

# **Projektdokumentationen**

**PeP et Al. SoAk 2013**

22. September 2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Astrofotografie</b>	<b>2</b>
1.1 Grundlagen und Methode . . . . .	2
1.2 Beispielbilder . . . . .	2
<b>2 Geophone</b>	<b>6</b>
2.1 Idee . . . . .	6
2.2 Einsortieren . . . . .	6
2.3 Schaltung . . . . .	6
2.4 Auswertung . . . . .	6
2.5 Protokoll . . . . .	8
<b>3 Solarofen</b>	<b>9</b>
3.1 Einleitung . . . . .	9
3.2 Theorie . . . . .	9
3.3 Aufbau . . . . .	9
3.4 Stadien der Konstruktion . . . . .	11
3.5 Messungen . . . . .	12
3.6 Verbesserungen . . . . .	12
<b>4 Wasserrakete</b>	<b>13</b>
4.1 Einleitung . . . . .	13
4.2 Bau . . . . .	13
4.3 Rakete . . . . .	14
4.4 Abschussvorrichtung . . . . .	14
4.5 Erste Tests . . . . .	14
4.6 Messreihen . . . . .	15
4.7 Zusammenfassung . . . . .	16
4.8 Verbesserungen . . . . .	16

# **1 Astrofotografie**

## **1.1 Grundlagen und Methode**

Im Rahmen der PeP et al. Sommerakademie 2013 wurde unter anderem das Projekt Astrofotografie durchgeführt. Ziel war es, verschiedene Bilder der Milchstraße, von Sternbildern und Deep-Space-Objekten zu erstellen.

Will man im Bild die einzelnen Sterne als solche erkennen, setzt die Erdrotation eine obere Schranke an die Belichtungszeit, die auch abhängig vom Bildwinkel bzw. der Brennweite des Objektivs ist. Im starken Weitwinkelbereich konnten Zeiten bis zu 15 s verwendet werden, diese Zeit verkürzt sich dramatisch auf unter 3s, wenn man Brennweiten > 150 s verwendet.

Bei diesen Belichtungszeiten werden sehr starke Verstärkungen des Lichtsignals nötig (hoher ISO-Wert), dies führt zu einem recht starken Rauschen. Dies lässt sich reduzieren, indem man die Bilder mit entsprechender Software, verwendet wurde Fitsworks, zunächst ausrichtet und dann mittelt.

## **1.2 Beispielbilder**

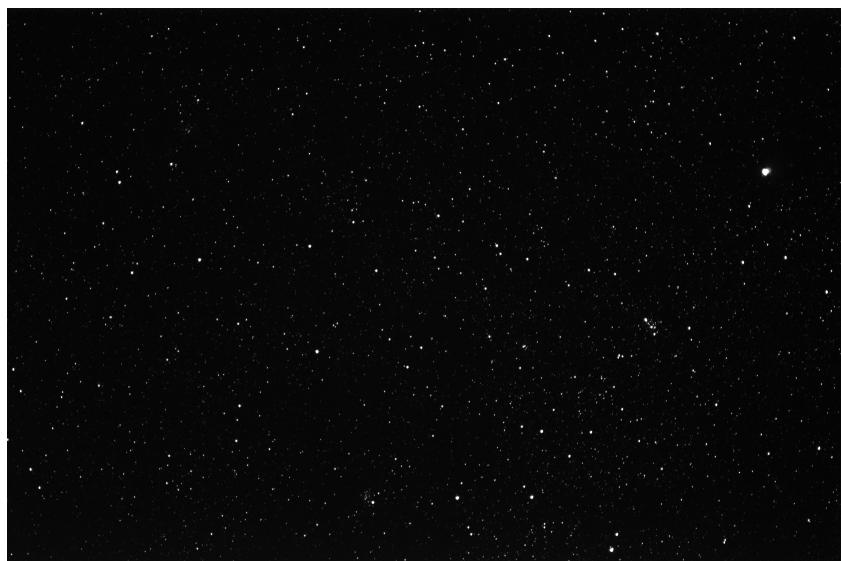


Abbildung 1: Aufnahme der Milchstraße, 50 Bilder gemittelt. 300mm, f:4,5, ISO 25600, je 4s

