

– links, mit allen Zwischenvariationen. Ferner um die Längsachse selbst im Uhrzeigersinn und gegen den Uhrzeigersinn.

Bei Feuerwerksraketen benutzt man heute noch einen langen leichten Führungsstab. Dieser erzeugt einen großen Luftwiderstand. Da der Druckmittelpunkt  $D$  – in Flugrichtung gesehen – hinter dem Körperschwerpunkt (Raketenkörper einschließlich Führungsstab)  $S$  zu liegen kommt (siehe Bild 2), greift er mit dem Hebelarm  $a$  im Schwerpunkt  $S$  an. Die Wirkung, die  $D$  während des Fluges auf  $S$  ausübt, bezeichnet man auch als „Windfahnenwirkung“.

Anstelle des Führungsstabes haben die größeren Raketen Leitwerkflossen. Man stelle sich z. B. einmal die erforderliche Länge eines Führungsstabes für die V 2 vor! Diese Leitwerke erzeugen einen Luftwiderstand, welcher zu dem Luftwiderstand des eigentlichen Raketenkörpers hinzukommt. Da sie aber infolge ihrer großen Oberfläche einen relativ großen Widerstand am Ende der Rakete erzeugen, wandert der gemeinsame Druckmittelpunkt nach hinten und kommt hinter dem gesamten Schwerpunkt zu liegen. Während des normalen Fluges ist der Leitwerkwiderstand verhältnismäßig klein und besteht in der Hauptsache aus dem Reibungswiderstand. Sobald sich aber die Rakete um ihren Schwerpunkt dreht, drehen sich auch die Seitenflächen des Leitwerks gegen den Luftstrom



und bieten diesem somit eine größere Angriffsfläche. Die Luftkraft im Druckmittelpunkt wird größer und der Druckmittelpunkt wandert dadurch noch weiter zurück. Der dadurch verlängerte Hebelarm bewirkt ein größeres Kraftmoment  $D \cdot a$  im Schwerpunkt  $S$ , die Rakete nimmt wieder ihre Normallage ein; sie ist eigenstabil oder einfach stabil. (Abb. 3.)

Soll dagegen eine Rakete während ihres Fluges gesteuert werden, muß sie schnell und leicht auf die Steuerkommandos ansprechen. Es darf also die richtungsstabilisierende Luftkraft nicht zu groß sein oder muß sogar ganz fortfallen. Druckmittelpunkt  $D$  und Schwerpunkt  $S$  fallen dann fast oder ganz in einem Punkt zusammen (Abb. 4), die Rakete ist labil. Die angebrachten Flossen sind dann nur noch Ruderflossen und keine Leitwerke mehr.

Liegt dagegen der Druckmittelpunkt  $D$  vor dem Schwerpunkt  $S$  wie in Abb. 5, so ist die Rakete instabil. Es muß entweder die Spitze mehr belastet oder die Leitwerkflossen müssen vergrößert werden. Abb. 6 zeigt eine Stabilisierung der Rakete mittels schräggestellter Flossen, die sogenannte Drallstabilisierung.

#### 4. Start einer Rakete

Soll eine Rakete senkrecht oder mit nur geringer Bahnneigung nach oben gestartet werden, so sind folgende Punkte zu beachten:

