



# **Regelungstechnik Projekt**

**Bericht 1:**  
**Beschreibung der Komponenten**

Gruppenarbeit	Studiensemester: 6
Datum: 22.05.2016	
Mitarbeiter: Benjamin Haid, Marius Ketterer, Tobias Soldan, Steffen Wandel	





# Kapitel 1

## Grundsätzliches Modell

### 1.1 Blockschaltbild

Nachfolgend wird das Blockschaltbild des Regelkreises dargestellt (Abb. 1.1):

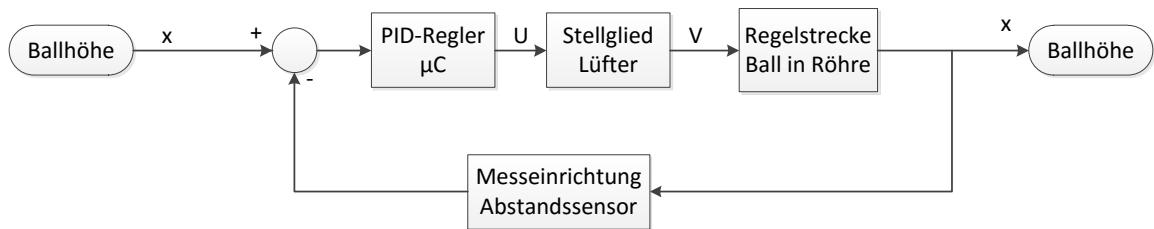


Abbildung 1.1: Blockschaltbild des Systems

In dem Blockschaltbild ist die Ballhöhe als Eingang und als Ausgang, d.h. als Soll- und Ist-Größe definiert. Die Signale sind mit Buchstaben auf den Pfeilen gekennzeichnet.

# Kapitel 2

## Beschreibung der Übertragungsfunktionen

### 2.1 Regelstrecke

Ausgehend von dem Gleichgewicht der Krüfte  $F_Z + F_R - m * g - m * a = 0$   
Daraus ergibt sich folgende Differentialgleichung:

$$\frac{32\mu_0 l^*}{\rho v D^{*2}} \rho v^2 A + 6\pi\mu_0 v r - mg = m \ddot{x} \quad (2.1)$$

Nach Kürzen ergibt sich:

$$\frac{32\mu_0}{D^*} v A + 6\pi\mu_0 v r - mg = m \ddot{x} \quad (2.2)$$

Nach der Laplacetransformation erhält man:

$$\frac{32\mu_0}{D^*} v A + 6\pi\mu_0 v r - mg = m * s^2 x \quad (2.3)$$

Die folgende Formel zeigt die Umstellung nach dem Weg x:

$$\frac{1}{s^2} * \left( 32 * \frac{\mu_0 v A}{m D^*} + \frac{6\pi\mu_0 v r}{m} - g \right) = x \quad (2.4)$$

Das Ergebnis wird mittels Einheiten geprüft:

$$\frac{\mu_0 v A}{m D^*} = \frac{[Pa * s * m * m^2]}{[kg * m]} = \frac{[N * m^4 * s]}{[N * s^3 * m^3]} = \frac{[m]}{[s^2]} \quad (2.5)$$

$$\frac{\mu_0 v r}{m} = \frac{[Pa * s * m * M]}{[kg * s]} = \frac{[N * m^3 * s]}{[N * s^3 * m^2]} = \frac{[m]}{[s^2]} \quad (2.6)$$

$$g = \frac{[m]}{[s^2]} \quad (2.7)$$

Die Beschleunigung zweimal integriert ergibt den Weg.