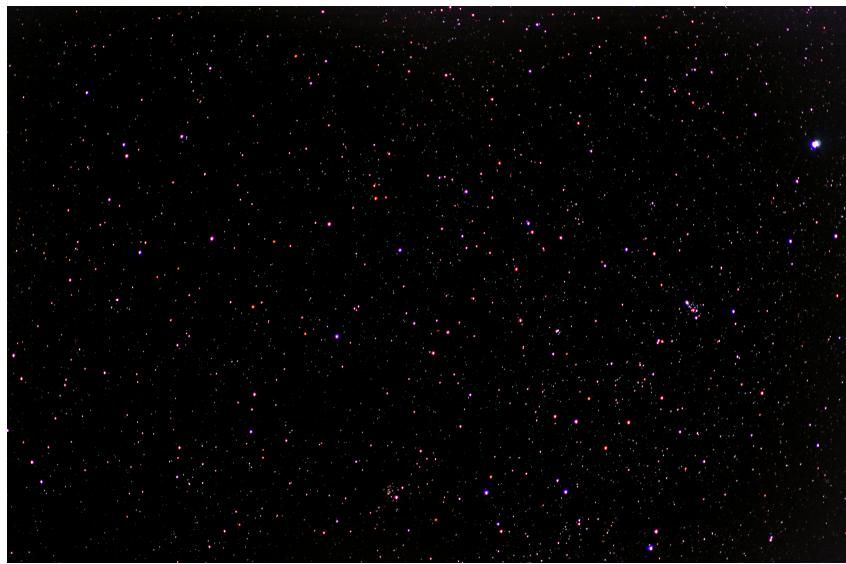


Abbildung 2: Bildausschnitt aus oberem Bild, sichtbar zwei Sternhaufen innerhalb der Milchstraße



Abbildung 3: Aufnahme der Spiralgalaxie M101 im großen Wagen, sichtbar im oberen linken Bilddrittel 50 Bilder gemittelt. 300mm, f:4,5, ISO 25600, je 4s



Abbildung 4: Bildausschnitt aus oberem Bild, die Spiralarme von M101 lassen sich deutlich erkennen

