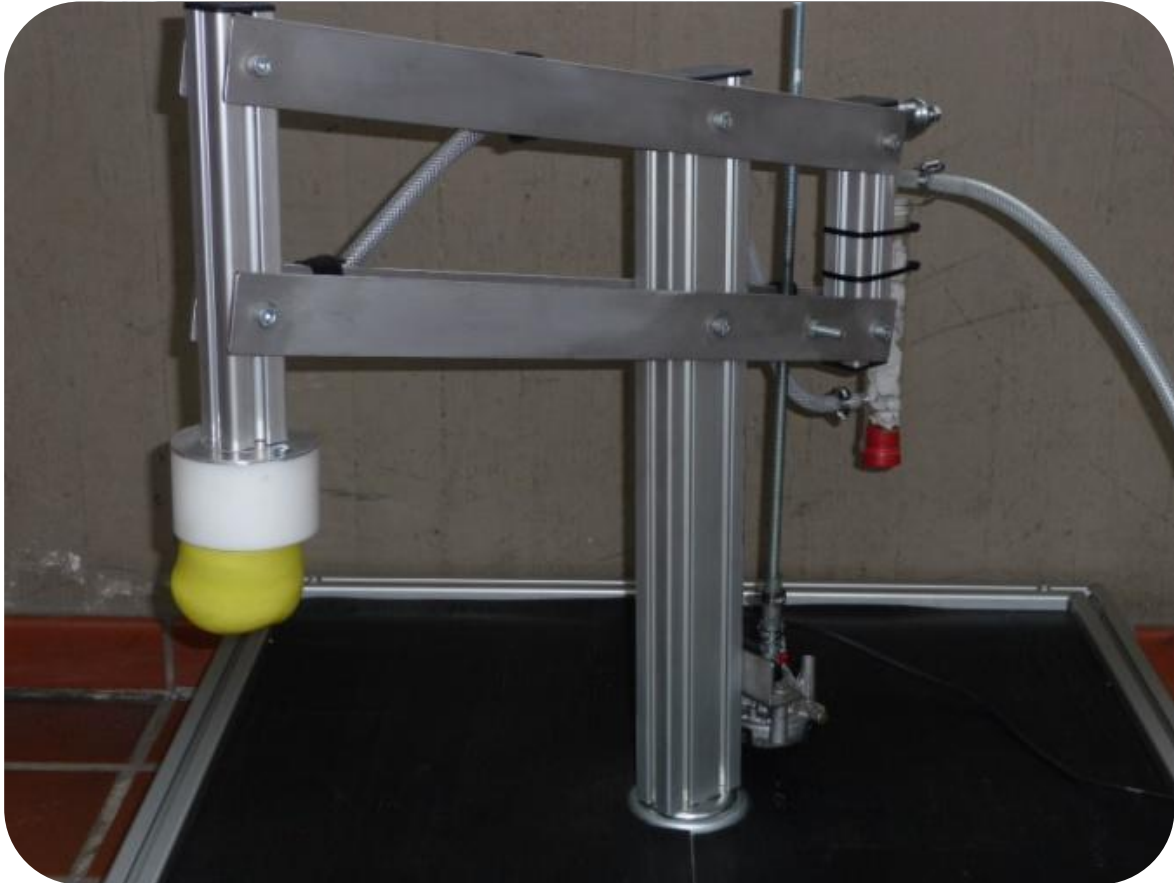


Bau eines neuen Roboterarms mit innovativer Hand



Adrian Lenkeit

Björn Bouwer

Nico Hochgürtel

St. Michael-Gymnasium Bad Münstereifel

Gliederung

1. Zusammenfassung
2. Zielsetzung
3. Die innovative Hand
4. Rückblick
 - 4.1 Roboterarm aus Lego
 - 4.2 Roboterarm aus Holz
5. Bau eines professionellen Roboterarms
 - 5.1 Bau des Roboterarms
 - 5.2 Steuerung des Roboterarms
 - 5.3 Steuerung des Drei-Wege-Hahns
6. Software und Programm
7. Befüllungsanlage für die Ballons
8. Praktische Anwendungen