## 2.2 Abstandssensor

Durch Linearisierung im Arbeitspunkt  $x = 45$  cm ergibt sich folgende Übertragungsfunktion:

$$U(x) = -1.25x + 1.25 \quad (2.8)$$

## 2.3 Lüfter

Durch Linearisierung im Arbeitspunkt  $U = 5$  V ergibt folgende Übertragungsfunktion:

$$U(x) = -0.018x + 0.13 \quad (2.9)$$

# Kapitel 3

## Aufbau

### 3.1 Elektrischer Aufbau

### 3.2 Mechanischer Aufbau

#### 3.2.1 Stückliste

1. Plexiglasrohr
2. Plexiglasscheibe
3. 4 M6 Schrauben
4. 8 M6 Muttern
5. 8 M6 Unterlagsscheiben
6. Anschlussteil einen HT-Abwasserrohrs
7. Lüfter
8. Abstandssensor
9. Patex 2K Kleber
10. Sekundenkleber

#### 3.2.2 Beschreibung

Die Plexiglasscheibe dient als Basis des gesamten mechanischen Aufbaus (siehe Abb. 3.2.2). In ihrer Mitte befindet sich ein Loch durch welcher das HT-Rohr, bis zur Dichtungsverbreiterung, genau durchpasst. Obwohl das HT-Rohr schon durch eine Presspassung in der Plexiglasscheibe hält wurde es zusätzlich mit Zweikomponentenkleber fixiert. In die vier Ecken der Scheibe wurde Löcher gebohrt, durch diese wurden die Schrauben gesteckt und mit den Mutter sowie den Unterlagsscheiben fixiert. Die Schrauben dienen Als Füße für den Aufbau. Dies hat folgende Vorteile:

- Der Lüfter liegt nicht direkt auf dem Untergrund und kann somit Luft ansaugen.
- Der Aufbau steht stabil auf dem Untergrund.
- Durch die Verwendung von Schrauben kann ein unebener Untergrund ausgeglichen werden.

In die Verbreiterung des HT-Rohrs befindet sich normalerweise eine Gummidichtung. In unserem Fall kann dort aber der Lüfter bequem eingeclipst werden. Auf dem Lüfter wurde der Abstandssensor mit Sekundenkleber befestigt. Da der Sensor einen Steckanschluss hat und dieser im fertigen

Aufbau nicht mehr erreicht werden kann, wurde dieser mit Litzen, am Lüfter vorbei unten aus dem HT-Rohr geführt. In das andere Ende des HT-Rohrs wird das Plexiglas Rohr gesteckt werden, dieses passt ebenfalls genau dort hinein und ist somit durch eine Presspassung fixiert (siehe Abb. 3.2).



Abbildung 3.1: Fertiger mechanischer Aufbau



Abbildung 3.2: Lüfter mit Sensor im HT-Rohr

### 3.3 Elektrischer Aufbau

#### 3.3.1 Die Schaltung

Der Schaltplan wird auf Abb. 3.3 dargestellt. Der Abstandssensor ist über die Steckverbindung J11 mit der Platine verbunden. Versorgt wird der Sensor mit einer Spannung von 5V, die über den USB Stecker J10 geliefert wird. Die Widerstände R1 bis R4 bilden zusammen mit dem Operationsverstärker IC1 einen Differenzverstärker, der die Spannung am Ausgang des Abstandssensors für das Mikrocontrollerboard entkoppelt.

Der Operationsverstärker wird mit einer Spannung von 3,3V versorgt, die vom Mikrocontrollerboard über J1 geliefert wird. Der Ausgang des OPs am Pin 1 des IC1 ist mit dem AD-Wandler Eingang ADCA1 des Controllers verbunden, um das Messsignal zu digitalisieren.

Da der Lüfter mit 5V betrieben wird und zu viel Strom benötigt, den der Mikrocontroller nicht liefern kann, wird er über einen Optokoppler betrieben. Der Mikrocontroller liefert ein PWM Signal am Ausgang EPWM1A an J6, das dann über den Vorwiderstand R5 den Optokoppler IC2 ansteuert. Am Ausgang des Optokopplers ist der Lüfter über J12 angeschlossen.

Die Maße der Platine sind gleich groß, wie die das Mikrocontrollerboard, sodass es genau auf die Entkopplungsplatine aufgesetzt werden kann. Über die Buchsen J1, J2, J5 und J6 werden die nötigen Verbindungen zwischen der Entkopplungsplatine und dem Mikrocontrollerborad hergestellt und dienen gleichzeitig als mechanischen Halt, sodass zwischen Mikrocontrollerboard und der Entkopplungsplatine keine zusätzlichen Schrauben oder Ähnliches mehr notwendig sind.

