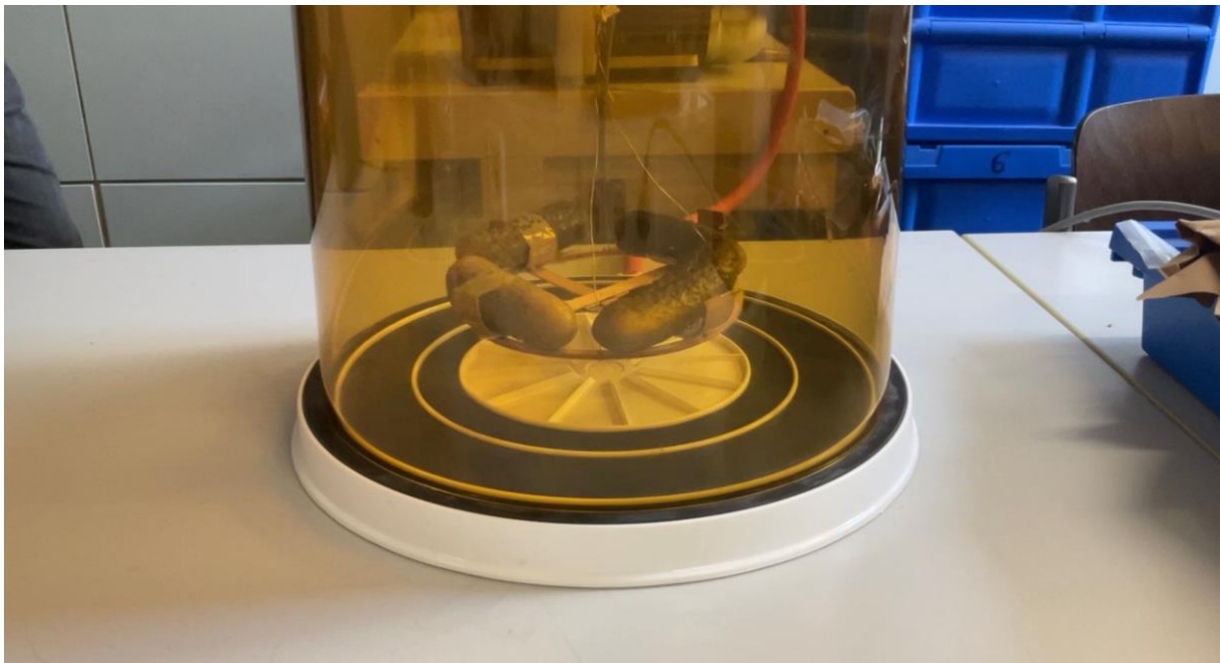


Projektarbeit im Fach MiLeNa

Der drehbare Gurkenmotor



Verfasser: Jule Schlageter & Marie von Kathen

E-Mail: Jule.schlageter@gy-cfg.de & Marie.von.kathen@gy-cfg.de

Telefon: 01575 3355604 & 01575 3355984

Fachlehrer: Herr Winkhaus

Abgabetermin: 09.06.2022

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung	2
2.0 Grundlagen	3
2.1 Definition Vakuum	3
2.2 Geschichte des Vakuums	3
2.3 Funktionsweise der Pumpe.....	4
3.0 Versuch.....	5
3.1 Hypothese.....	5
3.2 Versuchsaufbau.....	6
3.3 Versuchsdurchführung.....	6
3.4 Beobachtungen	7
3.5 Erklärung des Versuchs.....	8
4.0 Fazit	9
5.0 Ausblick.....	9
6.0 Anhang.....	10
7.0 Abschlusserklärung.....	12

1.0 Einleitung

MiLeNa ist ein freiwillig gewählter Projektkurs für Schüler in der Qualifikationsphase. Der Kurs **Mint-Lehrer-Nachwuchsförderung** beschäftigt sich damit, Grundschulern die Welt der Physik und Astronomie näher zu bringen.