1. Zusammenfassung

Unser Ziel war es eine Roboterhand zu bauen, die im Gegensatz zu spezialisierten Greifern auch kleine und unförmige Sachen greifen kann. Deshalb informierten wir uns erstmal im Internet welche Möglichkeiten es gibt dies zu realisieren. Nach intensiver Recherche, fanden wir eine Methode dies umzusetzen. Diesen neuen Greifer – einen mit Kaffeepulver gefüllten Luftballon - befestigten wir an einem Roboterarm aus Lego. Da dieser aber zu schwach war, konstruierten wir einen neuen Roboterarm aus Holz. Hiermit konnten wir kleine und leichte Gegenstände greifen und hochheben. Da dieser Roboterarm aber auch immer noch zu instabil war um schwere Gegenstände zu heben, beschlossen wir einen neuen Roboterarm aus „item“-Profilen und Edelstahl zu bauen. Dies machten wir an einigen Ferientagen in einer Metallbaufirma in Euskirchen. Mit dem neuen Roboterarm können wir nun leichte und schwerere Gegenstände greifen und heben.

2. Zielsetzung

Normale Roboterhände können meist nur die Gegenstände greifen, für die sie entwickelt wurden. Unser Ziel war es eine Roboterhand zu bauen, welche auch kleine und unförmige Dinge greifen kann, damit sie universell einsetzbar ist. Die Grundidee war, dass sich die Hand der Form des zu greifenden Objektes anpassen kann.

3. Die innovative Hand

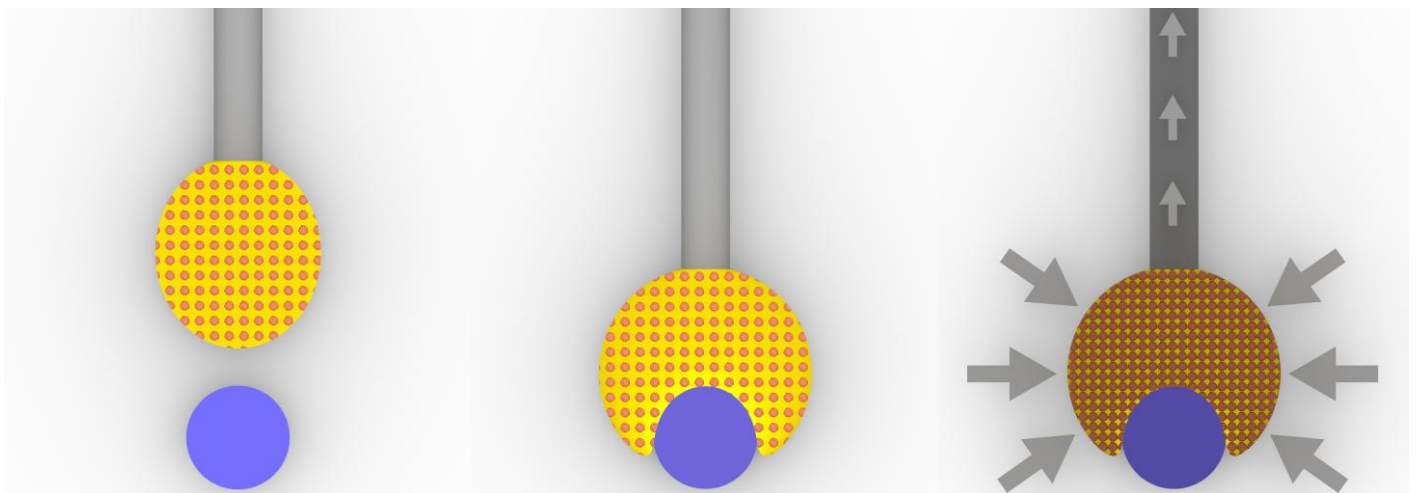


Abb. 3.1: Der innovative Greifer - Ein mit Kaffeepulver gefüllter Ballon

Unsere Roboterhand funktioniert folgendermaßen:

Sichtbar auf den Bildern ist der mit Kaffeepulver gefüllte Ballon. Zuerst ist im Ballon noch Kaffeepulver und Luft, wodurch er weich ist. Dann wird er auf ein Objekt gedrückt an dessen Form er sich anpasst. Wird dann die Luft aus dem Ballon gesaugt, wodurch ein Vakuum

Bau eines neuen Roboterarms mit innovativer Hand

entsteht, drückt die Luft von außen den Ballon und damit auch die Kaffekörner zusammen, wodurch sie sich ineinander verhaken. Dies bewirkt, dass der Ballon hart wird und der Gegenstand angehoben werden kann.

4. Rückblick

4.1 Roboterarm aus Lego

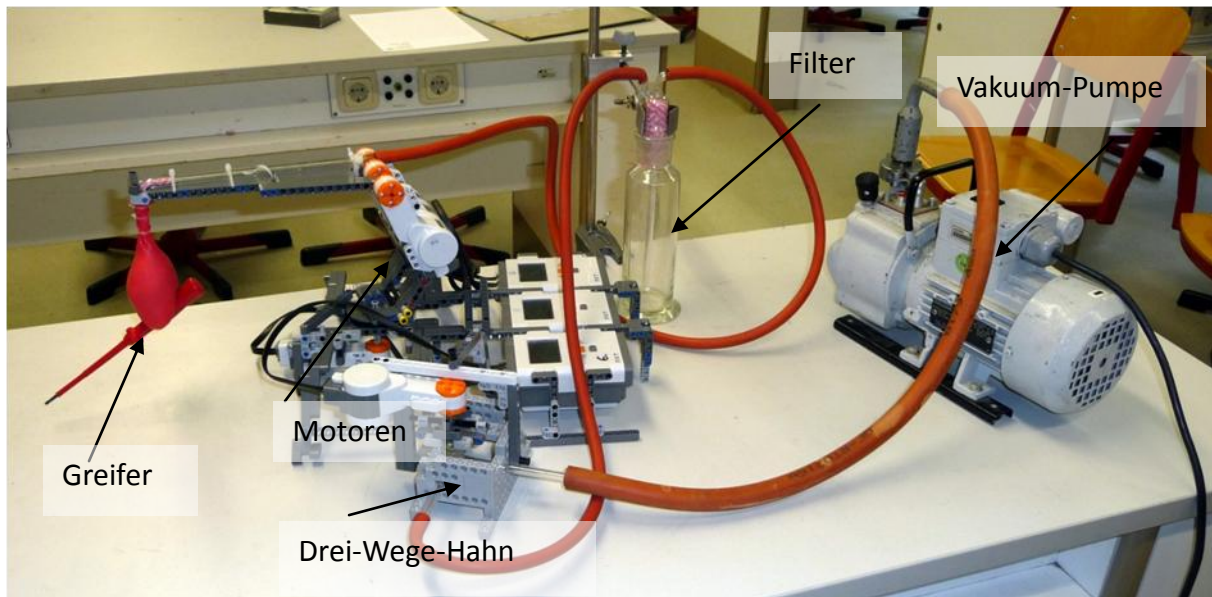


Abb. 4.1: Roboterarm aus Lego

Als erstes konstruierten wir einen Roboterarm aus Lego. An diesem befestigten wir vorne unsere innovative Hand. Den Zustand des Ballons, weich und hart, steuerten wir über einen Drei-Wege-Hahn, der an eine Vakuumpumpe angeschlossen ist. Zwischen dem Ballon und dem Drei-Wege-Hahn bauten wir einen Filter ein, um zu verhindern, dass Kaffeepulver in unsere Vakuumpumpe gelangt und diese beschädigt. Die Bauteile aus Lego waren aber zu ungenau und nicht stark genug um den zuverlässig zu steuern. Deshalb bauten wir einen neuen Roboterarm.

