

# Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	7
2. Idee.....	8
3. Heizungssysteme.....	9
4. Regelungssysteme.....	10
4.1 Regelstrecken.....	11
4.1.1 Statisches Verhalten von Regelstrecken.....	11
4.1.2 Dynamisches Verhalten von Regelstrecken.....	12
4.2 Regler.....	18
4.2.1 Unstetige Regler.....	18
4.2.2 Stetige Regler.....	21
5. Temperaturmessungen.....	29
5.1 Temperaturfühler.....	29
5.1.1 Thermistoren.....	29
5.1.2 Widerstandsthermometer (PT100).....	30
5.1.3 Thermoelement.....	31
6. Pellet Heizung.....	32
7. Mikrocontroller.....	33
7.1 Programmabarbeitung.....	33
8. Module.....	34
8.1 Der Regler.....	34
8.1.1 Allgemeine Beschreibung.....	34
8.1.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile.....	35
8.2 Die Heizungssteuerung.....	36
8.2.1 Allgemeine Beschreibung.....	36
8.2.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile.....	38
8.2.3 Startvorgang der Heizung.....	39

8.3 Das Netzteil.....	40
8.3.1 Allgemeine Beschreibung.....	40
8.3.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile.....	41
8.3.3 Probleme beim Bau des Netzteils.....	42
8.4 Der Webserver.....	43
9. Die Heizung.....	45
10. uHaus Control Software.....	47
10.1 Hauptfenster.....	47
10.2 Heizungseinstellungen.....	48
10.3 Speichereinstellungen.....	49
10.4 Reglereinstellungen.....	49
10.5 Erweiterte Einstellungen.....	50
10.6 Programmeinstellungen.....	50
11. Anhang.....	51
11.1 Regler.....	52
11.1.1 Schaltplan.....	52
11.1.2 Layout.....	53
11.1.3 Bestückungsplan.....	53
11.1.4 Bauteilliste.....	54
11.2 Heizungsteuerung.....	56
11.2.1 Schaltplan.....	56
11.2.2 Layout.....	57
11.2.3 Bestückungsplan.....	57
11.2.4 Bauteilliste.....	58
11.3 Netzteil.....	60
11.3.1 Schaltplan.....	60
11.3.2 Layout.....	62
11.3.3 Bestückungsplan.....	63
11.3.4 Bauteilliste.....	64

11.4 Webserver.....	66
11.4.1 Schaltplan.....	66
11.4.2 Layout.....	67
11.4.3 Bestückungsplan.....	67
11.4.4 Bauteilliste.....	68
11.5 Verdrahtungspläne.....	70
11.5.1 Module.....	70
11.5.2 Peripherie.....	71
11.5.3 Verteilerklemmen und Stromversorgung.....	72
11.6 Konstruktionszeichnungen.....	73
11.6.1 Haus.....	73
11.6.2 Heizung.....	78
12. Quellen.....	83
13. CD.....	85



# 1. Vorwort

Wir haben dieses Projekt im Rahmen der Projektarbeit im zweiten Jahr des Berufskollegs für Elektro- und Automatisierungstechnik an der Elektronikschule Tettnang erstellt. Unser Thema haben wir uns selber ausgesucht und durchgeführt. Im Rahmen des Comenius-Projekts haben wir mit unserem Projekt eine Reise nach Italien unternommen.

Jeder von uns hatte sein eigenen Bereich, so war Jonas Eberhard für die Elektronik zuständig, Jannis Gangelhoff für die mechanischen Arbeiten und Rebecca Pfeifer für die Dokumentation. Untereinander haben wir uns allen gegenseitig geholfen und mit gearbeitet.

## 2. Idee

Temperaturregelung eines Raumes.

Die Idee entstand darüber, dass Jonas ein Projekt im Internet gefunden hat, bei dem Jemand einen Webserver mit einem Mikrocontroller gebaut hat.

=>Idee einer Heizungssteuerung über einen Webseite

Da Jannis und Jonas schon seit längerer Zeit eine kleine Campingheizung oder einfach eine richtige Miniheizung bauen wollten, entstand die Zusatz Idee, eine mini Pellet Heizung zur Temperaturregelung zu benutzen. Somit wurde aus daraus ein Haus mit Pellet Heizung mit einem Raum der temperiert werden soll.

Als Zusatz sollte zur Heizung noch ein Webserver hinzukommen, der die Daten der Steuerung auf einer Webseite darstellt.

Ein Bild des fertigen Hauses mit Steuerung vorne. Hinter dem Haus befindet sich die Heizung.



# 3. Heizungssysteme

Bei Heizungen wird zwischen Elektroheizungen, Rohstoffheizungen (z.B. Öl, Gas, Holz), Geothermie und Wärmepumpen.

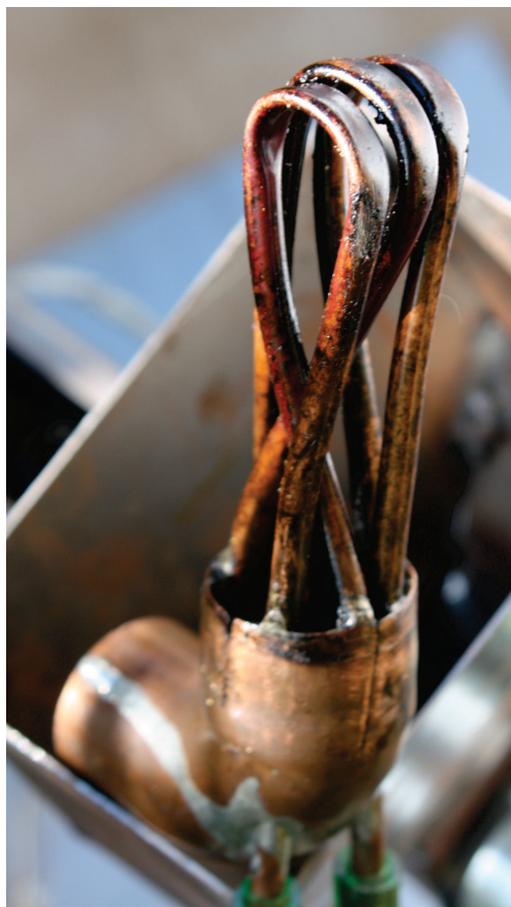
Bei einer Elektroheizung wird durch so genannte Heizwiderstände elektrische Energie in thermische Energie, also Wärme, umgewandelt.

Bei einer Heizung die Rohstoffe verbrennt, wird ein Medium, meistens Wasser, erhitzt und diese Wärme wird durch Leitungen an die Umgebung abgegeben. Die meist verwendeten Brennstoffe sind Öl und Gas. Es gibt aber noch andere wie zum Beispiel Kohle, Holz oder Pellets.

Bei einer Wärmepumpe wird der Umwelt Wärme entzogen und diese wieder in einem Raum abgegeben.

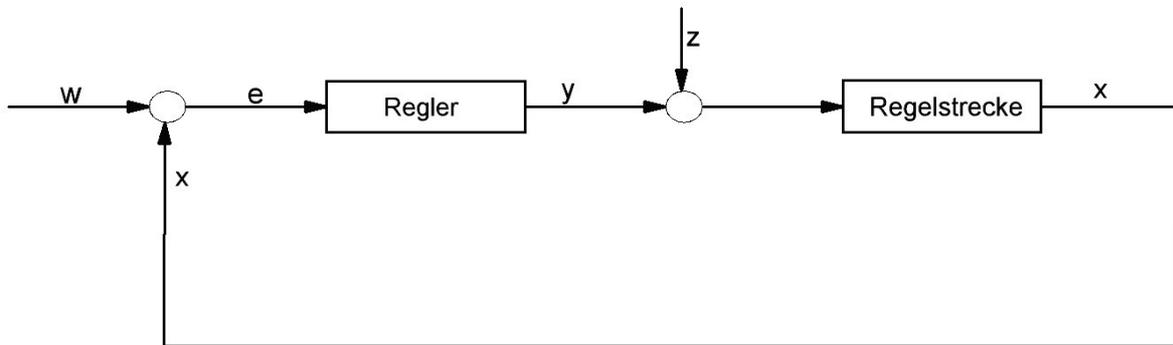
Wir verwenden eine Pellet Heizung, also eine Heizung die Pellets verbrennt (mehr unter Punkt 6 Pellet Heizung).

Der Wärmetauscher in unserer Heizung



# 4. Regelungssysteme

Ein Regelungssystem setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen: Aus der Regelstrecke und dem Regler, sie werden beeinflusst durch eine Störgröße  $z$  und ein Sollwert  $w$ .



w: Sollwert

e: Regeldifferenz

y: Stellgröße

z: Störgröße

x: Regelgröße

In einem Regelkreis wird der Sollwert mit dem Istwert verglichen (Regelgröße  $x$ ), die daraufhin entstandene Regeldifferenz  $e$  wird an den Regler weiter gegeben. Der Regler passt seine Stellgröße  $y$  der Regeldifferenz an. Auf die Regelstrecke kann eine Störgröße  $z$  einwirken. Die Regelstrecke liefert die Regelgröße  $x$  an den Regler zurück.

## 4.1 Regelstrecken

Für ein erfolgreiches Regeln ist es notwendig, das Verhalten einer Regelstrecke zu kennen. Man unterscheidet zwischen zwei Gesichtspunkten:

- Ob sich nach Änderung der Stellgröße  $y$  die Regelgröße  $x$  auf einen neuen Wert einstellt (meist ist dieser Vorgang nichtlinear).
- Wie der Zeitverlauf der Regelgröße  $x$  nach Änderung der Stellgröße  $y$  ist.

Das Verhalten einer Regelstrecke kann man in zwei Gruppen einteilen:

- Statische Verhalten (Beharrungsverhalten)
- Dynamisches Verhalten (Zeitverhalten)

### 4.1.1 Statisches Verhalten von Regelstrecken

Beim statischen Verhalten von Regelstrecken (Beharrungsverhalten) geht es darum ob eine Regelstrecke einen Endwert hat oder nicht. Es gibt zwei Arten von Regelstrecke, zum einen die mit Ausgleich, zum anderen die ohne.

#### 4.1.1.1 Regelstrecken mit Ausgleich

Die Regelstrecken mit Ausgleich, auch P-Regelstrecken genannt, haben einen Beharrungszustand (Endwert), d. h. dass sich nach Änderung der Stellgröße  $y$  ein konstanter Beharrungszustand (Endwert) einstellt.

#### 4.1.1.2 Regelstrecken ohne Ausgleich

Die Regelstrecke ohne Ausgleich, auch Integrale Regelstrecke genannt, hat keinen Beharrungszustand (Endwert), d. h. wenn man zum Beispiel Wasser durch ein Ventil in ein Behälter füllt, läuft das Wasser, unabhängig der Zuflussmenge, über.

## 4.1.2 Dynamisches Verhalten von Regelstrecken

Um einen Regler richtig dimensionieren zu können braucht man das Zeitverhalten aller beteiligten Regelkreisglieder. Um den Regler auf die Regelstrecke anzupassen, muss man die Parameter der Regelstrecke kennen. Die Parameter der Regelstrecke können über eine Sprungantwort oder über das Einschwingverfahren herausgefunden werden.

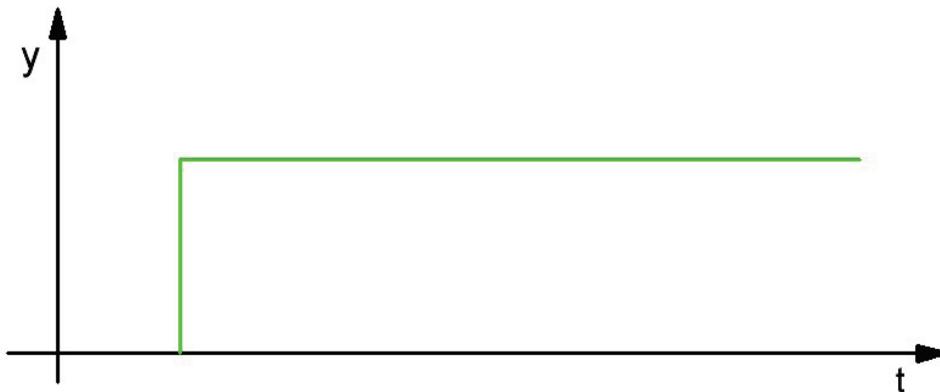
### 4.1.2.1 PT<sub>0</sub>-Strecke

PT<sub>0</sub> heißt, dass die Regelgröße x ohne Verzögerung auf eine Änderung der Stellgröße y folgt.

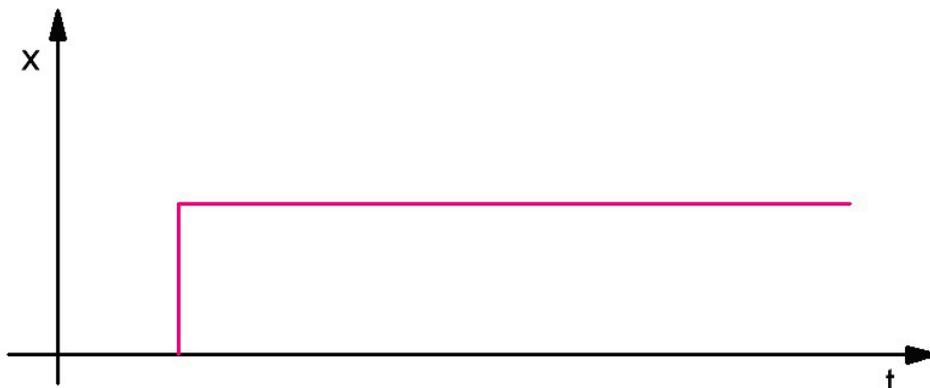
Blockschaltbild:



Das Verändern der Stellgröße y:



Wird gefolgt von dem direkten Anstieg der Regelgröße x:

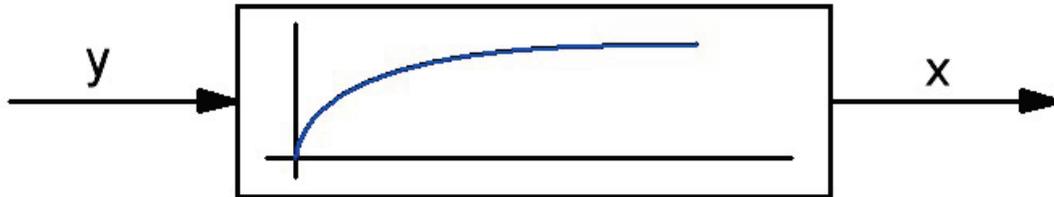


Den Proportionalbeiwert  $K_s$  berechnet man:  $K_s = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

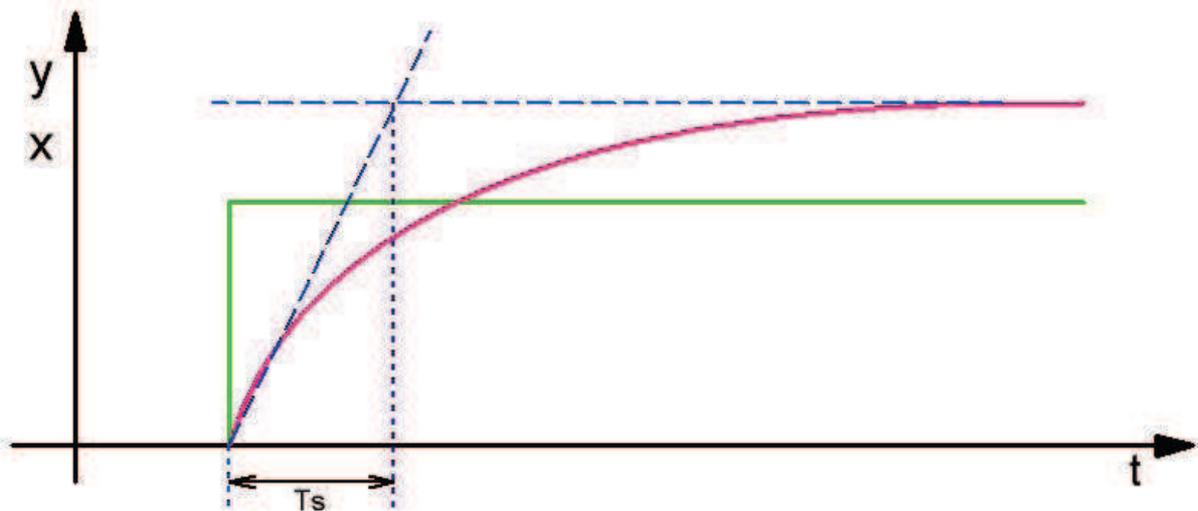
## 4.1.2.2 PT<sub>1</sub>-Strecke

PT<sub>1</sub> heißt, dass die Regelgröße  $x$  mit einer leichten Verzögerung auf eine Veränderung der Stellgröße  $y$  folgt.

Blockschaltbild:



Die Antwort der Regelgröße  $x$  auf eine Änderung der Stellgröße  $y$  gleicht einer Exponentialfunktion.



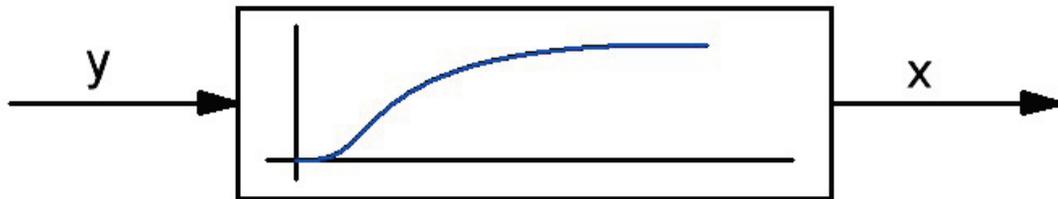
$T_s$  ist die Zeitkonstante und kann nur grafisch ermittelt werden, indem man eine Tangente an die Funktion anlegt.

Den Proportionalbeiwert  $K_s$  berechnet man:  $K_s = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

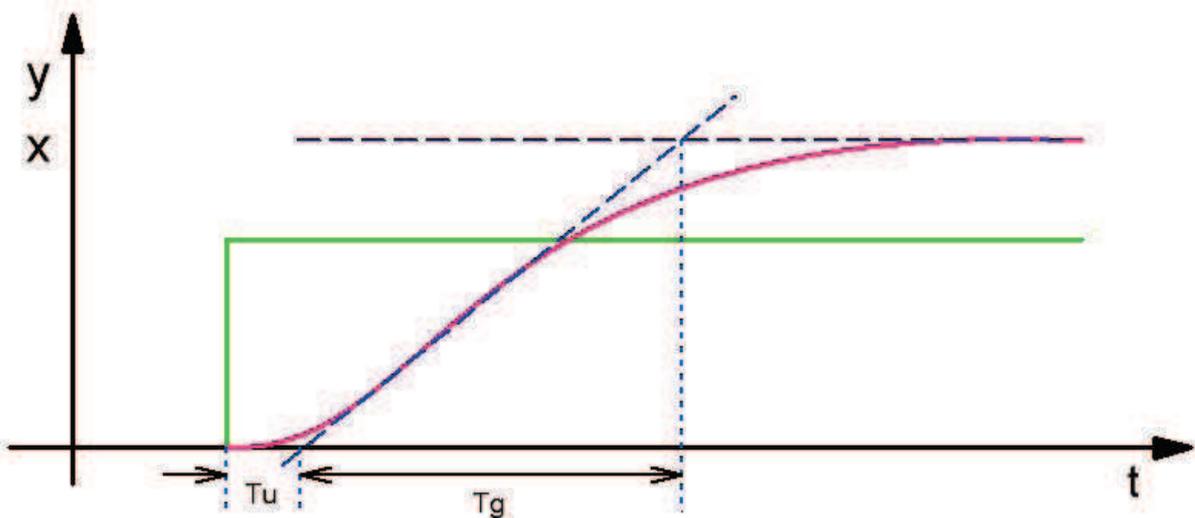
### 4.1.2.3 PT<sub>2</sub>-Strecke

PT<sub>2</sub> heißt, dass die Veränderung der Regelgröße x mit einer größeren Verzögerung auf die Veränderung der Stellgröße y folgt.

Blockschaltbild:



Die Antwort der Regelgröße x auf eine Änderung der Stellgröße y:



Bei einer PT<sub>2</sub>-Strecke hat man zwei Zeitkonstanten die Verzugszeit  $T_u$  und die Ausgleichszeit  $T_g$ .  $T_u$  ist die Zeit in der beinahe noch nichts passiert,  $T_g$  ist die Zeit in der die Regelstrecke fast ihren Endwert erreicht hat. Um die Zeiten zu ermitteln legt man eine Tangente an.

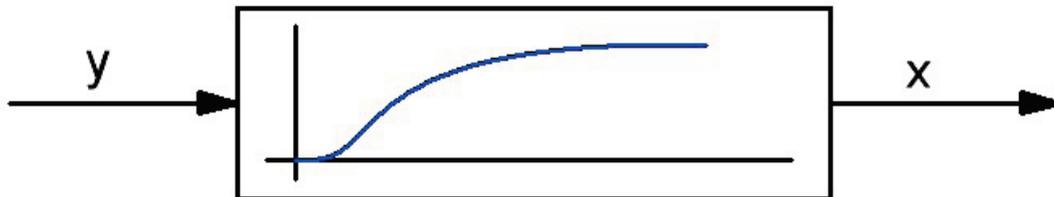
Den Proportionalbeiwert  $K_s$  berechnet man:  $K_s = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

Die Regelbarkeit  $s$  berechnet man:  $s = \frac{T_g}{T_u}$

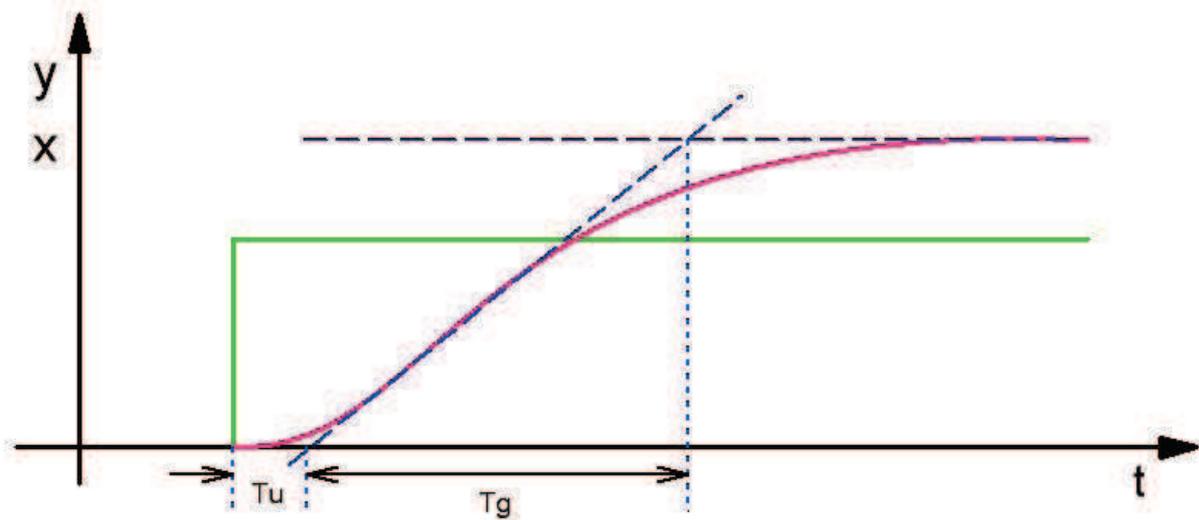
## 4.1.2.4 $PT_n$ -Strecke

$PT_n$  heißt, dass es unterschiedliche viele Energiespeicher gibt, die wiederum für ein träges Zeitverhalten sorgen.