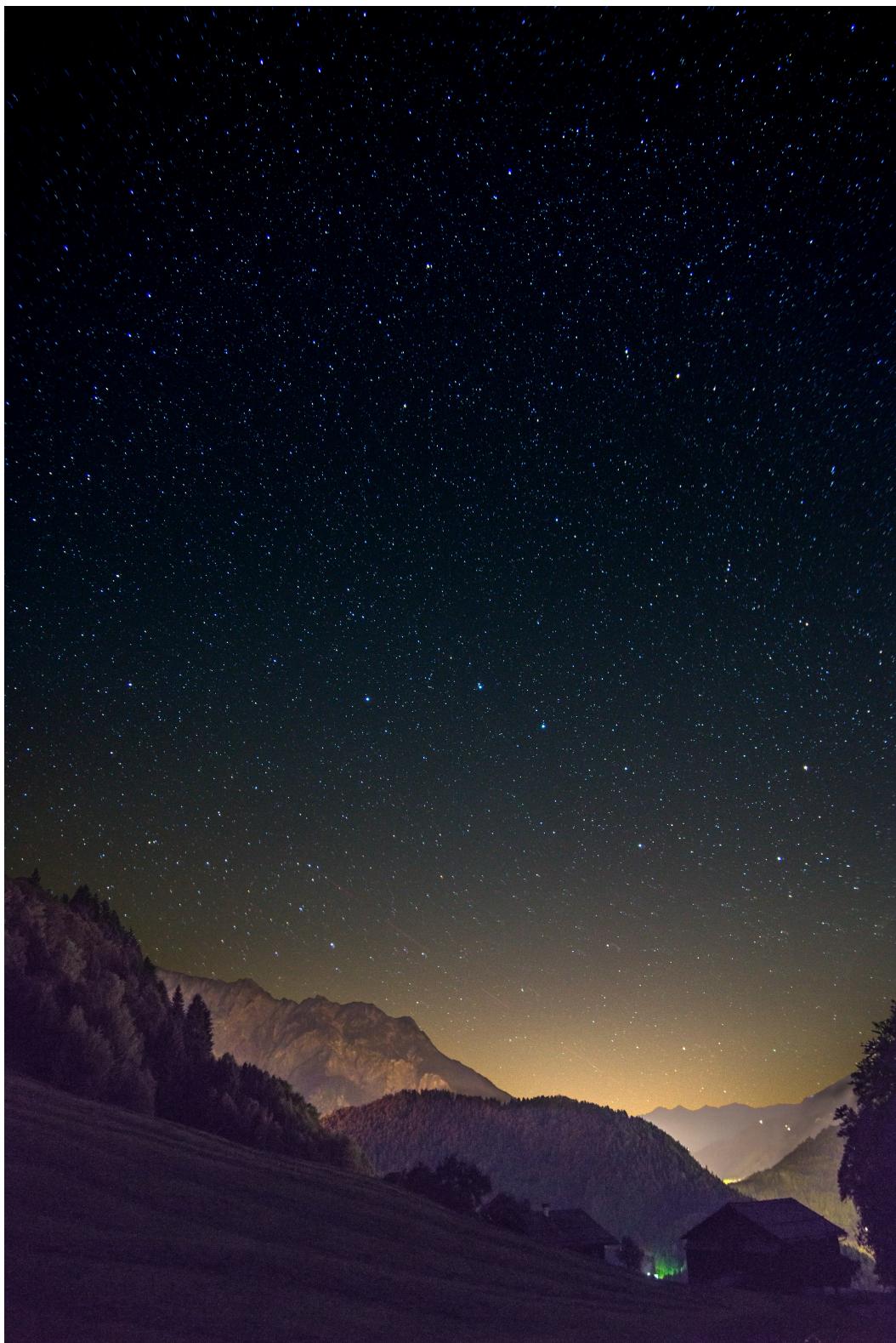


Abbildung 5: Aufnahme des Sternenhimmels mit großem Wagen, Kombination aus 17 Bildern, 16mm, 15s, f:2,8 ISO 1600, Gemittelt wurde einmal mit Nachführung für den Sternenhimmel und einmal ohne Nachführung für den Vordergrund anschließend beide Bilder in Photoshop mit einer Ebenenmaske kombiniert

## **2 Geophone**

### **2.1 Idee**

Arduinos können analoge Werte digitalisieren und sind sehr einfach zu handhaben und die Programmierung ist schnell zu erlernen. Wir haben bipolare Geschwindigkeitsaufnehmer, die eine Spannung abgeben, die proportional zur Bodengeschwindigkeit ist – für entgegengesetzte Bewegungen ist die Spannung negativ. Der Arduino kann nur positive Spannungen verarbeiten, vorab muss demnach eine Schaltung entwickelt werden, die einen Offset auf das Signal gibt. Die Spannung darf (je nach Arduino-Typ) 3,3 V oder 5,0 V nicht überschreiten. Entgegen der Spezifikation konnten mit den Geophonen allerdings niemals Signale produziert werden, deren Amplitude den Eingangsbereichs der Arduinos überfordert hätten. Das Problem reduzierte sich daher darauf, nur Signale mit positiven Spannungen zu liefern. Eine klassische Gleichrichterschaltung konnten mit den vorhanden Bauteilen nicht realisiert werden, da nicht genug normale Dioden verfügbar waren. Zener-Dioden sind für diesen Zweck nicht geeignet, an LEDs ist der Spannungsabfall in Durchlassrichtung zu groß. Letztlich konnte eine Schaltung entwickelt werden, mit welche das Wechselspannungssignal der Geophone aufgeteilt wurde.