Unser Projektkurs teilte sich in Zweierteams auf, die sich für verschiedenste physikalische Stationen entscheiden konnten wie zum Beispiel Magnetismus, optische Täuschungen oder besondere Brillen (Abb. 5&6). Uns stand ein Zeitraum von zwei Monaten zur Verfügung, um unsere Stationen für die Grundschulbesuche vorzubereiten. Anschließend kamen wöchentlich Grundschulen zu Besuch, bei denen die Kinder im schuleigenen Planetarium und in der Sternwarte etwas über Sterne und Planeten lernen konnten. Darüber hinaus bauen die Schüler drehbare Sternkarten, mit denen sie zu jeder Jahreszeit die entsprechenden Sternbilder nachts am Himmel entdecken können.

Der Projektkurs besteht nicht nur darin, diese Stationen anzuleiten, sondern es wird im zweiten Halbjahr in Partnerschaft an einem Projekt gearbeitet. Wir, Jule Sophie Schlageter und Marie von Kathen, haben entschieden, dies im Bereich der Physik durchzuführen. Das Projekt trägt den Namen „Der drehbare Gurkenmotor“. Es handelt sich um einen Motor, der durch Gurken angetrieben wird.

Im Folgenden werden wir einige Grundlagen erklären, um den Versuch besser zu verstehen. Darauf folgen die Ergebnisse des Versuches. Anschließend ziehen wir unser Fazit und geben einen Ausblick. Darüber hinaus befinden sich im Anhang alle Bilder und Videos zu dem Versuch. Zum Schluss folgt die Abschlusserklärung

2.0 Grundlagen

In den Grundlagen werden zunächst Begriffe wie Vakuum erklärt. Darauf folgt die Geschichte des Vakuums und der Bezug auf die Vakuumpumpe.

2.1 Definition Vakuum

Ein Vakuum ist ein Raum fast frei von Materie. Bildlich gesehen ein leerer Raum, auch ohne Luft. In diesem Medium herrscht also keine Reibung, dies wird später relevant für unseren Versuch sein. Darüber hinaus besteht also ein extrem niedriger Gasdruck, der durch eine Pumpe erzeugt werden kann. Daher wird definiert, dass ein Vakuum bei unter 300mbar besteht. Zunächst ist es ein Grobvakuum. Bei niedriger werdenden Millibar Zahlen ein Feinvakuum, dann ein Hochvakuum und zuletzt ein Ultrahochvakuum.

2.2 Geschichte des Vakuums

Die Geschichte des Vakuums beginnt viel früher als man denkt. Schon im vierten bis fünften Jahrhundert vor Christus gab es zum einen die These von einem leeren Raum und zum anderen die, dass die Welt aus Atomen besteht. Diese Theorie stellten Leukipp und sein Schüler Demokrit auf, die griechische Philosophen waren. Jedoch wurde diese von Aristoteles 100 Jahre später verworfen aufgrund des „Horror vacui“: die Abneigung des leeren Raumes von der Natur.

Nicht nur Leukipp und Demokrit waren von der Idee eines leeren Raumes überzeugt, auch René Descartes, ein französischer Philosoph, hatte sich dies durch rationale Überlegungen erklärt. Allerdings fiel es vielen Menschen schwer, sich diesen Überzeugungen anzuschließen. Daher konnte sich das Vakuum erst durch Demonstrationen durchsetzen.

1644 wurde das Vakuum dann schließlich zum ersten Mal mit Hilfe einer Quecksilbersäule in einem gebogenen Glasrohr von Evangelista Torricelli nachgewiesen. Der endgültige Beweis kam kurz danach im Jahr 1647 von Blaise Pascal, der dies durch den Versuch „vide dans le vide“ zeigte. Der Versuch bewies, dass das Quecksilber nur von dem äußeren Luftdruck beeinflusst wird und in dem Glas ein Vakuum besteht.

Otto von Guericke gilt schlussendlich als der Erfinder der Luftpumpe. Durch die Magdeburger Halbkugeln konnte er der ganzen Welt beweisen, dass man ein künstliches Vakuum herstellen kann. Er ließ zwei Pferde Metallhalbkugeln auseinanderziehen, aus denen er mit seiner erfundenen Kolbenpumpe die Luft herauszog. Anschließend wurde

beobachtet, dass sogar acht Pferde die Kugeln nicht auseinanderziehen konnten. Gelöst wurden die Kugeln erst voneinander, nachdem durch ein Ventil wieder Luft reingelassen wurde.