Blockschaltbild:



Bei einer  $PT_n$ -Strecke gibt es die gleichen Zeiten wie bei einer  $PT_2$ -Strecke. Der Unterschied zwischen diesen beiden Strecken ist, dass eine  $PT_n$ -Strecke mehr als zwei Energiespeicher hat, d.h. die Regelstrecke wird von mehr als zwei Größen beeinflusst.



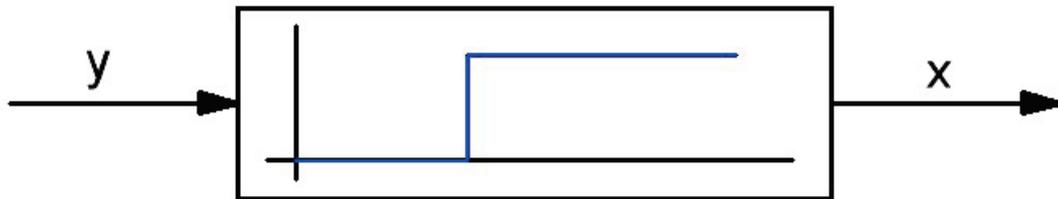
Den Proportionalbeiwert  $K_s$  berechnet man:  $K_s = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

Die Regelbarkeit  $s$  berechnet man:  $s = \frac{T_g}{T_u}$

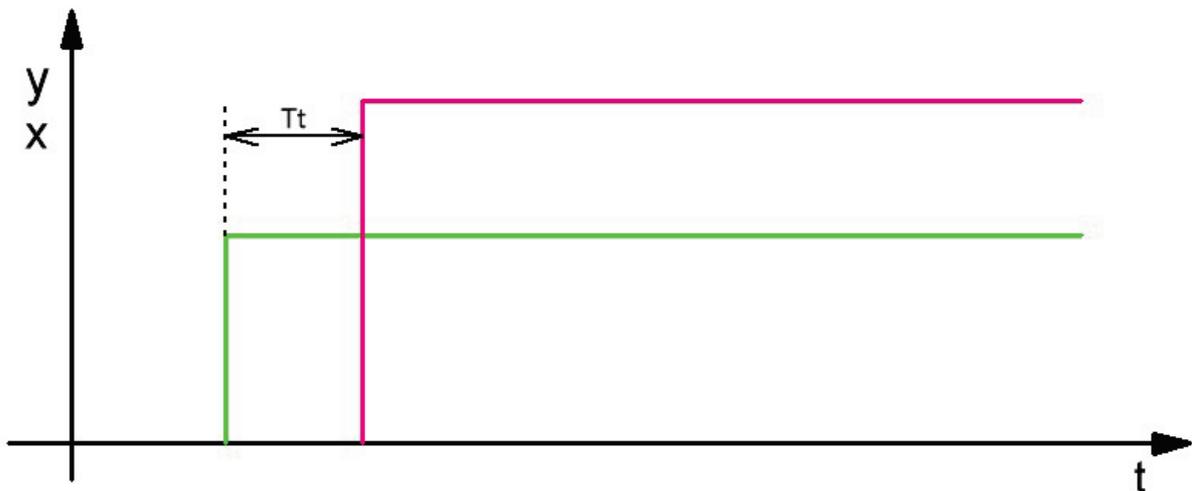
### 4.1.2.5 $PT_t$

$PT_t$  heißt, dass es eine Totzeit gibt in der die Regelgröße  $x$  noch nicht auf die Veränderung der Stellgröße  $y$  reagiert.

Blockschaltbild:



Eine  $PT_t$  kann in Verbindung mit jeder anderen Regelstrecke auftreten. Hier wird einfach eine Totzeit  $T_t$  mit beachtet, d.h. man untersucht wie sich die Regelstrecke verhält, wenn man die Stellgröße  $y$  ändert. Geschieht eine Zeit lang nichts ist eine Totzeit vorhanden.



Diese Regelstrecken sind meistens schwer zu Regeln.

## 4.2 Regler

Ein Regler hat eine Führungsgröße  $w$  (Sollwert), wenn die Regelgröße  $x$  von diesem Wert abweicht ergibt sich die Regeldifferenz  $e$ . Beim Auftreten dieser Regeldifferenz  $e$  verändert der Regler die Stellgröße  $y$  um wieder an die Führungsgröße  $w$  zu kommen.

Es gibt verschiedene Arten von Reglern:

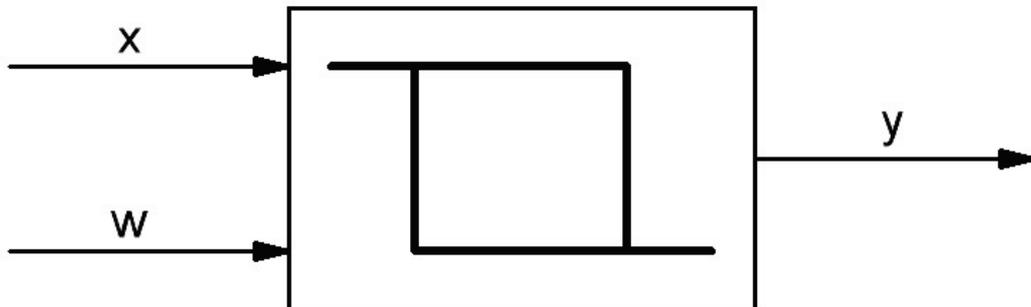
- die stetigen Regler
- die unstetigen Regler
- und die stetig-ähnliche Regler

### 4.2.1 Unstetige Regler

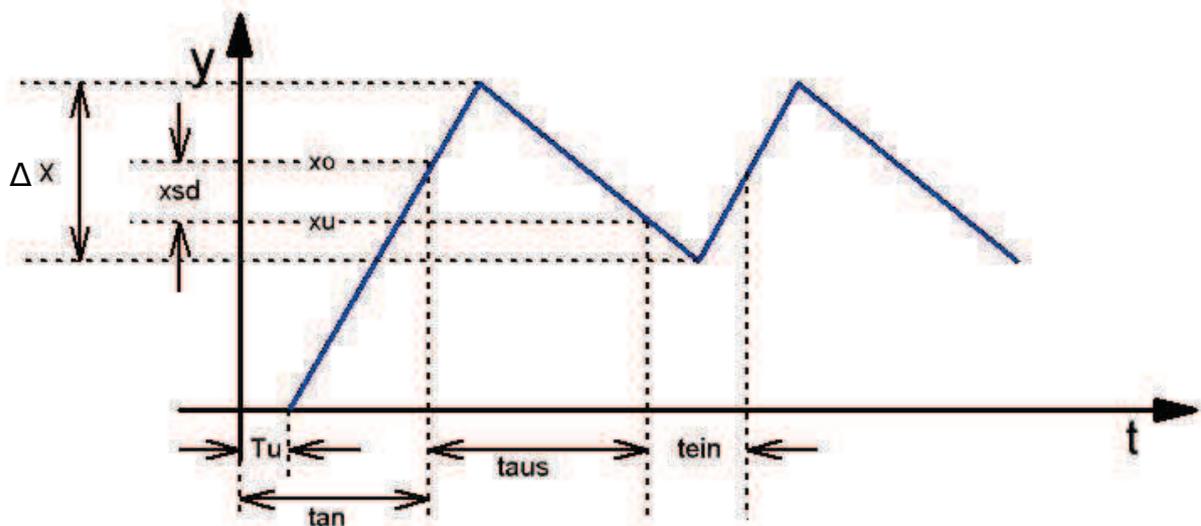
Bei unstetigen Reglern können nur zwei (Zweipunktregler) bzw. drei (Dreipunktregler) Schaltzustände auftreten.

## 4.2.1.1 Zweipunktregler

Bei einem Zweipunktregler kann die Stellgröße  $y$  nur zwei Werte annehmen.  
Blockschaltbild:



Dieser Regler hat zwei Eingänge, einer für die Führungsgröße  $w$  (Sollwert) und einer für die Regelgröße  $x$  (Istwert).



Bei einem Zweipunktregler schwankt Regelgröße  $x$  zwischen einem dem oberen und dem unteren Ansprechwert ( $x_o$ ,  $x_u$ ). Den Abstand zwischen den beiden Punkten nennt man Hysterese  $x_{sd}$ .

In der Grafik kann man sehen, dass das  $\Delta x$  viel größer ist als die Hysterese  $x_{sd}$ , das hängt damit zusammen das es auch hier eine Verzugszeit  $T_u$  gibt, d.h. die Änderung der Stellgröße  $y$  nicht direkt eine Änderung der Regelgröße  $x$  nach sich führt.

Es gibt vier verschiedene Zeiten, die oben genannte Verzugszeit  $T_u$ , die Anlaufzeit  $t_{an}$ , (die Zeit die der Regler braucht um an den oberen Ansprechwert zu gelangen), die Ausschaltzeit  $t_{aus}$  (die Zeit wie lang die Stellgröße Null ist) und die Einschaltzeit  $t_{ein}$ , (die Zeit die der Regler braucht um wieder an den oberen Ansprechwert  $x_o$  zu gelangen)

Ein Schaltzyklus  $T_z$  besteht aus Einschalt- und Ausschaltzeit. Daraus lässt sich die Frequenz  $f_z$  berechnen.

Die Hysterese berechnet man:

$$x_{sd} = x_o - x_u$$

Die Schaltzyklusdauer berechnet man:

$$T_z = t_{ein} + t_{aus}$$

Die Frequenz berechnet man:

$$f_z = \frac{1}{T_z}$$

## 4.2.2 Stetige Regler

Die Stellgröße  $y$  kann bei den stetigen Reglern jeden beliebigen Wert annehmen. Es gibt drei Grundregler die man miteinander verknüpfen kann um ein besseres Ergebnis zu erzielen . Diese drei sind:

- P-Regler
- I-Regler
- D-Regler

Eine Ausnahme gibt es, der D-Regler kann nicht alleine genutzt werde (mehr Punkt 4.2.2.3 D-Regler).

Die Verknüpfungen sind:

- PI-Regler
- PD-Regler
- PID-Regler

## 4.2.2.1 P – Regler

Vorteile:

Ein P-Regler reagiert sofort und schnell auf die Regeldifferenz  $e$ . Die Stellgröße  $y$  ist der Regeldifferenz direkt proportional.

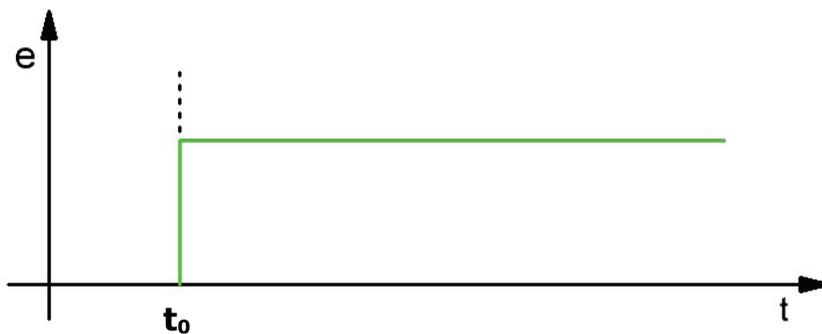
Nachteile:

Der Regler besitzt eine bleibende Regeldifferenz.

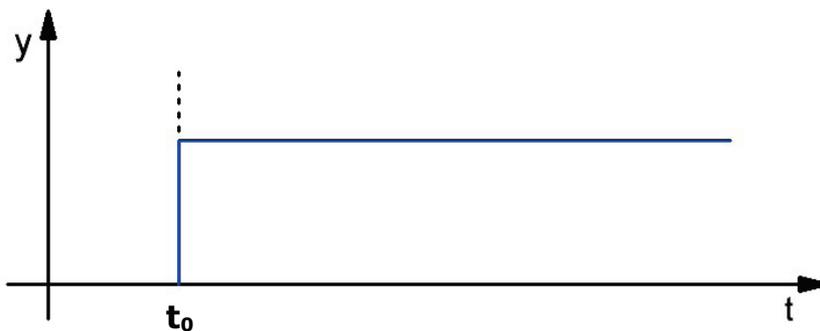
Blockschaltbild:



Dieses Diagramm zeigt die Regeldifferenz:



Der P-Regler antwortet sofort auf die Änderung:



Die Stellgröße  $y$  berechnet man:

$$\mathbf{y = K_{RP} * e} \quad (\mathbf{K_{RP}} \text{ ist der Proportionalbeiwert des Reglers})$$

## 4.2.2.2 I – Regler

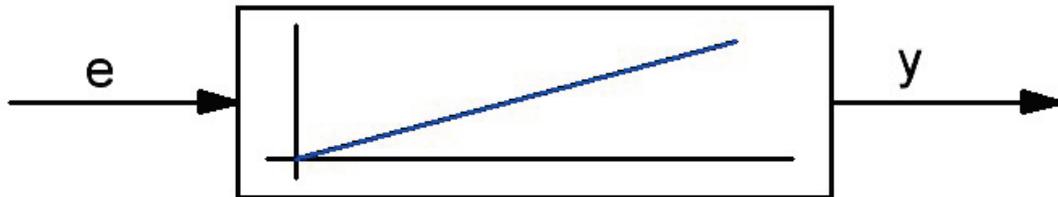
Vorteile:

Es gibt keine bleibende Regeldifferenz.

Nachteile:

Er reagiert sehr langsam.

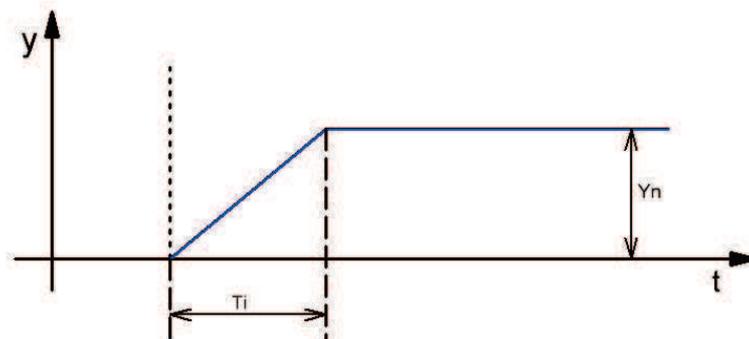
Blockschaltbild:



Dieses Diagramm stellt die Regeldifferenz dar:



Der I-Regler antwortet sehr langsam auf die Sprungantwort bis sie den Sollwert erreicht.



$T_i$  ist die Integrierzeit und  $y_n$  ist der maximale Stellbereich.

Die Stellgröße  $y$  berechnet man:  $y = K_{RP} * e * t$

### 4.2.2.3 D – Regler

Vorteile:

Er reagiert sehr schnell auf die Veränderung von der Regeldifferenz  $e$ .

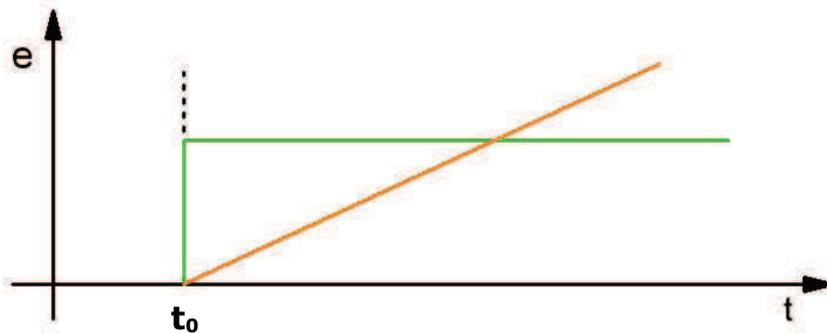
Nachteile:

Er ist in Reinform nicht realisierbar nur in Verbindung mit einem P- oder PI-Regler. Außerdem kann er allein keine Störungen ausregeln.

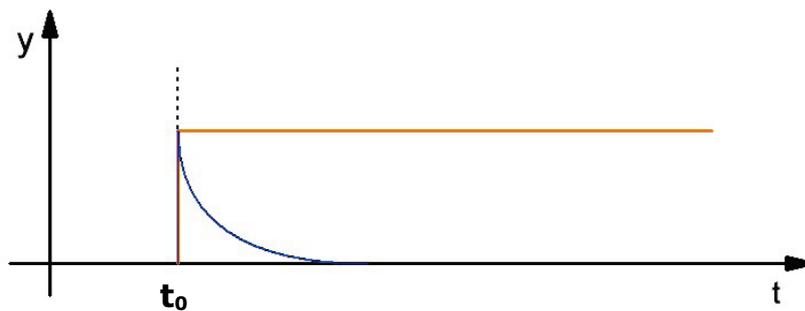
Blockschaltbild:



Zwei Formen der Regeldifferenz:



Der D-Regler antwortet schlagartig:

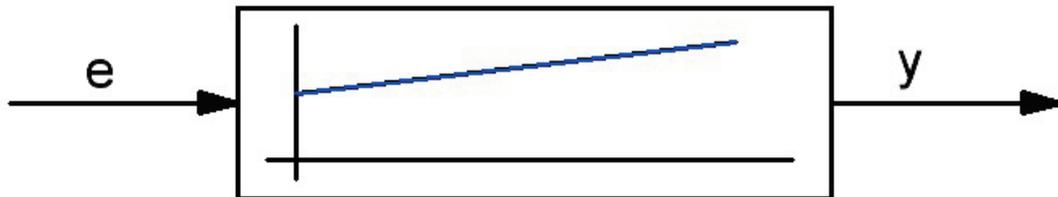


Die Stellgröße  $y$  berechnet man:  $y = K_{RP} * \frac{e}{t}$

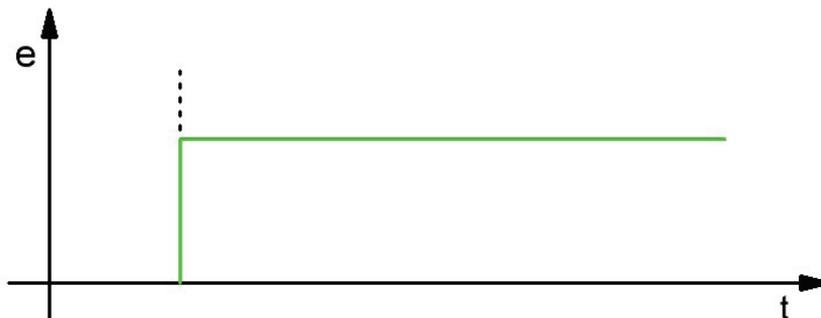
## 4.2.2.4 PI – Regler

Bei einem PI-Regler fängt der P-Anteil die Störung schneller ab als bei einem reinen I-Regler, außerdem sorgt der I-Anteil dafür dass es keine bleibende Regeldifferenz  $e$  gibt.

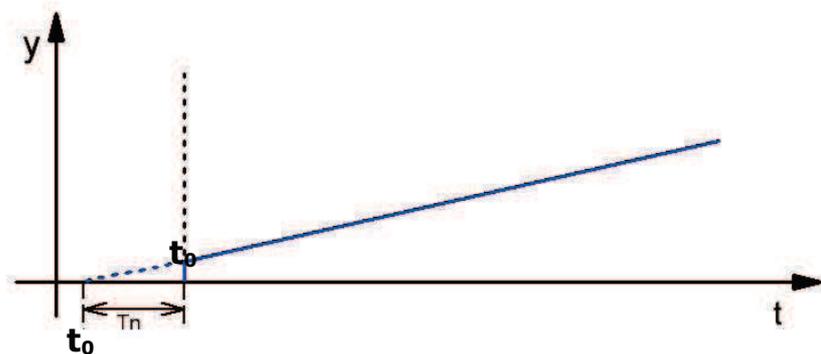
Blockschaltbild:



Das nächste Diagramm stellt die Regeldifferenz dar:



Antwort des Reglers:



Die Nachstellzeit  $T_n$  ist die Zeit, die gegenüber einem reinen I-Regler eingespart wird.

Die Stellgröße  $y$  berechnet man:  $y = K_{RP} * ( 1 + \frac{t}{T_n} )$

## 4.2.2.5 PD – Regler

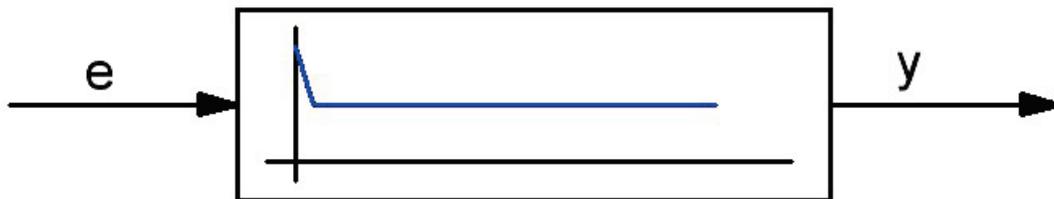
Vorteile:

Schneller als ein reiner P-Regler.

