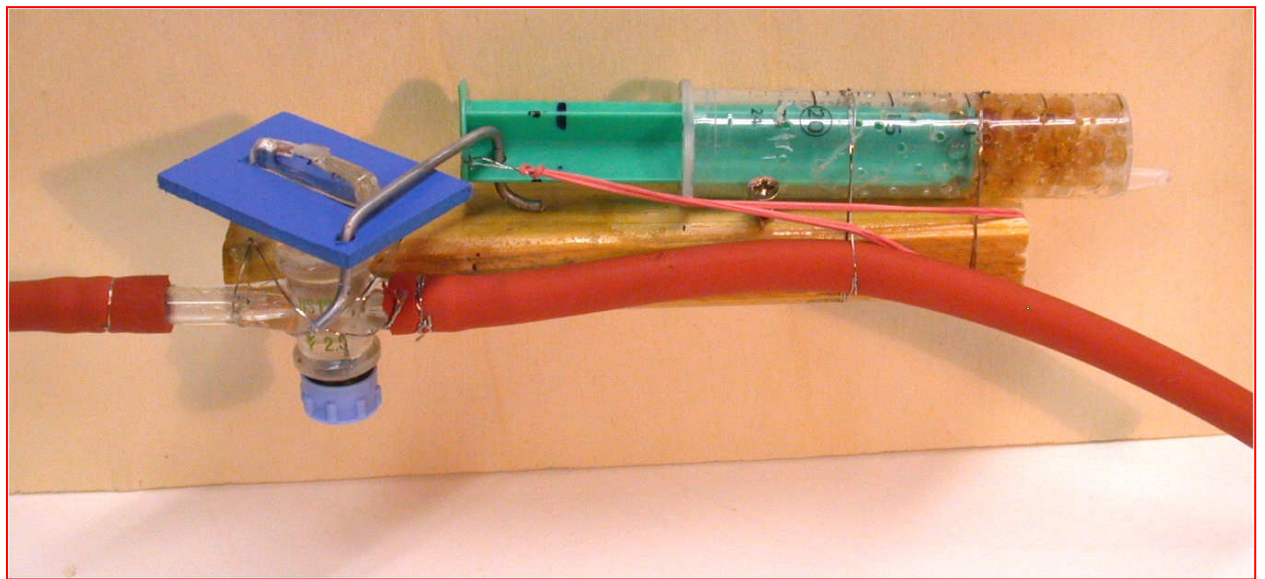


# Der Osmosewasserhahn



Nicklas Garrelfs

Schüler experimentieren 2007

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Kurzfassung</b> .....	2
<b>2. Die Idee</b> .....	3
<b>3. Osmose</b> .....	3
<b>4. Vorversuch</b> .....	4
<b>5. Dialyseschlauch</b> .....	4
5.1 Theorie und Vorversuch .....	4
5.2 Dialyseschlauch mit Spritze .....	5
<b>6. Dinosaurier Eier</b> .....	6
<b>7. Water Pearls</b> .....	6
7.1 Die Water Pearls .....	6
7.2 Die Spritze mit Water Pearls .....	7
7.3 Pflanzen .....	8
<b>8. Der Osmosewasserhahn-Prototyp</b> .....	9
<b>9. Ausblick</b> .....	11
<b>10. Literatur und Links</b> .....	11

## 1. Kurzfassung

Mein Ziel war es einen Wasserhahn zu bauen, der mittels des osmotischen Drucks funktioniert. Dieser vollautomatische Osmosewasserhahn sollte keine Steuerelektronik besitzen. Um mein Ziel zu erreichen, beschäftigte ich mich zuerst mit der Theorie der Osmose. Anschließend führte ich einige Vorversuche durch, die ganz gut funktionierten. Beim anschließenden Bau des Osmosewasserhahns traten jedoch viele Probleme auf. So scheiterten meine Versuche mit einem Dialyseschlauch ebenso wie der Versuch mit „Osmose-Saurieren“. Erst als ich die Water Pearls (kleine Kugeln, von denen 10g 3 Liter Wasser aufsaugen können) entdeckte, gelang es mir einen Prototypen meines Osmosewasserhahns zu bauen.