4.2 Roboterarm aus Holz



Abb. 4.2: Roboterarm aus Holz

Diesen neuen Roboterarm bauten wir aus Holz, um eine höhere Stabilität zu ermöglichen. Dieser besitzt einen Getriebemotor, um den Arm drehen zu können. Der Getriebemotor dreht ein Zahnrad welches wiederum ein anderes Zahnrad dreht, das mit einer kleinen Platte aus Plastik verbunden war. Diese Platte lag auf der Bodenplatte und darauf war der Arm aus Holz aufgebaut. Damit man den Arm hoch und runter bewegen kann, besitzt dieser Arm einen zum Getriebemotor umgebauten Servo. Den Arm

Bau eines neuen Roboterarms mit innovativer Hand

bauten wir so, dass die Bretter ein Parallelogramm bildeten (siehe Abb.4.2). Das hat den Vorteil, dass der Greifer immer im rechten Winkel zur Bodenplatte steht. Der umgebaute Servo wickelte eine Schnur auf, welche oben an dem Parallelogramm befestigt ist. So kann sich der Arm hoch und runter bewegen. Die beiden Motoren steuerten wir über einen Mikrocontroller, welcher mit einer H-Brücke verbunden war. So konnten wir dem Arm einen programmgesteuerten Ablauf geben oder ihn über die PC-Tastatur steuern. Dies funktionierte schon sehr gut, doch leider war der obere Motor zu schwach, um etwas Größeres zu heben.

5. Bau eines professionellen Roboterarms

Unseren neuen stabilen Roboterarm bauten wir aus „item“-Profilen und Edelstahl. Den Aufbau mit dem Parallelogramm behielten wir bei, da dies leicht zu bauen war und er eine hohe Stabilität aufweist.