Die weitere Geschichte des Vakuums werden wir nicht erläutern, da für uns die Pumpe das Relevante ist.

2.3 Funktionsweise der Pumpe

Die Funktion der Vakuumpumpe, oder auch Luftdruckpumpe genannt, kann in drei Phasen eingeteilt werden. Die erste Phase ist die des Ansaugens (blauer Pfeil in Abb. 1). Der exzentrische Kolben in der Pumpe dreht sich, wodurch mit Hilfe mehrerer Schieber größere und kleinere Räume entstehen. Da die Pumpe verhindern will, dass sich ein Vakuum in diesem größer werdenden Raum bildet, wird die Luft aus dem Umfeld angesaugt.

Die darauffolgende Phase des Komprimierens (grüner Pfeil) besteht darin, dass der zunächst größere Raum in der Ansaugphase durch die exzentrische Position des Kolbens sich immer weiter komprimiert. Daraus folgt, dass die Luft zusammengedrückt wird.

Die letzte Phase (roter Pfeil) ist die des Ausströmens. Dabei wird die komprimierte Luft durch eine Öffnung herausgelassen, somit ist Druckluft entstanden. Dieser Vorgang, bei dem Druckluft entsteht, könnte man nutzen, um zum Beispiel eine Luftmatratze aufzupumpen.

Bei unserem Versuch wollen wir allerdings ein Vakuum herstellen. Dies funktioniert, indem man die Pumpe auf der Seite der Glasglocke anschließt, auf der die Luft aus der Umgebung angesaugt wird. Dadurch saugt die Pumpe die Luft aus der Glocke, um das Vakuum in der Pumpe zu verhindern. Die verwendete Pumpe läuft zudem mit Öl, welches

die Luftspalten in der Pumpe schließt und Verschleiß verhindert, um ein noch größeres Vakuum zu schaffen. Die Pumpe schafft bis zu 2mbar absolut.

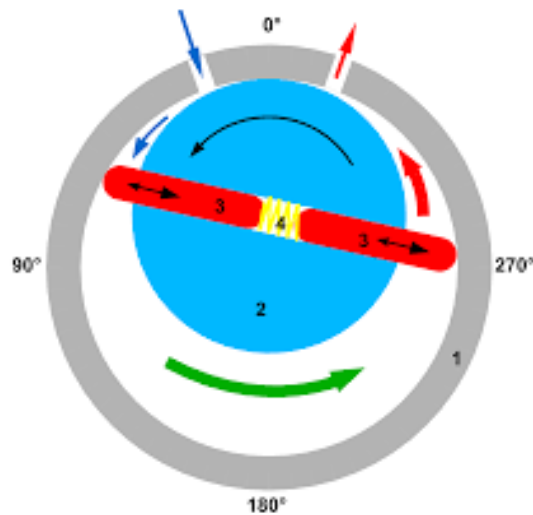


Abbildung 1

3.0 Versuch

In dem Kapitel „Versuch“ werden wir zunächst eine Hypothese aufstellen. Daraufhin werden wir den Versuchsaufbau beschreiben. Anschließend folgt die Versuchsdurchführung. Zu guter Letzt werden wir die Beobachtungen zusammenfassen und den Versuch erklären.

3.1 Hypothese

Wir haben die These aufgestellt, dass in dem Versuch durch das Vakuum in der Glasglocke das Wasser der Gurken schon bei 50 Grad Celsius sieden wird. Somit kann sich das Konstrukt durch den komprimierten Wasserdampf, der aus den zuvor hereingestochenen Löchern kommt, fortbewegen. Die nicht bestehende Reibung kann unterstützend wirken.

Allerdings könnte ein Problem darin bestehen, dass durch das Kugellager zu viel Reibung entsteht. Darum könnte unser Versuch nicht funktionieren und wir müssten unseren Versuchsaufbau entsprechend anpassen.

