird, wenn die Luft mit einer ausreichenden Geschwindigkeit einströmt, müssen solche Flugzeuge entweder mittels Startraketen oder von Großflugzeugen aus gestartet werden. Da im Unterschallbereich der Wirkungsgrad eines Strahlrohres sehr klein ist, werden voraussichtlich Unterschall-Staustrahlflugzeuge nur für Sonderzwecke wissenschaftlicher oder militärischer Art Verwendung finden. Sollte jedoch in fernerer Zukunft die Verwendung der Atomenergie für die Aufheizung der das Strahlrohr durchströmenden Luft möglich werden, dann können auch dem Staurohr im Unterschallbereich gute Zukunftsaussichten prophezeit werden.



Schematischer Längsschnitt durch ein Staustrahlflugzeug. Die schraffierten Teile enthalten den Brennstoff

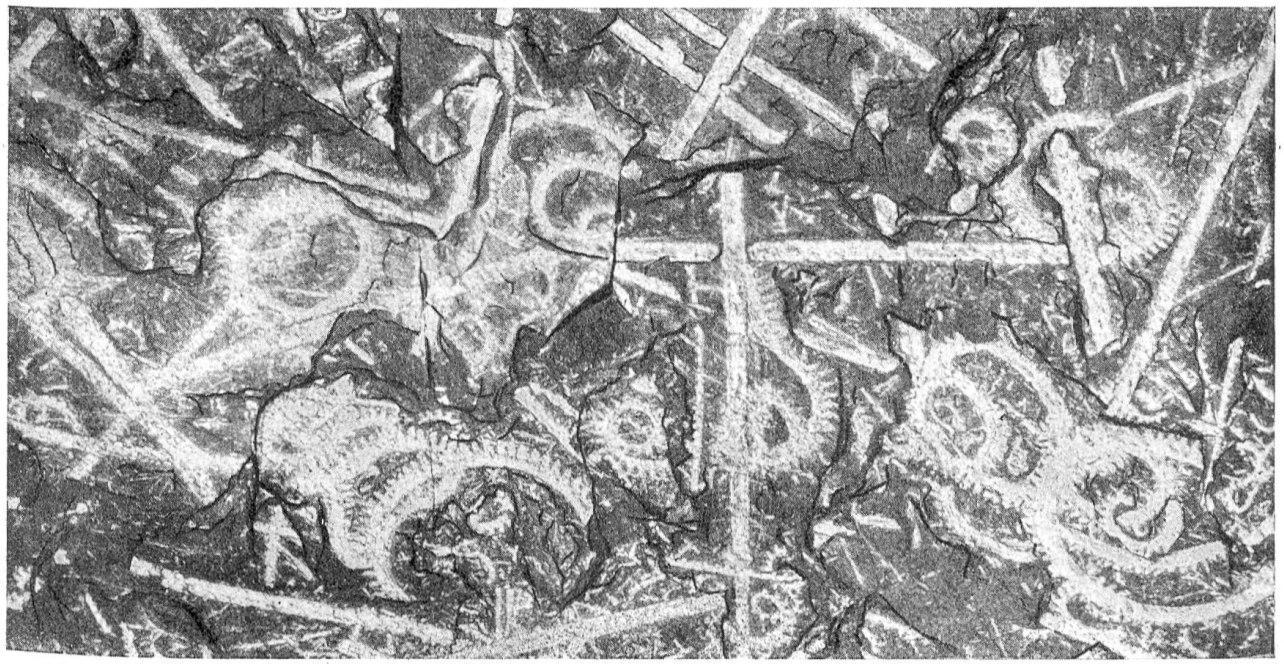
Das Überschall-Staustrahlflugzeug besitzt einen hohen Wirkungsgrad und wird wahrscheinlich schon in naher Zukunft als Ferntransportmittel verwendet werden. Auch bei chemischer Heizung sind infolge der hohen Reisegeschwindigkeiten sehr große Reichweiten zu erwarten. Die ersten Versuchstypen sind für Fluggeschwindigkeiten von 3000 bis 4000 Kilometer in der Stunde geplant, die Flughöhe würde etwa dreißig Kilometer betragen. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten, 6000 Kilometer in der Stunde, beginnt jedoch der Wirkungsgrad des Staustrahlantriebs sehr stark zu sinken.

Bei diesen Geschwindigkeiten können nur noch Raketenmotoren Verwendung finden. An-

dererseits ist der Staustrahlantrieb in der Gegend der Schallgeschwindigkeit immer noch wirksamer als ein Düsen- oder Propellermotor. Erst bei einer Geschwindigkeit von etwa 800 Kilometer in der Stunde sind Düsen- und Staustrahlantrieb gleichwertig. Im Unterschallbereich wird man daher den Düsenmotor vorziehen, während im Überschallbereich der Staustrahlantrieb den Vorzug genießt, der bei hohen Überschallgeschwindigkeiten vom Raketenmotor abgelöst wird.

Dr. David-Peters, New-York

Die Welt der Graptolithen



Die eigenartigen Formen der „Schriftsteine" haben der Wissenschaft nicht wenige Rätsel aufgegeben

Um das Jahr 1734 sah Linné zum ersten Male auf den dunklen Schiefern seiner Heimat eigenartige Versteinerungen. Merkwürdige Gedankenverknüpfungen müssen sie bei ihm hervorgerufen haben, denn er nannte sie Graptolithen, „Schriftsteine". Ob er sie als Fossilien erkannt hat, wissen wir nicht; von ihm aber stammt der Name für jene sonderbaren Wesen, die für die Silurzeit, die zweitälteste Formation des Paläozoikums, des Erdaltertums, kennzeichnend sind. Rund fünfhundert Millionen Jahre sind vergangen, seitdem diese Tiere gelebt haben, die der Wissenschaft nicht wenige Rätsel aufgegeben haben. Mit Hilfe der Graptolithen, diesen ausgezeichneten Leitfossilien der Silurformation ist es gelungen, in der ganzen Welt diese Gesteine des Paläozoikums in zwanzig Zonen zu gliedern, von denen nach Lapworth die Zonen eins bis neun dem Untersilur oder Ordovizium und zehn bis zwanzig dem Gotlandium genannten Obersilur angehören. Ihre vielfältigen Formen kommen über die ganze Erde verbreitet in den Gesteinen der Silurformation vor, am häufigsten in den durch Kohlenstoffbeimischung dunkel gefärbten Schiefern und Quarziten; hier wieder sind sie in dem feinkörnigen Alaun- und Kieselschiefer am besten erhalten und am deutlichsten sichtbar. In diesen Gesteinen treten uns die Graptolithen als sägeblattähnlich gestaltete Abdrücke entgegen; plastisch erhaltene Vorkommen in Kalken und Mergeln gehören zu den Seltenheiten.

Seit Linné ist die wissenschaftliche Beschäftigung mit ihnen eine internationale Angelegenheit geworden. Man ist zu beachtlichen Ergebnissen über Natur, Lebensweise und Einordnung dieser merkwürdigen Tiergruppe gelangt. Von den Weichteilresten der Graptolithentiere blieb allerdings nur in den aller-