## 2. Die Idee

Ziel meiner Arbeit war es, ein vollautomatisches Bewässerungssystem zu konstruieren, welches nach dem Prinzip der Osmose funktioniert. Das Neue dabei ist, dass dieses Bewässerungssystem ohne komplizierte Elektronik funktionieren soll. Außerdem ist mein Bewässerungssystem preiswert, da es aus einfachen Bauteilen bestehen soll. Um dies zu verwirklichen, dient die Natur mir, wie bei vielen anderen Erfindungen, die es schon gibt, als Vorbild. Ich mache mir, um meine Idee zu verwirklichen, das Prinzip der Osmose zu Nutzen. Durch meine Konstruktion wird es in Zukunft für den Landwirt einfacher sein, seine Felder zu bewässern. Wenn es geregnet hat und der Boden nass genug ist, soll die Bewässerung automatisch stoppen. Folgt eine lange Trockenzeit, sodass der Boden nicht mehr genug Wasser beinhaltet, so schaltet mein System die Bewässerung automatisch wieder so lange ein, bis die richtige Feuchtigkeit erreicht ist.

## 3. Osmose

Zunächst einmal möchte ich an dieser Stelle kurz das Prinzip der Osmose und seine Besonderheiten erläutern. Osmose kommt vom griechischen Wort „osmos“ (= Schub, Stoß) und bezeichnet die einseitig gerichtete Diffusion eines Lösungsmittels durch eine semipermeable Membran. Wie der Name schon sagt, ist die semipermeable Membran „halbdurchlässig“. Im Allgemeinen können kleine Moleküle wie Wasser problemlos diese semipermeable Membran durchdringen. Größere Moleküle wie zum Beispiel Zucker können diese Membran nicht durchdringen.

Um das Prinzip der Osmose zu verdeutlichen stelle man sich folgendes vor: Wir nehmen ein U-Rohr, welches durch eine semipermeable Membran in zwei Teile geteilt wird. Auf der rechten Seite dieses U-Rohrs befindet sich eine wässrige Lösung in der Zucker gelöst ist. Auf der linken Seite des U-Rohrs befindet sich nur Wasser (vgl. Abb. 3.1). Da wir wissen, dass Zuckermoleküle größer sind als Wassermoleküle folgt, dass die Wassermoleküle durch die semipermeable Membran durch kommen können, die Zuckermoleküle aber nicht. Da es in der Natur üblich ist, dass ein Konzentrationsausgleich angestrebt wird, diffundiert nun immer mehr Wasser durch die Membran in die rechte Seite des U-Rohrs. Da die Zuckermoleküle nicht weg können, kommen immer mehr Wassermoleküle in die rechte Seite und es findet ein Konzentrationsausgleich statt. Natürlich kann dieser nicht vollständig erfolgen, denn auf der linken Seite sind ja keine Zuckermoleküle.

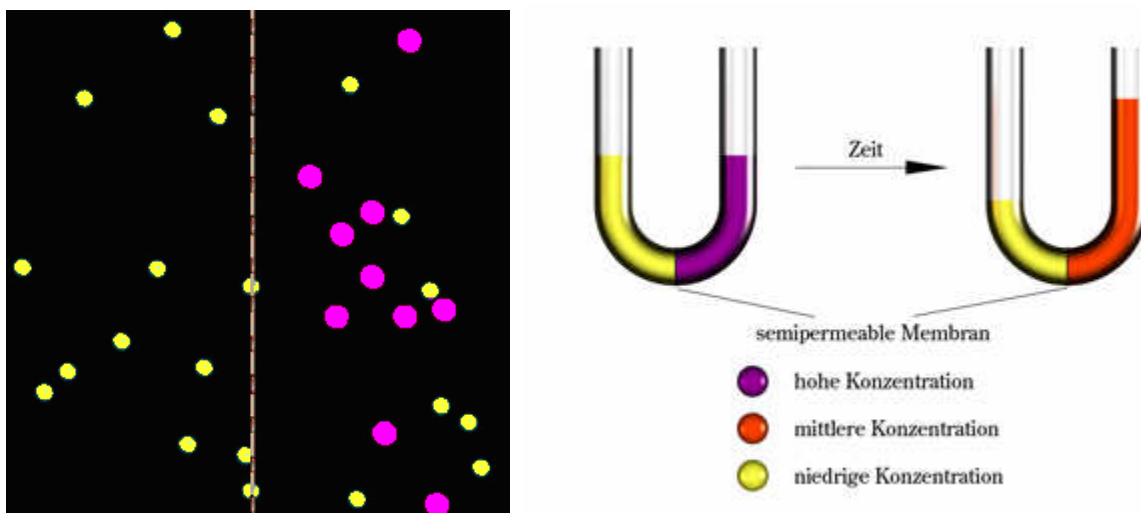


Abb. 3.1: Das Prinzip der Osmose (Abbildungen aus Wikipedia)