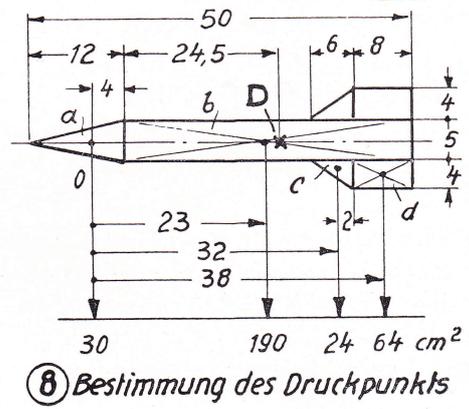
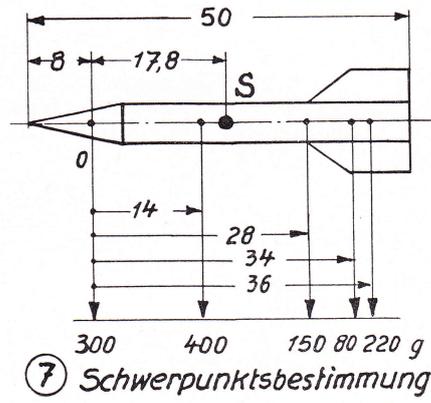
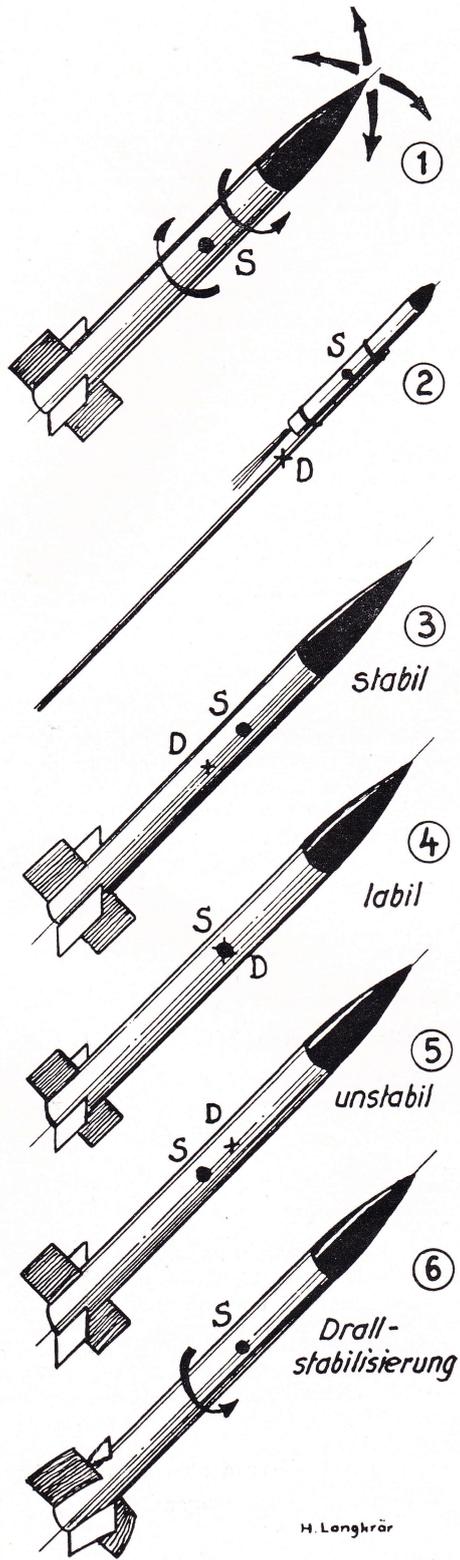
a) das Startgestell muß genügend lang sein. Es dauert eine gewisse, wenn auch kurze Zeit, bis die Rakete ihre volle Geschwindigkeit erreicht hat. Da die Luftkräfte erst bei voller Geschwindigkeit ganz zur Wirkung kommen und die Rakete stabilisieren, ist es nötig, der Rakete bis dahin eine Führung zu geben.

b) Bei stärkerem Bodenwind drückt dieser, sobald die Rakete das Startgestell verlassen hat, auf die Leitwerke und erzeugt eine zusätzliche Luftkraft, welche senkrecht zur Längsachse wirkt. Dieses Drehmoment um den Schwerpunkt wirkt sich dahin aus, daß sich die Rakete gegen den Wind neigt, und zwar soweit, bis die Seitenkraft des Bodenwindes und die Luftkraft des Fahrtwindes einander die Waage halten. Bei zu kurzem Startgestell und heftigem Seitenwind kann es zu einem regelrechten Fehlstart führen, indem die Rakete gleich nach dem Verlassen des Startgestells fast waagrecht gegen den Wind fliegt.

Bei Senkrechtsstarts ist es also äußerst wichtig, den Bodenwind zu berücksichtigen. Auf keinen Fall darf das Startgestell gegen den Wind geneigt sein. Richtig ist es, in solchen Fällen dem Startgestell eine Neigung in Windrichtung zu geben. Soll dagegen eine Rakete eine gute Flachbahn z. B. über Wasser fliegen, so ist die Bahn umso besser, je stärker der Wind ist.

#### 5. Berechnung des Schwerpunktes

Es ist erforderlich, bei der Konstruktion einer Rakete die Lage des Schwerpunktes mit ziem-



licher Genauigkeit zu ermitteln, um danach die Größe der Leitwerkflossen ermitteln zu können. Der Schwerpunkt ist der Punkt, in dem die Gewichtskräfte der einzelnen Bauelemente angreifen. Würde man die Rakete in diesem Punkt aufhängen können, so müßte sie in jeder Lage beharren, also im Gleichgewicht sein. Natürlich ist Voraussetzung, daß die Schwerpunkte der einzelnen Bauelemente in der Längsachse zu liegen kommen, d. h. zentrisch liegen. Zunächst zeichnet man eine Seitenansicht des Raketenmodells. In diese Ansicht trägt man die Gewichte der einzelnen Bauteile und ihre Lage zueinander ein. Sodann berechnet man die einzelnen Kraftmomente von einem Punkt ausgehend. Um einen