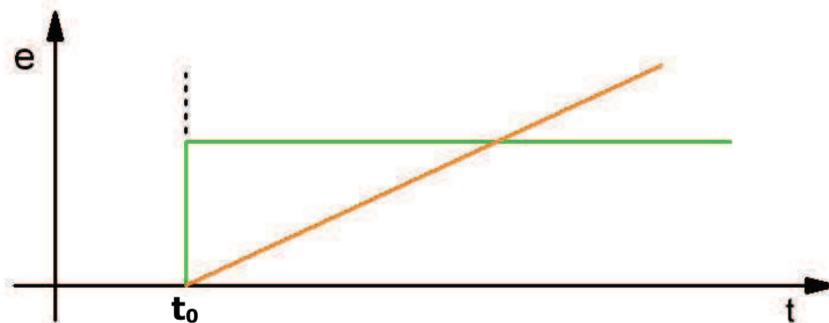
Nachteile:

Es gibt auch hier eine bleibende Regeldifferenz.

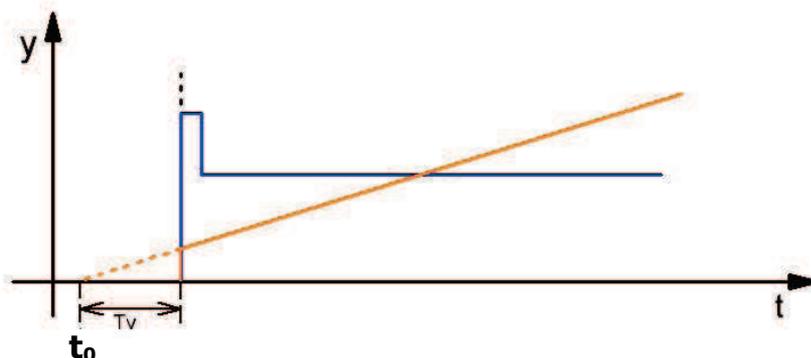
Blockschaltbild:



Regeldifferenz:



Der D-Anteil reagiert sofort und nur ganz kurz. Der P-Anteil hält dann konstant einen Wert.



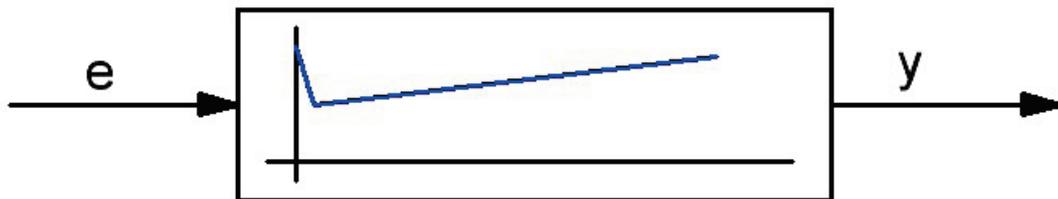
Die Vorhaltezeit  $T_v$  wird gegenüber einem P-Regler eingespart .

Die Stellgröße  $y$  berechnet man:  $y = K_{RP} * ( 1 + T_v + \frac{1}{\tau} )$

## 4.2.2.6 PID – Regler

Bei einem PID-Regler werden die Vorteile der Grundtypen (P, I, D) addiert, die Nachteile wiederum werden fast ausgelöscht. Der D-Anteil eines PID-Reglers ist für eine sehr schnelle Nachregelung zuständig. Der I-Anteil regelt die Regeldifferenz aus. Und der P-Anteil erhöht die Geschwindigkeit.

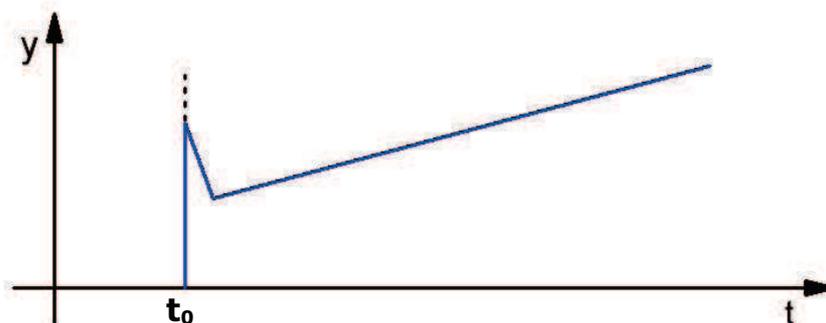
Blockschaltbild:



Regeldifferenz:



Das nächste Diagramm zeigt den schnellen Anstieg den der D-Anteil verursacht, den gleichbleibenden Teil des P-Anteils und das langsame Ansteigen des I-Anteils.



Hier gibt es auch die Vorhaltezeit  $T_v$  und die Nachstellzeit  $T_n$ .

Die Stellgröße  $y$  berechnet man:  $y = K_{RP} * e * ( 1 + \frac{t}{T_n} + \frac{T_v}{t} )$



# 5. Temperaturmessungen

## 5.1 Temperaturfühler

Es gibt verschiedene Arten die Temperatur zu messen. Die drei wichtigsten, bzw. die die am häufigsten verwendet werden sind:

- Thermistoren
- Widerstandsthermometer
- Thermoelement

### 5.1.1 Thermistoren

Hier beruht die Temperaturmessung auf eine Veränderung der temperaturabhängigen Widerstandswerten. Die häufigsten Termistoren sind die so genannten Heißleiter und Kaltleiter.

#### 5.1.1.1 Heißleiter (NTC-Widerstände)

Ein NTC ist ein temperaturabhängiger Widerstand, d.h. er leitet besser wenn die Temperatur zunimmt.

Die Widerstandsänderung kann durch zwei verschiedene Einflüsse entstehen:

- Fremderwärmter Heißleiter, sie werden von der Umgebungstemperatur gesteuert.
- Eigenerwärmter Heißleiter, sie werden von der Wärme die der Strom erzeugt gesteuert.

Ein fremderwärmter Heißleiter darf sich nicht bzw. kaum selbst erhitzen. Bei einem eigenerwärmten Heißleiter darf die Umgebungstemperatur diesen Widerstand nicht bzw. kaum beeinflussen.

### 5.1.1.2 Kaltleiter (PTC-Widerstände)

Ein PTC ist ein temperaturabhängiger Widerstand, d.h. er leitet besser wenn die Temperatur abnimmt.

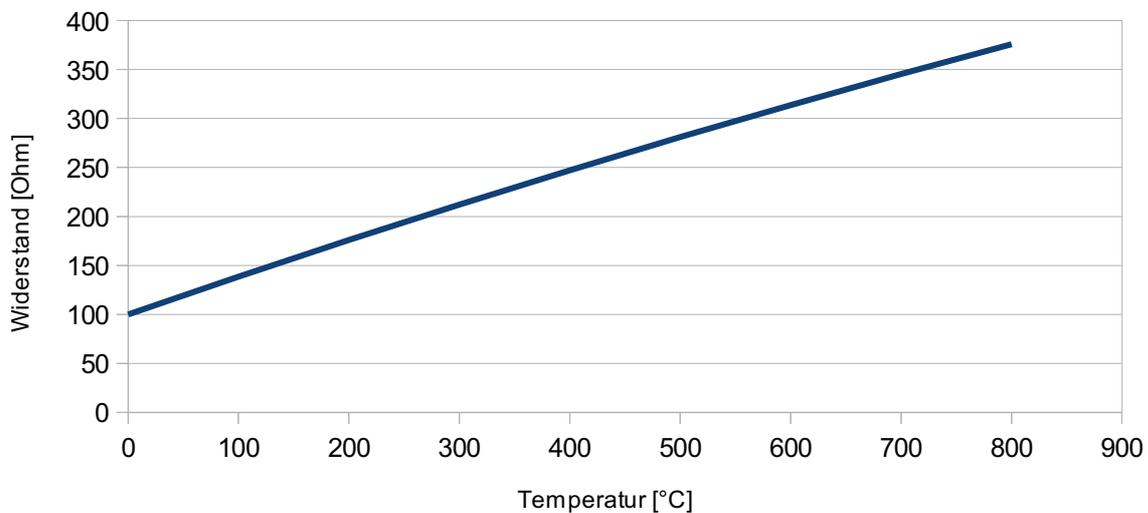
Auch hier muss unterschieden werden ob es ein fremderwärmter oder ein eigenerwärmter Kaltleiter ist.

### 5.1.2 Widerstandsthermometer (PT100)

Diese passiven Sensoren reagieren auf die Temperaturabhängigkeit von Widerständen. So ein Widerstandsmessfühler besteht aus Draht- oder Schichtwiderständen die meist aus Platin (PT) oder Nickel (NI) gefertigt sind. Der Bemessungswiderstand bei einem PT100 oder NI100 beträgt  $100\Omega$  bei einer Temperatur vom  $0^\circ\text{C}$ .

Ein Platinfühler hat eine fast lineare Kennlinie.

PT 100 Kennlinie



## 5.1.3 Thermoelement

Im Gegensatz zu einem Widerstandsthermometer ist ein Thermoelement ein aktiver Sensor der Wärmeenergie in elektrische Energie umwandelt. Er besteht aus zwei verschweißten Drähten, die aus unterschiedlichen Metallen oder Metallegierungen bestehen. Diese unterschiedlichen Drähte bilden ein Thermopaar das bei Erwärmung der Verbindungsstelle eine Thermospannung erzeugt. Die Thermospannung ist abhängig von der Temperatur der Verbindungsstelle und der Zusammensetzung des Thermopaars (Materialien). Diese sogenannten Ausgleichsleitungen verhindern an den Fühleranschlüssen eine zusätzliche Thermospannung. Da die Thermospannung sehr klein ist, wird sie über einen Messverstärker aufbereitet.

Das Thermoelement unserer Heizung



## 6. Pellet Heizung

In einer Pellet Heizung werden so genannte Pellet verbrannt, das sind gepresste Holzspäne. Durch Verbrennen der Pellets wird in einem Wärmetauscher Wasser erwärmt. Das ganze zählt zu den regenerativen Energien, da der Brennstoff Holz immer nachwächst.

In Betrieb und Wartung ist eine Pellet Heizung gegenüber Öl- und Gasheizungen vergleichbar. Mit Pellets zu heizen hat einen Wirkungsgrad von über 90%, im Gegensatz dazu eine neue Ölheizung die einen Wirkungsgrad von 87% hat.

Bei der Verbrennung von Pellets wird die Menge CO<sub>2</sub> frei, die vorher beim Wachstum der Bäume gebunden wurde.



# 7. Mikrocontroller

Ein Mikrocontroller ist ein Prozessor der mit dem Programmspeicher (meist Flash genannt), dem Arbeitsspeicher (RAM) und Peripheriefunktionen auf einem Chip vereint ist. Peripheriefunktionen sind beispielsweise Schnittstellen wie die Serielle Schnittstelle, SPI und I<sup>2</sup>C Bus. Normale Ein/Ausgangspins zählen ebenfalls dazu.

Es gibt viele verschiedene Programmiersprachen für Mikrocontroller. Die häufigsten sind:

- C
- Assembler
- Basic

Jede Programmiersprache muss in den Maschinencode übersetzt werden, diese Aufgabe übernimmt der sogenannte Compiler.

Der Maschinencode liegt dann als Hexfile (Datenformat) vor und wird in den Programmspeicher des Mikrocontrollers geschrieben (der Mikrocontroller wird geflasht).

## 7.1 Programmabarbeitung

Im Hauptrechenwerk des Mikrocontrollers, der ALU (Arithmetisch-logische Einheit), befindet sich ein sogenannter Programmzähler, dieser durchläuft alle Speicherzellen des Programmspeichers. Die ALU holt sich dann aus den Zellen des Speichers die auszuführenden Befehle. Die zu verarbeitenden Daten kommen entweder von Ports oder Bussystemen wie der seriellen Schnittstelle oder ebenfalls aus dem Programmspeicher.

Ist ein Befehl ausgeführt, springt der Programmzähler zum nächsten Befehl im Speicher, welcher dann wieder in die ALU geladen wird.

# 8. Module

## 8.1 Der Regler

### 8.1.1 Allgemeine Beschreibung

Das Reglermodul ist für die Temperatur im Innenraum des Hauses verantwortlich. Das Modul basiert auf einem Mikrocontroller (ATmega 8).

Es kann zwischen mehreren Reglertypen gewählt werden:

- P-Regler
- Zweipunktregler

Die Temperatur im Raum wird mit Hilfe eines PT100s einmal pro Sekunde gemessen.

Die Raumtemperatur wird über die Menge des Wassers, das durch den Heizkörper fließt, geregelt. Die Durchflussmenge wird mit der Pumpe bestimmt. Die Pumpe wird über ein PWM Signal (Puls Weiten Modulation) gesteuert. Das PWM Signal wird mit dem Mikrocontroller erzeugt.

Beim P-Regler wird der Wert der PWM durch die Regeldifferenz  $e$  und dem Proportionalbeiwert  $K_{RP}$  bestimmt.

Der Zweipunktregler gibt nur 0 oder 100% der PWM aus. Somit wird die Pumpe nur ein oder aus geschaltet.

Befehlssatz:

<b>Befehl</b>	<b>Beschreibung</b>
Tempraum	Gibt die aktuelle Raumtemperatur aus
Solltemp	Stellt die gewünschte Temperatur ein
Hysterese	Hiermit wird die Hysterese des Zwei-Punkt Reglers eingestellt
Reglertyp	Auswahl des Reglertyps: 1: 2-Punkt R. 2: P-Regler
Kfaktor	Stellt den K-Faktor des P-Reglers ein
Vref	Gibt die Referenzspannung für die Rechnung ein
Start	Startet den Reglerbetrieb
Stop	Stoppt die Regleraktivitäten

Die Groß/Kleinschreibung der Befehle spielt keine Rolle.

## 8.1.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile

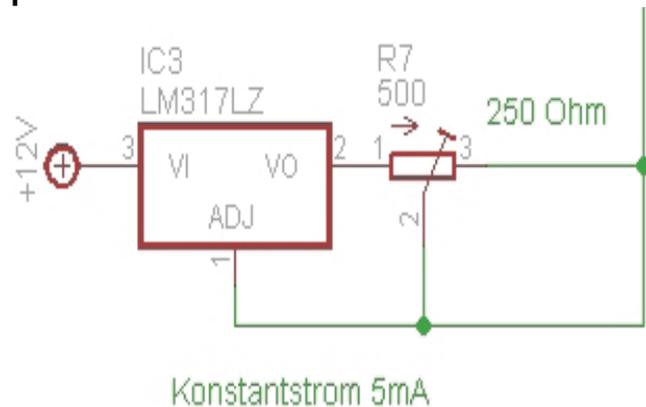
### 8.1.2.1 Konstantstromquelle

Die Konstantstromquelle ist ein Bestandteil der Schaltung zum Messen der Raumtemperatur mit dem PT100.

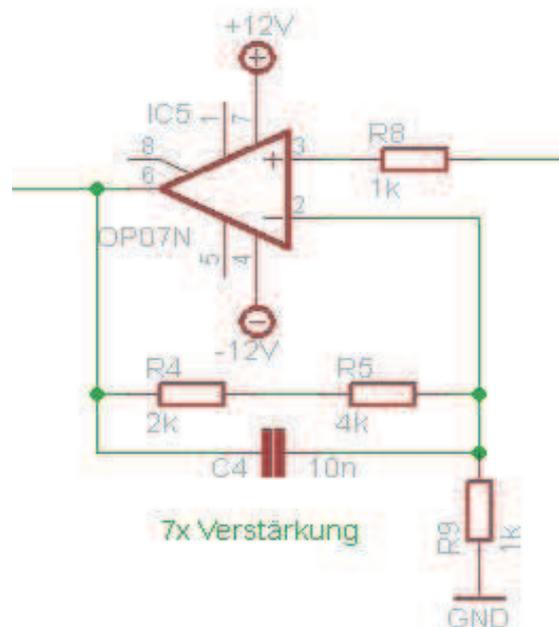
Der Konstantstrom wird mit einem LM317, ein einstellbarer Spannungsregler, erzeugt.

Der Trimmer R7 ist zum Abgleich der 5mA. Da Widerstände eine gewisse Toleranz haben, kann man hier, wo keine Toleranz beim Konstantstrom gewünscht ist, keinen fertigen Spannungsteiler einsetzen, sondern der Strom muss mit einem Trimmerpotentiometer eingestellt werden.

Der Konstantstrom fließt dann durch den PT100 Temperatursensor und bewirkt dort an dessen Widerstand einen Spannungsabfall. Diese Spannung wird vom nachgeschalteten Verstärker verstärkt.



### 8.1.2.2 Verstärker



Der Verstärker in der Reglerschaltung verstärkt das Signal des PT100s, so dass die Spannung mit dem Analog-Digital-Wandler des Mikrocontrollers gemessen werden kann.

Die Schaltung links ist ein nicht invertierender Verstärker, der 7-fach verstärkt.

## 8.2 Die Heizungssteuerung

### 8.2.1 Allgemeine Beschreibung

Die Heizungssteuerung ist für die Heizung und die Temperatur des Wasserspeichers zuständig.

Sie überwacht das Brennverhalten der Heizung, führt bei Bedarf Pellets nach oder startet die Heizung komplett neu. Bei Erreichen der Maximaltemperatur des Wasserspeichers wird die Heizung abgeschaltet.

Um das Brennverhalten der Heizung zu erfassen, wird die Temperatur im Brennraum mit einem Thermoelement gemessen. Hier ist ein Thermoelement von Nöten, da herkömmliche Temperatursensoren solche hohen Temperaturen nicht aushalten bzw. messen können.

In der Heizungssteuerung wird die sogenannte „Cold-Junction-Compensation“ durchgeführt. Diese ist nötig, um galvanische Spannung von Kontakten und die Temperatur zu korrigieren (siehe Thermoelement). Die Wassertemperatur wird mit einem gekapselten PT100 gemessen. In der Software wird die Temperaturkurve des PT100 korrigiert.

Die Temperatur im Brennraum ist ausschlaggebend für den Brennstatus der Heizung. Sinkt die Temperatur unter einen gewissen Wert, müssen Pellets nachgeworfen werden. Wenn die Temperatur noch weiter fällt und damit die Flammen zu klein werden, ist die Heizung nicht mehr in der Lage die nachgeworfenen (nicht brennenden) Pellets zu entzünden. Dann muss die Steuerung die Heizung neu starten, d.h. die Glühkerze einschalten um so die Pellets zu entzünden (siehe Heizung – Startvorgang).

Befehlssatz der Heizungssteuerung:

<b>Befehl</b>	<b>Beschreibung</b>
Gluehzeit	Bestimmt die Zeit, die die Glühkerze vorglüht.
Zuendzeit	Zeit vom Pelleteinwurf bis zum einschalten des Lüfters.
Zuendstufe	Leistung des Lüfters zum Entzünden der Pellets [%].
Brennstufe	Leistung des Lüfters beim Normalbetrieb der Heizung [%].
Einwurfzeit	Zeit die der Motor benötigt die Schnecke einmal zu drehen (bestimmt auch die Menge der Pellets).
Tempkessel	Gibt die Wassertemperatur aus.
Tempbrenner	Gibt die Brennertemperatur zurück.
Zuendtemp	Die Temperatur ab die der Zündvorgang der Heizung abgeschlossen ist.
Brenntemp	Temperatur ab der wieder Pellets in die Heizung eingeworfen werden müssen.
Restarttemp	Die Temperatur ab die die Heizung neu gestartet werden muss.
Minkesseltemp	Minimale Wassertemperatur, bei unterschreiten wird die Heizung eingeschaltet.
Maxkesseltemp	Die maximale Wassertemperatur, bei Erreichen wird die Heizung abgeschaltet.
Pellets	Sperrzeit zwischen dem Einwerfen von Pellets bis zum nächsten mal (wenn die Temperatur länger unter Brenntemp fällt)
Anlauf	Startet die Heizung und lässt sie brennen
Vref	Legt die Referenzspannung für die internen Rechnungen fest
Start	Startet die Temperaturmessungen und das Steuern der Heizung
Stop	Stoppt den kompletten Steuerbetrieb der Heizungssteuerung

## 8.2.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile

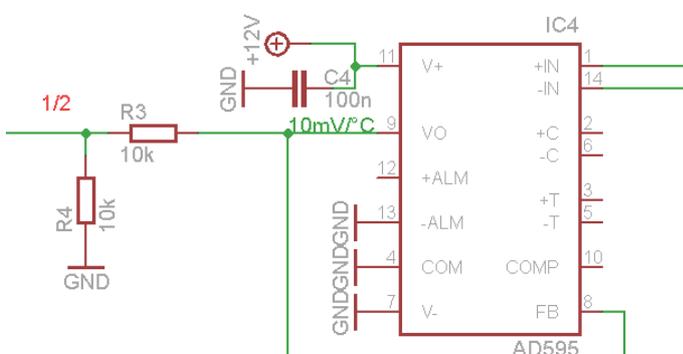
### 8.2.2.1 Konstantstromquelle

Siehe 8.1.2.1 Konstantstromquelle beim Reglermodul.

### 8.2.2.2 Verstärker

Siehe 8.1.2.2 Verstärker beim Reglermodul.

### 8.2.2.3 AD595 Thermoelementbaustein



Der Baustein AD595 ist ein IC, um die bei Thermoelementen benötigte Nullpunktkompensation durchzuführen und die Spannung des Thermoelements zu verstärken.

Die Nullpunktkompensation ist das Messen der Temperatur an der Anschlussstelle des Thermoelements, d.h. dort wo die Spannung des Thermoelement ausgewertet wird und die Verrechnung mit der Temperatur des Thermoelements.

Der AD595 gibt pro Grad Celsius eine Spannung 10mV am Ausgang aus. Somit gibt dieser bei 1000°C folglich 10V aus.

Der Spannungsteiler am Ausgang, halbiert die Ausgangsspannung damit diese mit dem AD-Wandler des Mikrocontrollers, dessen Messbereich nur zwischen 0 und 5 Volt liegt, gemessen werden kann.

Ein Thermoelement bedarf bei der Auswertung des Signals keiner Korrektur wie das eines PT100s.