Das Ergebnis ist, dass der Flüssigkeitsstand in der rechten Seite gestiegen ist, da das Wasser ja durch die Membran in diese Seite geströmt ist. Im Gesamten erhalten wir nun in der rechten Seite eine Konzentration, die geringer ist, als die Ausgangskonzentration, jedoch nicht vollständig ausgeglichen werden kann, da eben wie oben genannt keine Zuckermoleküle durch die Membran auf die linke Seite können.

Durch Osmose wird ein hydrostatischer Druck auf die Membran ausgeübt, auch osmotischer Druck genannt. Je größer die Konzentrationsdifferenz der beiden Flüssigkeiten ist, desto höher ist der osmotische Druck. Wenn die Konzentrationsdifferenz zwischen den beiden Flüssigkeiten sehr hoch ist, so ist auch das Bestreben nach einem Konzentrationsausgleich sehr hoch. Folglich steigt der osmotische Druck. Genau hier sind wir bei dem für mich wichtigen Stichwort angekommen: osmotischer Druck. Da bei der Osmose sehr hohe Drücke entstehen können, wollte ich mir den osmotischen Druck zu Nutze machen, indem ich mein Bewässerungssystem durch ihn steuere.

## 4. Vorversuch

Zunächst einmal machte ich einige Vorversuche, um mich mit der Materie vertraut zu machen, bevor es dann an die Konstruktion und den Bau meines Osmosewasserhahns ging. Dazu wollte ich zunächst durch ein Experiment herausfinden, ob Zellophan eine semipermeable Membran ist.

Dazu habe ich den Deckel einer Filmdose soweit aufgeschnitten, dass nur noch die Halterung stehen blieb. Dann habe ich ein Stück Einmachzellophan mit dem Deckel an der Filmdose befestigt. Dann habe ich in den Boden der Filmdose ein Loch gemacht und ein Glasröhrchen gesteckt und abgedichtet. Nun habe ich durch das Glasröhrchen eine konzentrierte Sirup-Lösung in die Filmdose gefüllt und diese dann mit dem Glasröhrchen nach oben in ein Becherglas mit destilliertem Wasser gestellt.

Vorher habe ich natürlich noch den Flüssigkeitsstand am Glasröhrchen markiert. Nach kurzer Zeit konnte ich beobachten, dass der Flüssigkeitsstand im Glasröhrchen ansteigt. Das Experiment zeigte also, dass das destillierte Wasser durch die Zellophanmembran in die Filmdose diffundiert, wodurch der Flüssigkeitsstand im Glasröhrchen ansteigt.

## 5. Dialyseschlauch

### 5.1 Theorie und Vorversuch

Das Prinzip der Osmose spielt heutzutage auch in der Medizin eine wichtige Rolle. Es wird bei der Dialyse genutzt.

Die Niere ist das wichtigste Ausscheidungsorgan unseres Körpers. Wenn sie einmal nicht mehr richtig funktioniert, dann steht es schlecht um unseren Körper. Doch durch die Fortschritte der Medizin kann auch dies behandelt werden. Durch Dialyse. Hierbei wird das Blut aus dem Körper heraus durch einen so genannten Dialyseschlauch geführt. Dieser ist prinzipiell eine semipermeable Membran. Innerhalb des Schlauches ist die Konzentration an Abfallstoffen logischerweise höher als außerhalb des Dialyseschlauchs, denn die Abfallstoffe sollen ja aus dem Blut geholt werden. Also diffundieren die Abfallstoffe aus dem Blut aus dem Dialyseschlauch heraus in das Außenmedium. Durch den stetigen Austausch der äußeren Lösung erreicht man, dass im Dialyseschlauch nur noch die für den Körper wichtigen Bestandteile, wie Enzyme, die Blutzellen etc. im Blut bleiben.

Ich wollte also den Dialyseschlauch als semipermeable Membran für meinen Osmosewasserhahn verwenden.