Rechengang zu sparen und um die Zahlenwerte kleiner zu halten, geht man vom ersten Einzelschwerpunkt aus, z. B. dem der Spitze. Da hier das Gewicht der Spitze an keinem Hebelarm wirkt, ist das Moment gleich 0. Diesen Punkt bezeichnet man mit 0 (Null). Jedes andere Gewicht wirkt, je weiter ich nach hinten komme, an einem immer länger werdenden Hebelarm. Die sich hieraus ergebenden Einzelmomente werden zusammengezählt und durch das Gesamtgewicht dividiert. Das Ergebnis ist die Entfernung des Gesamtschwerpunktes vom Punkt 0, zu der man nur noch die Entfernung bis zur Spitze hinzuaddieren braucht. Abb. 7 zeigt ein solches Beispiel.

(Abb. 7) (Es wird in g und cm gerechnet)

Gewicht	300 g - Abstand	0	0
	400 g - "	14 cm =	5600 gcm
	150 g - "	28 cm =	4200 gcm
	80 g - "	34 cm =	2720 gcm
	220 g - "	36 cm =	7920 gcm
Ges.-Gew. 1150 g		= 20440 gcm	
		$\frac{20\ 440\ \text{gcm}}{1150\ \text{g}}$	= 17,8 cm von 0
		oder $17,8 + 8 = 25,8$ cm von der Spitze	

#### 6. Berechnung des Druckmittelpunkts

Gegenüber dem im Rundschreiben 1/58 dargestellten Verfahren läßt sich für unsere kleinen Modellraketen die hier gezeigte vereinfachte Methode mit ausreichender Genauigkeit anwenden. Man zeichnet sich wiederum die Seitenansicht der Rakete und ermittelt von den einzel-

nen geometrischen Flächen (Spitze, Rumpf, Leitwerk) die jeweiligen Flächeninhalte und deren Mittelpunkte. Wieder vom Mittelpunkt der Spitze ausgehend, welcher mit 0 bezeichnet wird, trägt man die Entfernungen der übrigen in cm ein, und rechnet wie bei der Schwerpunktberechnung (siehe Abb. 8).

Dreieck	$a = \frac{12 \cdot 5}{2} = 30\ \text{cm}^2$	· Abstand 0	= 0
Rechteck	$b = 38 \cdot 5 = 190\ \text{cm}^2$	· Abstand 23 cm	= 4370
2 Dreiecke	$c = 2 \cdot \frac{4 \cdot 6}{2} = 24\ \text{cm}^2$	· Abstand 32 cm	= 768
2 Rechtecke	$d = 2 \cdot 8 \cdot 4 = 64\ \text{cm}^2$	· Abstand 38 cm	= 2432
Gesamtinhalt		308 cm <sup>2</sup>	7570
		$\frac{7570}{308}$	= 24,5 cm von 0; Abstand von der Spitze = $24,5 + 8 = 32,5$ cm

Der Druckmittelpunkt liegt in diesem Falle also 6,7 cm hinter dem Schwerpunkt.

Die Stabilität der Raketen wird in Kalibern ausgedrückt (Kaliber = Raketendurchmesser). Raketen sollen nie weniger als eine halbkalibrige Stabilität aufweisen, d. h. der Abstand zwischen Schwerpunkt und Druckmittelpunkt (oder kurz Druckpunkt) muß größer sein, als der halbe Durchmesser der Rakete. Die Stabilitätsreserve ist bei gleichkalibriger Stabilität bei einer schlanken Rakete größer als bei einer dicken.

Eine weitere Möglichkeit, den Druckpunkt mit ausreichender Genauigkeit bei kleinen Modellraketen zu bestimmen, besteht darin, daß man eine verkleinerte maßstabsgetreue Seitenansicht der Rakete aus Pappe schneidet und auf einer Nadel ausbalanciert. Wo sich die Nadel beim Gleichgewichtszustand befindet, liegt der Druckpunkt.

Hermann Langkrär  
Jugendleiter

# Sich suchen und finden . . .

## Anschriftenverzeichnis junger Raketenfreunde

Viele Mitglieder der Jugendabteilung möchten gerne Verbindung miteinander aufnehmen. Die Zahl hinter den nachstehend aufgeführten Ortsnamen gibt die Anzahl der dort wohnenden Mitglieder oder Raketenfreunde an, die mit der Jugendabteilung im Schriftverkehr stehen.

