

MODELL- RAKETEN IN DER SCHULE

Ein erster Einblick

Was machen LehrerInnen mit Modellraketen in der Schule? Wie reagiert die Umgebung?

Seite 1

Modellraketen in der Schule

Hintergründe, Tipps und wichtige Infos zum Einsatz von Modellraketen in der Schule.

Seite 3

Sicherheitskodex

Die Regeln, die hinter dem sicheren Betrieb von Modellraketen stecken - versehen mit Kommentaren zum besseren Verständnis.

Seite 5

EIN ERSTER EINBLICK

„So geil!“

Dies die spontane Reaktion einiger meiner Schüler und Schülerinnen (ja, auch die!) nach dem ersten Start einer ihrer Modellraketen.

Solche Reaktionen sind nun nicht unbedingt das Ziel meines Unterrichts, wie es wohl bei den meisten Kolleginnen und Kollegen auch nicht der Fall ist. Wenn aber hinter diesem Ausruf nicht einfach nur eine billige „Action“ steckt, sondern die Freude darüber, dass eine selbst gebaute und für den Flug vorbereitete Rakete in den Himmel schiesst und an einem Fallschirm sicher landet, dann ist sicher ein Ziel erreicht: Etwas selbst Erreichtes macht mehr Spass als Alles, das einfach konsumiert werden kann.

Dazu gehören Wissen um physikalische Zusammenhänge und um Sicherheit beim Einsatz, die handwerklichen Fähigkeiten, das Wissen umzusetzen, und die Kreativität, ein eigenes Design zu entwickeln - sei es das Finish oder die ganze Rakete von Anfang an.

„Ist das gefährlich?“, mögen sich manche Eltern, Lehrerkollegen, Behördenmitglieder oder auch Zuschauer an einem Flugtag gefragt haben. Die Sicherheitsmassnahmen und Prozeduren haben sie immer beruhigen können.

Auf der nächsten Seite folgen Fotos mit Eindrücken aus verschiedenen Baukursen, die ich in unserer Gemeinde erteilt habe.

Sie sprechen für sich!

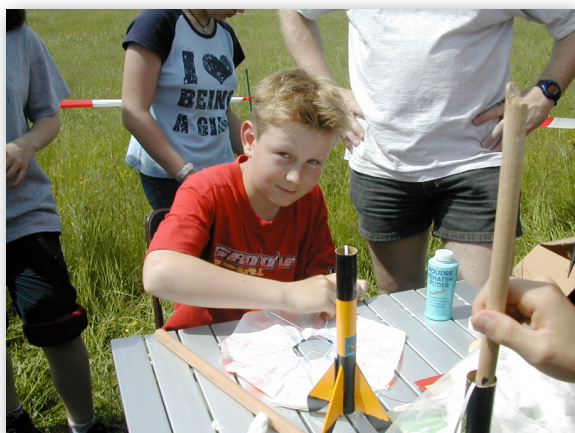


Nie ohne Mädchen ...

Für alle LeserInnen, die befürchten, sie würden mit dem Thema Modellraketen nur die Knaben ansprechen: Ich habe noch nie eine Klasse „verknurrt“, Modellraketen zu bauen. Es gab immer eine Alternative. Mädchen waren in den Kursen jeweils in der Minderheit, aber ich musste noch nie einen Kurs ohne Mädchen durchführen.

MODELLRAKETEN

Flugtage



Gebaut wurde auch.



MODELLRAKETEN



Modellraketen in der Schule

Modellraketen sind – richtig eingesetzt – eine ungefährliche Freizeitbeschäftigung. Viele Kinder und Jugendliche lassen sich sehr leicht davon begeistern. Für den Einsatz in der Schule sprechen gegenüber anderen Flugmodellen vor allem folgende Punkte:

- Modellraketen sind einfach zu bauen und sind in einem weiten Bereich fehlertolerant – ich habe es noch nie erlebt, dass eine Rakete nicht geflogen wäre.
- Die Modelle und Bautechniken lassen sich in einem weiten Bereich den Fähigkeiten der SchülerInnen und den Zielen der Lehrkraft anpassen.
- Je nach Alter der SchülerInnen kann auch auf physikalische Hintergründe mehr oder weniger vertieft eingegangen werden.

