

# *Untersuchung der Flughöhen einer mit Wasser und Luft betriebenen Rakete*



**Wettbewerb "Jugend Forscht" 2003**

**Vincent Borchert (13 Jahre)**

**Arbeitsgemeinschaft "Jugend Forscht"  
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg  
Leitung: StD Thomas Biedermann**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Die Idee</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Der Aufbau</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Die Rakete</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Die Abschussrampe</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Flugversuche</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Verbesserung der Konstruktion</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Erste Messung der Flughöhe</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Weiteres Vorgehen</b>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b>Konstanter Luftdruck</b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b>Konstante Wassermenge</b>	<b>5</b>
<b>4.3</b>	<b>Weitere Möglichkeiten</b>	<b>6</b>
<b>4.4</b>	<b>Verbesserungen an der Rakete</b>	<b>6</b>
<b>4.5</b>	<b>Verbesserungen an der Messmethode</b>	<b>6</b>

## 1. Die Idee

Im Sommer des letzten Jahres habe ich einmal eine einfache Wasserrakete ausprobiert. Dazu hatte ich ein Loch in den Deckel einer Petflasche gebohrt und ein Autoventil eingesetzt. Danach hatte ich Wasser in die Flasche halb voll mit gefüllt und Luft mit drei Bar Druck hinein gepumpt. Aufgrund des kurzen Gewindeganges konnte ich den Deckel schnell abdrehen und die Flasche flog mehrere Meter in die Höhe.

Da die Rakete überraschend gut flog, habe ich mir zum Ziel gesetzt, die Rakete so zu bauen, dass sie möglichst gerade und hoch fliegt. Außerdem will ich untersuchen, bei welchem Verhältnis von Wassermenge und Luftdruck die besten Ergebnisse zu erzielen sind.

## 2. Der Aufbau

### 2.1 Die Rakete

Da die Rakete möglichst leicht sein soll, kommen nur Kunststoffflaschen für den Raketenkörper in Frage. Sie sollte einen dicht schließenden Schraubdeckelverschluss haben und sehr stabil sein, um bei dem hohen Druck nicht zu platzen. Dünnwandige Flaschen wie z.B. von Volvic sind nicht geeignet, weil sie sich aufblähen und ich Sorge hatte, dass sie mir platzen. Da Flaschen für Kohlensäure haltige Getränke druckfest sein müssen, damit sie beim Schütteln nicht platzen, bieten sich solche Flaschen am ehesten an. Ich habe mich für eine 1,5 Liter Petflasche von BonAqua entschieden, die alle diese Bedingungen erfüllt. Alternativ habe ich auch eine Cola-PET-Flasche verwendet, die allerdings etwas kleiner ist, da sie nur 1 Liter fasst.

In diese Flasche habe ich ein Loch in die Oberseite gebohrt um dort ein Autoventil einsetzen zu können. Dann habe ich mir von einem Gardena Doppelstück den äußeren Ring abdrehen lassen und in den vorher passend durchgebohrten Deckel eingesetzt. Die Deckeldichtung dichtet diesen Verschluss ab.

Nach einem ersten Flugversuch stellte ich fest, dass die Flasche nicht ganz gerade flog. Deswegen habe ich dann Leitwerke zugeschnitten und mit Heißkleber angeklebt.