Das Mikrocontrollerboard wird über ein Mini USB Kabel sowohl mit Strom versorgt, als auch die Verbindung um den Controller zu programmieren, hergestellt. Die Entkopplungsplatine wird über ein USB A Stecker mit einer USB Spannungsquelle, wie zum Beispiel einem Ladegerät, verbunden.

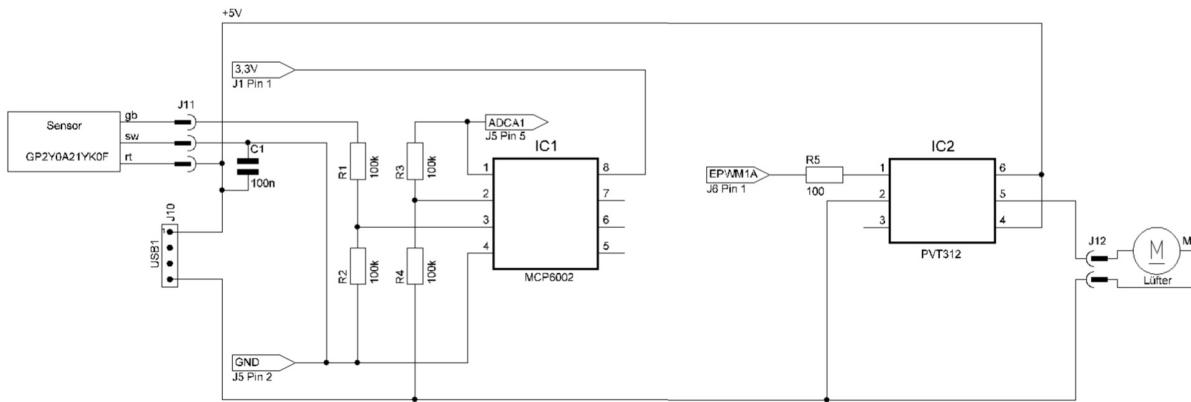


Abbildung 3.3: Schaltplan mit Pinout

#### 3.3.2 Das Layout

Die Schaltung ist auf einer Lochrasterplatine realisiert und die Leiterbahnen mit Silberdraht gelötet (siehe Abb. 3.4). Das Layout ist so gewählt, dass möglichst wenige Kreuzungen entstehen um Brücken auf der Bestückungsseite zu vermeiden. Da von J1, J2, J5 und J6 nicht alle Pins benötigt werden, sind auch nur die nötigsten Stifteleisten aufgelötet. Die Lochrasterplatine mit Controller kann auf Abb. 3.6 betrachtet werden.