3.2 Versuchsaufbau

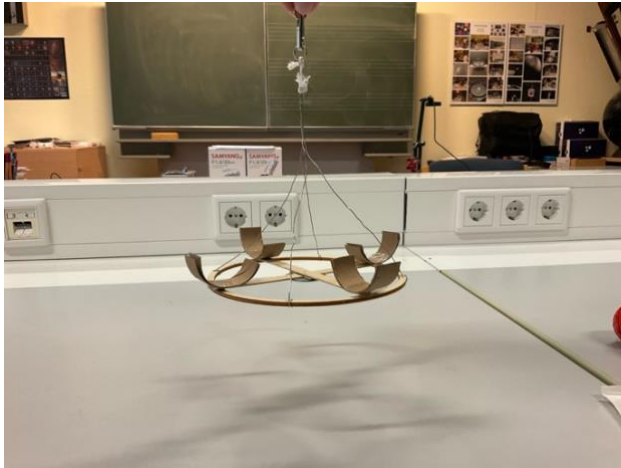


Abbildung 2



Abbildung 3

Die Konstruktion (Abb.2) des Motors muss möglichst leicht und widerstandslos sein, damit die Reibung das Ganze wenig beeinflusst. Die Anlage, auf der die Lebensmittel liegen, ist daher an einem Kugellager befestigt. An diesem sind vier dünne Drähte angebracht, die oben zu einem Draht zusammenlaufen. Darunter ist eine runde Holzkonstruktion mit vier halbrunden Pappstücken, jeweils um 90 Grad versetzt, festgeklebt. Auf den Pappstücken werden die Lebensmittel fixiert.

Da der erste Versuchsaufbau nicht funktioniert hat, haben wir einen neuen konstruiert (Abb.3). Dieser ist im Gegensatz zu dem alten Aufbau nicht hängend, sondern lagert auf einer Spitze. Diese Spitze ist auf einer Holzstange befestigt. Die Konstruktion, die auf diese Spitze gelegt wird, sind vier Stäbchen, die im 90 Grad Winkel angeordnet sind. Diese knicken zur Stabilität nach unten ab, dort sind halbrunde Pappen für die Gurken befestigt. Um zu verhindern, dass die Gurken herunterfallen, wurden die Pappen mit Tape stabilisiert. Damit diese Konstruktion sich auf der Spitze dreht, ist ein Teelicht, das zu einem Kegel umgearbeitet und unter der Schnittstelle der vier Stäbchen angebracht worden ist.

Zu dem Versuchsbau gehören außerdem noch eine Glasglocke und eine Vakuumpumpe (Abb.7&8). Die Pumpe wird an die Glocke angeschlossen und unter die Glocke stellt man die eine Konstruktion (Abb.3) und die andere wird an einen Magneten gehängt, der durch den Gegenpol die Konstruktion (Abb.2) vom äußeren der Glocke festhält.

3.3 Versuchsdurchführung.

Bei der Durchführung des Versuches wird zu Beginn Wasser erhitzt und in die Gurken ein Loch von circa einem Millimeter gestochen. Anschließend werden die Gurken mit den

Löchern in das siedende Wasser gelegt bis sie sich auf ungefähr 50 Grad Celsius erhitzt haben. Nach einigen Minuten sind diese so weit erhitzt, dass man sie auf die oben zu sehenden Konstruktionen legen kann (Abb.2&3). Dabei ist zu beachten, dass alle Öffnungen in die gleiche Richtung zeigen, damit man überhaupt einen Antrieb erzeugen kann. Um ein Vakuum erzeugen zu können, muss die erste Konstruktion mit einem außen hängendem und einen innen befestigten Magneten an die Decke der Glasglocke gehängt werden (Abb.2&10). Die andere Konstruktion kann einfach unter die Glocke gestellt werden (Abb.3&9). Zuletzt wird die Vakuumpumpe an den Boden der Glasglocke angeschlossen(Abb.7&8). Somit wird ein Vakuum unter der Glasglocke hergestellt und die Konstruktion beginnt sich zu drehen.

3.4 Beobachtungen

Zunächst haben wir den Versuch mit Corona-Teströhrchen durchgeführt, um zu sehen, ob unser Versuchsaufbau funktioniert. Das Wasser in den Röhrchen ist allerdings direkt bei den Druckunterschieden hinausgelaufen, bevor es kochen konnte. Daher ist unser erster Versuch gescheitert (Abb.12).