Doch zunächst machte ich auch hier wieder einen Vorversuch. Dieser sah prinzipiell so aus, wie der Versuch in Kapitel 4. An dieser Stelle ersetzte ich die Filmdose durch ein Stück Dialyseschlauch. In dem Dialyseschlauch befand sich aber nicht wie in Kapitel 4 Sirup sondern eine konzentrierte Zuckerlösung. Das Ganze befestigte ich dann an einem Stativ, sodass der Dialyseschlauch sich in einem Becherglas mit destilliertem Wasser befand. Nun hieß es warten. Doch nichts geschah. Ich wiederholte den Versuch, doch wollte es mir immer noch nicht gelingen. Das Problem war, dass ich den Dialyseschlauch nicht richtig dicht bekam, sodass die Zuckerlösung oben und unten aus dem Schlauch austrat (erkennbar an der Schlierenbildung). Dann kam mir eine Idee. Ich stecke in die beiden Enden einfach Gummistopfen und befestigte den Dialyseschlauch mit einem langen Stück Blumendraht an daran. Der obere Gummistopfen hatte noch ein Loch für das Glasröhrchen. Also wiederholte ich den Versuch auch noch ein drittes Mal. Diesmal funktionierte es, der Schlauch war dicht und die Zuckerlösung stieg im Glasröhrchen an. Somit war der Dialyseschlauch für mein Vorhaben zunächst geeignet.

### 5.2 Dialyseschlauch mit Spritze

Nachdem ich mich nun mit den Grundlagen und Möglichkeiten der Osmose vertraut gemacht habe, ging es nun darum, konkrete Pläne für mein Bewässerungssystem zu entwickeln. Dazu habe ich mir überlegt, dass man den Dialyseschlauch an der Seite, wo vorher das Glasröhrchen war, an einer Spritze befestigt, deren Boden ich zuvor abgesägt hatte. Innerhalb der Spritze und des Dialyseschlaches befindet sich dann die Zuckerlösung. Auf Grund des osmotischen Drucks und der Diffusion von Wasser ins Innere der Spritze sollte eigentlich der Kolben nach oben gedrückt werden. Diese Bewegung wollte ich dann für meinen Osmosewasserhahn nutzen. Also baute ich zunächst den Versuchsaufbau auf.

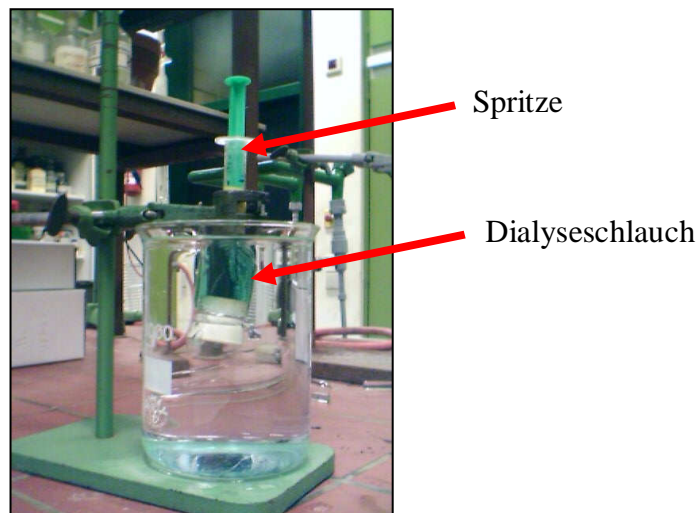


Abb. 5.1 Der Versuchsaufbau mit Spritze und Dialyseschlauch

Nachdem ich also mit dem Versuchsaufbau fertig war (Abb. 5.1), erhoffte ich mir, dass durch die Osmose der Kolben der Spritze nach oben gedrückt wird. Doch nachdem ich eine halbe Stunde gewartet hatte und sich immer noch nichts bewegt hat, kam dann die große Enttäuschung. Mein System funktionierte nicht! Der Dialyseschlauch war zwar oben und unten dicht, jedoch konnte man eine deutliche Schlierenbildung an den Wänden des Dialyseschlaches erkennen. Dies zeigte mir eindeutig an, dass die Zuckerlösung überall aus dem Dialyseschlauch austrat. Doch wie kann das sein? Meine Vorversuche haben mir doch das Gegenteil bewiesen. Nachdem ich mich dann wieder auf gemacht hatte, fiel mir ein, dass