## 8.2.3 Startvorgang der Heizung

Beim Start der Heizung wird als erstes die Glühkerze eingeschaltet und ca. 2 Sekunden gewartet. Anschließend werden die Pellets (die dreifache Menge als bei einem normalen Einwurf) mit der Schnecke eingeworfen. Nun wird ca. 10 Sekunden gewartet, um die Pellets mit Hilfe der Glühkerze zum Glühen zu bringen. Sichtbar wird dass von außen durch aufsteigenden Rauch. Nach den 10 Sekunden wird das Gebläse eingeschaltet. Die Luft die durch die Pellets strömt, lässt die Pellets sich entzünden und brennen. Nun wird die Temperatur gemessen. Steigt diese über 570°C brennt die Heizung stabil und der Startvorgang wird im Programm verlassen. Jetzt wird die Glühkerze wieder ausgeschaltet.

## 8.3 Das Netzteil

### 8.3.1 Allgemeine Beschreibung

Das Netzteil beinhaltet zwei Funktionen. Zum einen das Aufladen des Bleiakkus und zum zweiten das Schalten des hohen Stroms der Glühkerze. Im Netzteil ist eine Ladeschaltung, die den Akku kontinuierlich auflädt, sobald das Modul an 230V angeschlossen wird.

In dem Modul befindet sich ein Transformator, der die 230V auf 15V heruntertransformiert. Die 15V werden dann gleichgerichtet.

Um den Akku zu laden wird ein

Konstantstrom-/Konstantspannungsverfahren genutzt. Wenn der Bleiakku leer ist, ist der Ladestrom sehr hoch. Beim Konstantstrom Ladeverfahren wird der Ladestrom auf 1/10tel C (mit C wird die Kapazität des Akkus bezeichnet) begrenzt. Dies geschieht durch absenken der Ladespannung. Sinkt der Ladestrom unter 1/10tel C, wird mit Konstantspannung geladen. Die Konstantspannung beträgt 13.8 Volt, das ist die sogenannte Ladeschlussspannung eines Bleiakkus mit nominal 12V. Dann ist der Akku voll geladen. Wenn diese Spannung im Akku erreicht ist fließt auch kein Ladestrom mehr.

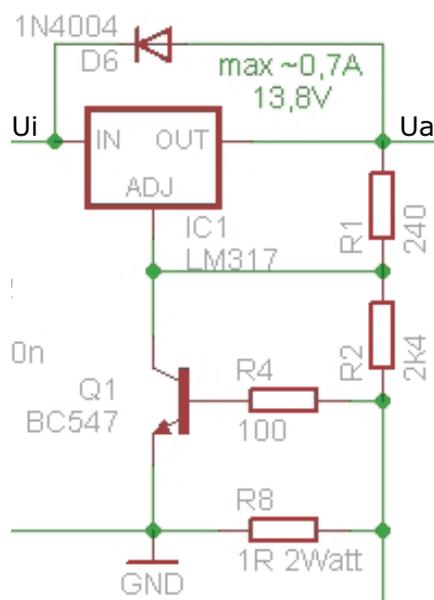
Die zweite Funktion des Netzteils, das schalten der Glühkerzenspannung, legt die erste Funktion, das Laden des Akkus, außer Kraft, d.h. wenn die Glühkerze von der Heizungssteuerung aus eingeschaltet wird, wird die Ladeschaltung vom Akku getrennt und der Akku wird währenddem die Glühkerze eingeschaltet ist, nicht geladen. Das dient primär zum Schutz der Ladeschaltung. Wenn der Akku weiterhin geladen werden sollte, wäre der Schaltungsaufwand erheblich höher.

Die Schaltung im Netzteil ist so ausgelegt, dass die Schaltfunktion auch ohne 230V Versorgung gegeben ist. Es reicht also den Akku und die Glühkerze an das Netzteil anzuschließen und die Glühkerze kann trotzdem von der Heizungssteuerung aus ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Wenn die Glühkerze eingeschaltet ist, fließen ca. 24 Ampere.

## 8.3.2 Erklärung einzelner Schaltungsteile

### 8.3.2.1 Ladeschaltung



Die Ladeschaltung basiert auf einem LM317 Spannungsregler. Die Ausgangsspannung wird über einen Spannungsteiler am ADJ-Pin (engl. adjust – einstellen) des Spannungsreglers eingestellt. Typischerweise nimmt man für R1 240  $\Omega$ . Dieser Wert wird im Datenblatt empfohlen.

Der Ladestrom des Akkus verursacht an R8 einen Spannungsabfall der proportional zum Strom ist. Bei einem Ampere fällt an den Widerstand ein Volt ab, bei 0,7A  $\rightarrow$  0,7V.

Die Spannung  $U_{R8}$  an R8, die durch den Ladestrom abfällt, bringt den Transistor im unteren Bereich (0 – 0,6V) zum Leiten oder zum durchschalten (0,7V). Bis 0,7V hat der Transistor allerdings noch einen erheblichen Widerstand. Durch den gesunkenen Widerstand des Transistors wird der Ersatzwiderstand (R2 parallel zum Transistor) nach Masse niederohmiger und die Spannung am Adjust-Pin des LM317 sinkt.

Wenn dadurch die Ausgangsspannung sinkt, dann verringert sich auch der Ladestrom des Akkus, da sich dieser beim Ladevorgang wie ein ohmscher Verbraucher verhält.

Fließt allerdings nicht der maximale Ladestrom von 0,7A, dann wird der Akku mit einer Konstantspannung von 13,8V geladen.

Die Strombegrenzung zusätzlich auch als Überlastschutz für den Trafo und den LM317. Der Trafo bringt 2x15V 2x12,5VA, das macht bei einer Parallelschaltung der beiden Sekundärwicklungen 25VA, das sind bei 15V 1,6 Ampere.

## 8.3.3 Probleme beim Bau des Netzteils

Einige Probleme zeigen sich erst nach der Entwicklung und dem Bau der Schaltung.

Ein großes Problem beim Bau des Netzteils war die Wärmeentwicklung an dem linearen Spannungsregler LM317.

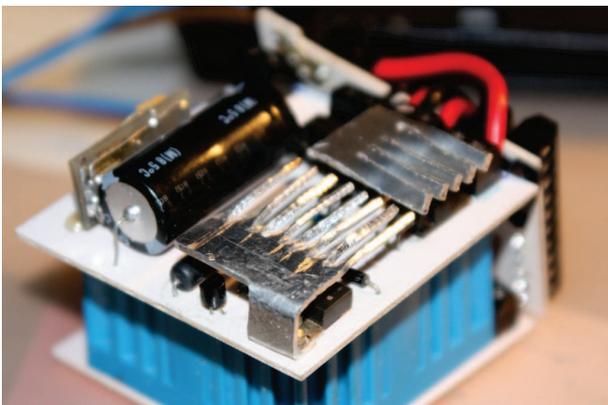
Bei der Lineartechnik wird überschüssige Energie in Wärme umgewandelt. Da der Spannungsregler anfangs von gleichgerichteten 15V ( $15V \cdot \sqrt{2} \sim 21V$ ) auf 13,8V oder weniger herunter regeln musste und das bei einem Strom von bis zu 0,7 Ampere waren das bis zu 7 Watt (ca. 10V herunter geregelt bei 0,7A) Wärme die entstanden. Da konnte selbst ein Kühlkörper der in das Gehäuse gepasst hätte nichts ausrichten.

Die gesuchte Lösung durfte die Spannung nicht linear herunter regeln, so blieb nur noch eins übrig, ein Schaltregler.

Die Schaltung für den Schaltregler ist aus dem Datenblatt des Bausteins entnommen und wurde in SMD auf eine kleine Platine aufgebaut. Die Platine ist aufgestellt nicht höher als der Kondensator auf der Netzteilplatine.



Auf der Platine befindet sich der Schaltreglerbaustein, eine Speicherdrossel, eine Diode und ein Kondensator. Der Schaltregler regelt die Spannung von 21 Volt auf 15 herab, so das der Linearspannungsregler LM317 nur noch 1,2V herunter regeln muss und somit nicht mehr sonderlich heiß wird.



Zudem wurde auf den Spannungsregler, sowie auf den Leitungstransistor, der die Glühkerzenspannung schaltet ein kleiner selbstgebauter Fahnenkühlkörper montiert, der die Wärme im Gehäuse verteilt.

## 8.4 Der Webserver

Die Überschrift dieses Kapitels sollte vielmehr „Der gescheiterte Webserver“ lauten.

Beim Bau des Webserver gab es an sich keine Probleme, die Hardware funktioniert einwandfrei, nur die Firmware macht in einigen Bereichen Probleme.

Das Anzeigen bzw. Übertragen einer Webseite an den Computer, das man sie dort mit einem Browser anschauen kann, funktioniert ohne Probleme.

Um die Temperaturen und die Stati der Module anzeigen zu können, musste ein Stück Code geschrieben werden, das den Webseitenquelltext vor dem Übertragen an den Client (PC oder Handy) nach den Platzhaltern für die Werte durchsucht, auch diese Funktion arbeitet fehlerfrei.

Die Implementierung des Webserver in die Projektarbeit ist daran gescheitert, das die serielle Kommunikation zu den Modulen über den RS485 Bus nur zum Teil erfolgt ist.

Wenn ein Befehl geschickt wurde, kam dieser entweder ohne Endung beim Empfänger an oder hatte einige undefinierbare Zeichen zwischen drin.

Das Problem konnte nicht so schnell gelöst werden, trotz wochenlanger Suche. Irgendwann beschloss Jonas den Webserver, da er nur als optional in der Projektbeschreibung erwähnt war, aus der Projektarbeit zu streichen und sich auf andere Dinge zu konzentrieren.



## 9. Die Heizung

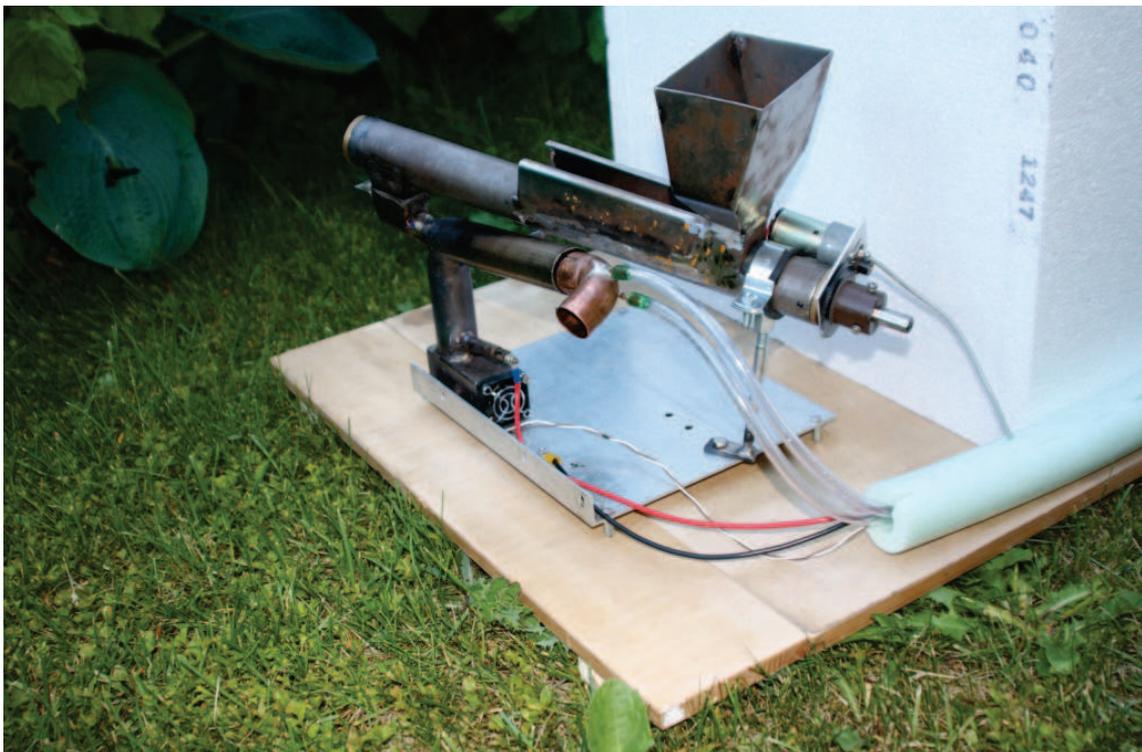
Die Pellet Heizung besteht aus zwei Teilen, einmal die eigentliche Heizung und zum anderen die Förderschnecke. Die Heizung besitzt eine Brennkammer, einen Lüfter und ein Abgasrohr in der sich ein Wärmetauscher befindet. Die Pellets werden von der Förderschnecke durch eine Öffnung in die Brennkammer geworfen.

Zum Ablauf des Startvorgangs siehe: 8.2.3 Startvorgang der Heizung.

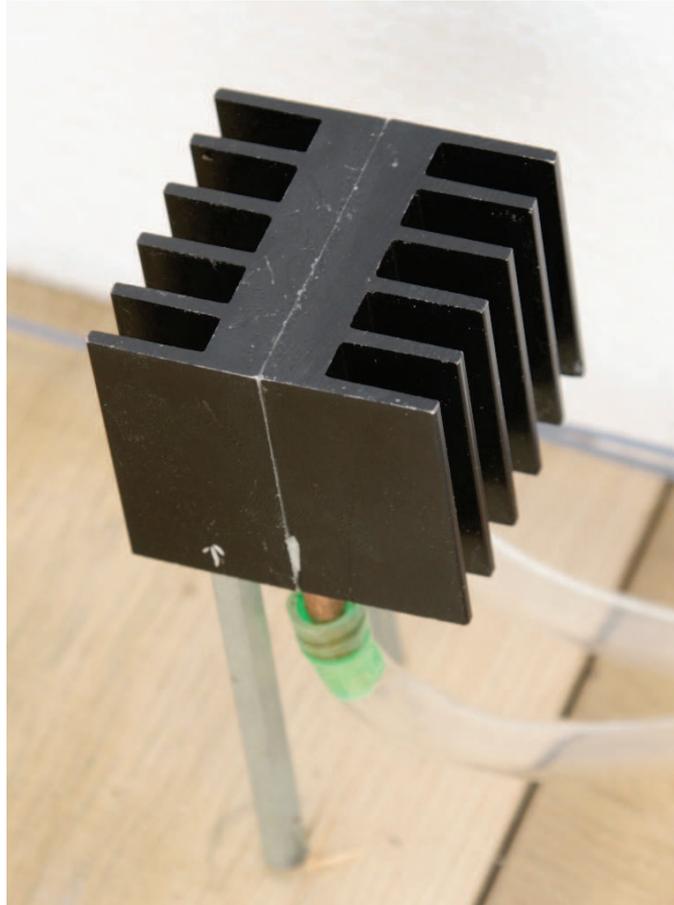
Die vom Wärmetauscher ausgenommene Wärme, wird an das durchfließende Wasser abgegeben. Das Wasser wird dann weiter in den Wasserspeicher gepumpt.

Von dort aus gelangt es in den Heizkörperkreislauf. Die Kreisläufe der Heizung und des Heizkörpers sind der Einfachheit halber nicht getrennt. Die Leitungen der Kreisläufe enden im Wasserspeicher, es gibt dort keine Wendeln, die die Kreisläufe trennen.

Der Wasserspeicher dient gleichzeitig als Expansionskörper in dem der Druckanstieg, durch das sich bei zunehmender Temperatur ausdehnende Wasser, ausgeglichen werden kann.



## Heizkörper



## Vorversuche zur Heizung



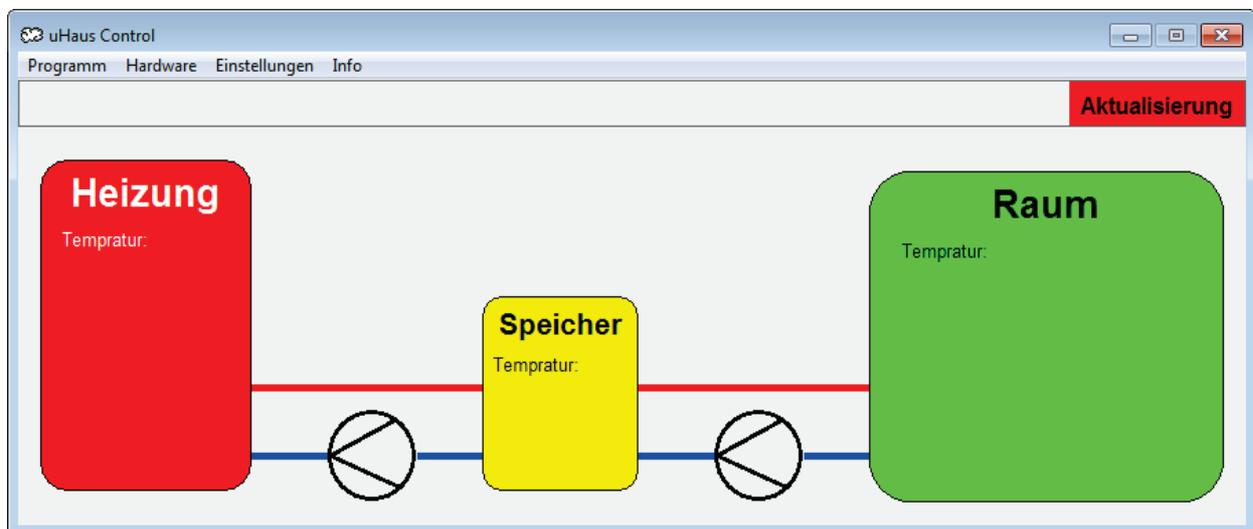
# 10. uHaus Control Software

Die Software  $\mu$ Haus Control wird zum Steuern und Einstellen der Hardware benötigt.

## 10.1 Hauptfenster

Mit der Software können sämtliche Parameter der Module eingestellt werden. Außerdem können die Software die aktuellen Temperaturen ausgelesen und in einem Diagramm dargestellt werden.

Das Hauptfenster zeigt eine Übersicht des Systems mit den aktuellen Temperaturen in den einzelnen Teilen.



Mit einem Doppelklick auf die farbigen Areale der Module (Heizung, Speicher und Raum) können die Einstellungen zu den Modulen aufgerufen werden. Das Pollen der Temperaturen aus der Hardware kann mit einem Doppelklick auf die rote Aktualisieren Anzeige gestartet werden.

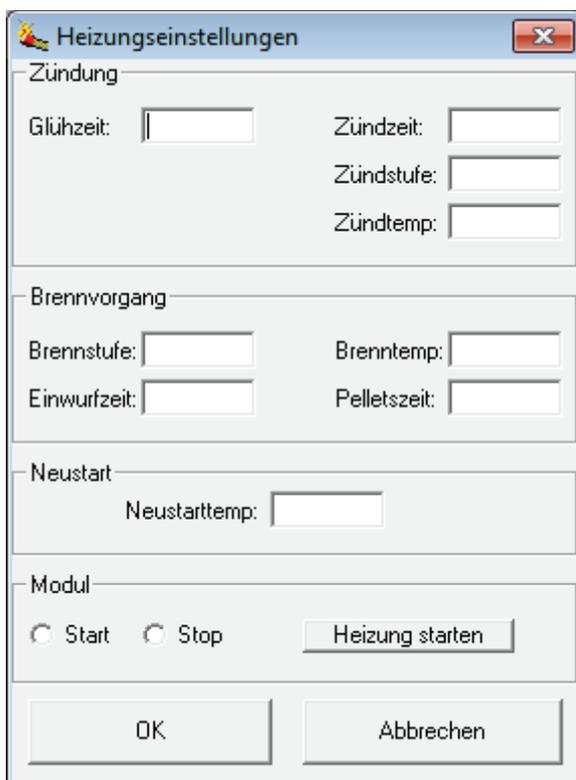
Sollen die Temperaturen noch in einer .csv Datei geloggt werden muss in den Einstellungen unter dem Menüpunkt „Einstellungen“ das Loggen aktiviert werden. Dies wird durch eine grüne Anzeige am linken Fensterrand des Hauptfensters während des Aktualisierens angezeigt. Alternativ kann das Aktualisieren der Temperaturen auch über den Menüpunkt „Hardware“ → „Aktualisieren“ aktiviert werden.

Die Hardwareeinstellungen können auch einzeln über die Menüpunkte unter „Hardware“ erreicht werden.

Der Verlauf der Temperaturen kann auch unter „Programm“ → „Temperaturverlauf“ betrachtet werden, Dies geschieht unabhängig vom Loggen der Temperaturen in die .csv Datei.

Unter dem Menüpunkt „Info“ kann eine Kurzinformation über das Programm eingeholt werden. Für Hilfe benutzen Sie bitte diese Dokumentation.

## 10.2 Heizungseinstellungen



Unter dem Menüpunkt „Info“ kann eine Kurzinformation über das Programm eingeholt werden. Für Hilfe benutzen Sie bitte diese Dokumentation. Um die erweiterten Einstellungen der Module aufzurufen muss während des Doppelklicks die Strg-Taste (auf manchen Tastaturen auch mit Ctrl beschriftet) gehalten werden. Links im Bild ist das Einstellungsfenster der Heizungsteuerung zu sehen. Hier hat man die Möglichkeit alle zur Heizung gehörenden Parameter einzustellen.

(Für eine Beschreibung der Parameter werfen Sie einen Blick in den Anhang unter Module.)

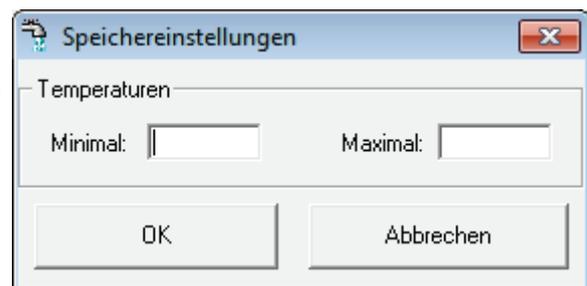
Um die geänderten Einstellungen zu übernehmen klicken die auf „OK“.

Hierzu muss zwingend „Start“ oder „Stop“ ausgewählt sein, sonst erscheint eine Warnung.

Der Button „Heizung starten“ startet direkt den Startprozess der Heizung, es ist kein Klick auf „OK“ mehr nötig.

