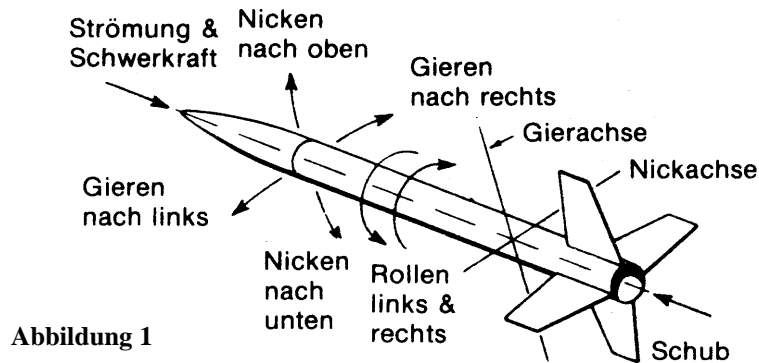


Bauanleitung für Raketen

1. Allgemeines

1.1. Einwirkende Kräfte auf ein Raketenmodell

Auf das durch die Luft fliegende Raketenmodell wirken verschiedene Kräfte ein – Abb.1.



Der vom Raketenmotor erzeugte Schub(kraft), die Strömung (Luftwiderstand des Raketenkörpers, der über den Körper streichenden Luft entgegengebracht wird) und die Schwerkraft der Erde wirken alle in der Längsrichtung (der langen Achse) des Modells und werden lineare Kräfte genannt. Das Modell ist jedoch auch Drehkräften ausgesetzt (Gieren, Nicken und Rollen), die auf die Drehachse wirken. Der Schnittpunkt dieser Achsen wird Schwerpunkt genannt (CG engl.) bzw. SP (deutsch).

Der **Schwerpunkt** (Balancepunkt) läßt sich an einem fertigen Modell einfach durch balancieren ermitteln. Man nimmt dazu einen Faden mit einer Schlinge, durch die man das Modell solange verschiebt, bis es in der Waage bleibt (Abb.2). Dieser Punkt sollte markiert werden. Man kann diesen Punkt auch finden, indem man das Modell auf einer Kante (z.B. Lineal) solange verschiebt, bis es in der Waage ist (Abb.3).

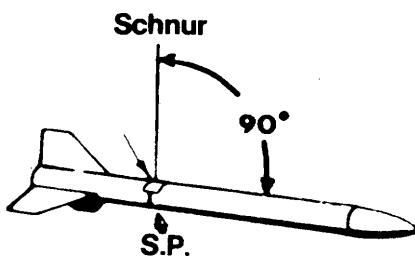


Abbildung 2

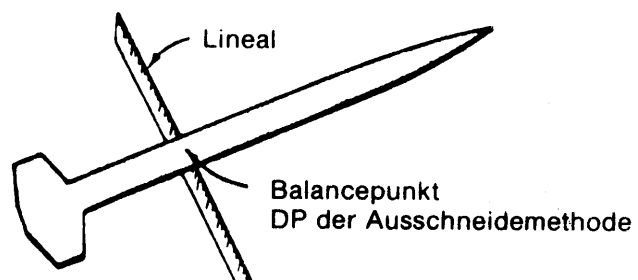


Abbildung 3

An einem Raketenmodell gibt es einen zweiten, für die Flugstabilität wichtigen Punkt: den **Druckpunkt** (CP engl.) bzw. DP (deutsch). Dieser Punkt stellt die Summe aller auf das Modell einwirkenden Kräfte dar.

Ein Raketenmodell soll möglichst gerade in der, von der Leitstange der Startrampe vorgegebenen Richtung fliegen. Dazu muß das Modell aerodynamisch stabil sein. Unter aerodynamischer Stabilität versteht man das Bestreben eines Flugkörpers, trotz äußerer Störungen, wie z.B. Windböen, seine vorgegebene Richtung beizubehalten. Solange die auf die Flossen einwirkende Kraft (Druck) groß genug ist, die die Rakete in Drehung versetzende Störkräfte aufzuheben, wird sie stabil fliegen. Da sich ein Körper immer nur um den

Schwerpunkt dreht, wird der Flugkörper umso stabiler fliegen, je weiter der Schwerpunkt zur Nase hin liegt und je weiter der Druckpunkt hinten liegt. Der Druckpunkt wird in vorwiegendem Maße von der Flossenfläche bestimmt. Wird der Schwerpunkt jedoch zu weit nach vorne verlagert, wird das Modell überstabil; die Flugbahn wird dann von äußeren Kräften bestimmt, was ebenfalls nicht erwünscht ist.

Der Druckpunkt läßt sich auf ähnliche Weise experimentell ermitteln, wie der Schwerpunkt. Dazu wird der Umriss des Modells einschließlich Flossen auf einen festen Karton übertragen und ausgeschnitten. Der Balancepunkt des ausgeschnittenen Umrisses ist der Druckpunkt! Wenn Sie jetzt den vom Modell ermittelten Schwerpunkt auf den Umriss übertragen, haben Sie die beiden wichtigsten Punkte für Ihre Stabilitätsprüfung. Damit die Rakete stabil fliegt, muß der Schwerpunkt mindestens eine Durchmesserbreite (größer, falls mehrere) vor dem Druckpunkt liegen. Damit hätte die Rakete eine Stabilität von einem Kaliber (Abb.4). Für Wettbewerbe wird diese „Kaliber“ Stabilität angestrebt. Bausätze haben im allgemeinen eine Stabilität von $2\frac{1}{2}$ Kaliber, um das Modell auf jeden Fall stabil zu machen. Nachträgliche Änderungen von Schwer- und Druckpunkten lassen sich durch zusätzliches Gewicht am (im) Nasenkonus bzw. durch Vergrößerung der Flossen erreichen.

