

<b>Übungs-Nr.:</b>	09	<b>Übungsbezeichnung:</b>
<b>Übungsdatum:</b>	24.November 2014	
<b>Lehrer:</b>	Prof. Dipl.-Ing. Helge Frank	<b>Schaltregler</b>
<b>Gruppe:</b>	3	<b>Mitglieder:</b>
<b>Klasse:</b>	4 AHET	Labenbacher Michael, Kieninger Dominik, Ibrahim İbragimov

<i>Protokollführer</i>	<i>Unterschriften</i>	<i>Note</i>
Labenbacher		

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2 Verwendete Geräte &amp; Betriebsmittel</b>	<b>5</b>
<b>3 Schaltregler</b>	<b>6</b>
3.1 Aufgabenstellungen . . . . .	6
3.2 Addierer - Soll-Istwertvergleicher . . . . .	8
3.2.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	8
3.2.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	9
3.3 Schmitt-Trigger - Regler+Stellglied . . . . .	10
3.3.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	10
3.3.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	11
3.4 PT <sub>1</sub> -Glied - Regelstrecke . . . . .	12
3.4.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	12
3.4.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	13
3.5 Invertierender Verstärker - Messglied . . . . .	14
3.5.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	14
3.5.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	15
3.6 Zweipunktregler ohne Störgröße . . . . .	16
3.6.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	16
3.6.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	17
3.7 Addierer+Invertierer - Stell-Störgrößenaddierer . . . . .	20
3.7.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	20
3.8 Zweipunktregler mit Störgröße . . . . .	21
3.8.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau . . . . .	21
3.8.2 Messvorgang & Auswertung . . . . .	22
3.9 Messbericht . . . . .	23
<b>4 Resümee</b>	<b>24</b>
<b>5 Literatur- und Quellenverzeichnis</b>	<b>25</b>

## **Tabellenverzeichnis**

1	Geräte & Betriebsmittel . . . . .	5
---	-----------------------------------	---

## **Abbildungsverzeichnis**

1	Allgemeines Blockschaltbild eines Schaltreglers . . . . .	6
2	Allgemeines Blockschaltbild eines Standardregelkreises . . . . .	7
3	Schaltung des Addierers / Soll-Istwertvergleichers . . . . .	8
4	Oszilloskopeaufnahme des Addierers / Soll-Istwertvergleichers . . . . .	9
5	Schaltung des Schmitt-Triggers / Reglers . . . . .	10
6	Oszilloskopeaufnahme des Scmitt-Triggers / Reglers Potentiometerstellung=0% . . . . .	11
7	Oszilloskopeaufnahme des Scmitt-Triggers - Reglers Potentiometerstellung=20% . . . . .	11
8	Schaltung des PT <sub>1</sub> -Gliedes / der Regelstrecke . . . . .	12
9	Oszilloskopeaufnahme des PT <sub>1</sub> -Gliedes / Regelstrecke . . . . .	13
10	Schaltung des Invertierenden Verstärkers / Messglied . . . . .	14
11	Oszilloskopeaufnahem des Invertierenden Verstärkers / Messgliedes . . . . .	15
12	Schaltung des Zweipunktreglers ohne Störgröße . . . . .	16
13	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Dreicksspannung Potentiometerstellung=0% . . . . .	17
14	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Dreicksspannung Potentiometerstellung=20% . . . . .	17
15	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Sinusspannung Potentiometerstellung=0% . . . . .	18
16	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Sinusspannung Potentiometerstellung=20% . . . . .	18
17	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Rechteckspannung Potentiometerstellung=0% . . . . .	19
18	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Rechteckspannung Potentiometerstellung=20% . . . . .	19
19	Schaltung fürs Einbinden der Störgröße . . . . .	20
20	Schaltung des Zweipunktreglers mit Störgröße . . . . .	21
21	Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers mit Störgröße Potentiometerstellung=0% . . . . .	22
22	Aufbau des Zweipunktreglers mit Störgröße . . . . .	23

## 1 Einleitung

Dieses Projekt soll als praxisnaher Einstieg in das Thema Regelung dienen. Im Wesentlichen sind Regelungen ein wichtiger Bestandteil des Lebens, da allein der aufrechte Gang eines Menschen nur damit funktioniert.

Die Sinne wirken dabei als Sensor, die Muskeln als Aktoren und das Gehirn als Regler. Man findet in unserem Körper allein schon viele weitere Regelvorgänge, wie die Konstanthaltung des Blutdruckes, der Körpertemperatur, die Anpassung der Pupille im Auge als Helligkeitssensor ...

Die Regelungstechnik ist in der heutigen Zeit nicht mehr weg zu denken, da sie uns im täglichen Leben dauernd begegnet, wie bei der Temperaturregelung des Kühlschrances, der Zentralheizung, das ABS-System im Auto, die Netzspannungs- und Frequenzregler, ...

Diese Arbeiten wurden durchgeführt, um den Sinn, Zweck, Aufbau und die Anwendungsmöglichkeit von Reglern kennen zu lernen. Das Ziel des Projektes ist es somit, Regler für diverse Anwendungen entwerfen, aufbauen, prüfen und verstehen zu können.

## 2 Verwendete Geräte & Betriebsmittel

Bezeichnung/Nr.	Gerät/Betriebsmittel	Beschreibung/Typ	Geräte-Nr.
O1	Oszilloskope	Tektronix TDS2004C	A3-3/2
FG1	Funktionsgenerator	Voltcraft 7202	IA-2/2
FG2	Funktionsgenerator	Voltcraft 7202	IA-2/3
N1	Doppelnetzgerät	Doppelnetzgerät DF1731 5B3A	R2-5/3
N2	Netzgerät	- - -	- - -
OPV1	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/1
OPV2	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/2
OPV3	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/3
OPV4	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/6
OPV5	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/7
OPV6	Operationsverstärker	LM741CN	A5-2/8

Tabelle 1: Geräte & Betriebsmittel

### 3 Schaltregler

#### 3.1 Aufgabenstellungen

Es ist ein Schaltregler für die automatische Regelgrößenanpassung der Führungsgröße zu entwickeln. Dabei sind zuerst die einzelnen Bestandteile des Regelkreises aufzubauen, zu testen und dokumentieren, wobei die Störgröße am Anfang noch nicht zu berücksichtigen ist.

Die einzelnen Bestandteile sind danach zusammenzufügen, um einen funktionierenden Zweipunktregler zu erhalten. Dieser ist wiederum auf dessen Funktionalität hin zu überprüfen und mittels Oszilloskope ist das Regelverhalten zu erfassen.

Im Anschluss darauf soll eine Störgröße aufgeschaltet werden um das Regelverhalten des Zweipunktreglers zu analysieren.