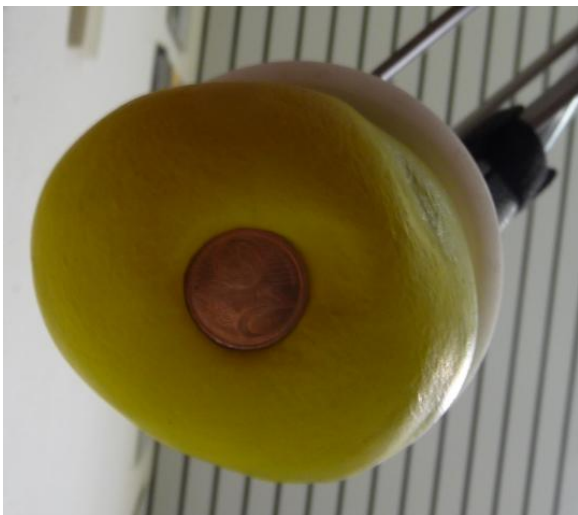


Abb. 5.1: Greift eine Münze

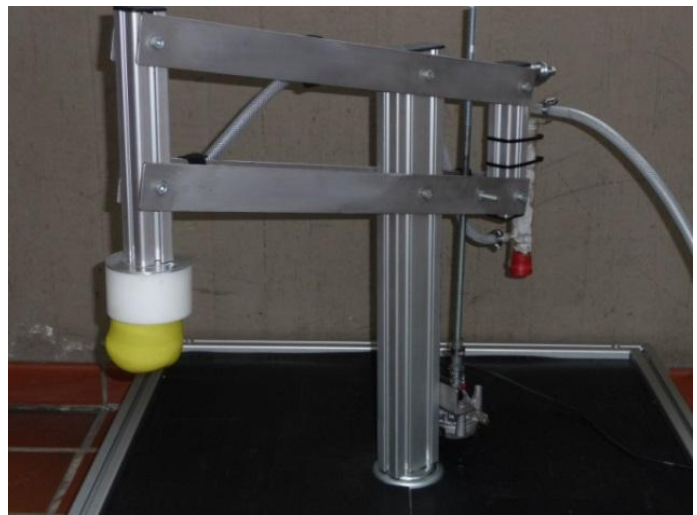


Abb. 5.2: Der Roboterarm



Abb. 5.3: Roboterarm greift einen Schraubenzieher

5.1 Bau des Roboterarms

Während einigen Ferientagen im letzten Jahr, bauten wir den Roboterarm in einer Metallbaufirma in Euskirchen. Dort standen uns alle Maschinen und Materialien zur Verfügung um den Arm selber zu bauen. Wir nahmen uns eine Bodenplatte und ließen ein Kugellager in die Mitte ein. Auf diesem bauten wir nun unseren Roboterarm auf. Unter dem



Abb. 5.4: Motor für die Drehung mit Potentiometer

Kugellager platzierten wir einen starken Scheibenwischermotor, welcher für die horizontale Drehung zuständig ist. An dem Rechteckprofil in der Mitte unseres Armes befestigten wir noch einen Scheibenwischermotor, welcher eine Trapezgewindestange dreht. Diese dreht sich in dem Querbalken unseres Armes durch eine festgeschweißte Verbindungsmuffe und sorgt so für die vertikale Bewegung. Da wir an dem Scheibenwischermotor, der für die vertikale Drehung zuständig ist, ein Potentiometer einbauten, konnten wir unseren Arm gradgenau steuern.

5.2 Steuerung des Roboterarms

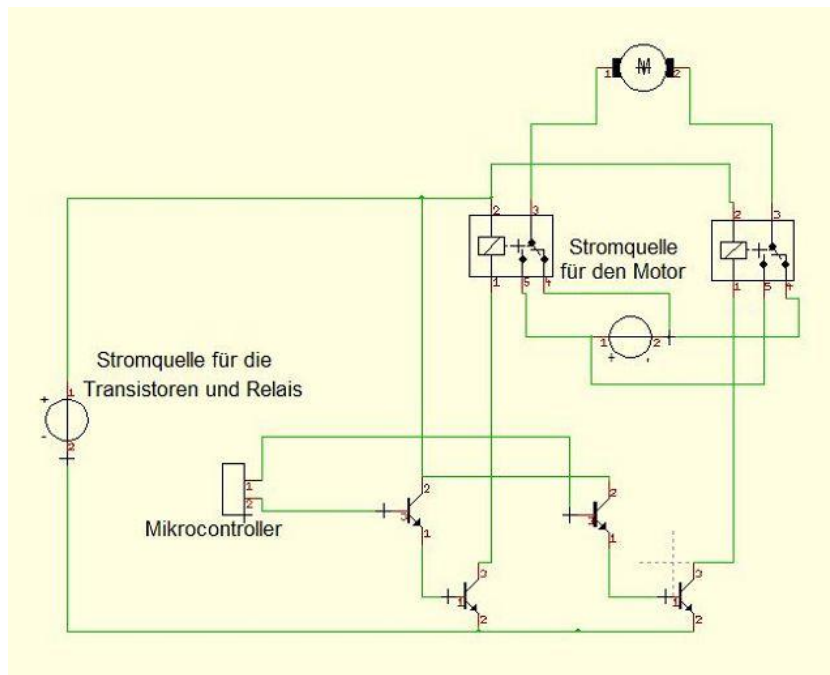


Abb. 5.5: H-Brücke zur Steuerung der Motoren

Da die neuen, starken Motoren eine höhere Stromaufnahme hatten als die alten Motoren, mussten wir nun auch eine neue H-Brücke bauen. Wir nutzen vier Relais und vier Transistoren. Diese Schaltung löteten wir zweimal, da wir zwei Motoren steuern müssen. Da der Mikrocontroller einen sehr geringen Schaltstrom hat, nutzten wir erst eine Transistorstufe, um die Relais zu schalten. Später fiel uns auf, dass unser Mikrocontroller die Transistoren

noch nicht zuverlässig schalten konnte. Deshalb nutzen wir die Darlington-Schaltung mit jeweils 2 Transistoren um den Schaltstrom zu verstärken.