## 10.3 Speichereinstellungen

Um die Einstellungen des Wasserspeichers zu erreichen klicken Sie doppelt auf den gelben Bereich des Speichers. In diesem Fenster gibt es keine erweiterten Einstellungen, diese befinden sich im Einstellungsfenster der Heizung, da diese Einstellungen zusammen gehören und von einem Modul, der Heizungssteuerung, aufgeführt werden.



## 10.4 Reglereinstellungen



Im Einstellungsfenster des Reglers kann der Reglertyp und dessen Parameter eingestellt werden. Auch hier muss wieder zwingend „Start“ oder „Stop“ ausgewählt sein. In diesem Fenster sind ebenfalls erweiterte Einstellungen aufrufbar. Um diese zu erreichen, muss die Strg-Taste während des Doppelklicks auf

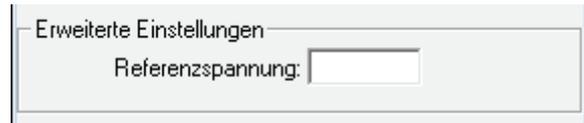
den Raum im Hauptfenster gehalten werden.

Für eine Optimierung der Reglerparameter sollte ein fundiertes Wissen im Bereich der Regelungstechnik vorhanden sein.

Hier soll ebenfalls nicht unerwähnt bleiben, dass der P-Regler eine bleibende Regeldifferenz besitzt, d.h. dass die gewünschte Temperatur nie ganz erreicht wird.

## 10.5 Erweiterte Einstellungen

Die erweiterten Einstellungen beinhalten in den Fenstern der Heizung und des Reglers das Einstellen der



Referenzspannung der Messschaltungen. Diese sollte der Versorgungsspannung der Module entsprechen, die, um die Temperaturen möglichst genau zu messen, auf zwei Nachkommastellen genau eingetragen werden sollte.

Allgemein beim Verändern der Werte in den Einstellungsfenstern ist höchste Vorsicht geboten. Es kann passieren, dass die Hardware durch unsachgemäße Einstellungen nicht mehr anläuft oder beschädigt werden kann! Das Ändern von Werten sollte nur durch geschultes Personal vorgenommen werden.

Einige Werte, wie die der Heizung, basieren auf langem Ausprobieren und Forschen mit den einzelnen Komponenten.

## 10.6 Programmeinstellungen



Unter COM-Port muss hier die Nummer der Seriellen Schnittstelle, mit der die Hardware verbunden ist, eingetragen werden. Die höchste Nummer beträgt 16.

Hier werden auch USB-Seriell Adapter angezeigt.

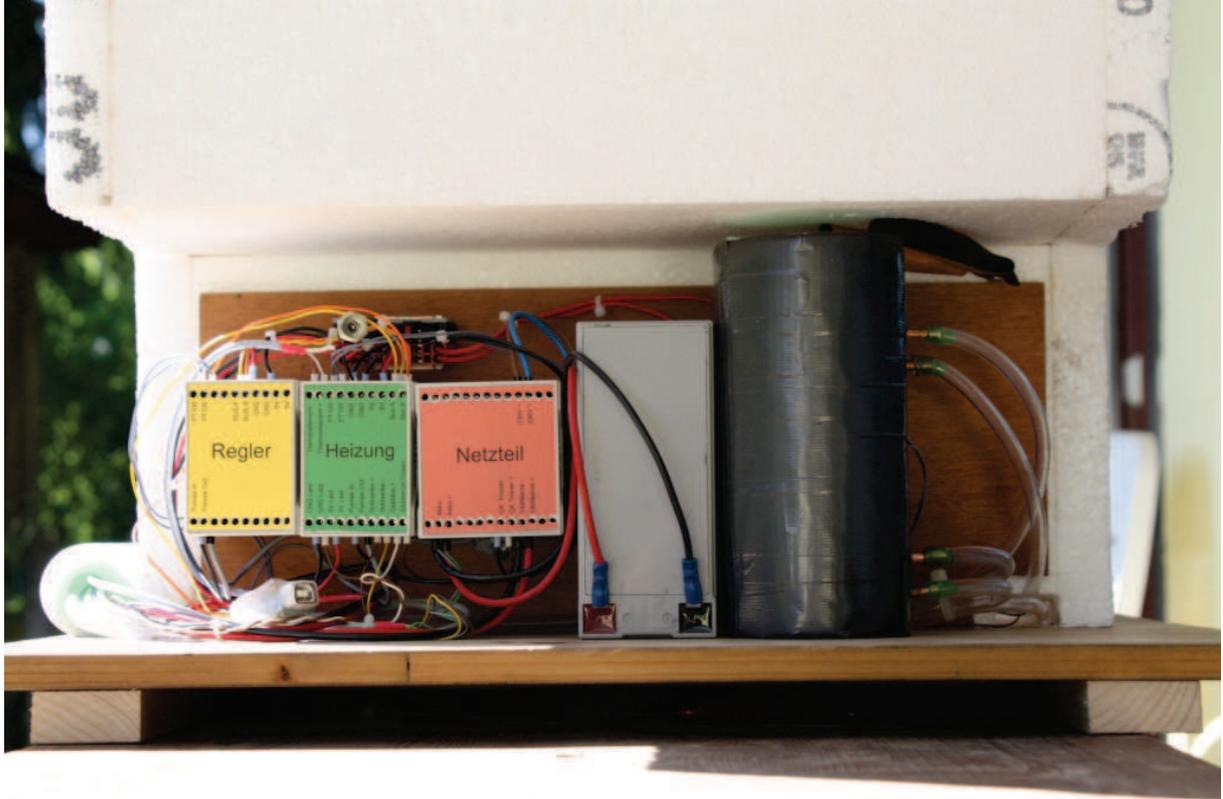
Unter Aktualisierung wird die Zeit eingetragen die zwischen dem Abholen

der Werte von der Hardware verstreichen muss.

Unter Logging wird das Speichern der Temperaturen in eine .csv Datei aktiviert.

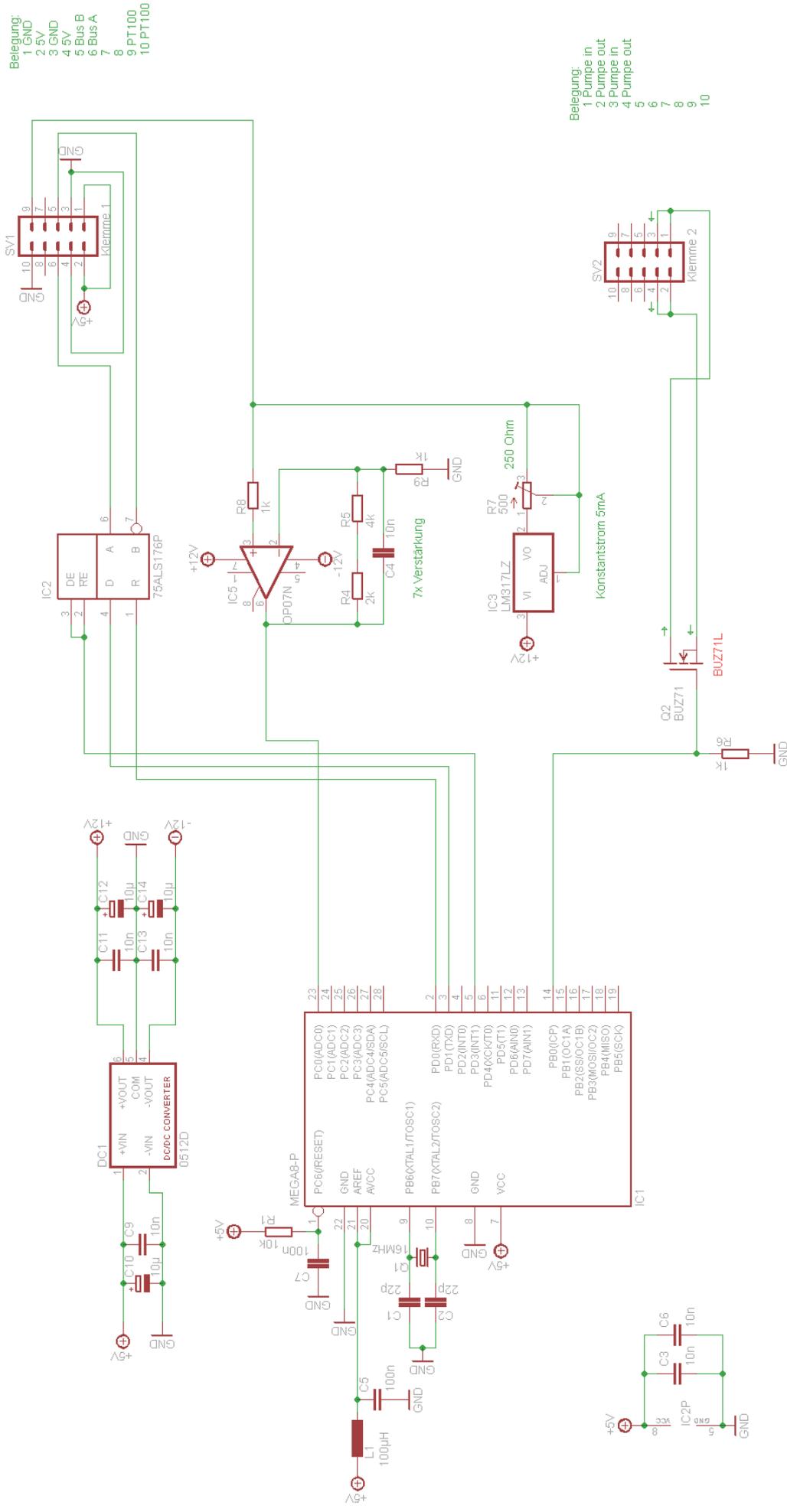
# 11. Anhang

Fertig verkabelte Elektronik mit Bleiakku und Wassertank

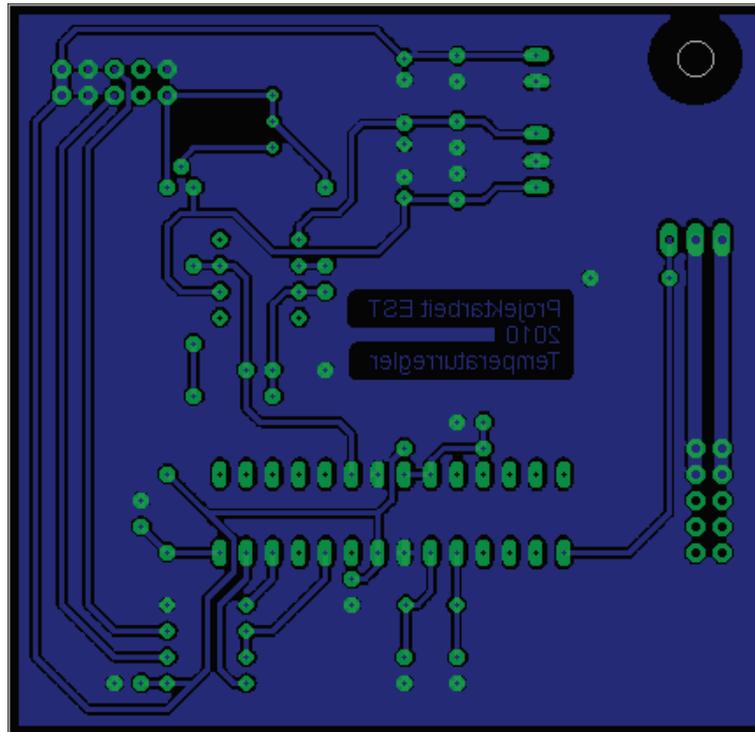


# 11.1 Regler

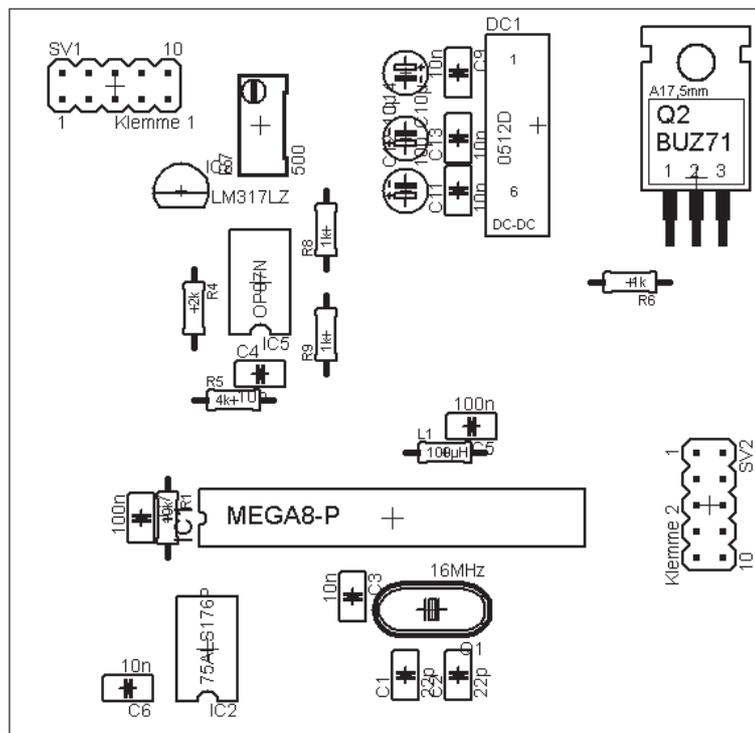
## 11.1.1 Schaltplan



## 11.1.2 Layout



## 11.1.3 Bestückungsplan



## 11.1.4 Bauteilliste

Hauptplatine:

<b>Bauteil</b>	<b>Bezeichnung/Wert</b>	<b>Beschreibung</b>
Kondensatoren		
C1	22pF	Kondensator für Quarz
C2	22pF	Kondensator für Quarz
C3	10nF	
C4	10nF	
C6	10nF	
C9	10nF	
C11	10nF	
C13	10nF	
C5	100nF	
C7	100nF	
C10	10 $\mu$ F	
C12	10 $\mu$ F	
C14	10 $\mu$ F	
Widerstände		
R1	10k $\Omega$	
R6	1k $\Omega$	
R8	1k $\Omega$	
R9	1k $\Omega$	
R4	2k $\Omega$	
R5	4k $\Omega$	
R7	500 $\Omega$	
Spulen/Drosseln		
L1	100 $\mu$ H	Filterdrossel
Quarze		
Q1	16MHz	Quarz für Mikrocontroller
Transistoren		
Q2	BUZ71L	FET für Pumpe

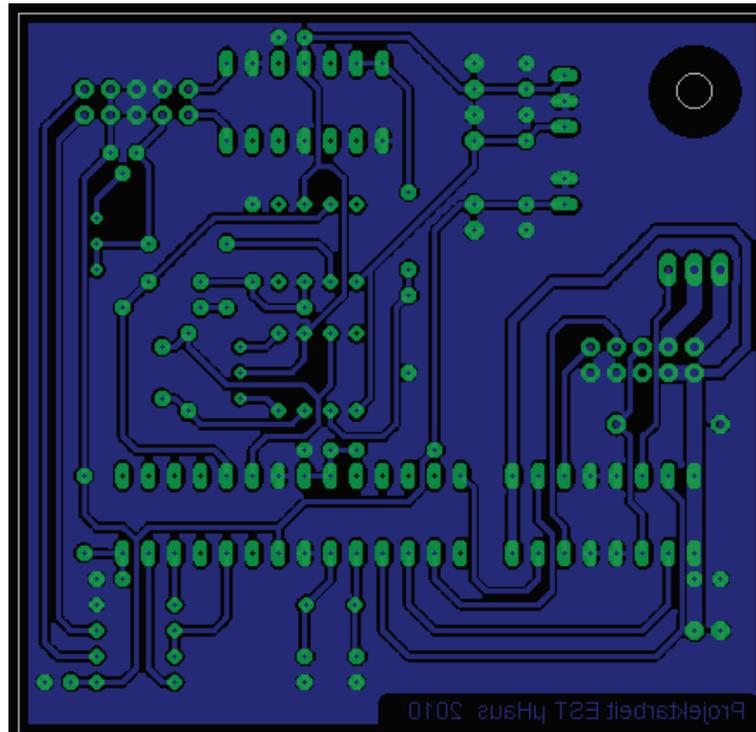
Spannungsversorgung		
DC1	0512D	DCDC Wandler 5V ±12V
IC3	LM217	Konstantstromquelle
Integrierte Schaltkreise		
IC1	Atmega 8	Mikrocontroller
IC2	SN75176	RS485 Treiber
IC5	OP07N	Operationsverstärker
Steckverbinder		
SV1	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Deckep.
SV2	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Deckep.

Bauteile der Deckelplatine:

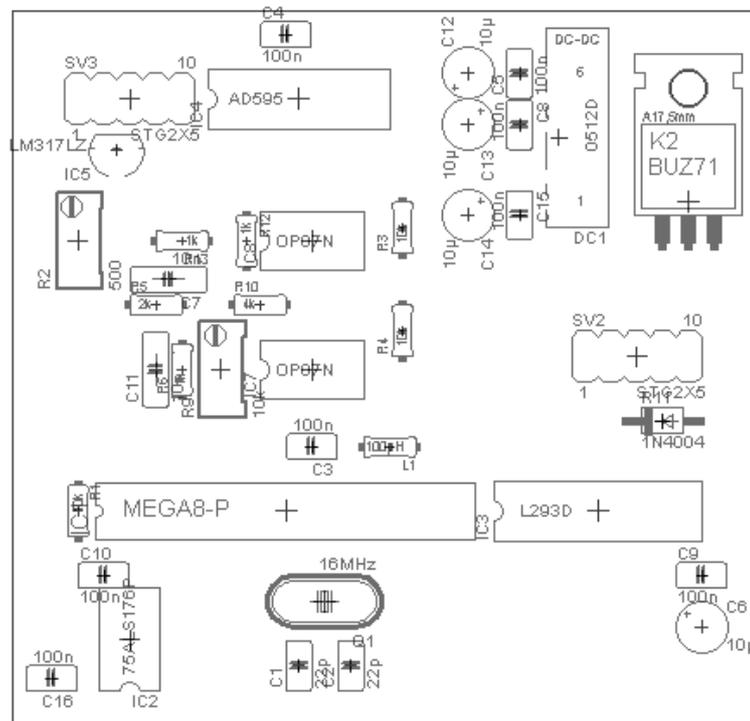
SV1	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Hauptp.
SV2	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Hauptp.
X1	Printklemme 10fach	
X2	Printklemme 10fach	



## 11.2.2 Layout



## 11.2.3 Bestückungsplan



## 11.2.4 Bauteilliste

Bauteile der Hauptplatine:

<b>Bauteil</b>	<b>Bezeichnung/Wert</b>	<b>Beschreibung</b>
Kondensatoren		
C1	22pF	Kondensator für Quarz
C2	22pF	Kondensator für Quarz
C3	100nF	Endstörkondensator
C4	100nF	Endstörkondensator
C5	100nF	Endstörkondensator
C8	100nF	Endstörkondensator
C9	100nF	Endstörkondensator
C10	100nF	Endstörkondensator
C15	100nF	Endstörkondensator
C16	100nF	Endstörkondensator
C7	10nF	Endstörkondensator
C11	10nF	Endstörkondensator
C6	10 $\mu$ F	
C12	10 $\mu$ F	
C13	10 $\mu$ F	
C14	10 $\mu$ F	
Widerstände		
R1	10k $\Omega$	
R3	10k $\Omega$	
R4	10k $\Omega$	
R9	10k $\Omega$	
R6	1k $\Omega$	
R12	1k $\Omega$	
R13	1k $\Omega$	
R2	500 $\Omega$	
R5	2k $\Omega$	
R10	4k $\Omega$	
Dioden		
R11	1N4007	Freilaufdiode

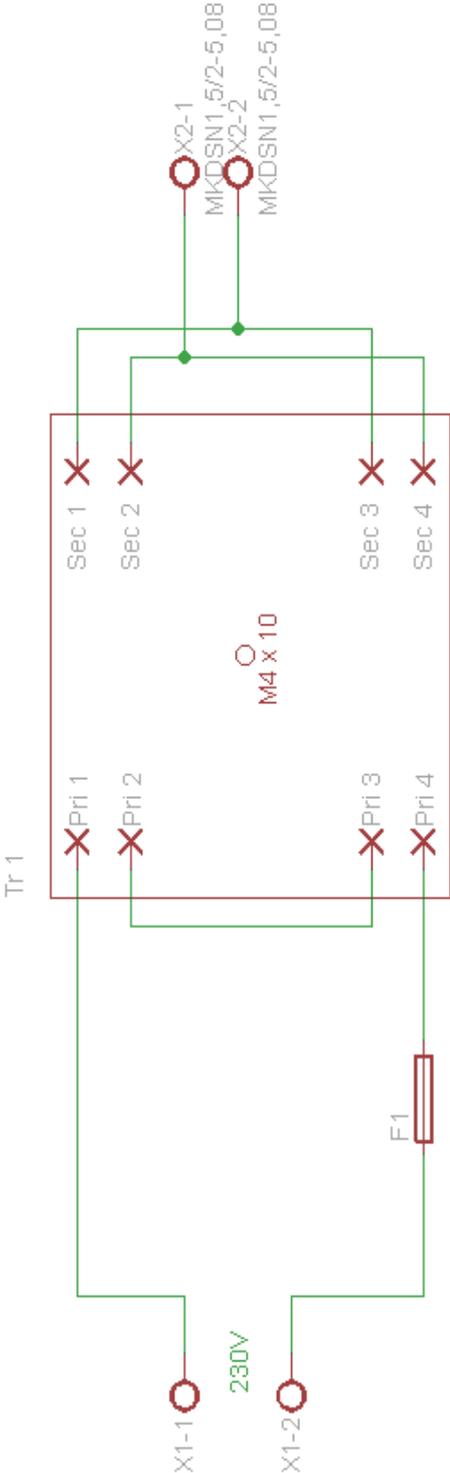
Spule/Drossel		
L1	100µH	Filterdrossel
Quarz		
Q1	16MHz	Quarz für Mikrocontroller
Transistoren		
K1	BUZ71L	ET-Leistungstransistor
Spannungsversorgung		
DC1	0512D	DCDC Wandler 5V ±12V
IC5	LM317	Konstantstromquelle
Integrierte Schaltkreise (ICs)		
IC1	Atmega 8	Mikrocontroller
IC2	SN75175	RS485 Treiber
IC3	L293D	4fach Push-Pull Treiber
IC4	AD595	Thermoelementbaustein
IC7	OP07N	Operationsverstärker
IC8	OP07N	Operationsverstärker
Steckverbinder		
SV2	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Deckelp.
SV3	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Deckelp.