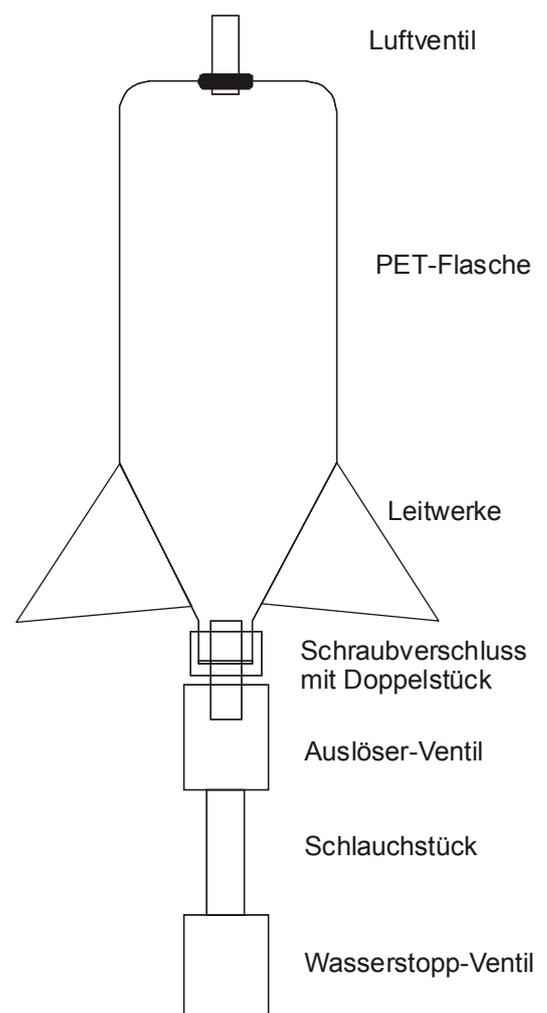


Abb. 1: Rakete mit Ventilen und Leitwerken

## 2.2 Die Abschussrampe

Es ist sehr schwierig, die Rakete aus der freien Hand straten zu lassen, weil man genau im richtigen Augenblick loslassen muss, sonst ist schon das meiste Wasser heraus. Außerdem wird man ziemlich nass und die Anfangsrichtung ist sehr ungenau. Deshalb benötige ich noch eine Abschussrampe. Dazu habe ich ein Abflussrohr, drei Kanthölzer und einen breiten Kunststoffring genommen, indessen Innendurchmesser die Flasche gut hineinpasst. Die Kanthölzer habe ich schräg am Ring befestigt, damit der Ring ohne zu Kippen auf jedem Untergrund stehen kann. In diess Abflussrohr habe ich drei Spalte für die Leitwerke hineingesägt und das Rohr auf dem Ring befestigt. In das untere Ende des Rohres habe ich eine Plattform zum Auflegen des Flaschenhalses eingesetzt. Auf das in den Deckel eingesetzte Doppelstück werden zwei Gardena-Ventile mit Rückschlagventil aufgesteckt, damit das vorher eingefüllte Wasser nicht auslaufen kann, diese sind mit einem kurzen Schlauchstück verbunden. Das oeber Ventil dient als Auslöser, das untere als „Wasserstopp“. Weil ich nicht mehr an das Auslöse-Ventil kommen kann, wenn die Rakete in dem Rohr steckt, brauchte ich auch noch einen Auslöser, mit dem ich dieses Ventil lösen kann. Durch den Wasserdruck wird es dann von dem Doppelstück abgestoßen und die Rakete startet. Für diesen „Auslöser“ verwende ich einfach ein Band, das links und rechts an dem Auslöse-Ventil befestigt ist.

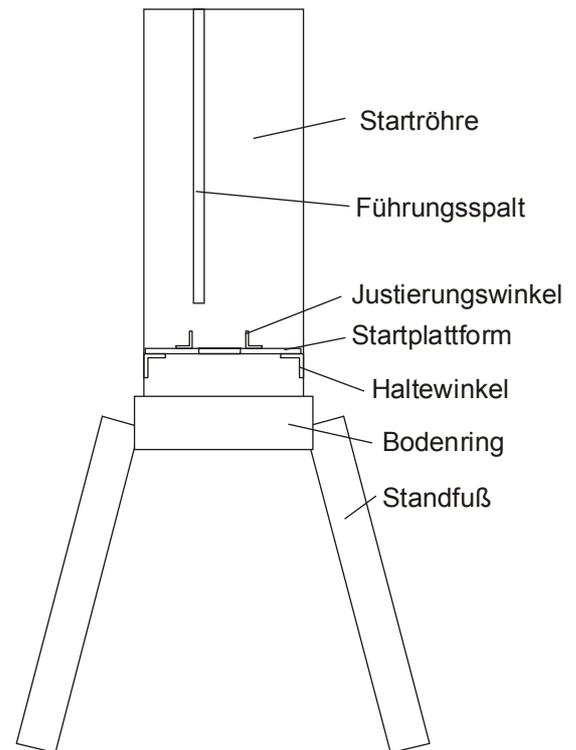


Abb. 2: Abschussrampe

## 3. Flugversuche

Mit diesem Aufbau habe ich dann im Oktober erste Flugversuche durchführen können. Dabei traten noch einige Probleme auf, die ich beheben musste, bevor ich weitermachen konnte.