### **2.2 Einsortieren**

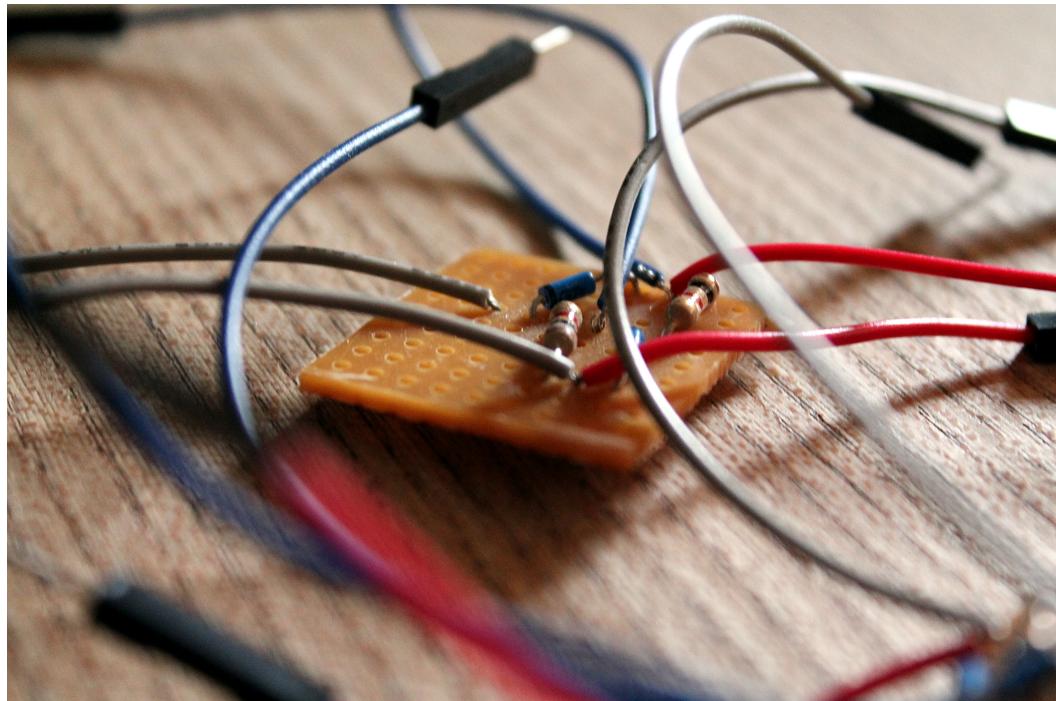
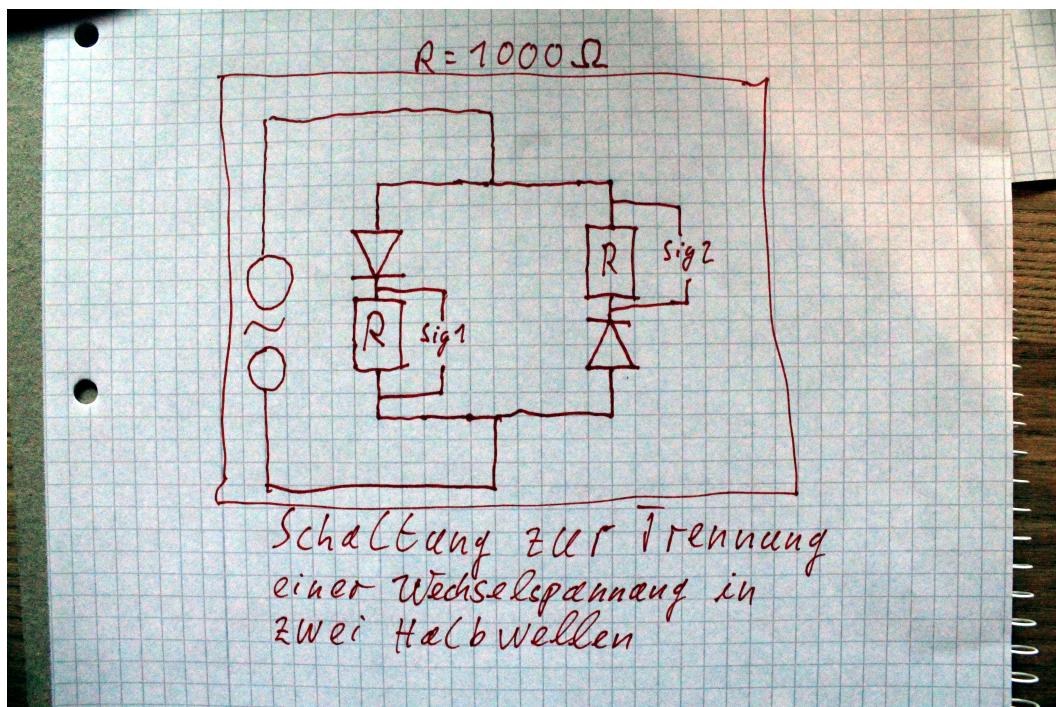
Zunächst muss eine Schaltung für einen Kanal entwickelt und getestet werden. Sollte das funktionieren, lässt sich überprüfen wie viele Sensoren verwendet werden können. Mit drei oder mehr sollte eine grobe Ortung in zwei Dimensionen möglich sein.

### **2.3 Schaltung**

Die Schaltung, die letztlich verwandt wurde besteht aus zwei Widerständen und zwei Dioden. Der Widerstandswert wurde so groß wie möglich gewählt und dient dazu, die Signale an der richtigen Stelle abgreifen zu können. Die Dioden blockieren in jedem Parallelkreis jeweils eine Stromflussrichtung. Durch Wahl der Polung kann jede Halbwelle positiv oder negativ auf den Arduino gegeben werden. Eine Spannungsbegrenzung ist durch diese Schaltung nicht möglich.