Deckelplatine:

SV1	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Hauptp.
SV2	Stiftleiste 2x5 Pins	Verbindung zu Hauptp.
X1	Printklemme 10fach	
X2	Printklemme 10fach	

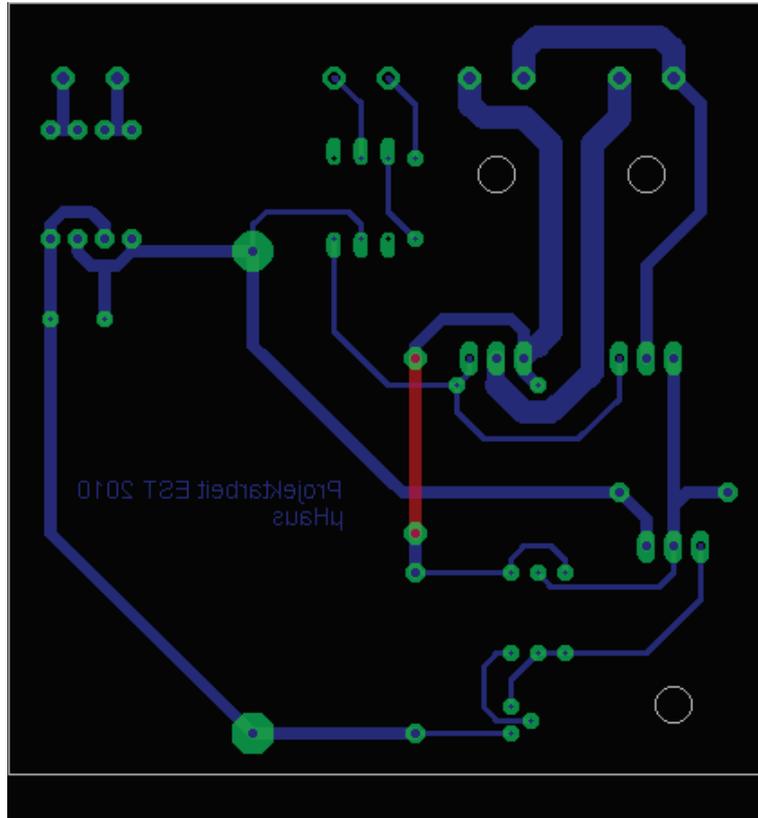


Trafoplatine:

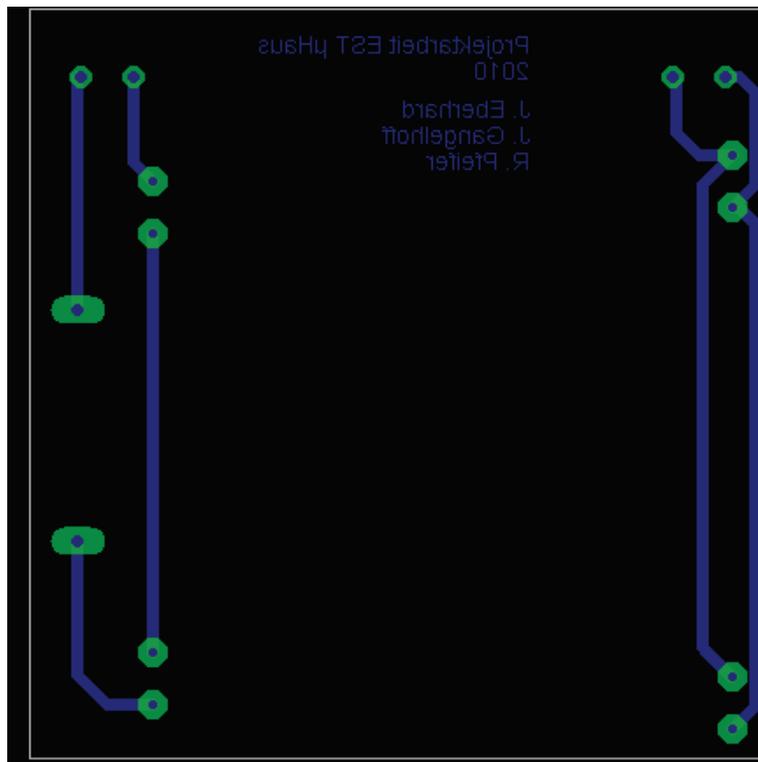


# 11.3.2 Layout

Ladeplatine:

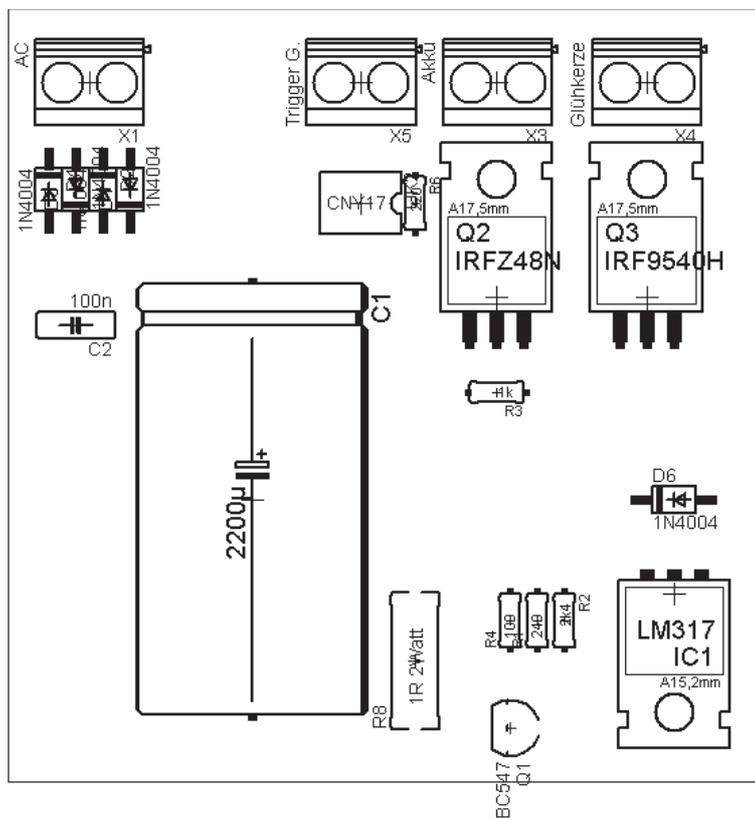


Trafoplatine:

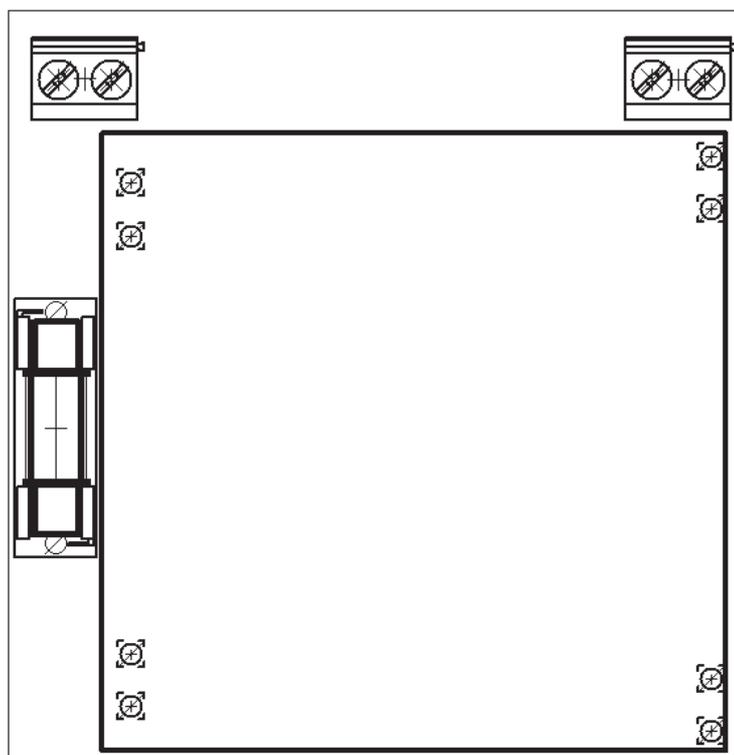


# 11.3.3 Bestückungsplan

Ladeplatine:



Trafoplatine:



## 11.3.4 Bauteilliste

Bauteile der Hauptplatine:

<b>Bauteil</b>	<b>Bezeichnung/Wert</b>	<b>Beschreibung</b>
Kondensatoren		
C1	2200 $\mu$ F	Glättungskondensator
C2	100n	Endstörkondensator
Dioden		
D1	1N4007	Gleichrichter
D2	1N4007	Gleichrichter
D3	1N4007	Gleichrichter
D4	1N4007	Gleichrichter
D6	1N4007	
Widerstände		
R1	240 $\Omega$	
R2	2,4k $\Omega$	
R3	1k $\Omega$	
R4	100 $\Omega$	
R6	220 $\Omega$	
R8	1 $\Omega$ 2Watt	
Transistoren		
Q1	BC547	
Q2	IRFZ48N	FET für Glühkerze
Q3	IRF9540	FET zum Laden
Integrierte Schaltkreise (ICs)		
IC1	LM317	Ladeschaltung
OK2	CNY17-3	Optokoppler
Steckverbinder		
X1	Printklemme 2fach	AC
X3	Printklemme 2fach	Akku
X4	Printklemme 2fach	Glühkerze
X5	Printklemme 2fach	Trigger Glühkerze

Trafoplatine:

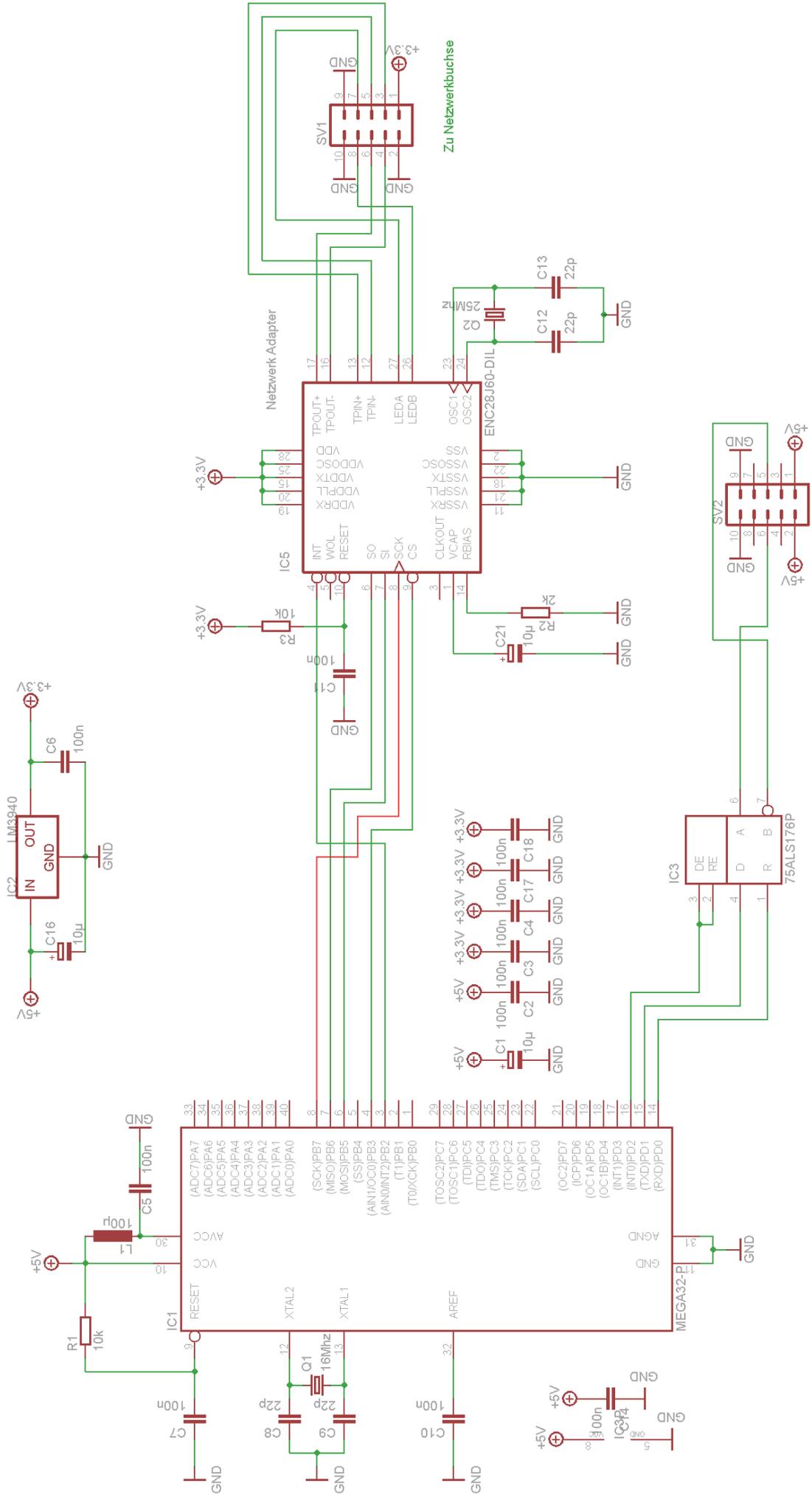
TR1	Trafo 2x15V 2x12,5VA	
F1	Halter 22,5mm	Sicherungshalter
X1	Printklemme 2fach	
X2	Printklemme 2fach	

Deckelplatine:

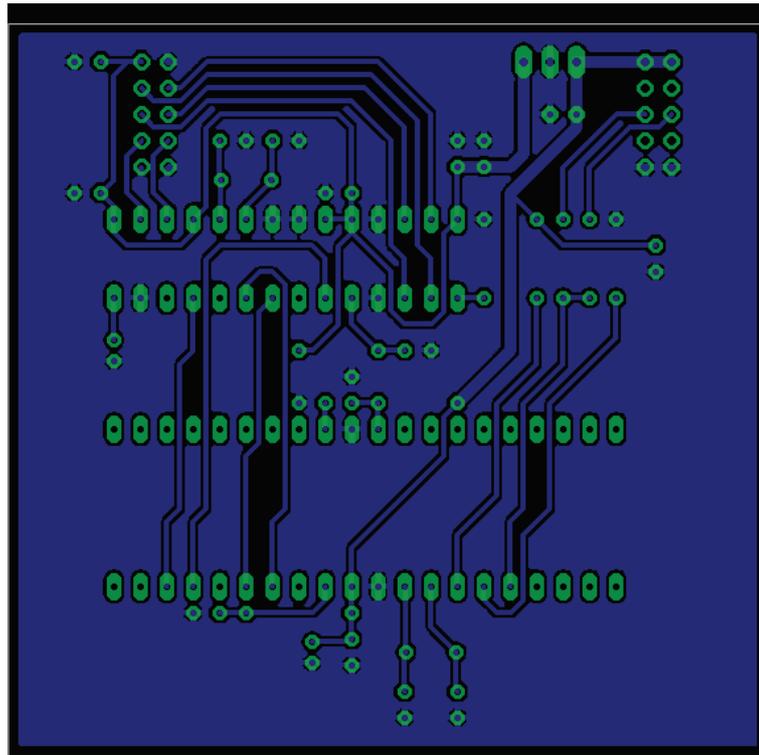
X1	Printklemme 10fach	
X2	Printklemme 10fach	
X3	Printklemme 2fach	Verbindung zu Hauptp.
X4	Printklemme 2fach	Verbindung zu Hauptp.
X5	Printklemme 2fach	Verbindung zu Hauptp.
X6	Printklemme 2fach	Verbindung zu Hauptp.

# 11.4 Webserver

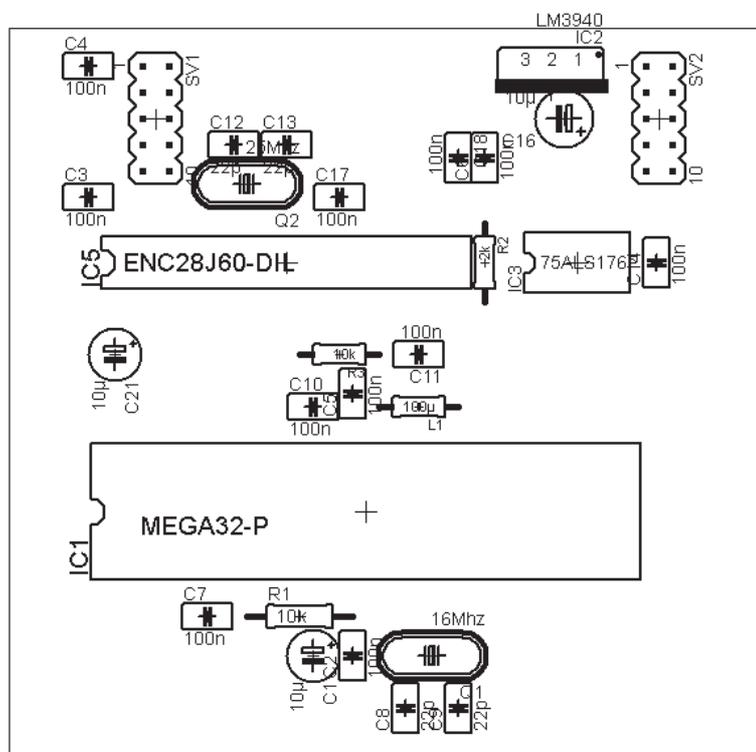
## 11.4.1 Schaltplan



## 11.4.2 Layout



## 11.4.3 Bestückungsplan



## 11.4.4 Bauteilliste

Hauptplatine:

<b>Bauteil</b>	<b>Bezeichnung/Wert</b>	<b>Beschreibung</b>
Kondensatoren		
C1	10 $\mu$ F	Spannungsstabilisierung
C2	100nF	Endstörkondensator
C3	100nF	"
C3	100nF	"
C4	100nF	"
C5	100nF	"
C6	100nF	"
C7	100nF	"
C10	100nF	"
C11	100nF	"
C14	100nF	"
C17	100nF	"
C18	100nF	"
C8	22pF	Kondensator für Quarz
C9	22pF	"
C12	22pF	"
C13	22pF	"
C16	10 $\mu$ F	Spannungsstabilisierung
C21	10 $\mu$ F	
Spulen/Drosseln		
L1	100 $\mu$ H	Filterdrossel
Widerstände		
R1	10k $\Omega$	
R3	10k $\Omega$	
R2	2k $\Omega$	
Quarze		
Q1	16MHz	Für Mikrocontroller
Q2	25MHz	Für Netzwerkbaustein

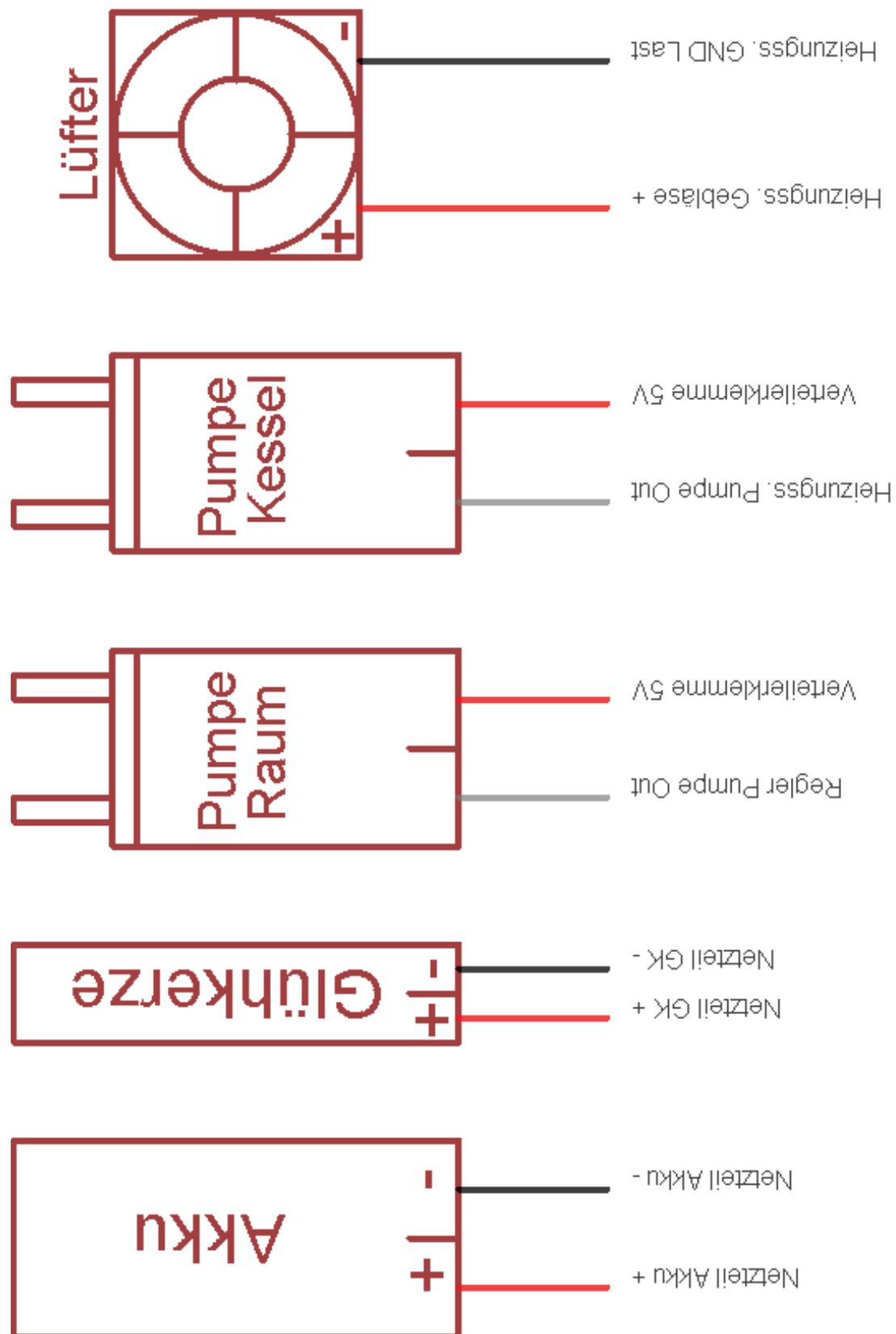
Integrierte Schaltkreise		
IC1	ATmega644	Mikrocontroller
IC2	SN75176	RS485 Treiber
IC5	ENC28J60-DIL	Netzwerkbaustein
Spannungsversorgung		
IC3	LM3940	3,3V Linearregler
Steckverbinder		
SV1	Stiftleiste 2x5 Pins	Zur Deckelplatine
SV2	Stiftleiste 2x5 Pins	Zur Deckelplatine