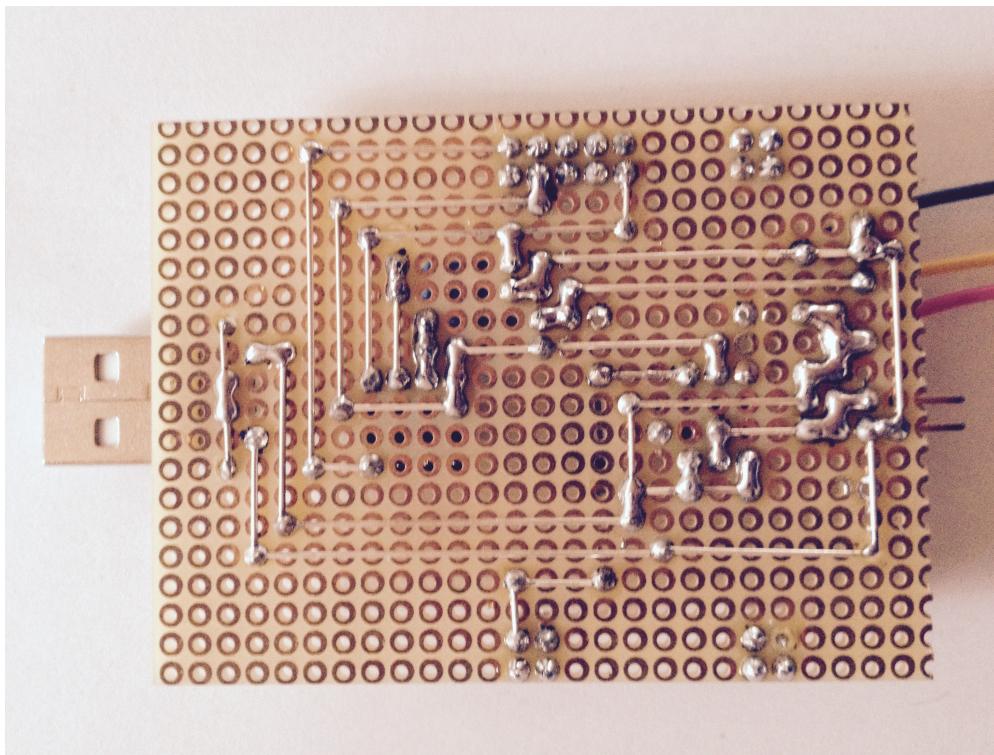


Abbildung 3.4: Lochrasterplatine Rückseite

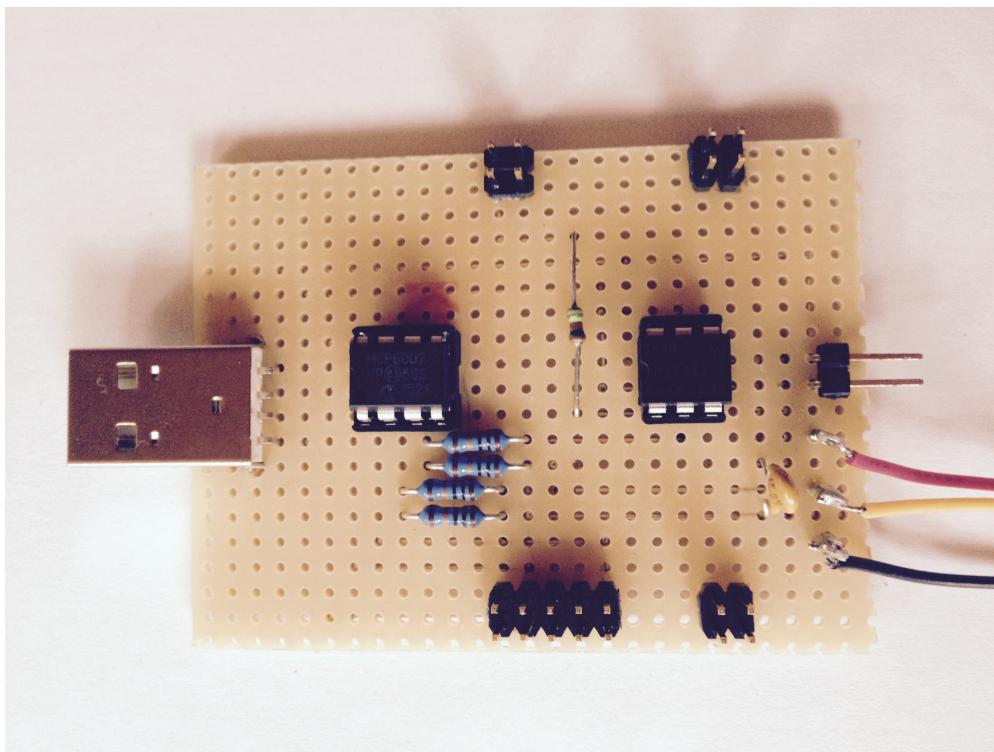


Abbildung 3.5: Lochrasterplatine Bestückungsseite

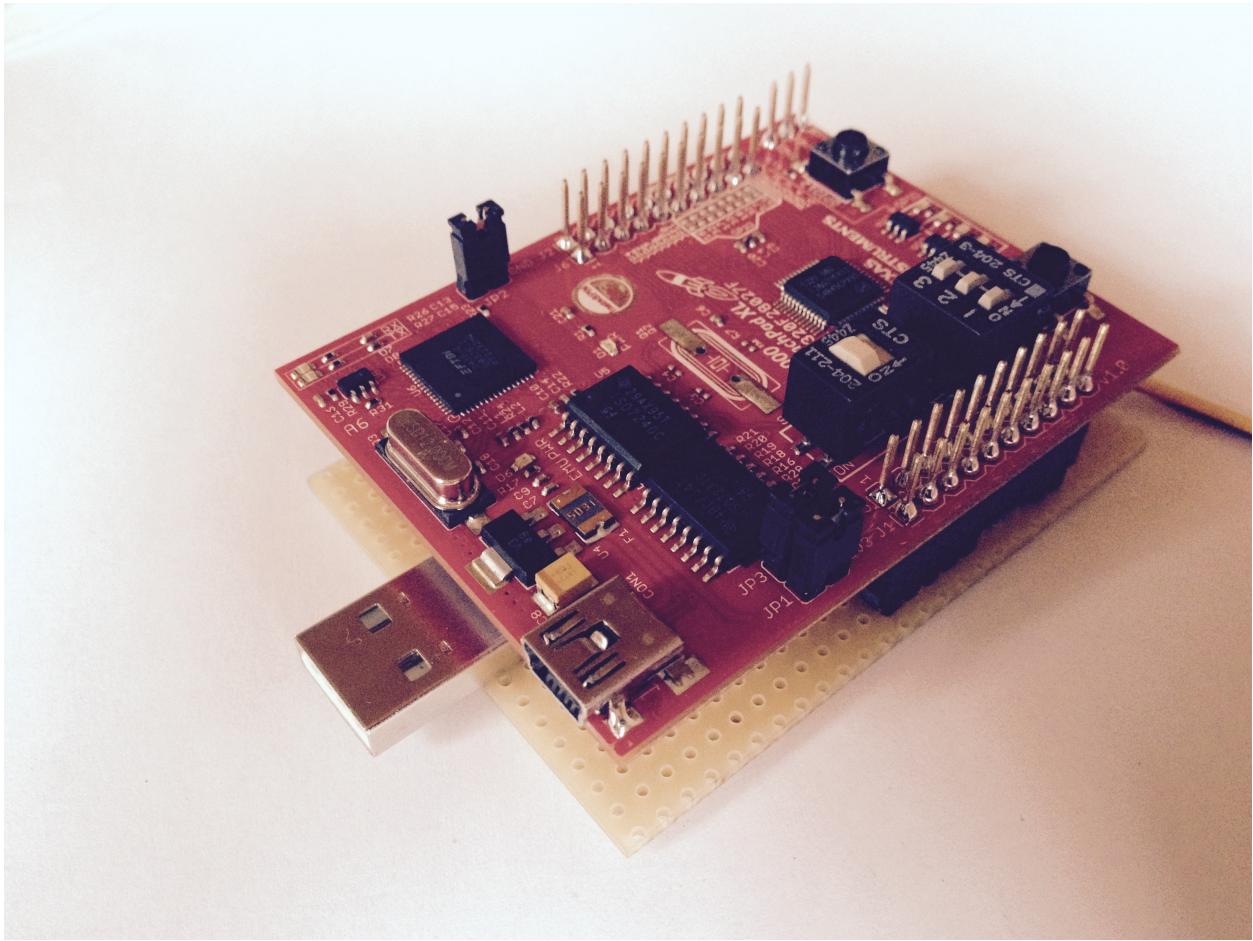


Abbildung 3.6: Lochrasterplatine mit Controller

# Kapitel 4

## Verbesserungen und Anmerkungen

### 4.1 Mechanischer Aufbau

Bei einem ersten Versuch mit dem mechanischen Aufbau wie er in 3.2 beschrieben wurde. Wurde festgestellt dass wenn der Sensor direkt auf dem Lüfter befestigt wird, reicht der erzeugte Luftstrom nicht aus um den Ball anzuheben. Daher folgende Verbesserungen in Betracht gezogen:

- Sensor mit ca. 20mm Abstand zum Lüfter befestigen.
- Versuchen das Sensorgehäuse zu verkleinern, z.B. durch abscheiden überflüssiger Plastikteile.