Die gewünschten Namen und Anschriften können beim Jugendleiter erfragt werden.  
Stand der Zusammenstellung am 15. September 1958:

Aachen (3)	Erlangen (1)	Kelheim, Donau (1)	Remscheid (1)
Alsfeld, Hss. (1)	Eßlingen (1)	Kiel (Gruppe)	Rendsburg (1)
Ansbach (1)	Essen, Ruhr (1)	Kirchheim, Teck (2)	Reutlingen (1)
Athen, Griechenl. (1)	Flintbeck (1)	Kohlscheid (1)	Rinklingen (1)
Attendorn (1)	Frankfurt, Main (1)	Köln-Dellbrück (1)	Rinteln (1)
Au am Inn (1)	Freiburg, Brsg. (1)	Köppern, Ts (1)	Rudersdorf, Siegen (1)
Augsburg (1)	Friedrichshafen (1)	Krefeld (1)	Saarbr.-Heusweiler (1)
Aurich, Ostfr. (1)	Friedrichsdorf, Taun. (1)	Lahr, Schwarzw. (1)	Saarbrücken (1)
Bad Hersfeld (1)	Fürstenzell (1)	Langen, Hessen (1)	Seeheim, Bergstr. (2)
Bad Homburg (2)	Fürth, Bayern (1)	Leverkusen (1)	Segnitz (1)
Bad Neustadt/Saale (1)	Garmisch-Partenk. (1)	Lichtenwörth (1)	Senzkirchen (1)
Bamberg (2)	Geesthacht (1)	Linz, Donau, Ostr. (1)	Siegen, Westf. (1)
Basel, Schweiz (1)	Gelnhausen (1)	Ludwigshafen (1)	Sinzheim (1)
Beddelhausen (1)	Gensungen (1)	Lübeck (1)	Soest (1)
Berenbostel (1)	Gladenbach, Hss. (1)	Marburg, Lahn (2)	Solingen (2)
Berlin (Gruppe)	Graz, Österreich (3)	Marktbreit, Ufr. (1)	Spiekeroog (1)
Biessenhofen (1)	Gräfelding b. Münch. (1)	Murnau, Obb. (1)	Sporke, Kr. Olpe (1)
Binder üb. Hildesh. (1)	Gronau, Westf. (1)	Mühlacker (1)	Stade (1)
Bingen/Rhein (1)	Günzburg, Donau (1)	München (5)	Stadthagen (1)
Blaubeuren (1)	Heusenstamm (1)	Neuß, Rhein (1)	Stuttgart (4)
Bockenem, Harz (1)	Hamburg (3)	Nienberg b. Münst. (1)	Tuttlingen (1)
Braunschweig (3)	Hangelar, Sieg (1)	Nienburg, Weser (1)	Volkmarode (1)
Breitengüßbach (1)	Hannover (2)	Nieder-Mörlen (1)	Waldbröhl, Bz. Köln (1)
Bremen (Gruppe)	Heepen, Bielef. (1)	Oberaula (1)	Wanne-Eickel (1)
Brühl bei Köln (1)	Heilbronn (1)	Oberstdorf (Gruppe)	Wedel, Holstein (1)
Darmstadt (1)	Heidelberg (1)	Oberursel, Ts. (2)	Weißenburg (1)
Dänischhagen (1)	Heidenheim (1)	Olsberg, Westf. (1)	Weißenborn (1)
Dortmund (2)	Hellenthal (1)	Osdorf (1)	Weißenstadt, Obpf. (1)
Drögenindorf (1)	Heusendamm (1)	Ottobeuren (1)	Wetschen, Diepholz (1)
Dublin, Irland (1)	Hochfeld (1)	Paderborn (1)	Wettingen, Schweiz (1)
Düsseldorf (2)	Hofheim, Ufr. (1)	Preetz, Holstein (1)	Wien, Österreich (1)
Emden (1)	Höhn-Grenzhausen (1)	Prien, Chiemsee (1)	Wiesbaden (1)
Emmendingen (1)	Icking, Isartal (1)	Putlos, Holstein (1)	Wildberg, Schwarzw. (1)
Emmerstadt (1)	Jlsfeld (1)	Rahrdum, Krs. Jever (1)	Worms (1)
Ensheim, Saar (1)	Kassel (1)	Reepe-Grevenbrück (1)	Würzburg (2)
Erkrath, Rhld. (1)	Karlsruhe (3)	Regensburg (1)	Wülfrath, Rheinld. (1)
			Zell im Wiesental (1)

## Aus dem Leben unserer Gemeinschaft

Am diesjährigen 9. Internationalen Astronautischen Kongreß in Amsterdam nahmen Vorsitzender Staats, die Vorstandsmitglieder Dr. E. E. Büchner und R. Haber, vom Beirat Prof. Dr. A. Ehmert, Dr. F. Winterberg, Dr. R. E. Kutterer, Dipl.-Ing. H. Gartmann und H. K. Kaiser teil.