Deckelplatine:

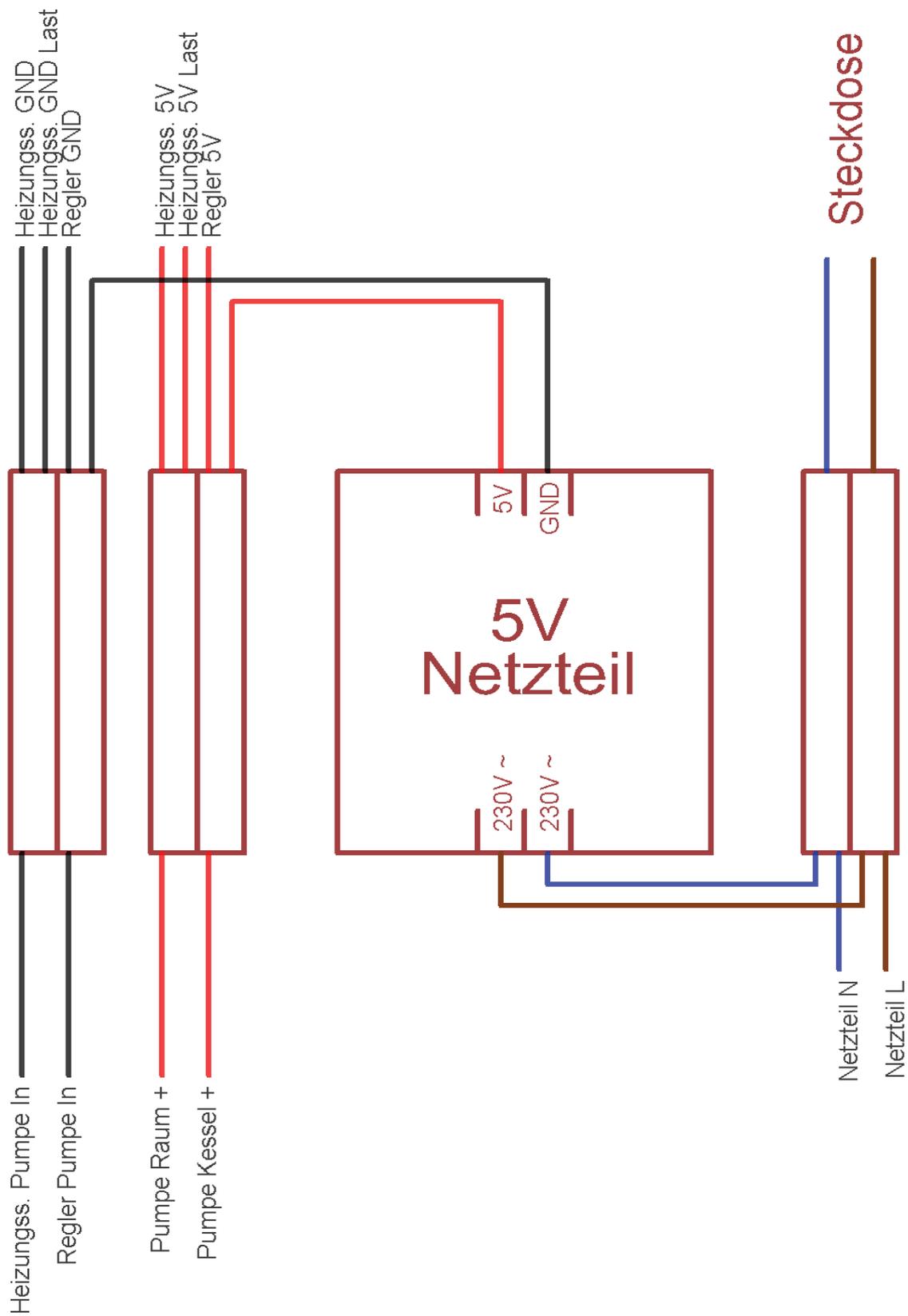
Kondensatoren		
C14	10n	
C15	10n	
Widerstände		
R6	180Ω	
R7	180Ω	
R9	50Ω	
R10	50Ω	
R11	50Ω	
R12	50Ω	
Spulen/Drosseln		
L1	100μH	Filterdrossel
Steckverbinder		
SV3	Stiftleiste 2x5 Pins	Zur Hauptplatine
SV4	Stiftleiste 2x5 Pins	Zur Hauptplatine
X2	Printklemme 10fach	
X3	MagJack SI-60062-F	Netzwerkbuchse



## 11.5.2 Peripherie



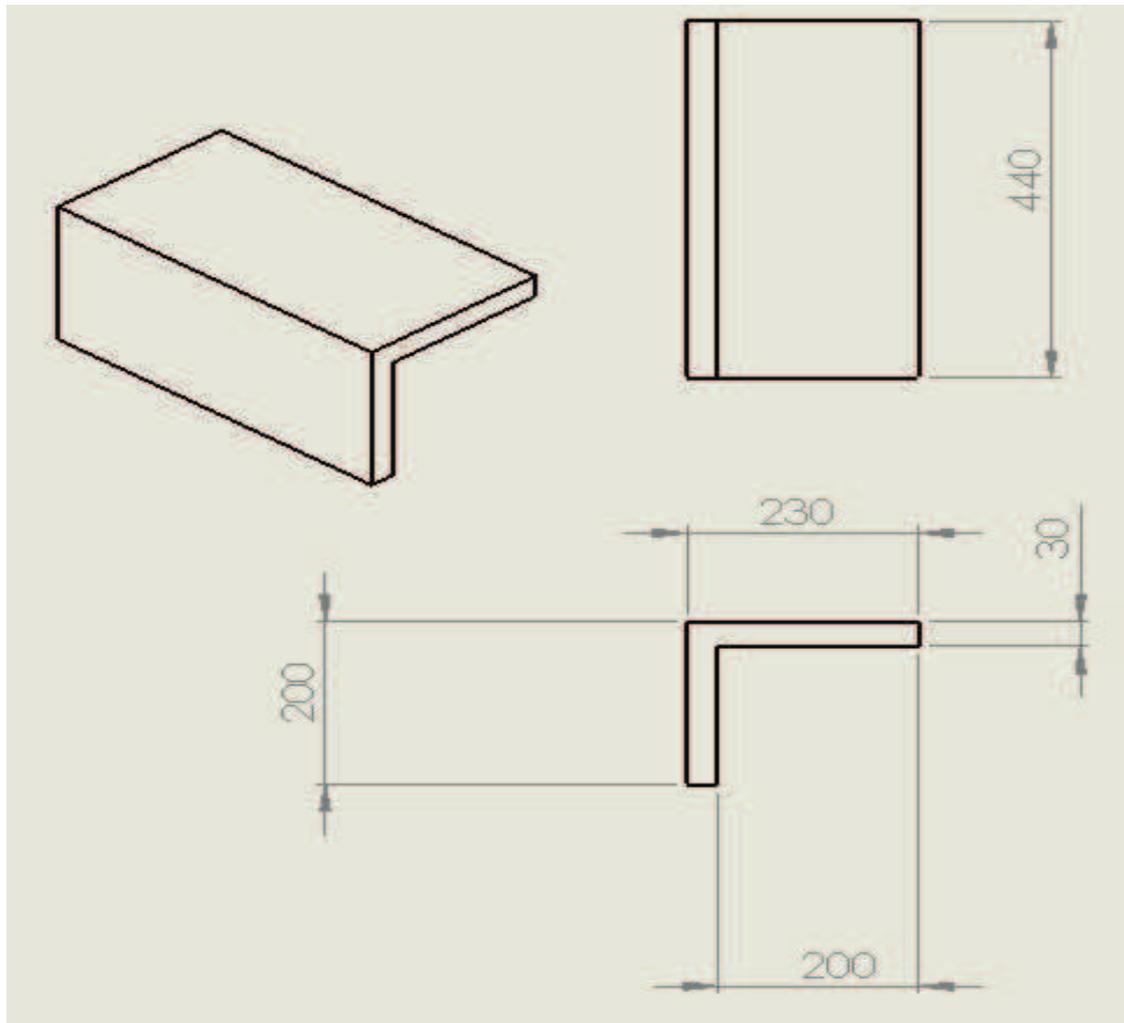
# 11.5.3 Verteilerklemmen und Stromversorgung