Das grösste Problem ist i.A. ein geringer Bekanntheitsgrad des Hobbies bei Eltern und Schulbehörden. Ich Sorge im Vorfeld immer dafür, dass alle Beteiligten über die Hintergründe informiert werden und auch die Sicherheitsmassnahmen kennen.

Weil ich diese Situation kenne, widme ich das erste Kapitel der **Sicherheit**

Die wichtigsten zwei Punkte sind:

1. Keine Raketenmotoren selbst bauen!
- und
2. Genügend Abstand beim Betrieb.

Zum zweiten Punkt verweise ich auf den angefügten (kommentierten) Sicherheitskodex, der weltweit für den Betrieb von Raketen gilt und dafür gesorgt hat, dass es in den vergangenen fünfzig Jahren bei über 500 Millionen Starts keinen einzigen ernsthaften Unfall gegeben hat.

Einbettung im Unterricht

Modellraketen werden von mir üblicherweise in zwei Bereichen in der Schule eingesetzt: In Freifachkursen und im Werken (Handarbeit). Dabei liegt der Schwerpunkt bei meinen zehn- bis zwölfjährigen SchülerInnen eindeutig beim Handwerklichen. Daneben vermittele ich aber auch etwas Theorie zu Raketenantrieben und zur Flugstabilität; diese aber auch durch Experimente. Bei älteren Kindern und Jugendlichen (Sekundarstufen I und II) können diese Experimente problemlos auch physikalisch analysiert werden; auch können grössere und komplexere Raketen gebaut und geflogen werden.

Varianten und Zeitaufwand

Ich habe in den letzten 15 Jahren schon folgende Varianten von Modellen mit SchülerInnen gebaut. Diese waren alle ca. 200 bis 500mm lang und 20 bis 100g schwer.

Bausätze:

Auf dem Markt sind verschiedene Varianten von Bausätzen für Modellraketen erhältlich. Diese gibt es auch in verschiedenen Vorfertigungsgraden und vor allem auch in unterschiedlicher Qualität.

Hersteller:

Ausdrücklich abraten möchte ich von Billigangeboten (z.B. Billigversionen von Opitex), da der Erfolg zumindest ästhetisch mangelhaft und fliegerisch zweifelhaft sein wird. Bewährt haben sich vor allem Modelle von Estes, da diese von hoher Qualität sind. Eingeschränkt empfehlenswert sind Modelle von Apogee, Century und Quest (v.A. wegen der schlechteren Fallschirme).

Bei allen grösseren Herstellern gibt es Modelle mit unterschiedlichen Vorfertigungsgraden.

Wenn ein schnelles Resultat im Zentrum steht, können Raketen mit z.B. fertigen Flossensektionen und schon eingefärbten Rohren verwendet werden. Für die Schule rate ich davon ab.

Standard für Schulraketen ist aus meiner Sicht:

1. Rohr aus Papier, Flossen aus Balsa, Fallschirm aus Plastik (meist PE), Nase aus gespritztem Kunststoff (meist PS)
 - a) Einsatz: Kinder ab 10 Jahren
 - b) Bauzeit: ca. zehn Stunden (6-8 Doppellektionen), je nach Anspruch beim Finish
 - c) Kosten ohne Treibsatz und Startausrüstung: ab ca. CHF 20.- bis 35.- pro SchülerIn
 - d) Beispiele: Estes: Alpha, Wizzard, Star Dart, Big Bertha
 - e) Techniken: Kleben, schneiden, schleifen, lackieren.
 - f) Vorteile:
 - Bausätze sind erprobt und fliegen mit Sicherheit stabil.
 - Wenn alle SchülerInnen die gleichen Modelle bauen, ist Anleitung, Überblick und Kontrolle einfach.
 - g) Nachteil:
 - Eigene Ideen und Kreativität sind nur beim Finish zu verwirklichen. Die Erfahrung zeigt, dass die Kinder diese Möglichkeit dann umso intensiver nutzen.

MODELLRAKETEN

Raketen aus gekauften Standardteilen

Einige Hersteller (v.A. Estes und Apogee) liefern auch Teile, aus denen Raketen selbst zusammengestellt werden können.

Die Teile werden auch in Bausätzen verwendet und bestehen aus den gleichen Materialien. Es sind dies Rohre in verschiedenen Durchmessern (Papier), Spitzen (Kunststoff; auf die Rohre passend), Zentrierringe (Karton) und Fallschirme (in verschiedenen Grössen für verschieden schwere Raketen), Balsaholz für Flossen.