der Kolben in der Spritze ja einen sehr großen Widerstand hat. Man muss schon feste ziehen um den Kolben zu bewegen, denn er liegt ganz dicht an der Spritzewand an. Spritzen müssen ja schließlich dicht sein. Der osmotische Druck kam gegen den Widerstand des Kolbens nicht an. Ich fand dann heraus, dass die Zuckermoleküle zwar größer als die Wassermoleküle sind, jedoch unter solch hohem Druck trotzdem durch die Membran kommen können. Dies war natürlich ein schwerer Schlag für mein Vorhaben. Bei dem Versuch mit dem Glasröhrchen hatte die Flüssigkeit ja keinen Widerstand zu überwinden.

## 6. Dinosaurier-Eier



Abb. 6.1 Links der Saurier im Ei und rechts ein Saurier, der über mehrere Tage im Wasser gewachsen ist.

Nun ruhte mein Projekt für einige Zeit, da ich nicht wusste, welchen neuen Weg ich gehen sollte um mein Ziel zu erreichen. Eines Tages entdeckte ich in einer Buchhandlung Dinosaurier-Eier. In diesen Eiern befindet sich ein kleiner Saurier. Legt man das Ei ins Wasser, dann wächst der Saurier und sprengt die Eisschale. Ist genügend Wasser im Glas, dann wächst der Saurier zu einer beachtlichen Größe heran (siehe Abb. 6.1). Auch hier glaube ich, dass dies aufgrund von Osmose geschieht. Für meinen Osmosewasserhahn war der Saurier jedoch nicht zu gebrauchen, denn er wuchs viel zu langsam heran und schrumpfte auch viel zu langsam. Es dauerte Tage!

## 7. Water Pearls

### 7.1 Die Water Pearls

Nachdem ich nun wusste, dass es Dinosaurier Eier gibt, die auch nach dem Prinzip der Osmose funktionieren, habe ich mich noch mal im Internet auf die Suche nach Alternativen begeben. Und tatsächlich, ich bin fündig geworden. Ich bin auf die so genannten „Water

Pearls“ gestoßen. Dies sind kleine weiße Kügelchen (Durchmesser zwischen 0,7 und 1,2mm), die Wasser aufsaugen können und dadurch größer werden (Abb. 7.2).



Abb. 7.1 Die Water Pearls



Abb. 7.2 Die vollgesaugten Water Pearls und die Water Pearls im Grundzustand (weiß)

Beachtlich ist das Datenblatt der Water Pearls, welches ich auch im Internet fand. 10g dieser winzigen weißen Kügelchen können sage und schreibe 3 Liter Wasser aufsaugen. Ein Vorteil gegenüber dem Dinosaurier Ei ist, dass die Water Pearls innerhalb von ca. 4-5 Stunden ihre vollständige Größe erreicht haben. Man kann bereits nach 15 Minuten deutlich eine Größenänderung erkennen.

Die Water Pearls schienen mir wie gemacht für meinen Versuch mit der Spritze.

### **7.2 Die Spritze mit Water Pearls**

Ich ging noch mal zurück zu meinem Versuch mit dem Dialyseschlauch und der Spritze. Nun wollte ich ihn aber ein wenig verändern. Ich nahm eine neue Spritze, jedoch habe ich diesmal den Boden der Spritze nicht abgesägt. Ich habe mir gedacht, dass ich die Water Pearls einfach in die Spritze gebe und in diese Löcher bohre, sodass das Wasser in die Spritze fließen kann. Dadurch sollten sich die Water Pearls dann vollsaugen und sich ausdehnen.

Gesagt, getan. Doch am nächsten Tag kam bereits die nächste Enttäuschung. Die Spritze hatte sich nur wenige Millimeter nach oben bewegt. Nachdem ich das Ganze noch mal auseinander gebaut hatte, fiel mir auf, dass der Kolben sich immer noch relativ schwer herausziehen lässt. Also ließ ich mir mein System nochmals durch den Kopf gehen. Dabei erkannte ich, dass es ja gar nicht nötig ist, dass die Spritze nach oben hin dicht ist. Also nahm ich den Kolben und verkleinerte ihn rundherum mit Schleifpapier. Somit kann er sich nahezu reibungsfrei durch die Spritze bewegen. Dies war für meinen Osmosewasserhahn natürlich genial, da ich keine Energie mehr verschwenden musste, um die hohe Reibungsenergie des Kolbens zu überwinden. Denn selbst wenn die Water Pearls noch klein sind, passen sie nicht durch den Spalt zwischen der Wand der Spritze und dem Kolben. Weiterhin habe ich die Löcher mit einer dünnen Nadel in die Spritze gemacht, sodass die Kügelchen dadurch auch nicht aus der Spritze entweichen können.