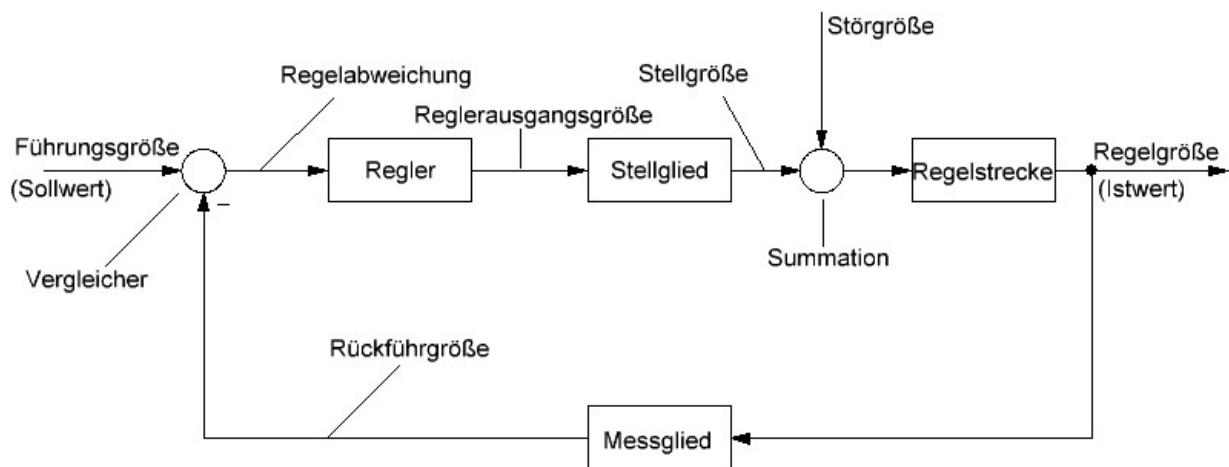


Abbildung 1: Allgemeines Blockschaltbild eines Schaltreglers

Oft wird auch das Messglied der Regelstrecke zugeordnet und das Stellglied dem Regler und es ergibt sich somit folgender Standardregelkreis:

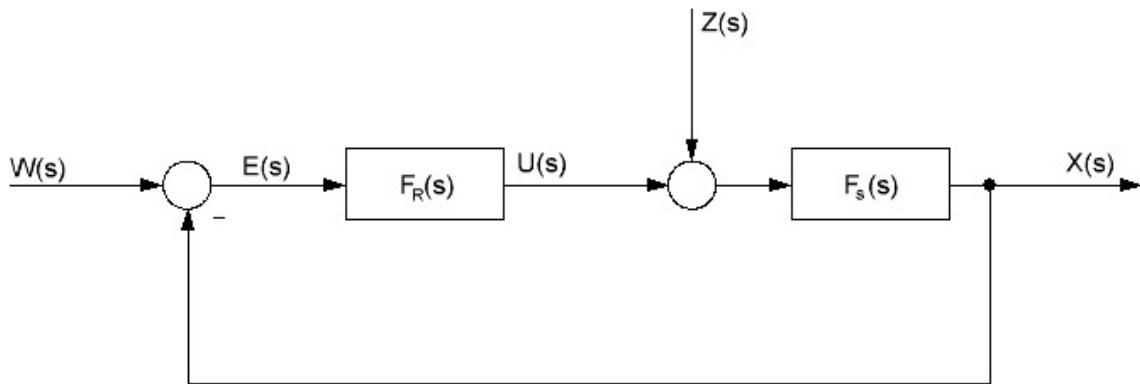


Abbildung 2: Allgemeines Blockschaltbild eines Standardregelkreises

Dabei gilt:

- $X(s)$  ... Regelgröße (Istwert)
- $W(s)$  ... Führungsgröße (Sollwert)
- $E(s)$  ... Regelabweichung  $E(s) = W(s) - X(s)$
- $U(s)$  ... Stellgröße
- $Z(s)$  ... Störgröße
- $F_R(s)$  ... Übertragungsfunktion des Reglers
- $F_S(s)$  ... Übertragungsfunktion der Regelstrecke

### 3.2 Addierer - Soll-Istwertvergleicher

#### 3.2.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Aufbauend auf unseren Theoriekenntnissen wurde folgende Addierschaltung entwickelt:

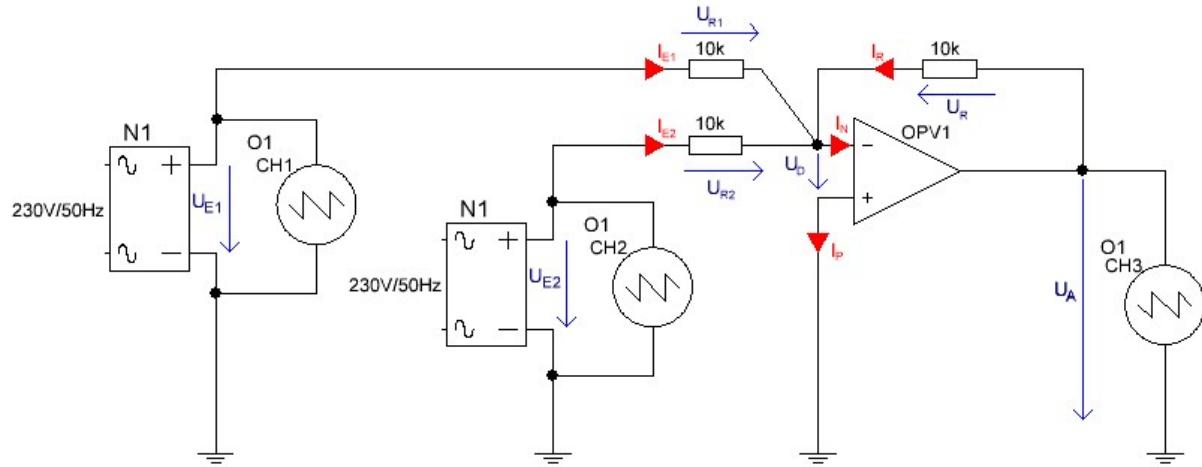


Abbildung 3: Schaltung des Addierers / Soll-Istwertvergleichers

Diese Schaltung soll später die Führungsgröße und die angepasste Regelgröße addieren und zusätzlich wird die Regelabweichung invertiert. Es wurde hier eine Betriebsspannung des Operationsverstärkers von  $\pm 15V$  gewählt, welche mit dem Netzgrät N2 hergestellt, und aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet wurde.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dies gilt auch für alle anderen verwendeten OPVs.

### 3.2.2 Messvorgang & Auswertung

Als Funktionskontrolle für diese Addierschaltung wurde eine Eingangsspannung  $U_{E1}$  von +5V und  $U_{E2}$  von +2V angelegt. Daraus ergab sich folgende Oszilloskopeaufnahme:

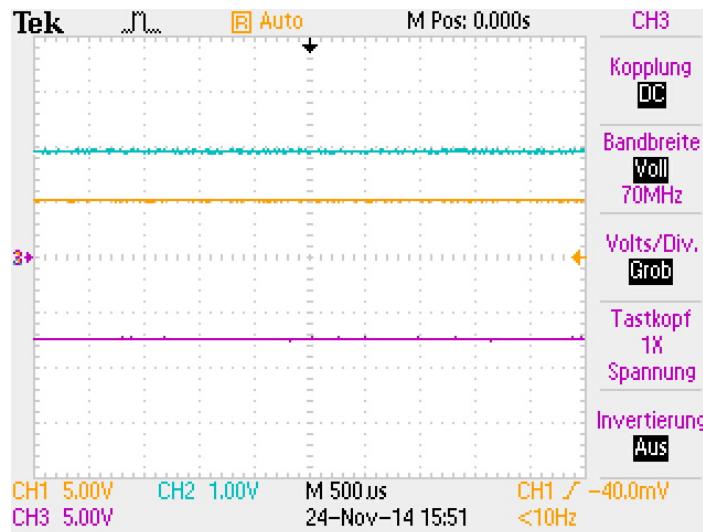


Abbildung 4: Oszilloskopeaufnahme des Addierers / Soll-Istwertvergleichers

Dabei gilt:

- |         |          |                      |        |
|---------|----------|----------------------|--------|
| CH1 ... | $U_{E1}$ | mit 5V/Div.          | (gelb) |
| CH2 ... | $U_{E2}$ | mit 1V/Div.          | (blau) |
| CH3 ... | $U_A$    | mit 5V/Div.          | (lila) |
| M ...   | —        | mit 500 $\mu$ s/Div. | (—)    |

Man erkennt, dass die beiden Eingangsspannungen, wie gewünscht, addiert und gleichzeitig invertiert werden, da gilt, bei, wie hier, nur großen Widerständen:

$$U_A = -(U_{E1} + U_{E2}) \quad (1)$$

Somit bestätigt die folgende Berechnung, die gemessene Ausgangsspannung:

$$U_A = -(U_{E1} + U_{E2}) = -(5V + 2V) = -7V$$

### 3.3 Schmitt-Trigger - Regler+Stellglied

#### 3.3.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Dies ist eine Schaltung mit Mitkopplung, wobei, wenn die Differenzspannung  $U_D > 0$  wird, kippt die Ausgangsspannung von einer in die andere Grenzlage. Dabei muss die Schwellweite für das Einschalten weiter oben, als die des Ausschaltens, liegen & diese Differenz zwischen Ein- & Ausschalten wird als Hysteresis bezeichnet. Somit dient als Regler ein einfacher Schmitt-Trigger mit Hysteresis, welcher durch folgende Schaltung realisierbar ist:

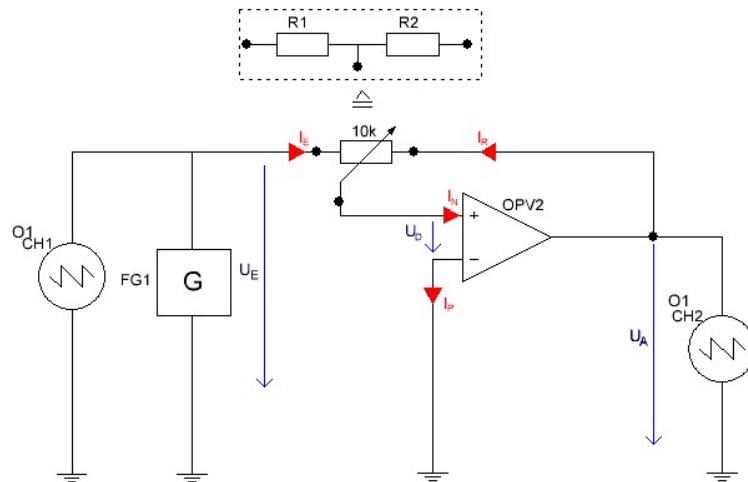


Abbildung 5: Schaltung des Schmitt-Triggers / Reglers

Diese Schaltung soll im späteren Verlauf aus der Regelabweichung ein entsprechendes Signal bilden, mit dem die Regelstrecke beaufschlagt wird, um dann die Regelabweichung auszuregeln.

### 3.3.2 Messvorgang & Auswertung

Erneut wurde als Funktionskontrolle das Oszilloskope herangezogen und ein rechteckförmiges Signal am Eingang angelegt und mit verschiedenen Potentiometerstellungen getestet:

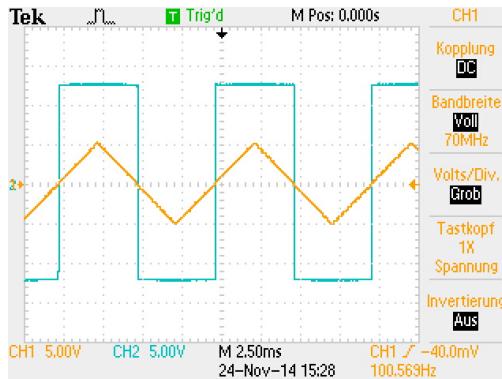


Abbildung 6: Oszilloskopeaufnahme des Scmitt-Triggers / Reglers  
Potentiometerstellung=0%

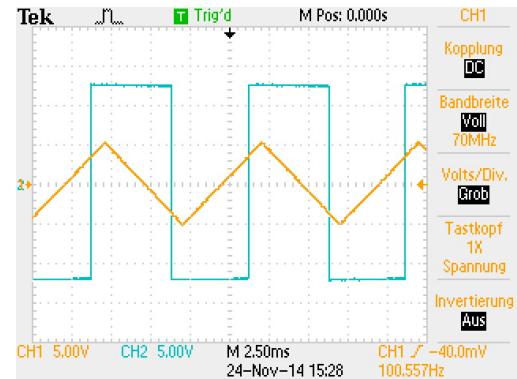


Abbildung 7: Oszilloskopeaufnahme des Scmitt-Triggers - Reglers  
Potentiometerstellung=20%

Dabei gilt jeweils:

- CH1 ...  $U_E$  mit 5V/Div. (gelb)
- CH2 ...  $U_A$  mit 5V/Div. (blau)
- M ... — mit 250ms/Div. (—)

Es ist zu erkennen, dass durch die Veränderung des Potentiometers die Schaltschwellen verstellt werden. Die nachfolgende Berechnung soll die Schaltschwellen bestätigen. Es gilt:

$$U_E = \pm U_{AMAX} \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (2)$$

Bei der Potentiometerstellung 0 ist der Widerstand  $R_1$  ideal gesehen 0 und  $R_2$  beträgt  $10k\Omega$ . Somit bestätigt die folgende Berechnung, die gemessenen zwei Schaltschwellen:

$$\text{positive Schaltschwelle: } U_E = +U_{AMAX} \cdot \frac{R_1}{R_2} = +15V \cdot \frac{0\Omega}{10k\Omega} = 0V$$

$$\text{positive Schaltschwelle: } U_E = -U_{AMAX} \cdot \frac{R_1}{R_2} = -15V \cdot \frac{0\Omega}{10k\Omega} = 0V$$

Bei der Potentiometerstellung 20% ist der Widerstand  $R_1$  gesehen  $2k\Omega$  und  $R_2$  beträgt  $8k\Omega$ . Somit bestätigt die folgende Berechnung ungefähr , die gemessenen zwei Schaltschwellen, mittels den Coursen am Oszilloskope, von +3,66V und -3,78V:

$$\text{positive Schaltschwelle: } U_E = +U_{AMAX} \cdot \frac{R_1}{R_2} = +15V \cdot \frac{2k\Omega}{8k\Omega} = +3.75V$$

$$\text{positive Schaltschwelle: } U_E = -U_{AMAX} \cdot \frac{R_1}{R_2} = -15V \cdot \frac{2k\Omega}{8k\Omega} = -3.75V$$

Der kleine Unterschied kommt deswegen zustande, weil die maximale Ausgangsspannung nicht ganz 15V sondern ca. 12,5V betrug (die Ausgangsspannung kann nämlich im Normalfall die Betriebsspannung nicht erreichen, da durch die Ausgangsstufe das Signal etwas verkleinert wird) und das Potentiometer natürlich nicht exakt auf 20% eingestellt werden konnte.