### **2.4 Auswertung**

Die Geophone liefern analoge Spannungssignale. Zur Auswertung müssen diese digitalisiert und an einen Rechner weitergeleitet werden. Die beiden vorhanden Arduinos stellen diese Funktionalität prinzipiell bereit. Ein kurzes Arduinoprogramm konnte schnell entwickelt werden um sämtliche Eingänge auszulesen und zu digitalisieren.



Das Programm ist mit wenig Code realisierbar, allerdings gibt es Unklarheiten bezüglich der internen Vorgänge im Arduino. Beispielsweise ist die Samplingfrequenz die genutzt wird unklar. Über das Internet konnten kurzfristig zahlreiche Codebeispiele eingesehen werden. Umfangreicher war hingegen die weitere Auswertung am Rechner. Diese sollte in Python implementiert werden. Die Ausgabe der Signale in einem Diagramm war unproblematisch und funktioniert in Echtzeit. Als schwieriger erwies sich die Bestimmung der Laufzeitdifferenzen. Zunächst war unklar wie überhaupt auf ein Signal getriggert werden kann und welche Signale der drei genutzten Geophone zu einem Ereignis zu ordnen ist. Die Bestimmung des Orts einer Ereignisse aus den relativen Laufzeitdifferenzen dreier Geophone ist darüber hinaus kein triviales Problem. Es wurden mehrere Lösungsansätze besprochen, jedoch nicht ausprobiert.

## 2.5 Protokoll

Stand 05.09.13

- Induktivitäten mit Widerständen verwechselt.
- Trennung pos <-> neg Spannungen schwierig, genauso einen Offset zu erzeugen.
- Wenige Schaltungen möglich, wegen fehlenden Bauteilen
- Verschiedene Schaltungen wurden entwickelt, die jedoch nicht den gewünschten Erfolg hatten

Stand 08.09.13

- Schutzschaltung aus Dioden und Widerständen funktioniert, liefert zwei Halbwellen, beide Spannung  $> 0V$
- Digitalisierung in Arduino funktioniert.
- Signalauswertung in Python geschrieben, kann Signale anzeigen
- Nur Laufzeitunterschiede nutzbar
- Triangulation schwieriges Problem (Mehrere Ansätze besprochen, Uneindeutige Lösungen für mögliche Punkte, Theoretische Berechnung durchgeführt)

## **3 Solarofen**

### **3.1 Einleitung**

Als Projekt während der PeP et al. Sommerakademie 2013 wurde ein Solarofen gefertigt. In diesem Ofen sollten allein durch Sonneneinstrahlung möglichst hohe Temperaturen erreicht werden. Ziel war es, einen Ofen zu fertigen, in dem zumindest einfache Kochaktivitäten ausgeführt werden konnten, wie beispielsweise das Kochen eines Eies oder das Backen eines kleinen Brotes.

### **3.2 Theorie**

Ansatz des Solarofens ist es, Wärmeenergie ins Innere des Ofens zu führen und dort zu halten. Diese Energie sollte ausschließlich durch Sonneneinstrahlung gewonnen werden. Es gilt deshalb, die Intensität des in den Ofen einfallenden Lichtes über Reflexion zu maximieren und die vom Ofen nach außen emittierte Wärmestrahlung durch Isolation zu minimieren. Auf diese Weise soll die effektive Einstrahlfläche des Ofens vergrößert und eine zu starke Abgabe der Energie an die Umgebung vermieden werden.

### **3.3 Aufbau**

Der Solarofen besteht vordergründig aus zwei verschiedenen großen Holzkisten, wobei die kleinere Holzkiste aus Bambus besteht und auf zwei Holzleisten so innerhalb der großen Holzkiste platziert ist, dass rundherum ca. 3 cm Abstand zur großen Kiste besteht. Dieser Zwischenraum bleibt wahlweise offen oder wird mit Isoliermaterial befüllt.

Eine Glasscheibe verschließt den in der kleinen Kiste entstandenen Ofenraum lichtdurchlässig. Diese ist einem handelsüblichen Bilderrahmen entnommen.

Der zur äußeren Holzkiste gehörige Deckel ist über Scharniere beweglich an eben dieser befestigt. Auf der Innenseite des Deckels ist ein als Reflexionsfläche dienender Spiegel angebracht.

Durch Schließen des Deckels wird der Holzofen transportfähig. Ein mit dem Deckel verschraubter Griff erleichtert das Öffnen.