Diesmal hat mein Versuch endlich funktioniert. Der Kolben der Spritze ist innerhalb einiger Stunden ca. 4,5cm nach oben gegangen. Doch interessant für meinen Osmosewasserhahn ist nun die Kraft, die der Kolben ziehen kann, bzw. die Kraft, die die Water Pearls erzeugen können, wenn sie sich ausdehnen. Dazu habe ich die Spritze mit neuen Water Pearls gefüllt. An dieser Stelle sei erwähnt, dass man nur sehr wenige Kügelchen benötigt. Gerade so viel, dass zwei Lagen Kügelchen auf dem Boden der Spritze liegen. Diesmal habe ich oben in den Kolben zwei Löcher gebohrt, an denen ich über zwei Schnüre zwei Kraftmesser angeschlossen habe. Einen links und einen Rechts, damit ich genau messen kann, welche

## Der Osmosewasserhahn

Kraft der Kolben ziehen kann. Dadurch, dass ich zwei Kraftmesser verwende, kann ich ein genaueres Ergebnis erzielen, denn wenn nur an einer Seite ein Kraftmesser wäre, würde dieser den Kolben ständig nach einer Seite ziehen.



Abb. 7.3 Der neue Versuchsaufbau mit Water Pearls und den Kraftmessern



Abb. 7.4 Die Spritze in der Nahaufnahme. Man erkennt deutlich die Löcher in der Spritze, durch die das Wasser hinein fließt.

Nach einigen Stunden bekam ich dann ein tolles Ergebnis: Der Kolben war ca. 4cm nach oben gegangen und jeder der beiden Kraftmesser zeigt 2N an. Also ergibt dies insgesamt eine Kraft von 4N, die der Kolben in der Lage ist, zu ziehen. Dies war als Grundlage für meinen Osmosewasserhahn schon ein toller Erfolg. Doch mit dem Erfolg stellte sich, wie so oft, ein neues Problem ein; Wie bekomme ich das Wasser wieder aus den Water Pearls? Denn wenn der Boden nass genug ist, dringt das Wasser in die Spritze ein, die Water Pearls saugen sich voll und durch die Bewegung des Kolbens wird die Wasserzufuhr gestoppt werden. Wenn der Boden jetzt wieder trocken wird, dann muss der Kolben den Wasserhahn wieder öffnen. Doch wie kommt das Wasser wieder aus den Water Pearls?

### 7.3 Pflanzen

Mir kam schließlich die Idee, dass mein System ja im Erdboden untergebracht ist, wo sich ja logischerweise auch Pflanzenwurzeln befinden. Ich fragte mich, ob es nicht möglich ist, dass die Pflanzen das Wasser aus den Water Pearls wieder herausaugen können. Dazu habe ich mir zunächst verschiedene Samen gekauft. Dies war Alfalfa, Ruca-Salatruke, eine Spezialmischung und Lunja. Ich habe dann in vier kleine Bechergläser voll gesaugte Water Pearls gefüllt und an das Glas eine Markierung gemacht, wie hoch die Water Pearls in dem Glas stehen, wenn sie voll gesaugt sind. Anschließend habe ich in jedes Glas ein wenig von den vier Samenarten gegeben und die Gläser einige Tage am Fenster stehen gelassen.