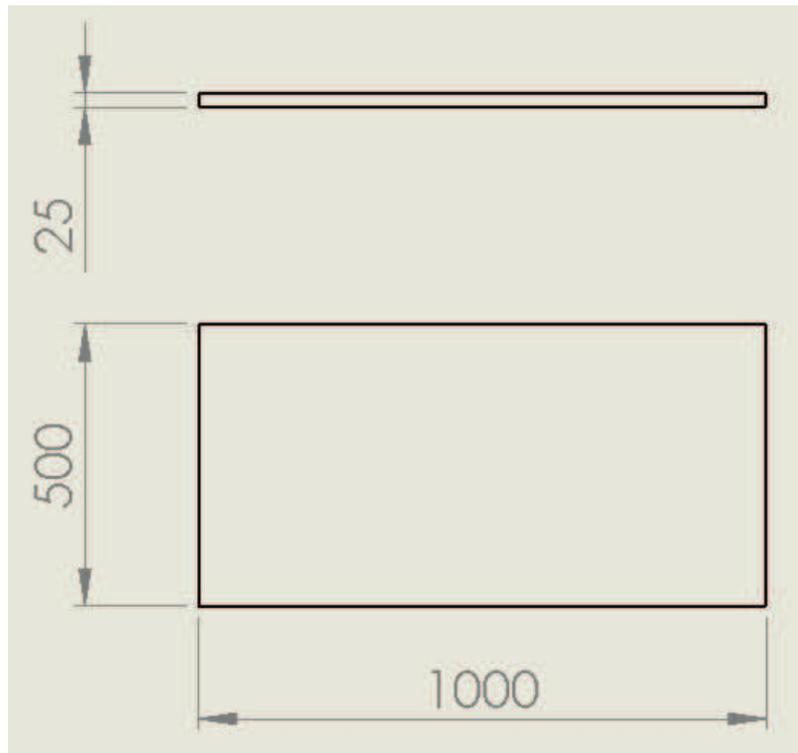
## 11.6 Konstruktionszeichnungen

### 11.6.1 Haus

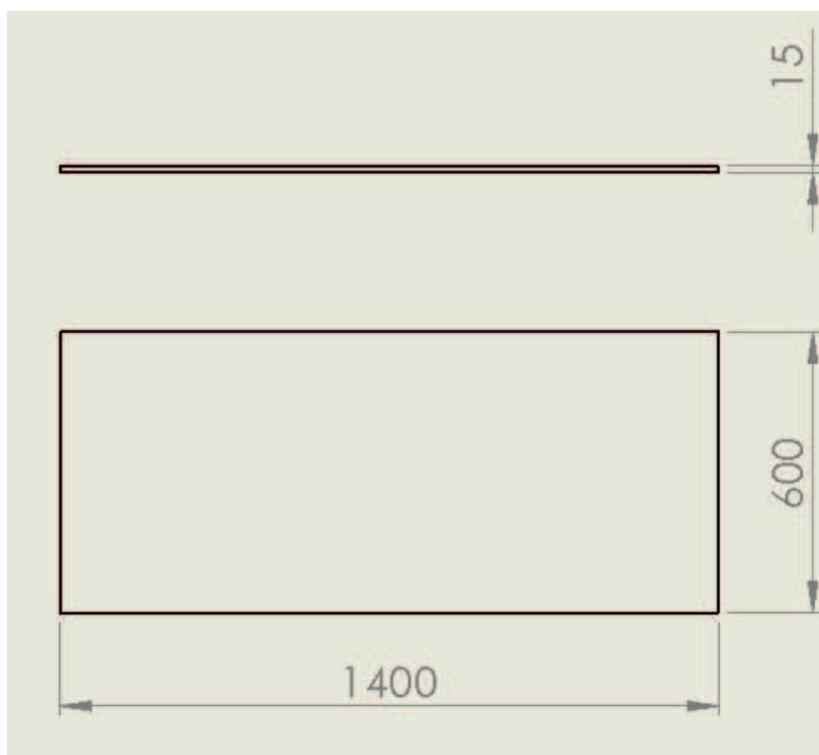
#### 11.6.1.1 Abdeckung



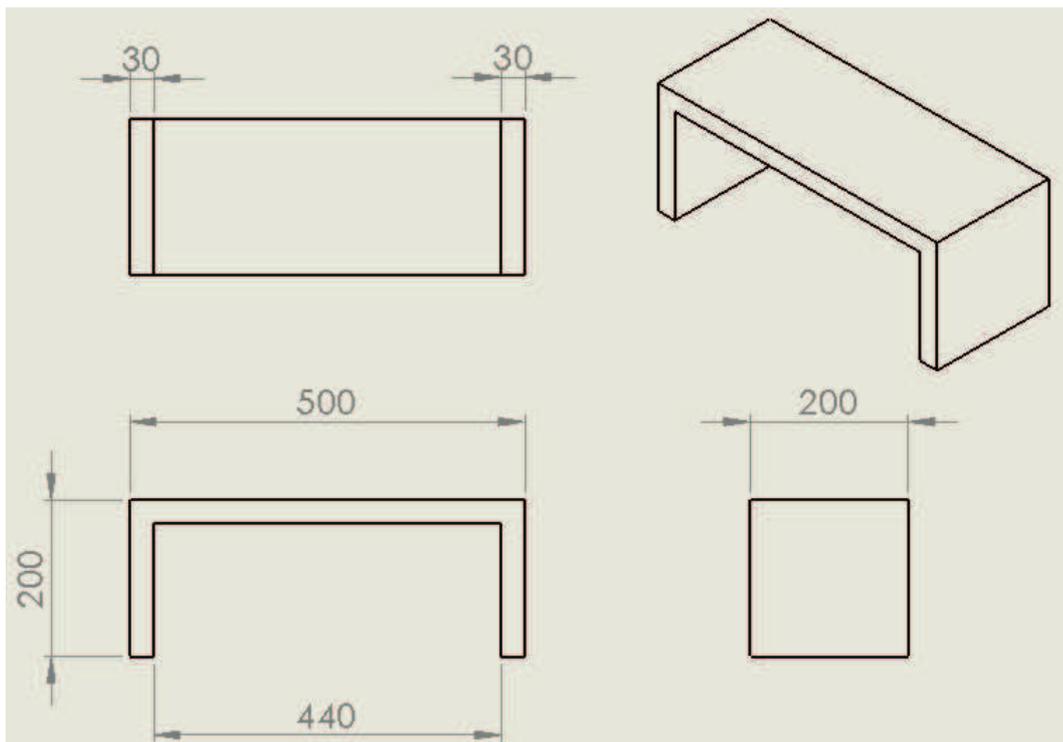
### 11.6.1.2 Dach



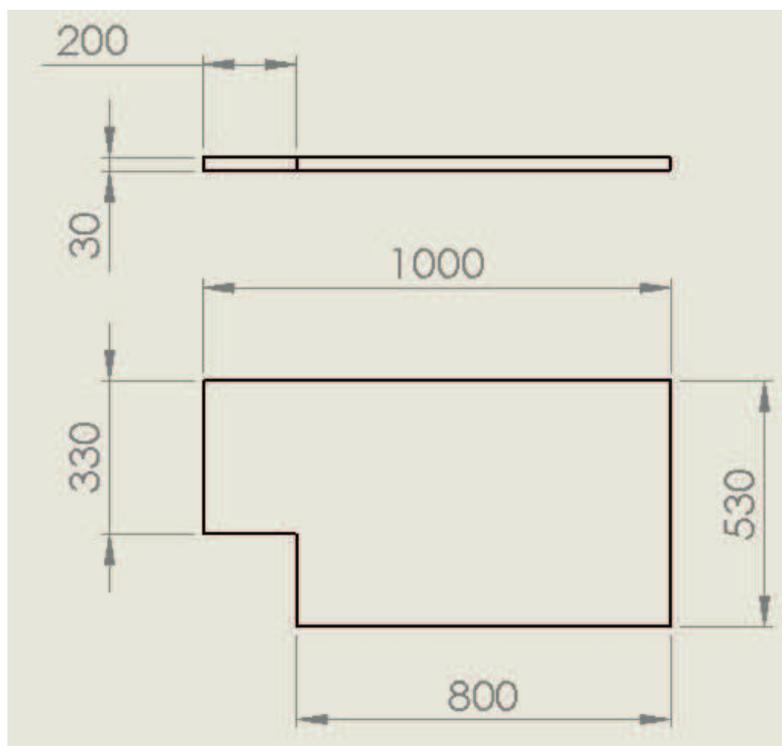
### 11.6.1.3 Grundplatte



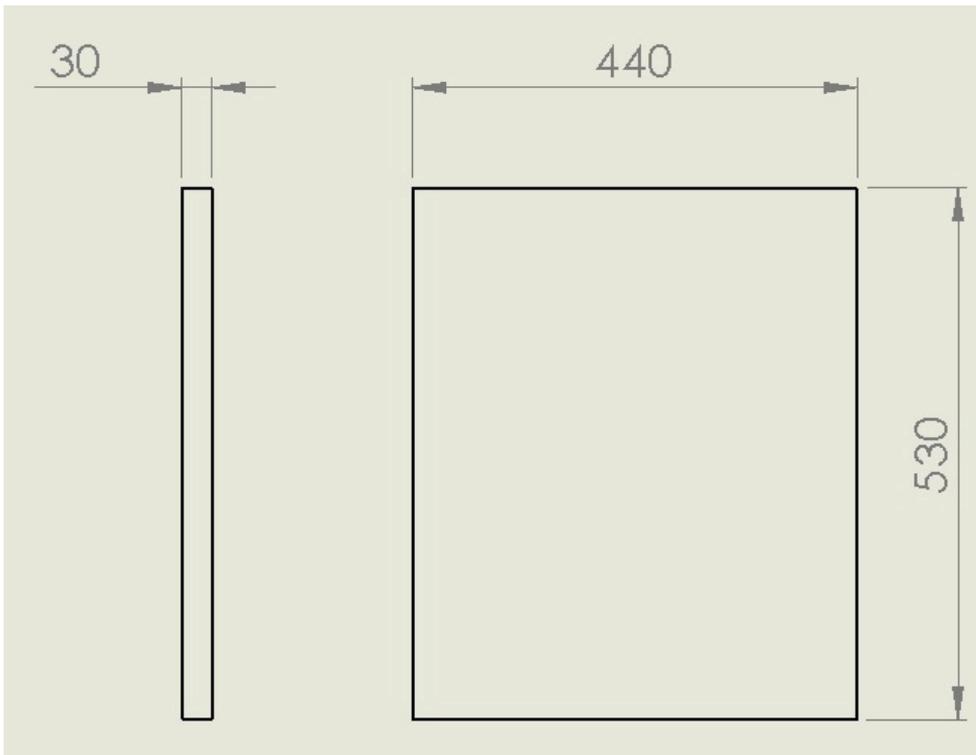
### 11.6.1.4 Haube



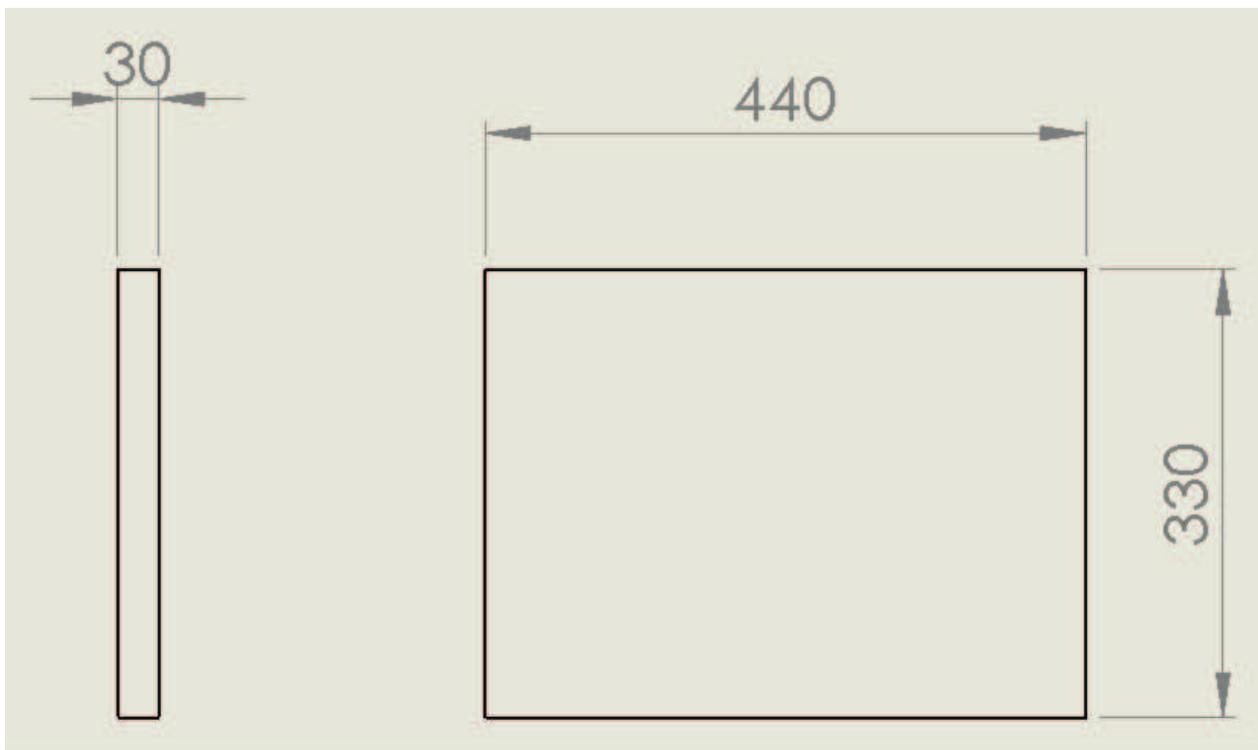
### 11.6.1.5 große Seitenwand



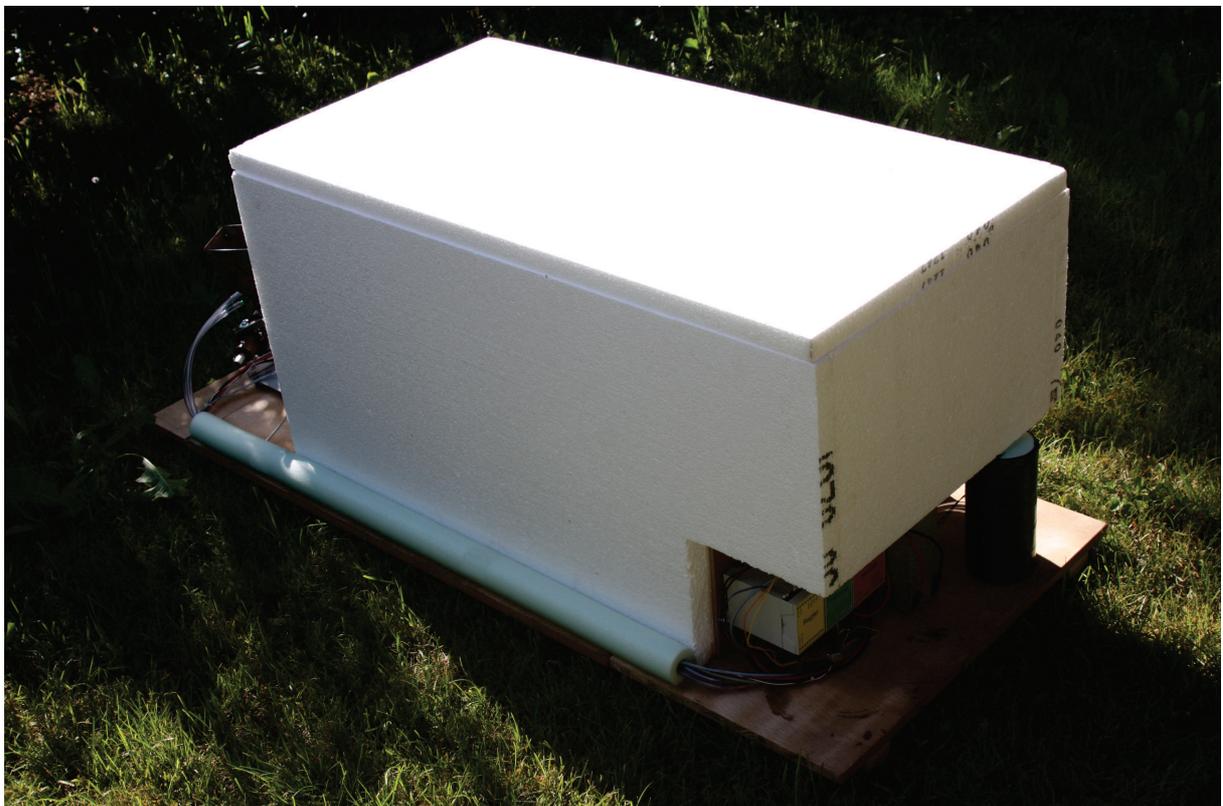
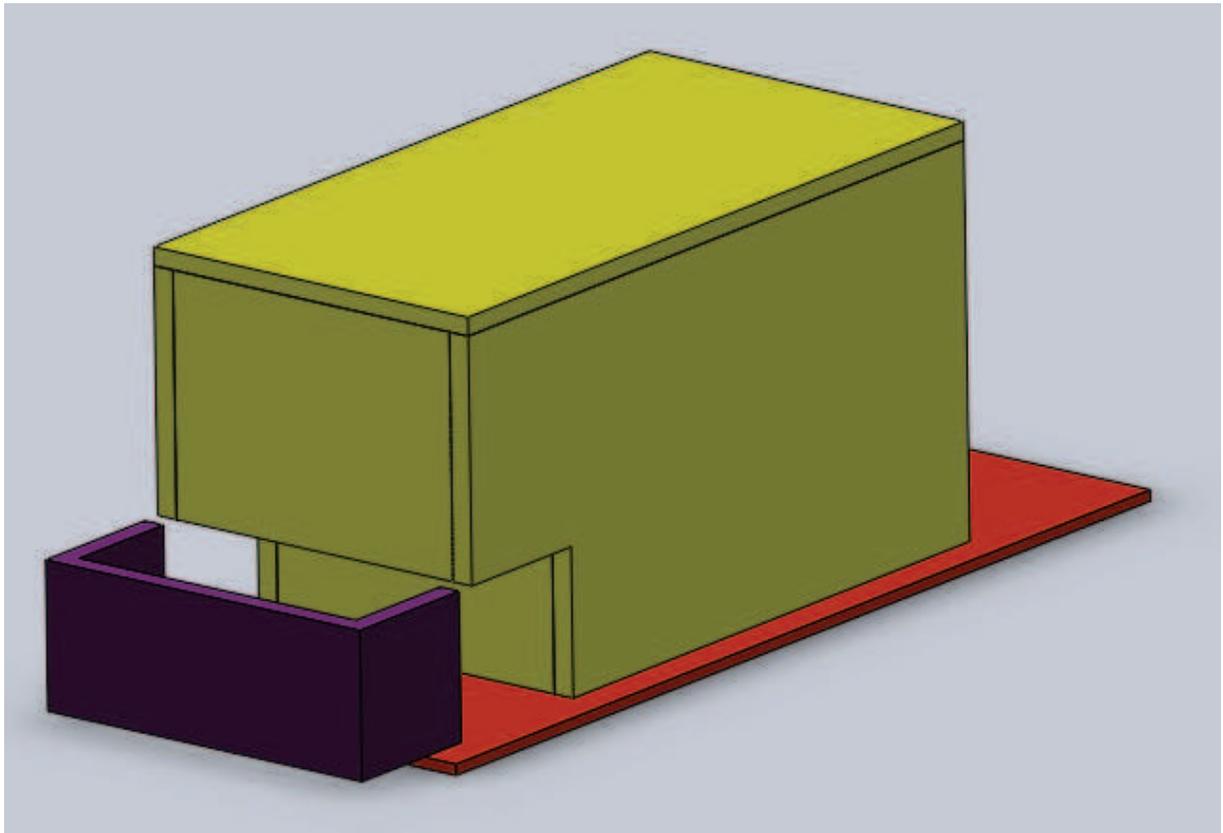
### 11.6.1.6 kleine Seitenwand



### 11.6.1.7 kleine, kurze Seitenwand

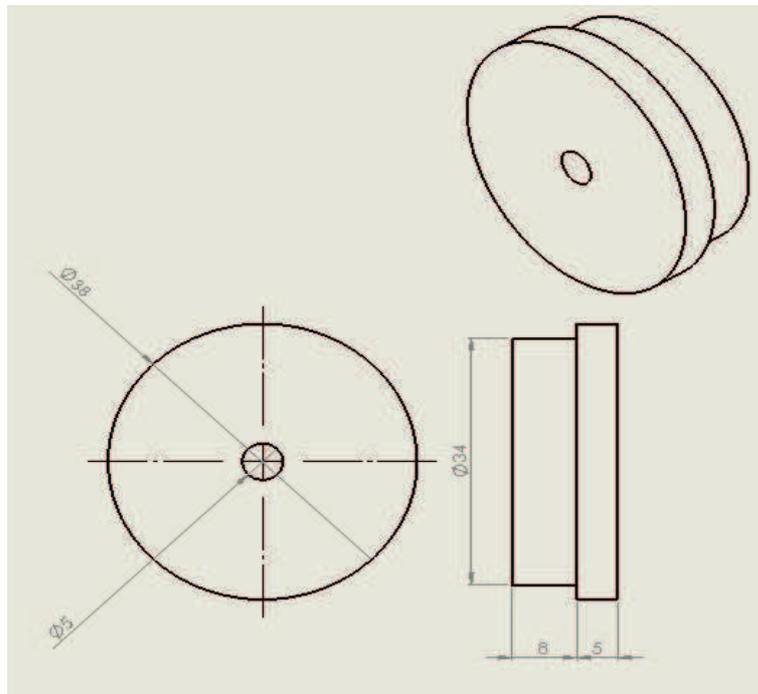


## 11.6.1.8 Haus

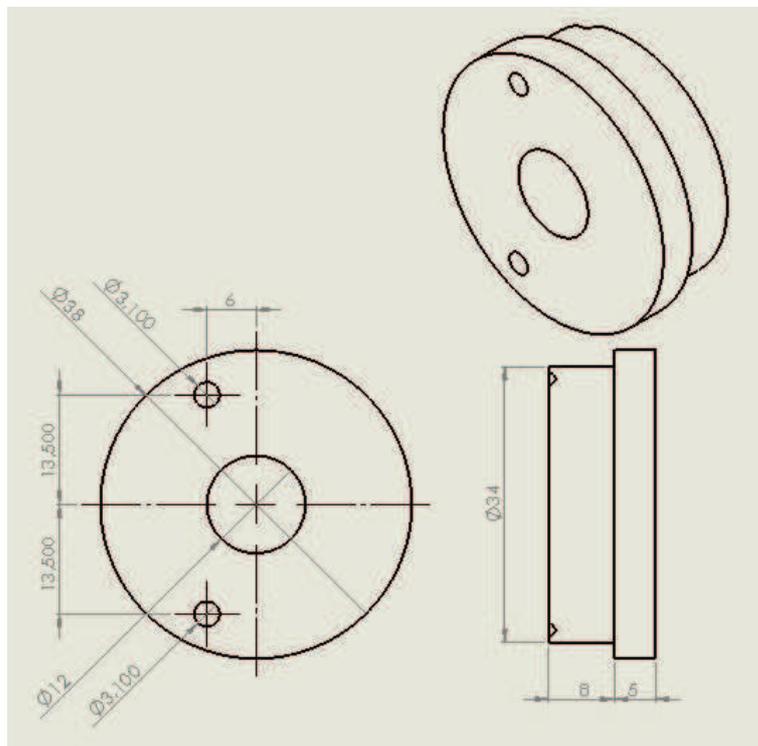


## 11.6.2 Heizung

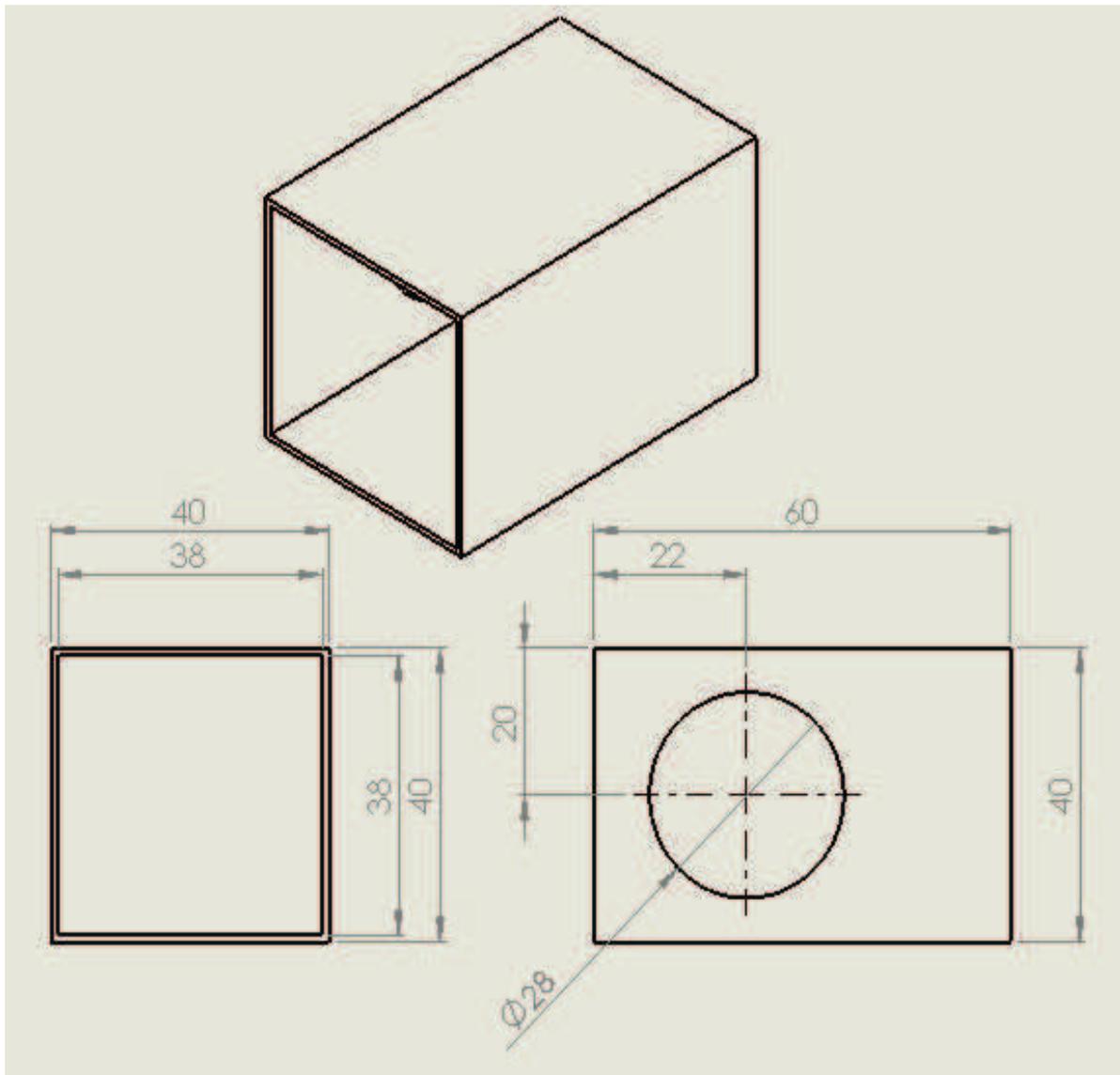
### 11.6.2.1 Flansch 5mm für die Förderschnecke



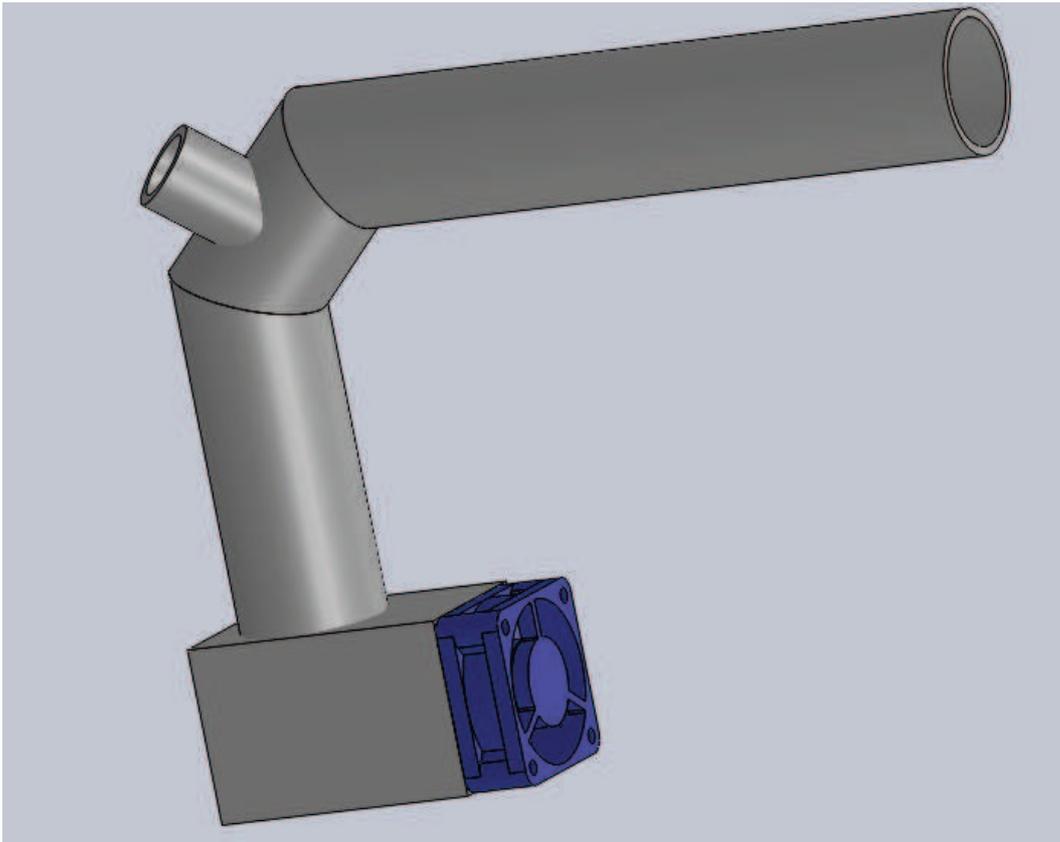
### 11.6.2.2 Flansch 12mm für die Förderschnecke



### 11.6.2.3 Lüftung



## 11.6.2.4 zusammengebaute Heizung

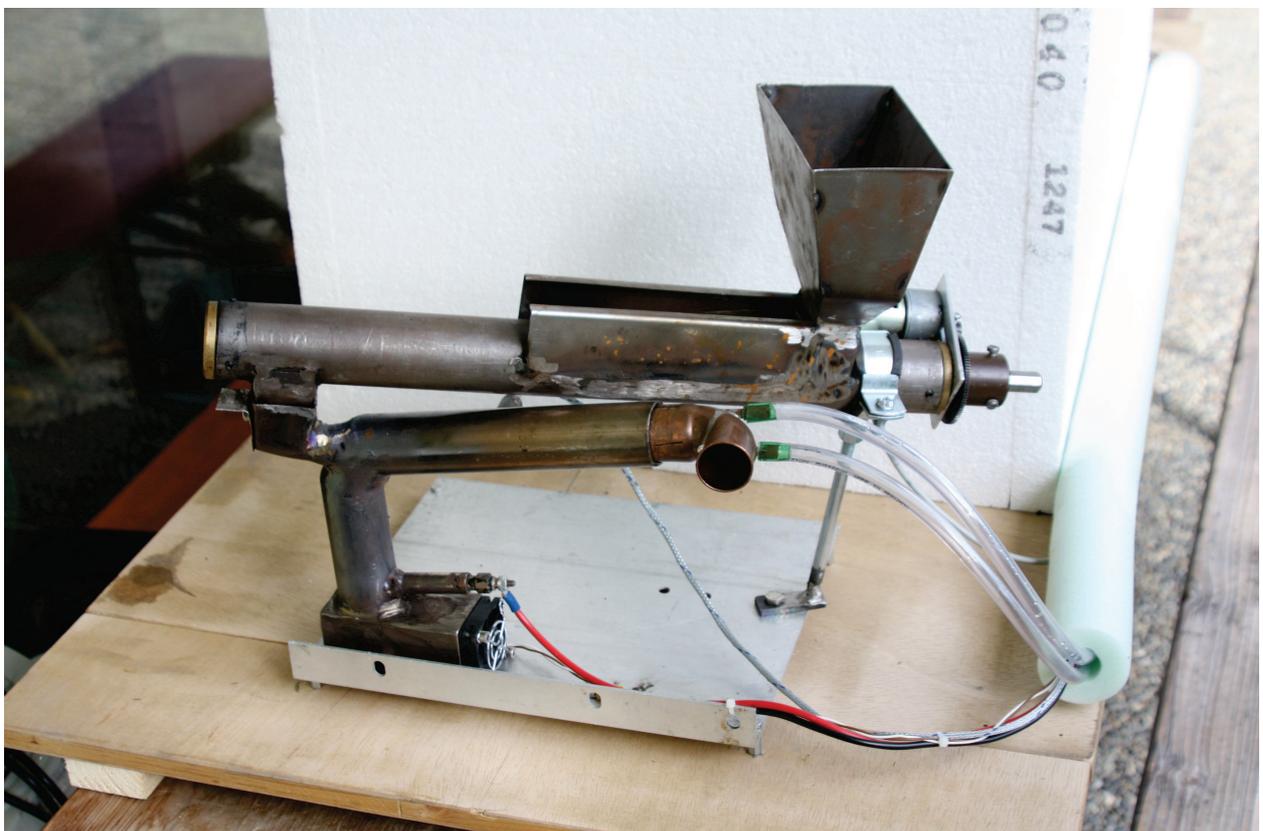


## 11.6.2.5 Schnecke mit Motor



Das Graue ist der Motor, er ist über Zahnräder mit der Schnecke verbunden, die die Pellets in den Brennraum befördert. Die Schnecke wird in einem Rohr durch die zwei Flansch gehalten, in dieser Grafik sind sie gelb. Die Öffnung am Motor ist zum Einwerfen der Pellets. Die zweite ist dafür da das die Pellets in den Brennraum geworfen werden.

Fertig montierte Heizung mit Schnecke am Haus





# 12. Quellen

- Fachkundebuch/Tabellenbuch Elektrotechnik, Europa Lehrmittel Verlag, Auflage 26, 2008
- [www.funkcom.ch/akkuinfos.htm](http://www.funkcom.ch/akkuinfos.htm)
- Automatisieren mit SPS, Vieweg Verlag, Auflage 2 2002
- [www.mikrocontroller.net](http://www.mikrocontroller.net)
- Installations- und Heizungstechnik, Bildungsverlag EINS, Auflage 3 2005
- [www.rn-wissen.de](http://www.rn-wissen.de)
- [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
- [www.ulrichradig.de](http://www.ulrichradig.de)
- [www.energiesparen-im-haushalt.de](http://www.energiesparen-im-haushalt.de)
- [www.holzpellets-heizung.com](http://www.holzpellets-heizung.com)
- [www.solar-und-windenergie.de](http://www.solar-und-windenergie.de)



## 13. CD