Anschließend haben wir es mit Ü-Ei Spielzeugdosen probiert, da dort nicht so schnell Wasser austreten kann. Dort trat das Problem auf, dass sich gar nichts mehr tat. Eine weitere Überlegung war, dass nur Wasserdampf entstehen kann, wenn das Wasser sich in einer Materie befindet. Also haben wir kleine Schwämme in die Ü-Ei Spielzeugdosen gelegt, die in heißes Wasser getränkt waren, jedoch machte das keinen Unterschied und der Motor lief noch immer nicht. Eine These ist gewesen, dass das Loch zu klein war, dies wurde aber schnell widerlegt (Abb.11).

Um zu prüfen, ob das Problem die Pumpe ist, haben wir ein Becherglas gefüllt mit Wasser unter die Glasglocke gestellt. Das Wasser hat nach kurzer Zeit angefangen zu kochen, also konnte diese Fehlerquelle ausgeschlossen werden.

Daraufhin versuchten wir es mit Gewürzgurken. In dem Fall konnte man zwar sehen, dass kochendes Wasser und Wasserdampf hinten aus den Löchern der Gurken kamen, allerdings bewegte sich die Konstruktion trotzdem nicht. Anschließend kam die Idee, dass entweder die Gurken oder das Loch zu klein sind. Daher machten wir beides größer, mit weiterhin einem negativen Ergebnis. Somit wurde geschlussfolgert, dass es sehr wahrscheinlich an der Konstruktion liegt und diese geändert werden muss. Dann haben wir sie verbessert und es erneut versucht. Mit der neuen Konstruktion hat sich der Motor direkt beim ersten Versuch gedreht. Zunächst kam ein wenig Wasser in Form von Blasen

aus den Gurken und anschließend Wasserdampf in Schüben, sodass es sich zunächst langsam drehten und dann immer schneller. Nach einiger Zeit wurde es so schnell, dass die Gurken aufgrund der Zentrifugalkraft teilweise von der Konstruktion geflogen sind (Abb.9&10).

3.5 Erklärung des Versuchs

Das Wasser in den Gurken fängt schon bei 40-50 Grad Celsius an zu sieden (Abb. 4). Dieses Phänomen geschieht, da die Wassermoleküle nicht von den Luftmolekülen aufgehalten werden sich in Wasserdampf zu verwandeln, denn normalerweise wollen die Luftmoleküle ihren Raum verteidigen, um sich genügend Platz zu sichern. Allerdings gibt es in einem Vakuum kaum noch Luftmoleküle, weshalb die Wassermoleküle nicht mehr gegen die Luft ankämpfen müssen und somit schneller zu Wasserdampf werden. Daher können sich die Moleküle bei geringeren Druck besser aus ihrem Verbund lösen.

Bei unserem Versuch wird dieser Wasserdampf durch die zuvor hereingestochenen Löcher in den Gurken so komprimiert herausgedrückt, dass sich die Konstruktion im besten Fall durch den Rückstoß fortbewegt.

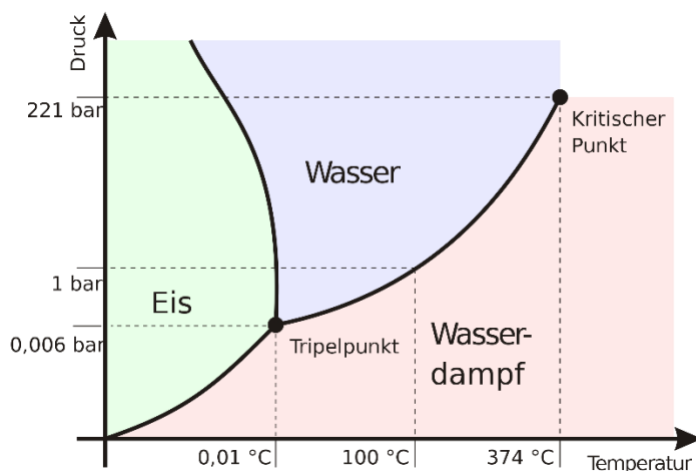


Abbildung 4

Damit der Versuch einwandfrei funktioniert sind einige Aspekte zu beachten. Zunächst ist es wichtig, dass die Gurken so groß sind, dass sie viel Wasser speichern können, um viele Wasserdampf Rückstöße und eine ausreichende Wasserdampfmenge zu erzeugen.