5.3 Steuerung des Dreiwegehahns

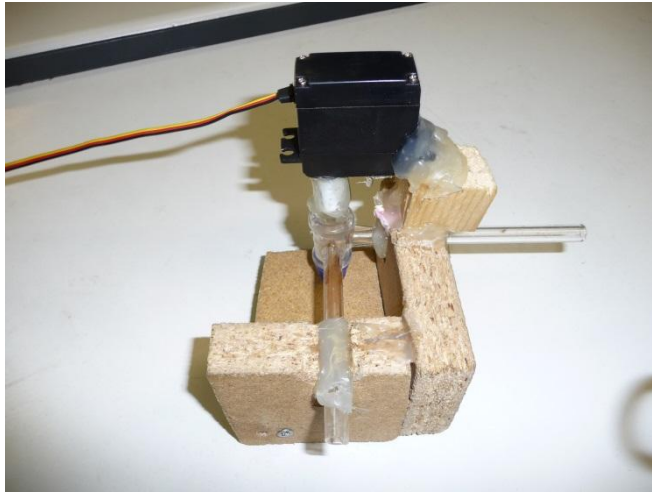
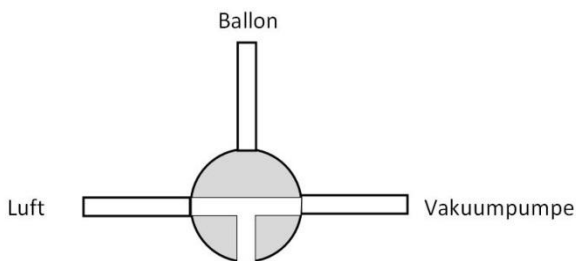
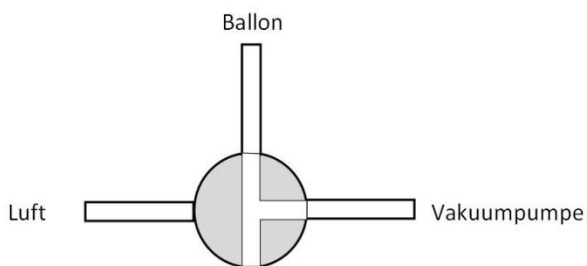


Abb.: 5.7 Steuerung des Drei-Wege-Hahns

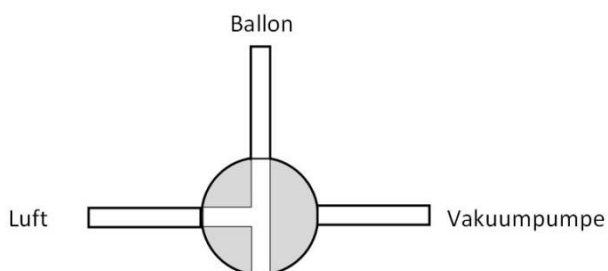
Um die Luftzufuhr für den Ballon zu regeln, hatten wir die Idee, dies mit einem Dreiwegehahn zu realisieren (siehe Abb.5.8-10). Nun brauchten wir aber noch eine Steuerung für den Drei-Wege-Hahn. Dies verwirklichten wir mit einer selbstgebauten Halterung und mit einem Modellbauservo. Der Servo ist über dem Dreiwegehahn befestigt und dreht den Hahn. Diesen Servo steuern wir ebenfalls über den Mikrocontroller an.



Die Vakuumpumpe saugt Luft. Der Ballon bleibt in seinem vorherigen Zustand.



Die Vakuumpumpe saugt die Luft aus dem Ballon und der Ballon wird hart.



Luft gelangt in den Ballon, wodurch der Ballon weich wird.