\*

Dipl.-Ing. H. Th. van den Ham, technischer Direktor der Südafrikanischen Interplanetarischen Gesellschaft, traf in Begleitung seiner Gattin auf dem Luftwege zu einem kurzen Besuch in Bremen ein. Vorsitzender Staats empfing die Gäste und vereinbarte mit dem Beauftragten der S. A. I. S. enge Zusammenarbeit.

\*

Unsere Archivräume befinden sich nunmehr im Haus 3 der ehemaligen Neustadtswall-Kaserne. Die Leitung des Archivs hat R. Schiemann übernommen.

Am 14. August 1958 fand die letzte Sitzung des derzeitigen Vorstandes statt. Vorsitzender Staats sprach den versammelten Vorstandsmitgliedern für die Mitarbeit den Dank aus.

Den Mitgliedern können wir die erfreuliche Mitteilung machen, daß gegenwärtig 507 Angehörige der DAFRA registriert sind.

\*

Ein ungewöhnlich starkes Echo fand unsere Einladung zur Jahrestagung im In- und Auslande. Glückwünsche für den erfolgreichen Verlauf unserer internationalen Raketen- und Raumfahrt-Tagung gingen im Sekretariat unter anderem vom Herrn Bundesminister für Verkehr, Dr.-Ing. Seebohm, von Prof. Dr. Werner von Braun, USA, Bürgermeister Dr. Klett, Stuttgart, sowie von Freunden der Astronautik aus Amerika, Frankreich und Polen ein.

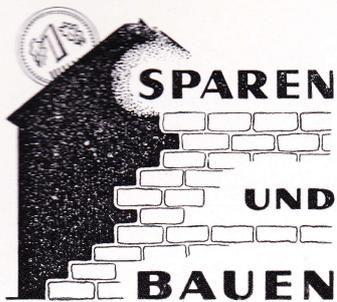
\*

Wir bitten unsere Mitglieder, an die fälligen Beitragszahlungen zu denken. Einzahlungen können auf unsere Konten: 18 699 bei der Städtischen Sparkasse in Bremen und 211 940 beim Postscheckamt Hamburg erfolgen.



### Dr. Walter R. Dornberger

Ehrenmitglied der DAFRA, feiert am 5. September 1958 seinen 63. Geburtstag. Der Vorstand wird Gelegenheit nehmen, dem Raketenpionier die Glückwünsche persönlich auszusprechen. Dr. Dornberger hat die Absicht geäußert, an der diesjährigen „Internationalen Raketen- u. Raumfahrttagung“ in Bremen teilzunehmen. Unser Bild zeigt Dr. Dornberger (Mitte) mit Dipl.-Ing. Zanssen (rechts) und Vorsitzenden A. F. Staats (links).



**LANDESPAARKASSE BREMEN**  
Gemeinnützige Anstalt der Sparkasse in Bremen

Wir beraten Sie kostenlos  
und unverbindlich

**BREMEN · AM BRILL 5-9 · TEL.: SA.-NR. 36 41**

Beratungsstellen: Bremen, Bahnhofstraße 32  
Ve ges a c k: Gerhard-Rohlf's-Straße 73  
Bremerhaven: Bürgermeister-Smidt Str. 92

**J. Wilh. Meyer**

**DELMENHORST (Oldb)**

●  
**Bahnspedition**

**Möbel-Transport**

Lagerung  
Versicherung  
Verzollung  
Güter-Nah- und Fernverkehr

DELMENHORST

Bremer Straße 40 · Ruf 2305 und 3698

**Im THEODOR OPPERMANN-VERLAG · HANNOVER**

ist die einzig autorisierte Biographie über den weltberühmten Forscher

*Hermann Oberth*

Vorkämpfer der Weltraumfahrt

erschienen.

Das Werk umfaßt 264 Seiten und enthält 32 zum Teil historische Fotos aus der Geschichte der Raketenforschung und Raumfahrt.

Es ist in jeder Buchhandlung zum Preise von DM 16.80 erhältlich und jedem zu empfehlen, der ein wahres Bild über den weltbekannten Forscher gewinnen möchte.