

DANIEL DÜSENTRIEB

PREIS

TECHNIKWETTBEWERB DER
HAMBURGER SCHULEN 2018/19



Aufgabe Sekundarstufe 1

Aufgabe ist, eine Modellrakete mit einem vorgegebenen Motor in die Höhe und dann wieder sicher zu Boden zu bringen. Den Abstieg bremst dabei ein Flutterband. Gewertet wird die Zeit von drei Flügen, für die zusammen zwei Modellraketen zugelassen sind. Gewonnen hat die Schule mit der längsten Gesamtflugzeit. Öffnet sich das Flutterband nicht, gibt es Null Punkte. - Die Raketen müssen selbst gebaut sein; die Motoren sind vorgegeben und für alle gleich.

Die Leistung der Teilnehmer besteht also darin

- eine Rakete für den Motor Klima A6-4 zu bauen, die möglichst große Höhe erzielt
- und ein Flutterband („Strömer“, englisch: streamer) zu entwickeln, das die Modelle möglichst langsam wieder zu Boden bringt.

Die Leistungen der Wettbewerbsteilnehmer lassen sich gut vergleichen, wenn man die Sekunden misst, die das Flugmodell insgesamt in der Luft ist: Von der größten Ausgangshöhe aus dauert der Abstieg am längsten, das beste Flutterband bremst am stärksten.

Der Motor Klima A6-4

hat Schwarzpulver als Antrieb, das in einem Papprohr von 18 mm Außendurchmesser steckt. Dies ist 70 mm lang und wiegt ca. 13 g. Seine Treibladung hat einen Schub von etwa 6 N (Newton) bei einer Brenndauer von 0,6 Sekunden; das entspricht einem Gesamtimpuls von etwa 2,5 Ns (Newtonsekunden). Steht für das Entscheidungsfliegen ein großes Gelände zur Verfügung, wird mit Motoren geflogen, die länger brennen und auf größere Höhen beschleunigen. Die Raketen müssen nicht extra auf stärkere Motoren eingestellt werden – sie fliegen aber höher und brauchen länger für den Abstieg!

Nach dem Ende des Schubs gibt es eine Verzögerung von 4 Sekunden, bis im Inneren eine kleine Ausstoßladung zündet. Sie ist nach vorne, ins Raketeninnere, gerichtet und schießt das Bergungssystem, also das Flutterband heraus. In jenen vier Sekunden Verzögerung nutzt die Rakete antriebslos die Beschleunigung, um weiter Höhe zu gewinnen.

Andere Raketenmotoren sind nicht zugelassen. Eigene Versuche mit Silvesterraketen usw. sind lebensgefährlich. Die Raketenmotoren müssen aus rechtlichen Gründen in den Händen Erwachsener bleiben.

Die Rakete

besteht aus einem leichten Pappzylinder (gewickelter Papierrohr, gewickelter Balsa- oder Sperrholzrohr, laminiertes Glasfaser- oder Kunststoffrohr – Metall ist verboten!) und einer abnehmbaren Spitze. Diese Spitze muss ebenfalls aus Pappe/Papier, Balsa- oder dünnem Sperrholz geformt sein. Es gibt sie fertig aus Kunststoff; Metall ist wieder nicht erlaubt. Maße der Rakete mit Spitze sind 450 bis 550 mm Länge und 25 bis 40 mm Durchmesser. Der Raketenkörper muss zylindrisch, die Raketenspitze kann beliebig geformt sein. Um mit der genormten Treibladung möglichst hoch zu kommen, sollte die Rakete so leicht wie möglich sein!

Damit die Rakete sauber steigt, muss der Motor genau zentrisch in der Raketenhülse stecken. Die Distanz zwischen dem Innendurchmesser der Rakete und dem Außendurchmesser des Motors überbrücken z.B. passende Ringe oder präzise Längsleisten aus Holz oder Pappe. Der Motor braucht eine eigene Papphülse, aus der er leicht herauszuziehen ist, wenn er abgebrannt ist und ausgetauscht werden muss. Nach vorne darf er nicht ins Raketeninnere marschieren, nach hinten nicht herausfallen, wenn die Rakete senkrecht auf der Startvorrichtung steht. Traditionell nimmt man dafür eine lange Klammer aus Draht oder Flachstahl, es geht aber auch mit genauer Steckung, bei der die Motorhülse mit Klebebandwicklungen an den Innendurchmesser der Rakete angepasst wird.