Abb. 5.8 - 5.10: Positionen des Drei-Wege-Hahns

6. Software und Programme

Um den Roboterarm automatisch zu steuern, benutzen wir einen Mikrocontroller. Dieser Mikrocontroller lässt sich in C++ ansteuern. Mit ihm ist es möglich mehrere digitale Ausgänge zu schalten, was uns die Steuerung des Roboterarmes ermöglicht. Außerdem können wir analoge Werte, also die Spannung, an bestimmten Eingängen einlesen, was uns in Kombination mit dem Potentiometer eine gradgenaue Steuerung der Drehachse des Roboterarms erlaubt. Da der Mikrocontroller auch pulsbreitenmodulierte Ausgänge unterstützt, ist auch die automatische Steuerung des Servos für den Drei-Wege-Hahn mit ihm möglich.

Um einen ersten Test mit dem Mikrocontroller zu machen, schrieben wir ein Programm, welches den Roboterarm dazu bringt, einen Gegenstand aufzuheben und ihn an einer

```
AnalogIn poti(p20);
DigitalOut motorLeft(p21);
DigitalOut motorRight(p22);
DigitalOut motorUp(p23);
DigitalOut motorDown(p24);
PwmOut servo(p25);
```

Abb. 6.1: Programmausschnitt

anderen Stelle wieder abzuladen. Zuerst werden die einzelnen Anschlüsse im Programm definiert (Abb. 6.1). Am Anfang jeder Zeile im Programm steht, um welche Art von Pin es sich handelt. Danach steht der Name, unter dem der Pin im Programm aufgerufen wird und in den runden Klammern, mit welchem Pin sie auf dem mBed Board verbunden sind.

Nachdem die Pins im Programm definiert sind, müssen sie nur noch am Board mit der Schaltung verbunden werden. Danach kann jeder Pin im Programm beliebig angesteuert werden, wodurch dann auch der Roboterarm gesteuert wird.

Um z.B. den Roboterarm für 2 Sekunden nach links zu drehen und dann 10 Sekunden nach oben zu bewegen, ist nur dieses Stück Code nötig.

```
motorLeft=1;
wait(2);
motorLeft=0;
motorUp=1;
wait(10);
motorUp=0;
```

Abb. 6.2: Programmausschnitt

Folgende Programmierung ist notwendig, um den Ballon drei Sekunden lang hart werden zu lassen und ihn anschließend wieder weich werden zu lassen.

```
servo.pulsewidth(SERVO_VACUUM);
wait(3);
servo.pulsewidth(SERVO_ANTI_VACUUM);
wait(3);
servo.pulsewidth(SERVO_FRESH_AIR);
```

Abb. 6.3: Programmausschnitt

„SERVO_VACUUM“, „SERVO_ANTI_VACUUM“ und „SERVO_FRESH_AIR“ sind von uns vordefinierte Werte, die die Stellung für den Servo angeben. Aus diesen Codestücken bauten

wir dann ein Programm zusammen, was den Roboterarm dazu bringen sollte, einen Gegenstand aufzuheben und ihn an einem anderen Ort wieder abzulegen.

7. Befüllungsanlage für die Ballons



Da wir öfters Ballons neu befüllen mussten, bauten wir uns eine Befüllungsanlage, um diesen Vorgang zu erleichtern. Dazu nutzten wir eine Vakuumblocke in der wir den Ballon befestigten (Abb.7.1). Danach saugten wir die Luft aus der Vakuumblocke, sodass der Ballon in die Glocke gedrückt wird. Jetzt konnten wir den Ballon mit Hilfe eines Trichters befüllen.

Abb. 7.1: Vakuumblocke als Befüllungsanlage für die Ballons

8. Praktische Anwendungen

Da der Arm fast alles greifen kann, gibt es sehr viele Anwendungsbereiche. So kann man ohne den Greifaufsatz zu wechseln unterschiedliche Gegenstände heben und transportieren.

9. Linkliste

<http://www.geek.com/chips/robot-uses-balloon-full-of-coffee-grounds-to-pick-up-anything-1292620/>

http://www.societyofrobots.com/robot_arm_card_dealer.shtml