1. Einsatz für Kinder ab ca. 12 Jahre)
2. Bauzeit: ca. 12-15 Stunden (7-10 Doppelkationen)
3. Kosten ohne Zubehör ab ca. CHF 20.-- pro Schülerin
4. Für den Einstieg in diese Variante empfiehlt sich das „Designer's special“ von Estes (ca. 5 Raketen von 13 bis 40mm Durchmesser)
5. Techniken: Kleben, schneiden, schleifen, lackieren.
6. Vorteile:
 - a) Die SchülerInnen können ihre Raketen auch von der Form her individuell gestalten.
 - b) Die Auslegung der Raketen erfordert einige Überlegungen bez. Flugstabilität und Gewicht (→ Fallschirm, Treibsatz), was mehr Hintergrundwissen bringt.
 - c) Aus dem vorhandenen Material könne auch Demonstrationsmodelle für die Flugstabilität gebaut werden.
7. Nachteile:
 - a) Der Aufwand an Zeit und die Anforderungen an das Knowhow der Lehrperson sind höher.
 - b) Es bleiben am Schluss mit grosser Wahrscheinlichkeit Teile übrig.

Modelle vollständig selbst aufbauen:

Diese Variante empfehle ich nur erfahrenen Raketenbauern!

Raketen werden aus im Alltag zu findenden Kartonrohren, Balsaholz-Rohlingen für die Spitze, Sperrholz für Zentrierringe usw. selbst gebaut.

Techniken, die (neben den vorher genannten) gebraucht werden: Sägen, drehkeln, stanzen.

Voraussetzungen

Lehrperson

Eine Einführung in die Materie durch erfahrene Raketenbauer ist empfehlenswert, aber nicht unbedingt Voraussetzung. Wichtig ist vor allem die Auseinandersetzung mit den Sicherheitsbestimmungen!

Für den Flugtag braucht es mindestens eine weitere Betreuungsperson, die die Gruppe im Auge behalten kann.

Räume und Ausrüstung

Für den Bau aus Bausätzen oder Standardteilen kann in einem normalen Schulzimmer gearbeitet werden.

Einfacher und bei der Variante 3 unbedingte Voraussetzung ist eine gut ausgerüstete Werkstatt

Organisation

Gruppengrösse max. 12 SchülerInnen bei einer Lehrperson. Wenn ein(e) Assistent(in) verfügbar ist, kann mit bis zu 20 SchülerInnen gearbeitet werden.

Bei der Variante drei (Modelle aus Alltagsmaterial aufbauen) empfehle ich max. 8 SchülerInnen pro Gruppe (12 - 15 wenn AssistentIn zur Verfügung steht).

Die minimale sinnvolle Arbeitszeit ist eine Doppelkation (einrichten, erklären, ausführen, aufräumen). Bewährt hat es sich, in Halbtagen zu arbeiten (3-4 Lektionen).

Der Bau der Raketen ist unabhängig von der Jahreszeit. Für den Start braucht es eine grosse, freie Fläche (mind. 200•200m²), die im Sommer eher schwierig zu finden ist, und vor allem wenig Wind.

Informationsquellen

Firmen

Estes: <http://www.estesrockets.com/>

Apogee: <http://www.apogeerockets.com/>

Opitex: <http://www.opitex.ch/>

Achtung: Bei Opitex sind nur die Easy-Line-Modelle von Quest (Starhawk, Viper und Rakete mit Gleiter) bedingt empfehlenswert. Abraten muss ich von den anderen Modellen, den Treibätzen und vor allem dem Startkontrollgerät, da diese entweder den Sicherheitsbestimmungen nicht genügen oder von schlechter Qualität sind.

Spaceteck: <http://www.spaceteckrocketry.com>

Die Materialien für Schulen sind nicht auf der Homepage – also per Mail anfragen

Organisationen

ARGOS (Advanced rocketry group of Switzerland): <http://www.argoshpr.ch/>

Auf der ARGOS-Seite ist neben viel Knowhow zu Raketen auch eine umfangreiche Linkliste zu finden!