Ein weiteres Kriterium für den Erfolg ist, dass die Konstruktion sehr leicht sein muss und auch möglichst wenig Reibung hat. Bei unserer ersten Konstruktion hatten wir zu viel Reibung, weshalb sie sich nicht gedreht hat. Bei der zweiten kam sie nur mit der Spitze eines Nagels in Berührung.

Somit fängt die Konstruktion, durch wenig Reibung und komprimiertem Wasserdampf, an sich zu drehen.

4.0 Fazit

Konkludierend ist festzustellen, dass das Experiment nach einigen gescheiterten Versuchen, auf Grund von zu viel Reibung, trotzdem funktioniert hat. Somit hatten wir am Ende eine funktionierende Konstruktion (Abb.3) und eine mit negativen Ergebnissen (Abb.2).

Darüber hinaus kann man festhalten, dass eine hängende Konstruktion bisher nicht möglich zu sein scheint, da die Reibung dort nicht verhindert werden kann. Ein Kugellager hat kaum Reibung und scheinbar trotzdem zu viel. Mit der funktionierenden Konstruktion kann nun weitergearbeitet werden.

Diese kann nun zu Zwecken der Erklärung von Eigenschaften eines Vakuums genutzt werden. Nun kann bei Grundschulbesuchen den Kindern die Welt des Vakuums auf spielerische Art und Weise nähergebracht werden und das Interesse für Physik geweckt werden.

5.0 Ausblick

Da der Versuch am Ende gut funktioniert hat, haben wir uns entschieden, diesen als besondere Leistung zu verbessern. Daher ist im nächsten Jahr unser Ziel, eine stabile Konstruktion zu bauen. Unser zweites Ziel ist es, diesen Versuch mit weiteren Lebensmitteln auszuprobieren.