### 3.4 PT<sub>1</sub>-Glied - Regelstrecke

#### 3.4.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Für die Regelstrecke wurde eine typisches, bekanntes Verzögerungsglied 1. Ordnung gewählt, nämlich folgende OPV-Tiefpass-Schaltung:

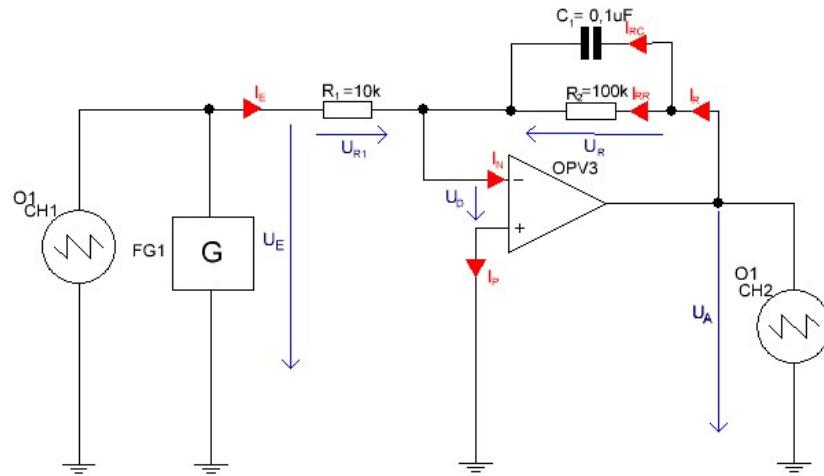


Abbildung 8: Schaltung des PT<sub>1</sub>-Gliedes / der Regelstrecke

Dabei soll für eine Regler, welcher gleichzeitig eine gute Regelung aufweist und auch anschauliche Oszilloskopeaufnahmen liefert, eine Spannungsverstärkung von 10 und eine Zeitkonstante von 10ms gewählt werden.

Natürlich ist, wie gewünscht, die Ausgangsspannung erneut invertiert am Ausgang abgeifbar. Im späteren Verlauf stellt die Regelstrecke dann den zu regelnden Teil/Prozess dar.

### 3.4.2 Messvorgang & Auswertung

Zur Kontrolle der Funktionalität wurde das Oszilloskop verwendet und ein rechteckförmiges Signal am Eingang mit  $\pm 1V$  angelegt und ergab folgende Aufnahme:

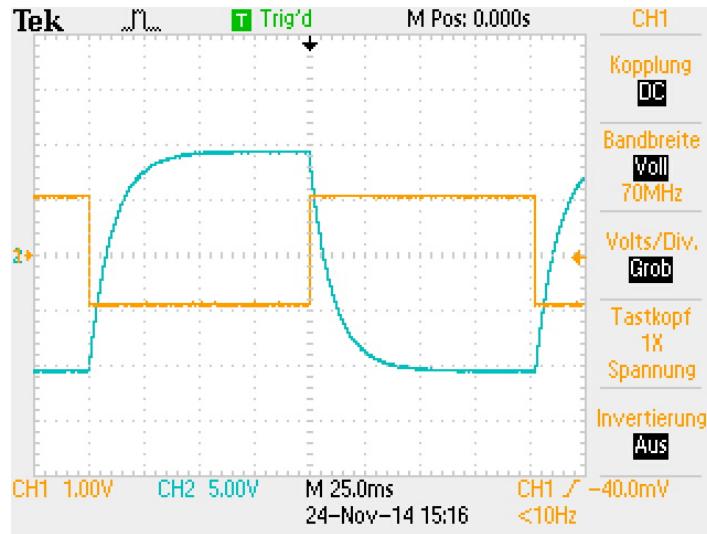


Abbildung 9: Oszilloskopeaufnahme des  $PT_1$ -Gliedes / Regelstrecke

Dabei gilt:

$$\begin{aligned} CH1 \dots & U_E \text{ mit } 1V/\text{Div.} & (\text{gelb}) \\ CH2 \dots & U_A \text{ mit } 5V/\text{Div.} & (\text{blau}) \\ M \dots & — \text{ mit } 25\text{ms}/\text{Div.} & (—) \end{aligned}$$

Es lässt sich erkennen, dass dieses  $PT_1$ -Glied eine Gleichspannungsverstärkung von 10 besitzt und das Signal invertiert. Die Entworfene  $PT_1$ -Regelstrecke hat die Struktur eines gegengekoppelten Integrators.

Es wurde versucht die Zeitkonstante  $\tau$  zu messen, wobei  $t_1$  den x-Achsenwert vom Cursor 1 und  $t_2$  den x-Achsenwert vom Cursor 2 am Oszilloskop festlegte. Dabei ist  $t_1$  der Schnittpunkt von der Ausgangsspannung und der x-Achse und  $t_2$  tritt bei den nachfolgenden 63% von  $U_A$ , also bei 6,3V, auf. Die Zeit zwischen den Cursorn betrug 10ms, die Richtigkeit dieses Wertes kann folgendermaßen bestimmt werden:

$$\tau = R_1 \cdot C_1 \quad (3)$$

Dadurch ergibt sich nun rechnerisch folgende Zeitkonstante:

$$\tau = R_1 \cdot C_1 = 10k\Omega \cdot 1\mu F = 10ms$$

Für die Verstärkung gilt:

$$V_U = -\frac{U_A}{U_E} \quad (4)$$

Kurz vor dem Sprung des rechteckförmigen Signales tritt somit immer eine Verstärkung von -10 auf, wobei das Minus-Zeichen eine Invertierung darstellt.

### 3.5 Invertierender Verstärker - Messglied

#### 3.5.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Als Abschluss muss noch ein invertierender Verstärker her, um die Regelgröße, in aufbereiteter Form, mit der Führungsgröße zu verknüpfen. Dabei wurde folgende Schaltung entwickelt:

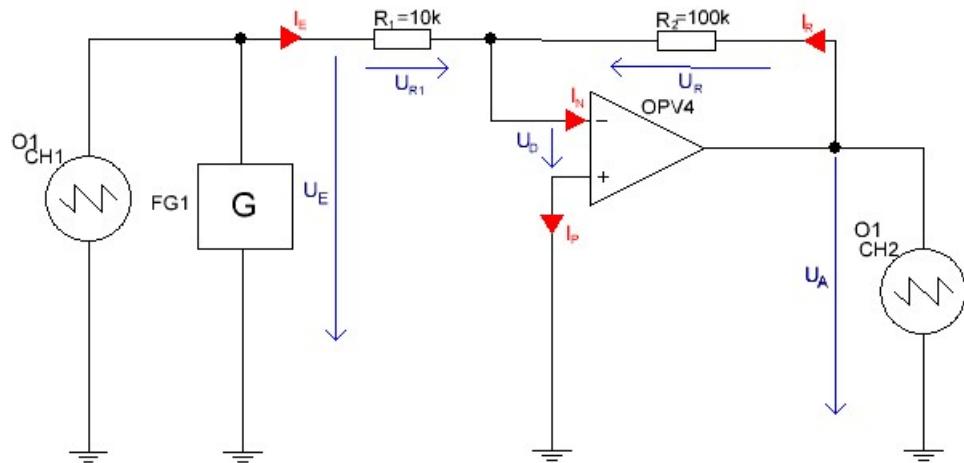


Abbildung 10: Schaltung des Invertierenden Verstärkers / Messglied

Die Bauteile wurden so gewählt, dass erneut eine Verstärkung von 10 vorliegt und gleichzeitig wird natürlich das Signal invertiert für den Addierer.