### 3.1 Verbesserung der Konstruktion

Bei den ersten Versuchen fielen immer die Leitwerke ab, weil der von mir verwendete Heißkleber nicht genügend Halt auf der glatten Oberfläche der PET-Flasche hatte. Deswegen habe ich die Flaschenoberfläche mit Sandpapier angeraut, damit der Heißkleber besser haftet.

Mein zuerst konstruierter Auslöser bestand aus zwei Winkeln, zwei Metallstreifen und mehreren Schrauben. Da unter der Plattform wenig Platz für stabile Befestigungsmöglichkeiten war, hat dieser aber nicht richtig funktioniert, weil er das Ventil nicht mit genügend Kraft vom Doppelstück abziehen konnte, sondern seitlich auswich. Deswegen habe ich diesen Abzug ausgebaut und durch das oben erwähnte Band ersetzt.

Ein weiteres Problem war das Befüllen der Flasche, denn man musste die im ausgebauten Zustand Rakete befüllen, in die Startrampe stellen und dann das Gardena Stück anstecken - in der Zwischenzeit war das Wasser aber schon wieder zum Teil hinausgelaufen. Die Lösung war ein 5 Liter Kanister, an den ich einen Schlauch mit einem passenden Gardena Stück montiert habe. Dreht man nun das Autoventil ein Stück auf, so dass Luft entweichen kann und schließt den Kanister an (beide Ventile sind offen), braucht man nur den Kanister hoch zu halten und aufgrund des Drucks läuft das Wasser in die Rakete. Nun dreht man das Autoventil zu und trennt den Kanister wieder ab. Danach pumpt Luft auf die Rakete und sie kann starten.

### **3.2 Erste Messung der Flughöhe**

Beim ersten Versuch habe ich 0,75 Liter Wasser und einen Luftdruck von 6 Bar verwendet. Die Rakete brauchte vom Start bis zur Landung 8 Sekunden. Ich konnte die Fallzeit vom Erreichen der maximalen Flughöhe bis zum Aufprall auf dem Boden nicht getrennt messen, weil ich keine zweite Stoppuhr zur Hand hatte. Außerdem brauchte ich anschließend eine halbe Stunde, um die zu diesem Zeitpunkt noch transparente Rakete im Schnee wieder zu finden, da ich wegen ihrer großen Flugweite nicht mehr verfolgen konnte, wo genau sie herunter gekommen war, weil der Wind sie auch etwas abgetrieben hatte.

Leider konnte ich danach keine weiteren Versuchsflüge mehr durchführen, weil wegen der kalten Wetterlage ständig das Wasser gefror und ich Sorge hatte, dass der Kunststoff der Flasche zu spröde wird.

## **4. Weiteres Vorgehen**

Sobald das Wetter es wieder zulässt, kann ich mit meinen eigentlich vorgesehenen Messreihen beginnen. Dazu habe ich zwei Versuchsreihen vorgesehen.

### **4.1 Konstanter Luftdruck**

In der ersten Messreihe will ich die Rakete mit immer dem gleichen Luftdruck aufpumpen und die Wassermenge verändern, z.B. ein Druck von 6 Bar und Füllmengen von 0,1 bis 1,0 Litern in Abständen von 0,1 Litern. Um die einzelnen Flüge vergleichen zu können, will ich die Zeit bis zum Erreichen der maximalen Flughöhe und danach die Zeit bis zum Aufprall auf dem Boden stoppen. Diese Zahlen sollten mir zumindest vergleichbare Resultate geben, mit denen ich etwas über die erreichte Höhe aussagen kann.

### **4.2 Konstante Wassermenge**

In der zweiten Messreihe will ich die Rakete mit immer der gleichen Wassermenge befüllen und den Luftdruck verändern, dazu will ich die Füllmenge verwenden, bei der die Rakete in der ersten Versuchsreihe am höchsten geflogen ist. Den Druck will ich im Bereich von 1 bis 6 Bar variieren. Um die einzelnen Flüge vergleichen zu können, gehe ich wieder wie oben beschrieben vor.

### 4.3 Weitere Möglichkeiten

Wenn ich noch genügend Zeit für weitere Versuche habe, wäre es sinnvoll, die beiden ersten Messreihen zu kombinieren, als sowohl Wassermenge als auch Luftdruck zu variieren, dann könnte ich für jede Wassermenge den optimalen Luftdruck herausfinden.