### **3.4 Stadien der Konstruktion**

Das Anbringen des Deckels, der Leisten im Zwischenraum und des Griffes über Schraubverbindungen, sowie das Platzieren der kleineren in der größeren Kiste verlief ohne nennenswerten Aufwand. Benötigt wurden dazu lediglich ein Schraubendreher und ein Dremel mit Trennscheibe.

Da die verwendete Glasscheibe nicht ohne Rückwand im Bilderrahmen hält, musste hier eine alternative Fixierung gesucht werden. Es wurde entschieden, die Ecken der aus Presspappe bestehenden Rückwand im 45°-Winkel abzutrennen. Im Rahmen befand sich bereits ein umlaufender Schlitz. Durch Einstecken der Pappwinkel an den Ecken in diesen Schlitz konnte die Scheibe im Rahmen verankert werden. Nachteil dieser Befestigung ist allerdings ein Spalt zwischen innerer Holzkiste und Glasscheibe, durch den prinzipiell warme Luft entweichen kann.

Zum Anbringen des Spiegels auf dem Kistendeckel wurde ein Epoxy-Kleber verwendet. Die Klebeverbindung musste über Nacht aushärten.

Um Grifflöcher in der inneren Kiste zu verschließen, wurde Aluminium, welches von den anderen Arbeiten übrigblieb, und Gewebeband genutzt.

Um über den Spiegel Sonnenlicht in das Innere des Ofens zu leiten, muss der Spiegel im Deckel im spitzen Winkel zur Kiste gehalten werden. Hierzu hat sich ein Band zwischen Griff im Deckel und einer Bank als Halterung als praktikabel herausgestellt.

Als Nächstes wurde Isoliermaterial in den Zwischenraum eingebracht. Das verwendete Isoliermaterial waren gehäckselte Holzabfälle, die eine Zirkulation der Luft verhindert sollten.

In den folgenden Tagen wurde unter anderem durch Variation des Winkels zwischen Kiste und Untergrund versucht, die Intensität des einfallenden Lichtes zu vergrößern.

Die auf den Spiegel wirkenden Kräfte sorgten nach zwei Tagen dafür, dass sich die Epoxy-Klebeverbindung löste. Verantwortlich dafür war wahrscheinlich die unterschiedliche Ausdehnung der verschiedenen verwandten Materialien. Daraufhin wurden die Ecken des Spiegels mit aus der Rückwand des Bilderrahmens gewonnenen Metallspangen mit dem Deckel verschraubt.

Als Auskleidung des Ofeninnenraums wurde sowohl Aluminium als auch eine schwarze Mülltüte erprobt.

Zuletzt wurde der Spalt zwischen innerer Holzkiste und Glasscheibe mit einem geflochtenen Band aus Kunstfaser verschlossen.

### **3.5 Messungen**

Ein erster Probelauf ohne Isolierung und Innenauskleidung brachte eine Temperatur von ca. 80°C, die über ein Ofenthermometer im Inneren bestimmt wurde.

Alle weiteren Veränderungen führten nur zu Temperaturen von ca. 40 – 60°C. Vermutlich lag dies an dem verwendeten Isoliermaterial, welches die Wärmekapazität des gesamten Ofens erhöhte.

Die Innenverkleidung aus Aluminiumplatten hat keine nennenswerten Veränderungen gebracht. Die Gruppe war sich einig, dass eine schwarze Oberfläche im Ofen allerdings essentiell ist, um möglichst viel Energie des einfallenden Lichts zu absorbieren. Die schwarze Mülltüte als Innenverkleidung bestätigte diese Annahme, da mit ihr 60°C im Inneren des Ofens gemessen wurden. Diese Temperatur reichte bereits, um die Plastiktüte zum Schmelzen zu bringen. Somit hat sich insgesamt weder blankes Aluminium noch Plastik als Innenverkleidung bewährt. Letzlich scheiterte eine Umsetzung der Innenraumverkleidung an fehlenden Materialien. Notwendig wären schwarze Ofenfarbe oder eine hitzebeständige Folie gewesen.

In einer Vergleichsmessung außerhalb des Ofens war die gemessenen Temperatur ca. 50°C.

Als letzter Versuch wurden zwei rohe Eier über einen Tag im Sonnenofen erwärmt. Eines der beiden Eier wies am Ende leicht gestocktes Eiweiß auf.

### **3.6 Verbesserungen**

Sowohl Material als auch Farbe der Innenauskleidung sollten variiert werden. Dunkle Farben sind aufgrund eines im Allgemeinen mit ihr verbundenen hohen Absorptionskoeffizienten zu bevorzugen.