MODELLRAKETEN



Sicherheitskodex

Die Regeln, die für den hohen Sicherheitsstandard bei unserem Hobby geführt haben, sind im so genannten Sicherheitskodex zusammengefasst. Hier die wichtigsten Punkte, zum Teil gekürzt; *kursiv* angefügt sind Erläuterungen:

1. Geeignete Materialien: Holz, Kunststoffe, Karton, Papier - und vor allem: Metalle nur dort, wo sie zwingend nötig sind.

Grund: Metalle haben eine hohe Dichte und eine entsprechende Durchschlagskraft bei Abstürzen oder Motorzerlegern.

2. Motoren: nur zertifizierte Raketenmotoren verwenden, keine eigenen „Basteleien“.

Damit sollen Unfälle beim Herstellen und Zünden vermieden werden.

3. Bergung: Raketen haben über ein geeignetes Bergungssystem zu verfügen.

Damit sollen „Geschosse“ vermieden werden, die ungebremst zum Erdboden zurückkehren. Meist geschieht die Bergung durch einen Fallschirm.

4. Limiten: max. 1.5kg / 320Ns bei Modellraketen; für grössere Raketen braucht es eine Zertifizierung.

Ab dieser Grenze tauchen Kräfte auf, die einen anderen Umgang mit den Materialien und andere Verfahren beim Betrieb erfordern, um die Sicherheit zu gewährleisten.

5. Flugstabilität: nur getestete oder berechnete Raketen werden gestartet.

Damit sollen „Marschflugkörper“ vermieden werden - also Raketen, die unkontrolliert in irgendeine Richtung davon fliegen.

6. Nutzlasten: keine lebenden Tiere, keine brennbaren oder explodierenden Materialien.

7. Startrampe: Muss stabil genug sein, damit sie nicht mit der Rakete umkippen kann (Seitenwind!) und die Rakete so lange führen, bis sie schnell genug für einen stabilen Flug ist. Ausserdem muss sie eine Strahlumlenkung haben. Bei sehr stark motorisierten Raketen muss zudem dafür gesorgt werden, dass die

Rampe nicht durch den Startschub angehoben werden kann, falls die Rakete klemmen sollte.

Die Strahlumlenkung oder Prallplatte sorgt dafür, dass die heissen Gase nicht auf den Untergrund treffen.

8. Startgelände: Muss genügend gross sein (Faustregel: Quadrat mit der Seitenlänge der halben erwarteten Flughöhe), frei von Hindernissen, unüberblickbaren Strassen, Häusern und trockenem Gras. Mit einem Countdown muss dafür gesorgt werden, dass die Leute in meiner Umgebung über den bevorstehenden Start informiert und aufmerksam sind.

Grund: Trotz aller Sicherheitsmassnahmen kann etwas schief gehen. Indem ich dafür Sorge, dass niemand ohne es zu wissen innerhalb der Reichweite meiner Rakete ist, Sorge ich für zusätzliche Sicherheit.

Die Regel mit dem trockenen Gras bezieht sich weniger auf den Start (da sehe ich, was passiert), sondern auf die Landung, bei der die Rakete ev. noch stellenweise heiss ist (Düsenbereich, Schutzmatte vom Ausstoss) und unter Umständen nicht sofort gefunden wird.

Luftraum: Raketen gelten nicht als Flugmodelle, sondern als ballistische Flugkörper (auch wenn wir diese Art Flugbahn eigentlich verhindern wollen ...). Sie dürfen deshalb auch ohne Bewilligung durch das BAZL im nicht kontrollierten Luftraum bis 600m über Grund geflogen werden. Ausnahme ist, wenn die Untergrenze des kontrollierten Luftraumes tiefer liegt.

Für grössere Flughöhen braucht es eine Bewilligung und entsprechendes NOTAM (Notice to airmen; Mitteilung an Piloten).

Letztlich braucht es für den Start von Modellraketen nur eine grosse, gemähte Wiese mit genügend freiem Umland - und das Wissen, dass kein Flugplatz mit IFR oder CVFR-Regeln in der Nähe liegt. In der Region Zürich sind das Kloten und zum Teil Dübendorf.

Ausnahmen können in einigen Fällen mit der jeweiligen Flugsicherung vereinbart werden. So habe ich mit Schülern Modellraketen sogar schon im Nahbereich des Flugplatzes Dübendorf fliegen lassen.