### 4.4 Verbesserungen an der Rakete

Bei Gewehren sind im Lauf spiralförmige Züge eingebracht, die das Geschoss in Drehung versetzen, damit es besser die Flugbahn einhält. Um das auch bei meiner Rakete zu erreichen, hätte ich die Spalten im Abflussrohr schräg sägen können, dann würde sich die Rakete beim Fliegen drehen und länger geradeaus und damit höher fliegen.

### 4.5 Verbesserungen an der Messmethode

Um die Höhe genauer zu bestimmen, wäre auch eine Art „Förderdreieck“ geeignet. Mit dem freien Schenkel eines Dreiecks verfolgt man die Rakete aus größerem Abstand und liest den größten erreichten Winkel  $\alpha$  ab. Über eine maßstabsgerechte Zeichnung (z.B. 1 cm = 5 m) kann man dann daraus die Höhe  $h$  bestimmen, wenn man weiß, wie groß die Entfernung  $b$  vom Abschussort gewesen war.

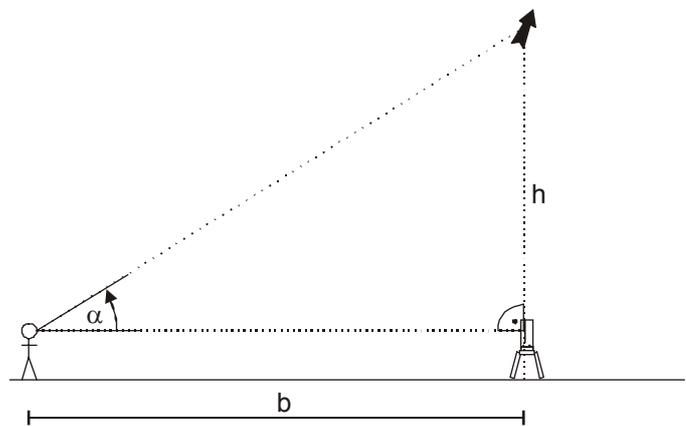


Abb. 3: Höhenbestimmung durch Winkelmessung

In Abb. 4 ist eine zur Messung in Abb. 3 maßstabsgerechte Zeichnung zu sehen. Der untere Schenkel ist 10 cm lang entsprechend des gemessenen Abstandes  $b = 50$  m. Der Winkel  $\alpha$  ist der selbe wie in Abb. 3. An der rechten Seite des unteren Schenkels wird im rechten Winkel eine Linie nach oben gezeichnet, bis sie den freien Schenkel des Winkels schneidet. Die Länge dieser Strecke in der Zeichnung beträgt 6,2 cm, das heißt: Die Rakete ist 31 Meter hoch geflogen.

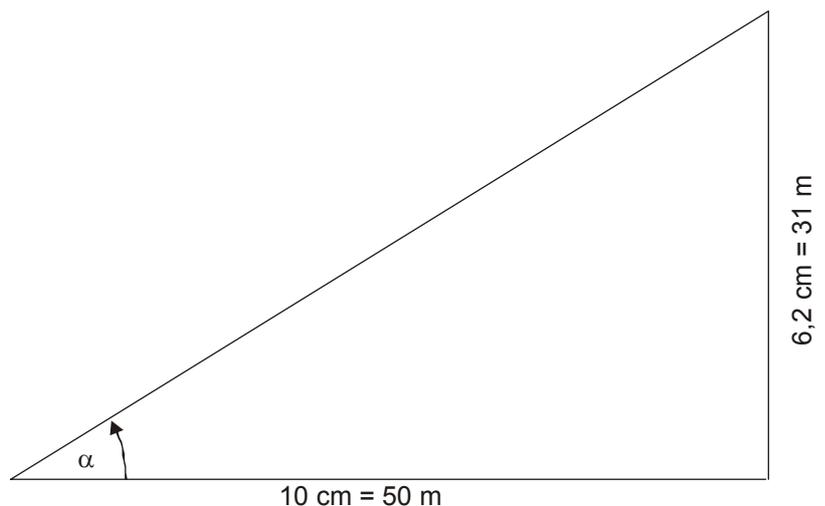


Abb. 4: Maßstabsgerechte Zeichnung zum Bestimmen der Höhe