6.0 Anhang



Abbildung 5



Abbildung 6

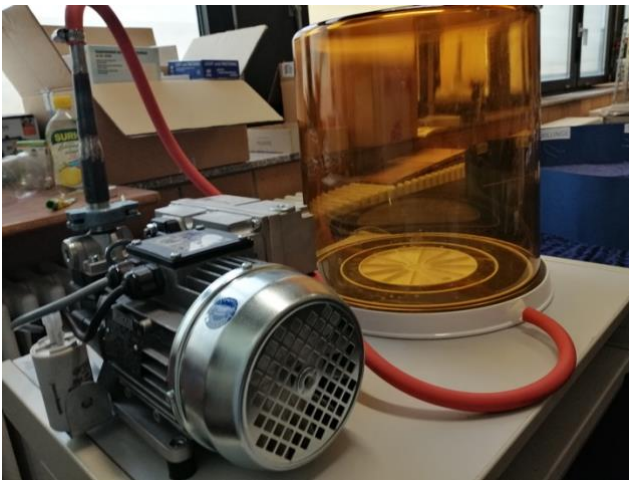


Abbildung 7

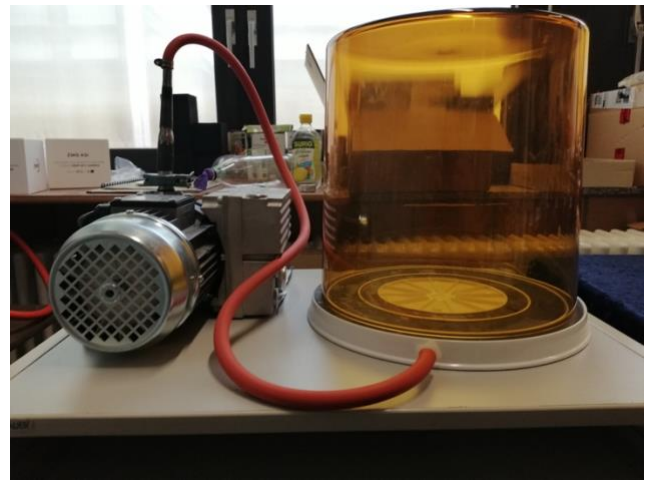


Abbildung 8

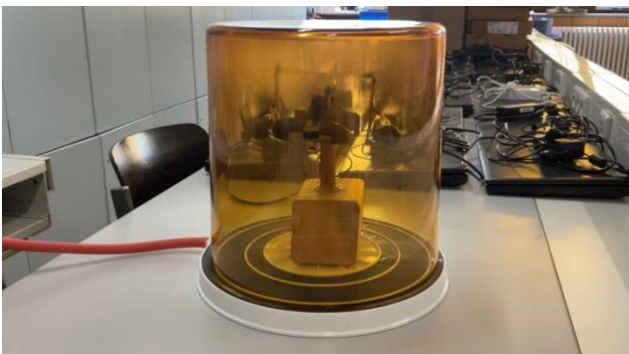


Abbildung 9

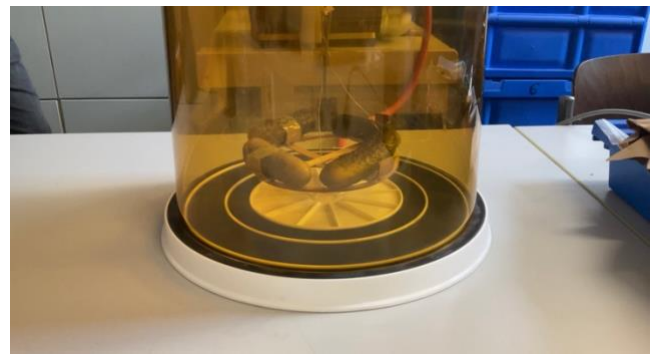


Abbildung 10



Abbildung 11

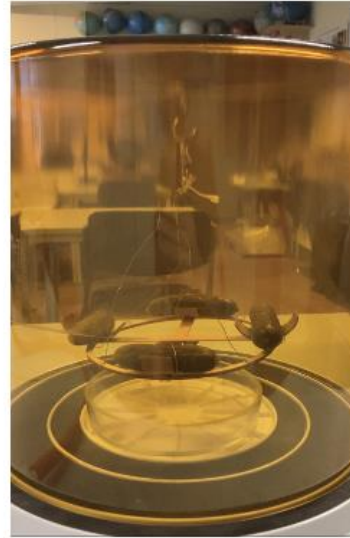


Abbildung 12

Gurkenmotor

Anleitung:

Die vier Gurken werden zunächst in ca. 60° heißes Wasser gelegt und dann auf die Halterung gelegt. Nun wird hinten an jeder Gurke auf einer Seite mit einem spitzen Gegenstand ein Loch gemacht, sodass die Löcher alle in eine Richtung zeigen. Die Haltevorrichtung befestigt man mit Hilfe von Magneten innen am Deckel des Behälters und saugt die Luft ab.



Funktion:

Durch den erniedrigten Druck sinkt der Siedepunkt vom Wasser in der Gurke (sie bestehen ja zum größten Teil aus Wasser) und das siedende Wasser in der Gurke verdampft. Dieser Dampf schießt dann aus den Löchern der Gurke heraus und bringt den "Motor" nach dem Prinzip des Raketenantriebs (allein durch Schub) in Bewegung.



Material:

Gurkenhalterung, heißes Wasser, Vakuumblock, ein spitzer Gegenstand, vier Gewürzgurken

7.0 Abschlusserklärung

Hiermit versichern wir, dass wir diese Arbeit selbstständig angefertigt haben, keine anderen als die von uns angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder dem Inhalt nach aus anderen Werken entnommen wurden, in jedem einzelnen Fall mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht haben. Verwendete Informationen aus dem Internet sind der Arbeit als Ausdruck im Anhang beigefügt. Wir sind damit einverstanden, dass die von uns verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit in der Bibliothek der Schule bzw. am Schülerlabor Astronomie zugänglich gemacht wird.