Dank des – im Vergleich zum Modellgewicht – sehr starken Motorschubs beschleunigt die Rakete senkrecht auf eine Geschwindigkeit von über 150 km/Stunde. Da wir nicht im Vakuum des Weltraums, sondern (noch) in der Atmosphäre fliegen, würde der geringste Querwind sie wild herumtaumeln lassen. Dagegen lässt sie sich aerodynamisch stabilisieren, mit Leitflossen, möglichst weit hinten angebracht. Diese Flossen (Balsa, Pappe, Depron, dünnes Sperrholz – kein Metall) dürfen bestimmte Größen weder über- noch unterschreiten – darüber informieren die Fachbücher. Sie müssen genau parallel zur Längsachse angeklebt sein; stehen sie unregelmäßig schräg zur Luftströmung, wirkt das Leitwerk als Seitenruder und steuert die Rakete aus ihrer geraden Bahn.

Die Startrampe

führt beim Start die Rakete, bis dank der entwickelten Geschwindigkeit die Luft das Leitwerk anströmt. Am einfachsten ist ein Stahldraht von 3 mm Durchmesser als Führung (Federstahl für den Modellbau, Edelstahl aus dem Metallfachhandel) und mindestens 1 m Länge. Er wird senkrecht in eine passende Bohrung eines Gestells aus Holz o.ä. gesteckt. **Vorsicht: Das Ende immer mit einer Kappe sichern, damit sich niemand den Draht aus Versehen ins Auge stößt!**

Am Raketenkörper sind runde Ösen oder ein Röhrchen angeklebt, mit dem sich das Modell auf den Führungsdraht aufschieben lässt. Es sollte etwa 80 cm weit geführt werden, ehe es frei fliegen kann. Die Führung am besten im Schwerpunkt, d.h. ziemlich weit hinten anbringen! Eine Wäscheklammer o.ä., auf den Stahldraht geklemmt, verhindert, dass die Rakete zu weit nach unten rutscht – man muss ihren Motor ja zünden können!

Die Zündung des Motors

geschieht entweder über die mitgelieferten Zündschnüre oder elektrisch über Elektroanzünder. Bestellt man die Raketenmotoren für die Testflüge, muss man den Zündtyp angeben. Elektrozünder sind nicht zuverlässiger als Zündschnüre, man benötigt nur kein Zündfeuer für den Start. Beide Zünder müssen jedenfalls sehr weit ins Innere des Motors geschoben werden, außen ist ja nur die Keramikdüse zu sehen. Auch die Elektroanzünder lassen sich jeweils nur einmal verwenden, weil der Heizdraht zunächst eine Art Streichholzkopf entflammt, der dann das Schwarzpulver des Motors zündet. Ein zweiadriges Kabel mit Klammern an beiden Polen wird an die Elektrozünder ange-

geschlossen, ein einfacher Schalter lässt den Strom aus einer kleinen Batterie (6 Volt) fließen – und ab geht die Rakete.

Das Flutterband oder Streamer

besteht aus dünner Plastikfolie (heißer Tipp: verschiedene Arten von Einwickelpapier für Geschenke) oder Stoff und **muss** ein Seitenverhältnis von 1:10 haben¹. Die untere Schmalkante wird verstärkt und so mit einer dünnen Leine an der abnehmbaren Raketenspitze befestigt, dass man den Streamer austauschen kann (Anglerknoten oder kleiner Karabinerhaken). Es sollte der umströmenden Luft möglichst großen Widerstand leisten, und darum vielfach quer gefaltet sein. Man kann die Wirkung verschiedener Materialien und Faltechniken vergleichen, indem man misst, wie lange ein passendes Gewicht (Tennisball) damit von einem Turm oder in einem hohen Treppenhaus herunterfällt. Wer Kontakt zu einem Modellflugverein hat, kann einen Piloten bitten, verschiedene Flutterbänder – alle mit gleichen Gewichten beschwert – in einem Flugmodell auf Höhe zu bringen und dann abwerfen zu lassen. Das Band, das zuletzt unten ankommt, ist das beste.

Das Bergesystem soll aber nicht nur die Raketenspitze, sondern die ganze Rakete langsam und sicher zu Boden bringen. Die erwähnte Ausstoßladung des Motors schießt – sobald die Rakete ihre größte Höhe erreicht hat – alles heraus, was vorne lose im Raketenkörper steckt: Das zusammengefaltete Flutterband und die leichtgängig aufgesteckte Raketenspitze. Man muss also auch Rakete und Spitze mit einer Leine verbinden. Diese Leine wird zweckmäßig weit hinten im Innern an der Motorhülse befestigt, und sollte wenigstens teilweise aus Gummi bestehen, damit sie beim plötzlichen Schub nicht abreißt – darum heißt sie „Schockband“.

Startvorbereitung

heißt zunächst also nicht: Motor einsetzen, sondern: Flutterband zusammenlegen, Leinen herumrollen und alles sorgsam ins Innere der Rakete stecken. Vorzubeugen ist der Gefahr, dass die heißen Gase der Ausstoßladung Flutterband wie Schockband verbrennen. Darum wird zunächst ein Bausch Schutzwatte hineingeschoben, erst danach Schockband und Streamer und zuletzt die Raketenspitze. Nichts darf klemmen; man muss alles von hinten leicht hinauspushen können!