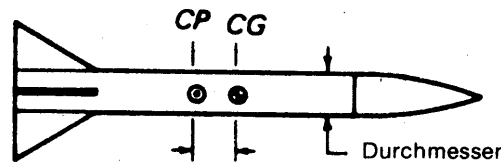


Abbildung 4 gleich Durchmesser

1.2. Regeln für den Eigenentwurf

- Die Länge des Körpers sollte etwa 8 bis 10mal Durchmesser betragen
- Die Flossen sollten nicht zu klein gewählt werden. Die Basis der Flossen (Klebekante) sollte etwa doppeltem Körperdurchmesser entsprechen, die Vorderkante dem eineinhalbfachen und die Spitze dem einfachen.
- Die Flossen sollten so weit wie möglich am Heck der Rakete angebracht werden. Niemals vor dem Schwerpunkt!
- Der Schwerpunkt sollte mindestens $\frac{1}{8}$ der Körperlänge vor den Flossen liegen.

Bei Berücksichtigung dieser Punkte wird Ihr selbstentwickeltes Modell „von Zuhause aus“ stabil fliegen. Vor dem ersten Start sollten Sie jedoch auch immer einen dynamischen Stabilitätstest mit dem startbereiten Modell durchführen. Für diesen Test befestigen Sie an Ihrem Raketenmodell im Schwerpunkt eine etwa 2m lange Schnur (Abb.5 mit Tesafilm fixieren). Beginnen Sie jetzt, das Modell an verkürztem Band, mit der Nase in Flugrichtung über Ihrem Kopf zu schwingen und lassen dabei langsam Schnur nach, bis es einen Kreis von ca. 4m beschreibt. Bleibt dabei die Nase in Flugrichtung, ist das Modell stabil. Dreht es sich jedoch während des Fluges, ist es instabil und muß neu überdacht werden. Korrekturen lassen sich in diesem Fall am einfachsten durch zusätzliches Gewicht am/im Nasenkonus ausgleichen.

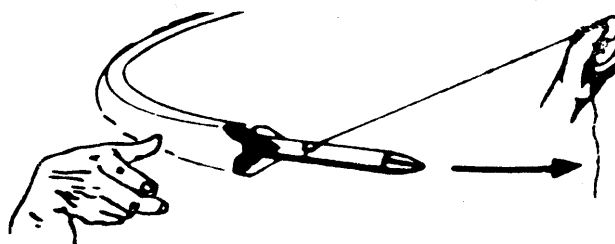


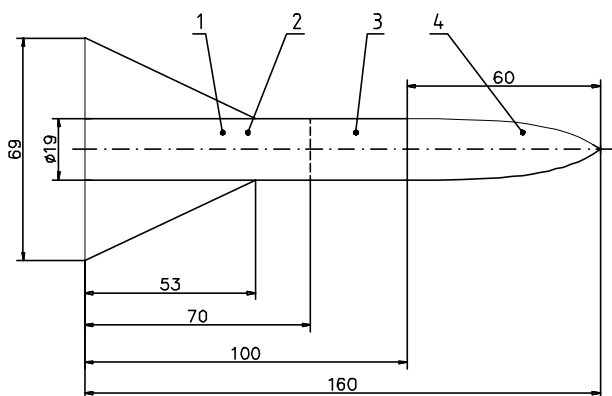
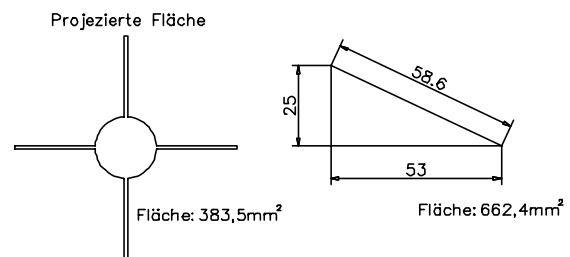
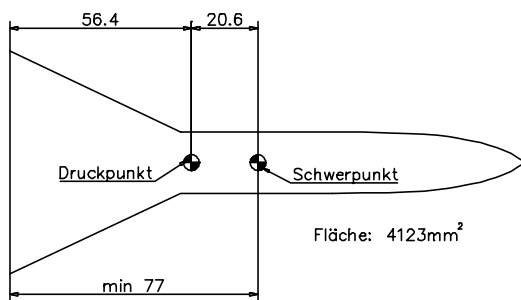
Abbildung 5

Beim „Schwingtest“ kommt es vor, daß ein Modell in seiner Fluglage stabil ist, die Nase jedoch nicht in Flugrichtung zeigt. Dieses kann eine Überstabilität anzeigen (evt. Durch Austausch des Nasenkonus gegen einen leichteren Typ prüfen), muß aber nicht unbedingt zu überstabilen und deshalb störbarem Flug führen.
 (Quelle: ESE Katalog 1985/1986)

2. Flugkörper MK97

Der Flugkörper ist eigens dafür entworfen, um von meinem Hummer gestartet zu werden. Durch die möglichst kleine Baugröße habe ich mich im Wesentlichen an die oben aufgeführten Punkte gehalten:

- Körperlänge = 10x Körperdurchmesser
- Flossenspitze = etwas mehr als Körperdurchmesser
- Flossen ganz am Heck angebracht
- Der Schwerpunkt liegt ca. 1/8 der Körperlänge vor den Flossen



Position	Menge	Bezeichnung
1	1	Raketomotor A8-3
2	1	Raketomotor C6-3
3	1	Raketrohr
4	1	Raketenspitze