### 3.5.2 Messvorgang & Auswertung

Um noch die Funktionskontrollen abzuschließen, wurde erneut das Oszilloskope herangezogen und ein sinusförmiges Signal mit einer Amplitude von 1V angelegt. Dies ergab folgende Aufnahme:

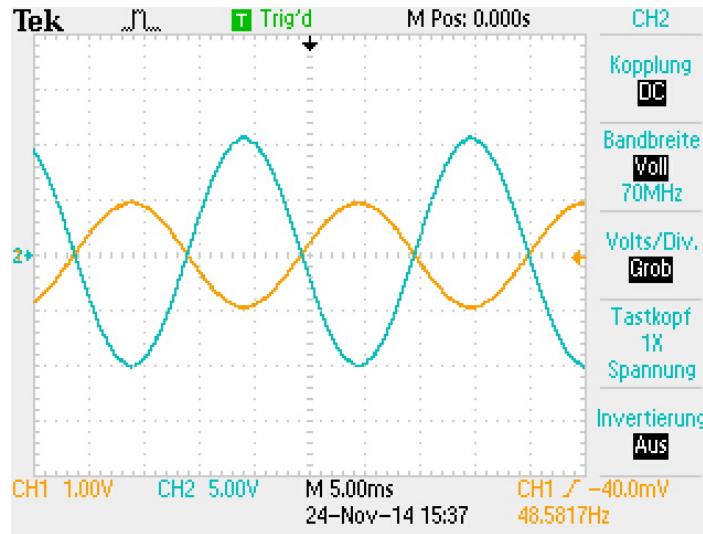


Abbildung 11: Oszilloskopeaufnahmen des Invertierenden Verstärkers / Messgliedes

Dabei gilt:

$$\begin{aligned} \text{CH1} &\dots U_E \text{ mit } 1\text{V/Div.} & (\text{gelb}) \\ \text{CH2} &\dots U_A \text{ mit } 5\text{V/Div.} & (\text{blau}) \\ \text{M} &\dots — \text{ mit } 5\text{ms/Div.} & (—) \end{aligned}$$

Das Ausgangssignal weist, wie erwünscht, eine Amplitude von 10V auf, was mittels den Cursoren am Oszilloskope exakt überprüft wurde. Für die Verstärkung gilt hier:

$$V_U = -\frac{U_A}{U_E} = -\frac{R_2}{R_1} \quad (5)$$

Somit tritt hier eine Verstärkung von  $V_U = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{10k\Omega}{100k\Omega} = -10$  auf, was auch in der Abb.11 ersichtlich ist.

### 3.6 Zweipunktregler ohne Störgröße

#### 3.6.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Nun sind die einzelnen Komponenten nach der Abb.1 zusammenzufügen. Der Aufbau ist in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich:

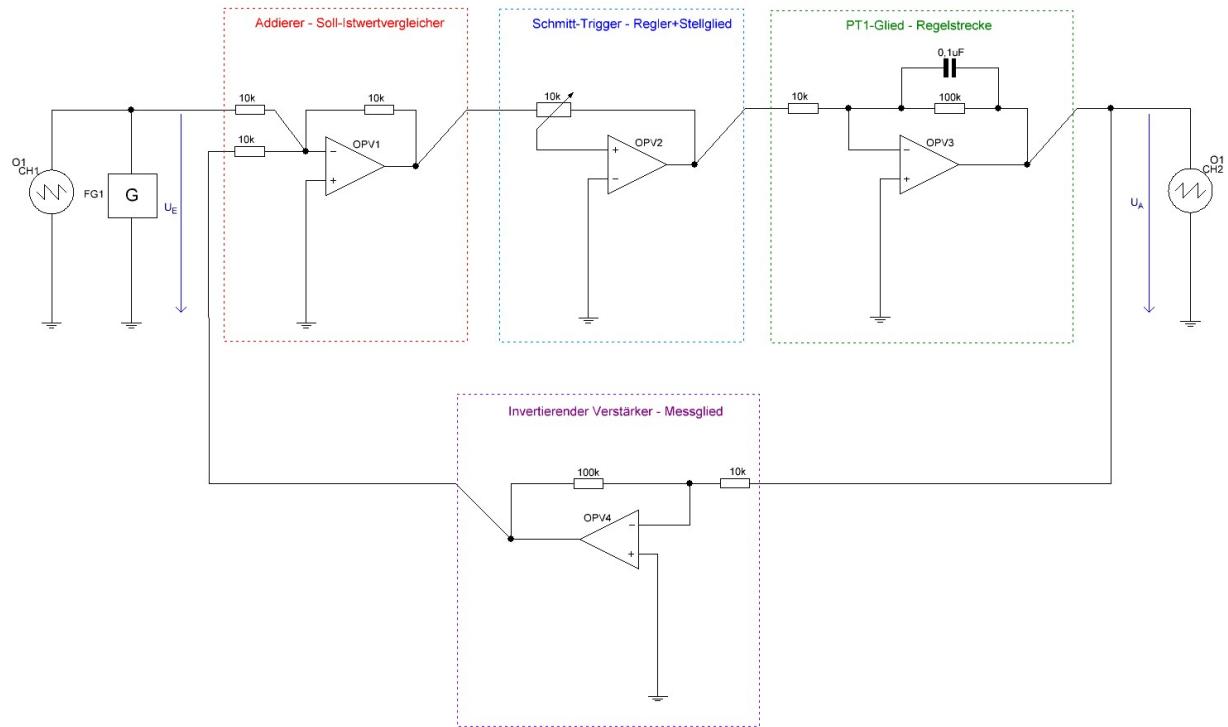


Abbildung 12: Schaltung des Zweipunktreglers ohne Störgröße

### 3.6.2 Messvorgang & Auswertung

Der zusammengebaute Zweipunktregler arbeitete wie gewünscht, was in den nachfolgenden Oszilloskopeaufnahmen klar ersichtlich ist. Dabei wurde am Begin ein Dreieckssignal am Eingang mit einer Amplitude von 10V angelegt und ergab:

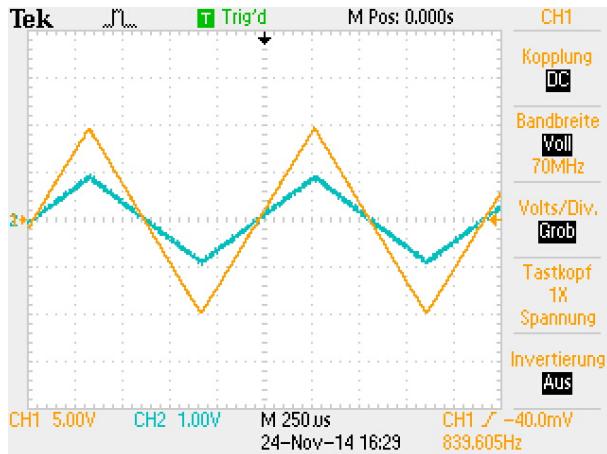


Abbildung 13: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Dreicksspannung  
Potentiometerstellung=0%

Dabei gilt jeweils:

- |         |       |                      |        |
|---------|-------|----------------------|--------|
| CH1 ... | $U_E$ | mit 5V/Div.          | (gelb) |
| CH2 ... | $U_A$ | mit 1V/Div.          | (blau) |
| M ...   | —     | mit 250 $\mu$ s/Div. | (—)    |

Es zeigt sich sehr deutlich, dass mittels dem Potentiometer des Schmitt-Triggers die Feinheit des Ausgangssignales eingestellt werden kann.

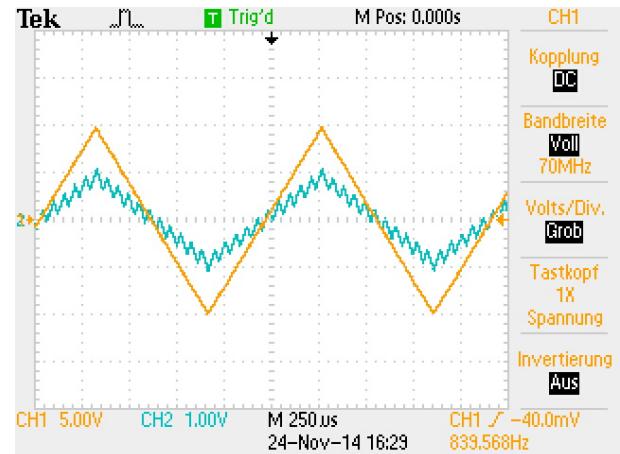


Abbildung 14: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Dreicksspannung  
Potentiometerstellung=20%

Auf diese Erkenntnisse aufbauend wurde als Nächstes eine sinusförmige Eingangsspannung mit einer Amplitude von 10V angeleget.

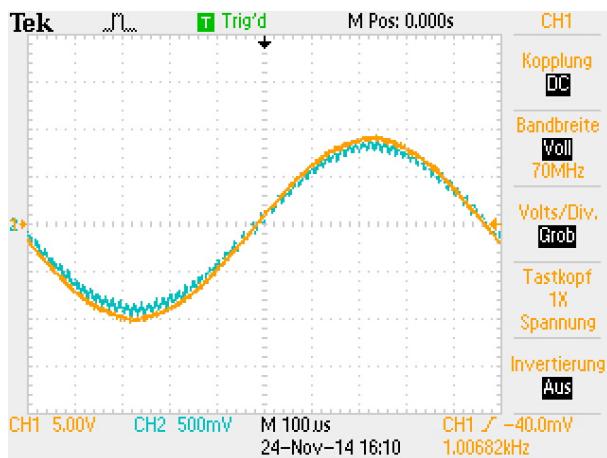


Abbildung 15: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Sinusspannung  
Potentiometerstellung=0%

Dabei gilt jeweils:

- CH1 ...  $U_E$  mit 5V/Div. (gelb)
- CH2 ...  $U_A$  mit 500mV/Div. (blau)
- M ... — mit 100μs/Div. (—)

Auch in diesem Veruch konnte die Feinheit der Regelung mittels dem Potentiometer verändert werden und es zeigte sich, dass diese Sinussignale, mit gewisser Dämpfung bei verwendeten 1kHz, stabil ausgeregelt werden.

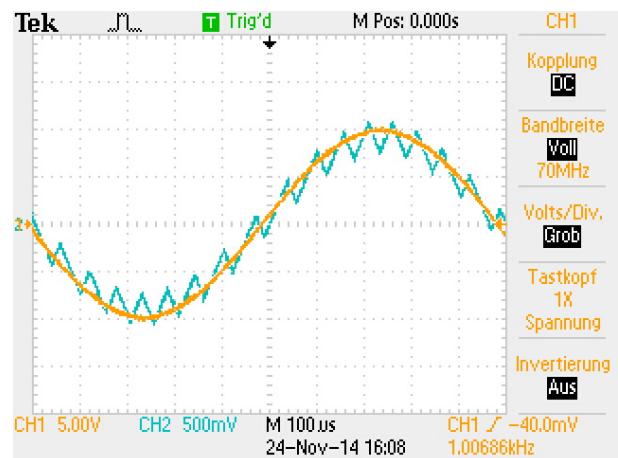


Abbildung 16: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Sinusspannung  
Potentiometerstellung=20%

Des Weiteren wurde eine rechteckförmige Spannung am Eingang mit  $\pm 10V$  angelegt, um das Führungsverhalten des Zweipunktreglers zu beobachten.

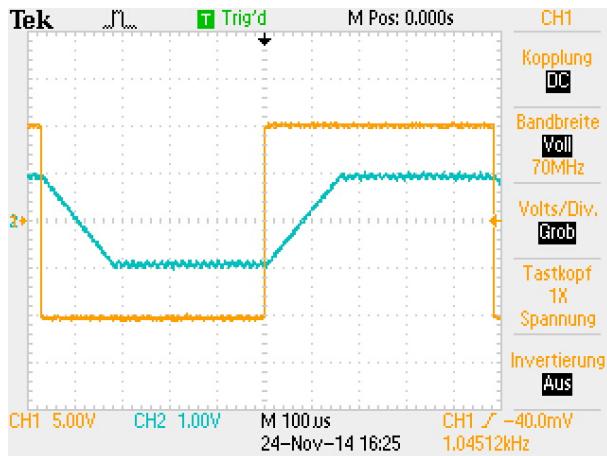


Abbildung 17: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Rechteckspannung  
Potentiometerstellung=0%

Dabei gilt jeweils:

- CH1 ...  $U_E$  mit 5V/Div. (gelb)
- CH2 ...  $U_A$  mit 500mV/Div. (blau)
- M ... — mit 100 $\mu$ s/Div. (—)

Hier ist das Führungsverhalten des Reglers gut erkennbar und man kann am Bild sehen, dass die Ausregelung linear und relativ gesehen schnell durchgeführt wird.