Zusammenfassung der Bauregeln

Eine selbst gebaute Rakete aus nichtmetallischem, leichtem Material zwischen 450 und 550 mm Gesamtlänge mit 25 bis 40 mm Durchmesser (ohne Flossen gemessen) und einem Gewicht zwischen 30 und 90 g soll mit dem Motor Klima A6-4 möglichst hoch steigen. Im Scheitelpunkt der Flugbahn muss sich als Bergesystem ein Flutterband ausstoßen lassen. Für dieses ist ein Seitenverhältnis von 1:10 vorgeschrieben, und unten an der Schmalkante eine Verstärkung samt Leine, die es mit Raketenspitze und –hülse verbinden.

¹ Bei der Startveranstaltung am 14. November 2018 wurde vereinbart, dass das Flutterband auch Löcher haben darf. Von der grundsätzlichen Form eines Rechtecks mit Seitenverhältnis 1:10 darf aber nicht abgewichen werden.

Bezugsquellen, Baukästen, Literatur

Alle hier besprochenen Bauteile wie praktisch jedes Zubehör lassen sich online bei www.raketenmodellbau-klima.de bestellen.

Literatur:

Oliver Missbach „Fliegende Modellraketen selbst gebaut“, 126 Seiten, Edition Countdown München, ISBN 3-89811-855-X , € 16,90

Den besten Überblick über das Konstruieren, Bauen und Fliegen von Modellraketen vermittelt die „Bibel“ des internationalen Modellraketenports:

G. Harry Stine, Bill Stine „Handbook of Model Rocketry“, 366 Seiten, 7. Auflage, Verlag John Wiley & Sons USA, ISBN 0-471-47242-5

Sonderangebot

Für den Hamburger Schulwettbewerb 2019 wurde mit der Firma Raketenmodellbau Klima GmbH, An der Laugna 1, 86494 Emersacker, Tel. 08293 – 1734 ein Sonderangebot ausgehandelt:

3 x Classic Sixpack = 3 Baukästen für insgesamt 18 Raketen

36 Motoren A6-4

Schutzwatte

statt € 160,40

€ 130,-- plus Versandkosten

Teilnehmende Schulen bekommen bis zu € 130 aus dem Etat des Daniel-Düsentrieb-Preises für Ausgaben im Wettbewerb der Sekundarstufe 1 ersetzt

Wettbewerbsablauf

I. Sicherheitsregel

Es darf immer nur eine Rakete zur gleichen Zeit gestartet werden und es darf immer nur eine Rakete in der Luft sein.

Für jede Schule gibt es auf dem Fluggelände eine Startbox von 5x5 m. Zeichen zum Start gibt der Wettbewerbsleiter, der mit dem Countdown „5-4-3-2-1-Start“ das Zeichen zum Zünden der Rakete gibt. Starts ohne Genehmigung des Wettbewerbsleiters werden als Flug mit 0 Punkten gewertet. Im Wiederholungsfalle wird der Teilnehmer disqualifiziert.

II. Teilnahme

Jede Schule darf bis zu drei Teilnehmer (auch Teilnehmer-Teams) benennen. Jeder Teilnehmer hat drei Flüge, deren Sekunden addiert werden. Er darf dafür 2 Raketen einsetzen. Eine Schule hat also bis zu neun Wertungsflüge, die Summe ihrer Ergebnisse entscheidet über die Platzierung.

III. Zeitnehmen

Die Zeit jedes Wertungsfluges – vom Verlassen der Startrampe bis zur Landung des Modells - wird gestoppt und auf volle Sekunden abgerundet in die Startkarte der Schule eingetragen. Das Modell gilt als gelandet, wenn ein Teil den Boden berührt.

IV. Vorm Start

1. Raketenmotoren ausgeben.
2. Prüfen, ob die zum Start angemeldete Rakete einem Teilnehmer bzw. einem Teilnehmerteam zugeordnet werden kann.
3. Dem Wettbewerbsleiter mit hochgehobener Box-Nummer (= Rückseite Schreibbrett) melden, wenn ein Teilnehmer fertig ist zum Start.

V. Fehlstart (= 0 Sekunden für diese Runde) – auch angesagt vom Wettbewerbsleiter

1. Starten ohne Genehmigung
2. Wenn sich die Rakete nicht öffnet
3. Wenn sich Raketenteile vom Flatterband lösen

VI. Wiederholung

Misslingt die Zündung, ist der nächste dran; bei Zündproblemen kann ein Start beliebig wiederholt werden.