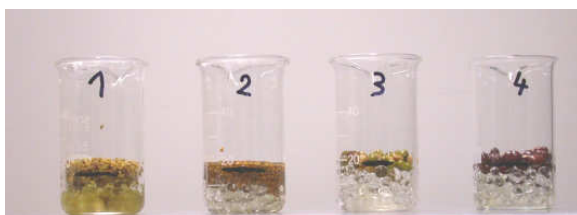


Abb. 7.5 Die vier Bechergläser vorher. v.r. Alfalfa, Ruca-Salatbohne, Spezialmischung, Lunja

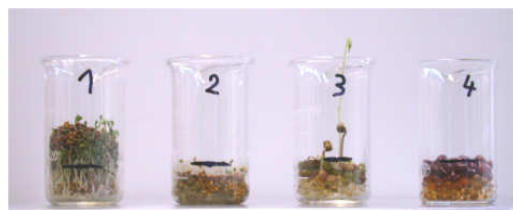


Abb. 7.6 Die vier Bechergläser nach einer Woche. v.r. Alfalfa, Ruca-Salatbohne, Spezialmischung, Lunja

## Der Osmosewasserhahn

Nach einer Woche kann man deutlich erkennen, dass die Pflanzen im Behälter 1 das Wasser aus den Water Pearls aufgesaugt haben. Es sind fast keine aufgesaugten Water Pearls mehr vorhanden. Somit zeigt das Experiment, dass die Pflanzen sich das Wasser aus den Pearls holen und diese dadurch wieder klein werden. Abb. 7.7 zeigt eine Nahaufnahme vom Becherglas Nr.1. Man kann deutlich erkennen, dass noch einige wenige „volle“ Water Pearls vorhanden sind. Die anderen sind fast wieder auf ihre ursprüngliche Größe geschrumpft, jedoch haben sie sich durch die Pflanzen braun gefärbt.



Abb. 7.7 Becherglas Nr. 1 nach einer Woche. Einige der „geschrumpften Water Pearls sind rot eingekreist.

Doch nun musste ich noch durch ein Experiment beweisen, dass das Wasser wirklich von den Pflanzen ausgesaugt wird. Es könnte ja auch sein, dass die Water Pearls von selbst ihr gespeichertes Wasser wieder abgeben. Nachdem ich ein Becherglas mit Water Pearls zwei Wochen einfach im Raum habe stehen lassen, konnte ich mit Gewissheit sagen, dass die Pflanzen wirklich das Wasser aufgesaugt hatten. In dem Becherglas mit nur Water Pearls konnte man an den Pearls nach zwei Wochen keinerlei Veränderung beobachten.

Abschließend habe ich dann in die Bechergläser nochmals Wasser gefüllt, um zu sehen, ob die Water Pearls sich wieder „aufladen“ lassen. Nach ein paar Stunden hatten sich die Pearls wieder voll gesaugt. Somit hatte ich also durch die vielen kleinen Experimente die Grundlage für mein Bewässerungssystem geschaffen.

## 8. Der Osmosewasserhahn-Prototyp

Nachdem ich mich nun also erfolgreich mit den Grundlagen der Osmose beschäftigt habe und eine Basis für mein Bewässerungssystem geschaffen habe, geht es jetzt um den Bau. Dazu musste ich mir erst einmal überlegen wo ich bin und wo ich hin möchte. Momentan habe ich eine Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens.

Für meinen Prototyp habe ich mir einen gewöhnlichen Glashahn aus der Chemie Sammlung unserer Schule genommen. Ich muss also die Auf- und Abwärtsbewegung in eine Drehbewegung umsetzen. Dazu verbinde ich einfach die Drehachse des Hahns mit Bewegungsachse des Kolbens (Abb. 8.1).

## Der Osmosewasserhahn

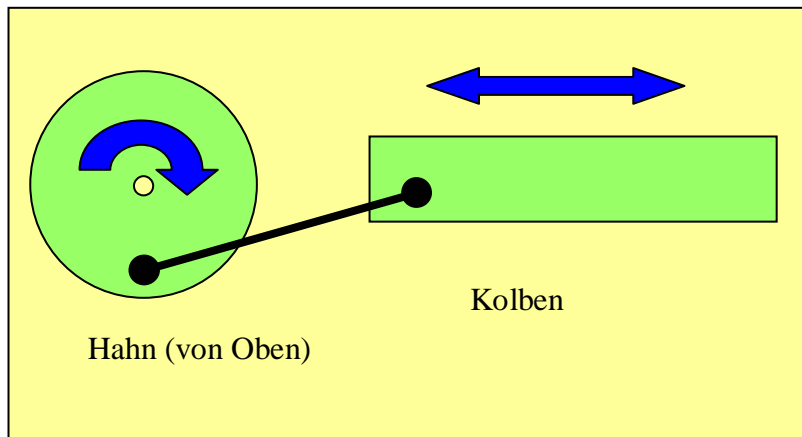


Abb. 8.1 Schematische Darstellung der Bewegungsumwandlung

Wenn der Boden nun nass wird, dehnen sich die Water Pearls, wie bereits erwähnt, aus und schieben den Kolben in Abb. 8.1 nach links. Dadurch wird der Wasserhahn zu gedreht. Nun bleibt allerdings die Frage, wie der Wasserhahn wieder aufgedreht wird.