Auch das Isoliermaterial in den Zwischenräumen des Solarofens bedarf Verbesserung, insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass es die Wärmekapazität des Ofens nicht verschlechtern darf. Eventuell wäre es vorteilhaft die Isolierung nur durch ein abgeschlossenes Luftvolumen zu realisieren.

Als Feinschliff, der allerdings keinen Einfluss auf die Temperatur des Ofens haben sollte, kann sowohl eine Befestigung der Glasscheibe auf der inneren Kiste konstruiert werden – diese lag während der Versuche lose auf der Öffnung –, als auch ein Stab zum Offenhalten des Deckels gebaut werden.

## 4 Wasserrakete

### 4.1 Einleitung

Im Rahmen der PeP et al. Sommerakademie 2013 wurde unter anderem das Projekt „Wasserrakete“ durchgeführt. Ziel war es, eine Rakete samt Abschussbasis zu konstruieren, angetrieben durch Druckluft mit Wasser als Stützmittel.

### 4.2 Bau

Für den Bau von Rakete und Abschussbasis werden folgende Materialien benötigt:

- Cola-Flasche
- Gardena Hahnanschluss+Schlauchkupplung
- 2 Plastikdeckel von Haribo-Schachteln für die Finnen
- Wollgarn
- Nylonfaden
- *viel* Gaffertape
- Zwei-Komponenten-Kleber (z.B. UHU Endfest 300)
- Tennisball
- Tischtennisball
- 2te Plastikflasche
- ca. 20 cm Dachlatte
- Fahrradreiventil mit Adapter auf Autoreifenventil
- 4 L-Winkel aus Metall
- Fotostativ mit herausnehmbarer Mittelsäule oder 3-4 60 cm Dachlatten
- M5-Schrauben mit passenden Gegenmuttern
- Schraubösen
- Fahrradpumpe mit Autoventilöffnung

### **4.3 Rakete**

Die Flasche dient als Tank und Korpus der Rakete, da das Anschlussstück des Hahnanschlusses nicht auf das Gewinde der Flasche passt, muss dieses abgesägt werden. Hierbei sollte möglichst viel Material an der Flasche verbleiben. Das Anschlussstück wird nun mit dem Zwei-Komponentenkleber an die Flasche geklebt, die Trocknungszeit bei dem hier verwendeten Kleber beträgt ca. 24 Stunden. Aus den Deckeln der Süßigkeitendosen werden vier Finnen ausgeschnitten und symmetrisch an die Unterseite der Rakete geklebt. Hierfür wird zunächst der Zwei-Koponentenkleber verwendet und nach Austrocknung wird noch einmal mit Gaffertape fixiert. Für die Spitze der Rakete wurden mehrere Materialien getestet:

1. Tennisball, passt genau in die Bodenvertiefung der Flasche  $\Rightarrow$  unnötig hohes Gewicht
2. keine Spitze  $\Rightarrow$  Schäden an der Raketenspitze, undicht
3. Rundung einer PET-Flasche mit halben Tischtennisball als Spitze (\*)

### **4.4 Abschussvorrichtung**

Für den Abschussmechanismus muss zunächst das Fahrradreifenventil in den unteren Teil (mit dem beweglichen, orangenem Mantel) des Hahnanschlusses geklebt werden. Dazu wird die Gewindemutter des Fahrradventils bündig mit der unteren Öffnung der Schlauchkupplung verklebt. Wenn der Zwei-Komponentenkleber getrocknet ist, wird von der Gegenseite ein Autoadapter auf das Fahrradventil geschraubt. Dadurch wird das Fahrradventil zusätzlich fixiert. Die vier L Winkel werden mit Schrauben und passenden Gegenmuttern so zusammengeschraubt, dass das Anschlussstück in einem Ring eingeschlossen wird. Dafür muss ein zusätzliches Loch in das Metall gebohrt werden. Die L-Winkel werden zwischen der grauen Plastikmutter und dem Gewindekranz der Schlauchkupplung eingeklemmt.

Ein Bild des Abschussmechanismus ist in Abbildung 6 zu sehen.

### **4.5 Erste Tests**

Bei den aller ersten Tests bestand die Rakete lediglich aus der Plastikflasche (mit Hahnanschluss). Mit einem Druck von 2 bar und einem Wasservolumen von ca. 300 ml startete die Rakete direkt beim ersten Versuch erfolgreich. Nach einigen Starts mit gleichem Druck gab die Hahnanschluss-Klebestelle schon bei einer geringen Druckerhöhung nach.