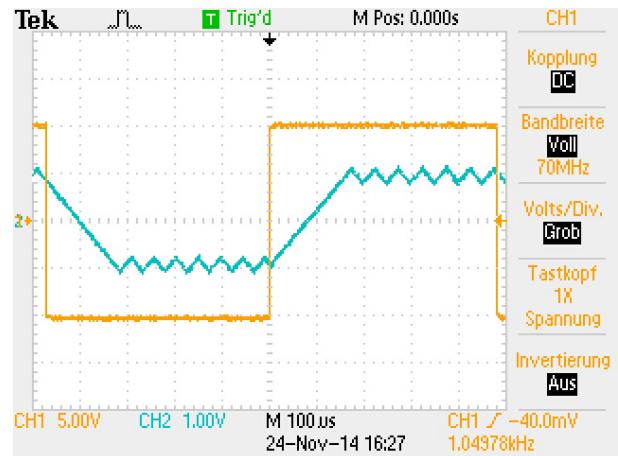


Abbildung 18: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers ohne Störgröße mit angelegter Rechteckspannung  
Potentiometerstellung=20%

### 3.7 Addierer+Invertierer - Stell-Störgrößenaddierer

#### 3.7.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Um nun das Störverhalten des Zweipunktreglers untersuchen zu können wird ein Störsignal benötigt. Dabei wurde folgende Schaltung entwickelt:

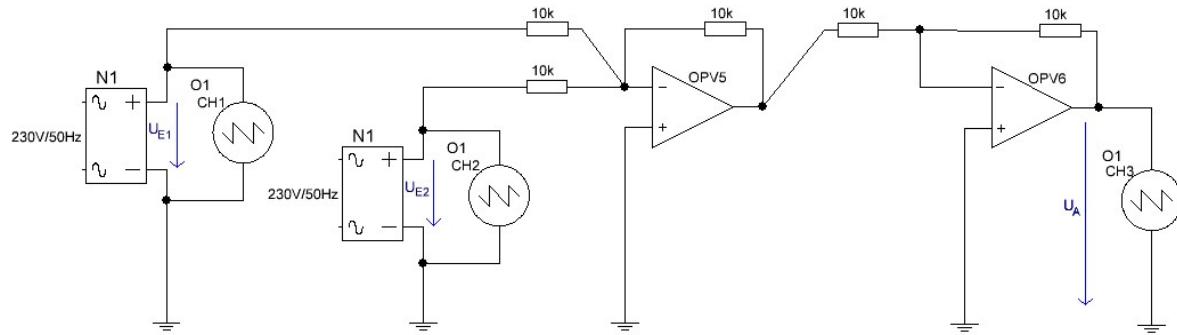


Abbildung 19: Schaltung fürs Einbinden der Störgröße

Der Addierer zählt die beiden Spannungen zusammen, jedoch erfolgt danach eine Invertierung, welche mit einem nachgeschalteten Invertierer ausgeglichen wird.

Die Widerstände wurden alle gleich gewählt, um keine Gewichtung bzw. Verstärkung zu erzielen, sondern rein eine Addition.

Es gilt hier:

$$U_A = U_{E1} + U_{E2} \quad (6)$$

### 3.8 Zweipunktregler mit Störgröße

#### 3.8.1 Schaltungsentwicklung & -aufbau

Nun werden alle Komponenten zusammengefügt und dies ergibt folgenden Zweipunktregler mit Störgröße:

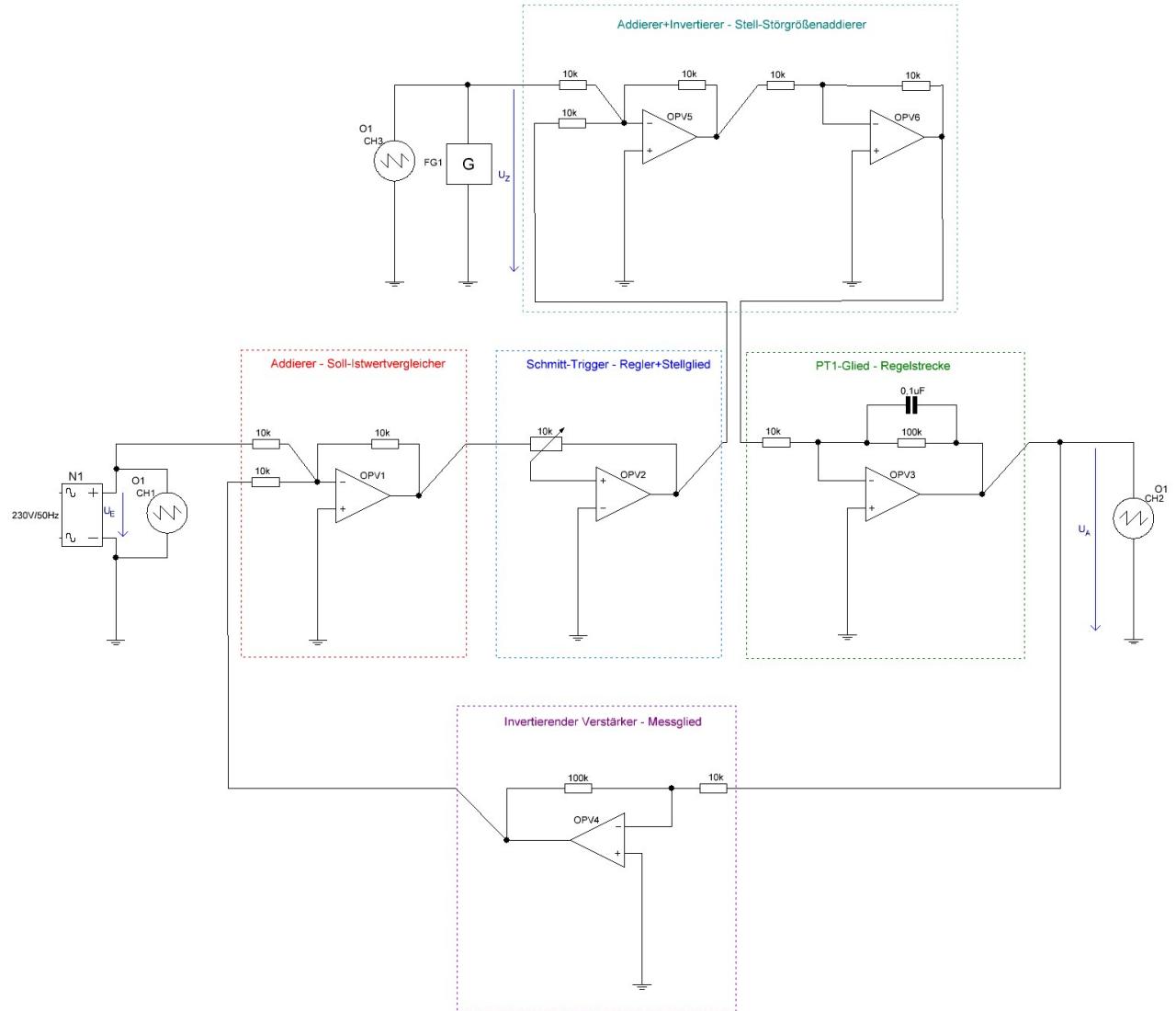


Abbildung 20: Schaltung des Zweipunktreglers mit Störgröße

### 3.8.2 Messvorgang & Auswertung

Nach Aufbau der Schaltung Abb.20 wurde das Störverhalten des Zweipunktreglers analysiert, indem die Führungsgröße konstant gehalten (auf +5V) und ein rechteckförmiges Störsignal (mit  $\pm 10V$ ) angelegt wurde. Dies ergab dann folgende Oszilloskopeaufnahme:

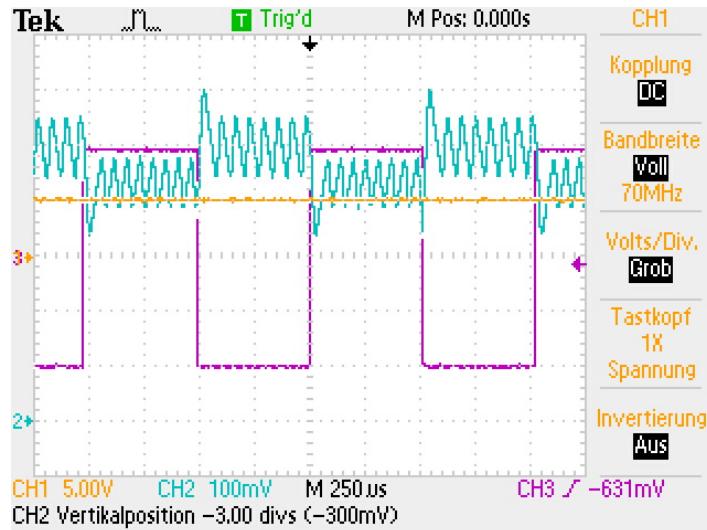


Abbildung 21: Oszilloskopeaufnahme des Zweipunktreglers mit Störgröße Potentiometerstellung=0%

Dabei gilt jeweils:

- CH1 ...  $U_E$  mit 5V/Div. (gelb)
- CH2 ...  $U_A$  mit 100mV/Div. (blau)
- CH3 ...  $U_Z$  mit 5V/Div. (lila)
- M ... — mit 250 $\mu$ s/Div. (—)

Es wurde am Oszilloskope versucht die Überschwingzeit  $T_{\ddot{u}}$  und die Überschwingweite  $\ddot{u}$  zu messen, indem danach das rechteckförmige Störsignal auf 0V-10V eingestellt wurde. Somit konnte mittels den Coursern am Oszilloskope dann folgende Werte gemessen werden:

$$T_{\ddot{u}} = 18\mu s \quad (7)$$

Die Überschwingzeit ist jene Zeit, bei der das erste Maximum der Sprungantwort erreicht wird.

$$x_{max} = 546mV \quad (8)$$

Dies ist der Maximalwert der Sprungantwort.

$$x_e = 432mV \quad (9)$$

Dies ist der Stationärwert. ( $\pm 1\%$ )

$$\ddot{u} = \frac{x_{max} - x_e}{x_e} \cdot 100\% = \frac{546mV - 432mV}{432mV} \cdot 100\% = 26,4\% \quad (10)$$

Dies ist die Differenz zwischen Maximalwert der Sprungantwort und dem Stationärwert, bezogen auf den Stationärwert, in Prozent.

Man erkennt, dass der Regler das anliegende Störsignal sofort zum Ausregeln versucht, dabei ist bei dieser Abbildung zu beachten, dass die Nulllinien nicht gleich sind, um die Ausregelung besser beobachten zu können.

### 3.9 Messbericht

Das als Regelstrecke verwendete PT<sub>1</sub>-Glied zeigte auf Grund des Tiefpassverhaltens eine Dämpfung, welche auch absichtlich bei unseren Messungen mit ca. 1kH immer ersichtlich war. Des weiteren ist immer eine gewisse Regelabweichung vorhanden, was man durch das hin und her schwingen (Hysterese) der Regelgröße, auch bei konstantem Eingangssignal, erkennen kann.

Auch Störsignale, welche ein Überschwingen hervorrufen, werden schnell und gut, wie in der Abb.21 ersichtlich ist, ausgeregelt.

Um noch einen Eindruck über den Aufbau des Schaltreglers Abb.20 zu bekommen, wurde folgendes Bild, gemacht:

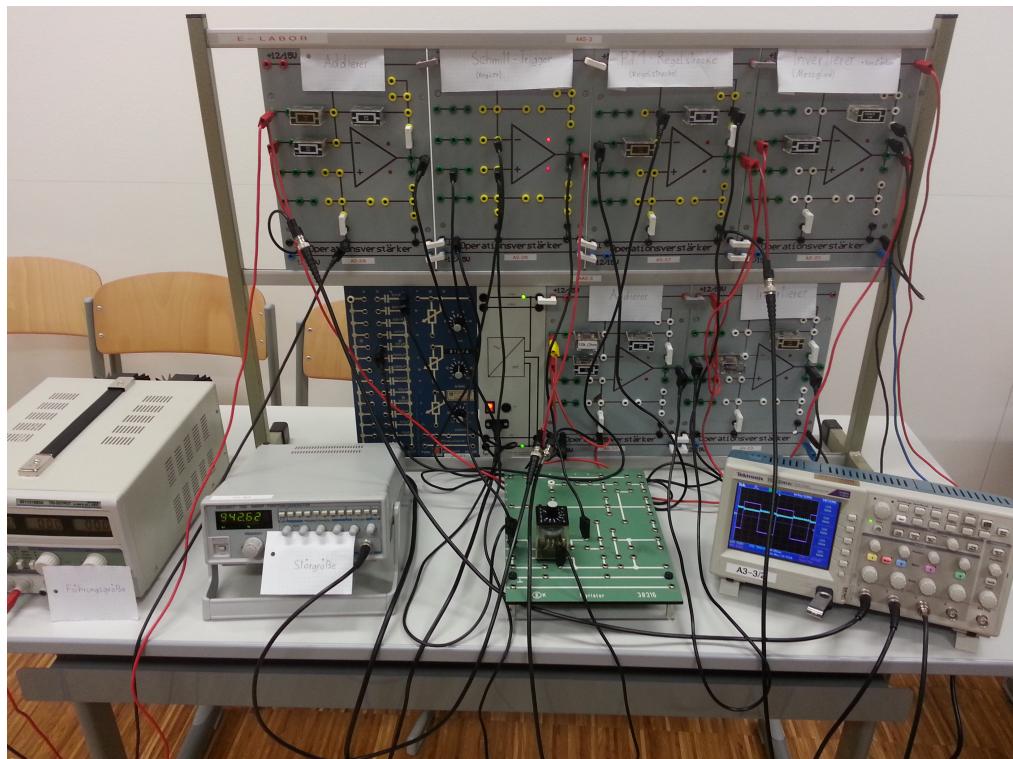


Abbildung 22: Aufbau des Zweipunktreglers mit Störgröße

## 4 Resümee

Es zeigte sich allgemein, dass dieser Regler universal einsetzbar ist, da er relativ schnell und sehr genau auf Führungsgrößenänderung und Störeinflüsse reagiert und somit vor allem zuverlässig und stabil arbeitet.

Die Berechnung eines solchen Reglers erfordert zwar einige Grundkenntnisse, der Aufbau ist dafür relativ einfach.

Abschließend lässt sich sagen, dass ein solcher Schaltregler für viele Anwendungszwecke verwendbar ist, wie zB. Temperatursteuerung, Drehzahlregelung...

## 5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Wilhelm Haager: Regelungstechnik , Verlag Hölder-Pichler-Tempsky GmbH, Wien 2007, 2.Auflage, Nachdruck 2014(2012)
- [2] <http://rn-wissen.de/>
- [3] <http://www3.edumoodle.at/>
- [4] <http://www.elektronik-kompendium.de/>