Trocknet der Boden wieder aus, so ziehen die Wurzeln der Pflanzen das Wasser aus den Water Pearls. Dadurch „schrumpfen“ diese wieder fast auf ihre ursprüngliche Größe zurück. Nun geht der Kolben aber nicht von selbst wieder zurück. Dafür habe ich mir auch etwas überlegt. Um dieses Problem zu lösen, bringe ich an dem Kolben so eine Feder an, dass diese den Kolben wieder in die Spritze zieht.

Da wir keine geeignete Feder in der Schule zur Verfügung hatten, habe ich in meinem Prototyp ein Gummiband genommen, welches den Kolben zurückzieht. In der endgültigen Lösung ist dies jedoch nicht so sinnvoll, da Gummi leicht porös wird und reißt. Dadurch hätte mein System wieder einen Schwachpunkt. Nimmt man eine stabile Feder, so hat man diesbezüglich keine Schwachstelle.

Ich habe meinen Osmosewasserhahn auf einem Holzbrettchen befestigt und aufgebaut.

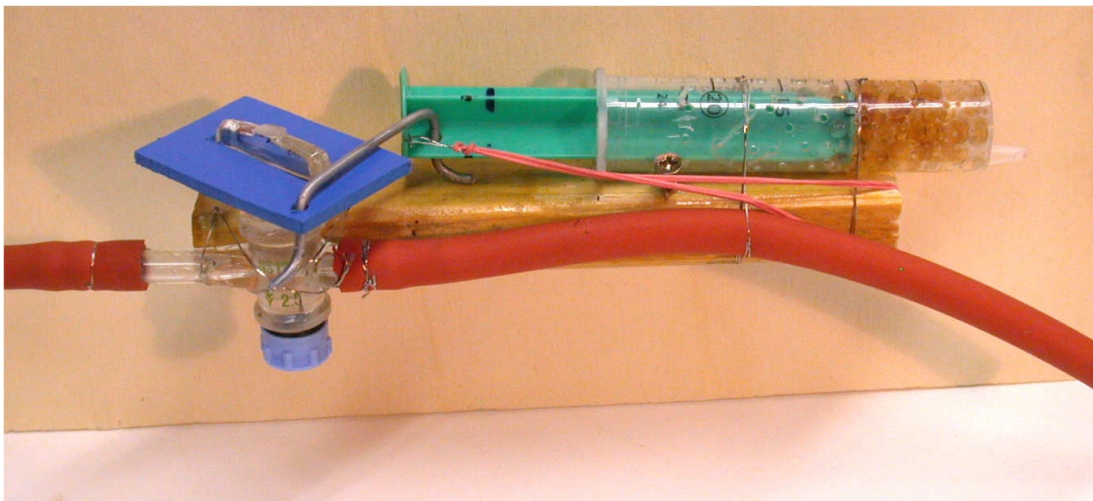


Abb. 8.2 Der fertige Prototyp meines Osmosewasserhahns.

## 9. Ausblick

**Ich habe es in meiner Arbeit geschafft, trotz der vielen Probleme und Rückschläge einen Prototypen des Osmosewasserhahns zu bauen.** Allerdings gibt es noch einige Dinge, die ich bis zum Wettbewerb noch optimieren möchte. Ein Problem liegt darin, dass die Wurzeln, die das Wasser aus den Water Pearls saugen, in die Spritze eindringen. Blockieren sie so nicht den Kolben? Dazu habe ich mir jedoch bereits Versuche überlegt, die ich bis zum Wettbewerb noch durchführen möchte.

## 10. Literatur und Links

1. <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>
2. [www.argrar.bayervital.de/de/bes/presse/2004/03/00517.asp](http://www.argrar.bayervital.de/de/bes/presse/2004/03/00517.asp)
3. [www.chemieexperimente.de](http://www.chemieexperimente.de)
4. <http://www.arsmartialis.com/>