Es folgte eine Überarbeitung der Rakete, bei der der Hahnanschluss, die Finnen und der Tennisball an die Flasche geklebt wurden. Zusätzlich wurde eine Schnur an der Rakete befestigt, mit der die Flughöhe näherungsweise bestimmt werden konnte.

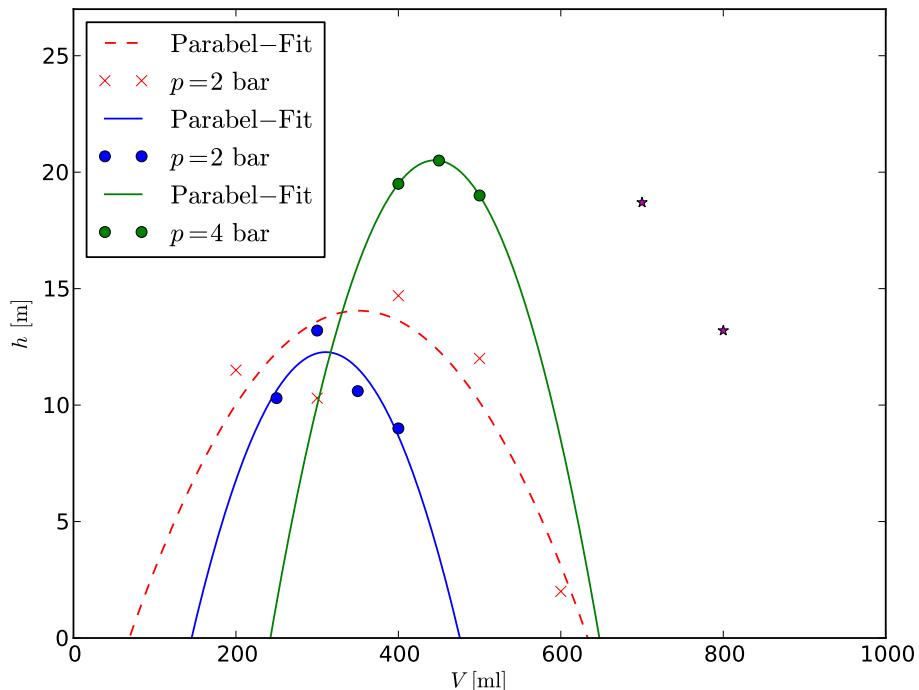
Nachdem der Kleber ausgetrocknet war, starteten die nächsten Versuche. Nach dem ersten erfolgreichen Start fiel der Tennisball bei der Landung jedoch ab. Deshalb fanden die folgenden Tests ohne Tennisball statt. Dies führte dazu, dass ein paar Starts später die Spitze der Rakete (der Boden der Flasche) auf der naheliegenden Starße aufschlug und so ein Riss entstand. Da aus diesem Luft entwich, musste die Rakete erst wieder überarbeitet werden. Bei den bis dahin durchgeföhrten Tests wurden bereits Höhen von ca. 10 m erreicht.

Die Rakete wurde weiter modifiziert. Neben dem Flicken des Risses wurde die austauschbare Schutzhaube (\*) zur Verbesserung der Aerodynamik und zum Abfangen des Sturzes angeklebt.

Um auszuprobieren bis zu welchem Druck man gehen kann, wurde eine zweite Rakete, bestehend aus einer 1,5 l-Einweg-PET-Flasche und einem Hahnanschluss, gefertigt.

Im dritten Durchgang bewiesen sich die Raketen als soweit zuverlässig, dass mit den Messreihen begonnen werden konnte.

## 4.6 Messreihen



Ende der Testreihe:

1. bei einem Druck von 7 bar öffnete sich der geflickte Riss in der Raketen spitze der Hauptrakete wieder

2. die zusätzliche Rakete explodierte unter 8 bar

## **4.7 Zusammenfassung**

Die Raketen waren flugtauglich. Es konnten sowohl Messreihen in Abhängigkeit des Wasservolumens in der Rakete, als auch in Abhängigkeit des Druckes durchgeführt werden.

## **4.8 Verbesserungen**

1. längeren Schlauch für die Luftpumpe
2. Schutzausrüstig (wie Brille und Ohrenschützer)
3. größere Klebeflächen
4. Stabilisierung der Gartenschlauchkupplungshalterung
5. Fallschirm an Raketenspitze anbringen?



Abbildung 6: Auslösemechanismus mit Rakete