



**Hochschule Konstanz**  
Technik, Wirtschaft und Gestaltung

**Signale, Systeme und Sensoren**

# **Aufbau, Kalibrierung und Einsatz eines einfachen Entfernungsmessers**

**T. Schoch, L. Stratmann**

**Konstanz, 11. April 2019**

## **Zusammenfassung (Abstract)**

Thema:	Aufbau, Kalibrierung und Einsatz eines einfachen Entfernungsmessers	
Autoren:	T. Schoch	tobias.schoch@htwg-konstanz.de
	L. Stratmann	luca.stratmann@htwg-konstanz.de
Betreuer:	Prof. Dr. Matthias O. Franz	mfranz@htwg-konstanz.de
	Jürgen Keppler	juergen.keppler@htwg-konstanz.de
	Mert Zeybek	me431zey@htwg-konstanz.de

In dem Versuch haben wir einen Entfernungsmesser dazu verwendet, um die bereits in der Vorlesung behandelten Vorgehensweisen zum Thema Kalibrierung, Fehlerbehandlung und Fehlerrechnung anzuwenden. Der Distanzsensor der Marke "Sharp" benutzt für das Triangulationsprinzip Infrarot-LEDs mit einer Linse. Diese geben Lichtstrahlen von sich, um dann wiederrum reflektiert zu werden und durch die zweite Linse zu gelangen. Je nachdem wo der Lichtstrahl auftrifft, wandelt der Signalprozessor die Leitfähigkeit in eine Spannung um. Da das Ausgangssignal anti-proportional ist, wird mit der zunehmenden Entfernung das Ausgangssignal kleiner. Die Entfernungen liegen zwischen 10cm und 70cm. Durch ein Oszilloskop können wir den Spannungsverlauf des Abstandssensors überprüfen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Listingverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Versuch 1: Ermittlung der Kennlinie des Abstandssensors</b>	<b>2</b>
2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	2
2.2 Messwerte . . . . .	3
2.3 Auswertung . . . . .	4
2.4 Interpretation . . . . .	5
<b>3 Versuch 2: Modellierung der Kennlinie durch lineare Regression</b>	<b>7</b>
3.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	7
3.2 Messwerte . . . . .	7
3.3 Auswertung . . . . .	7
3.4 Interpretation . . . . .	7
<b>4 Versuch 3: Flächenmessung mit Fehlerrechnung</b>	<b>8</b>
4.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	8
4.2 Messwerte . . . . .	8
4.3 Auswertung . . . . .	8
4.4 Interpretation . . . . .	8
<b>Anhang</b>	<b>9</b>
A.1 Quellcode . . . . .	9
A.1.1 Quellcode Versuch 1: Messung Kalibrierung . . . . .	9

A.1.2	Quellcode Versuch 2 . . . . .	10
A.1.3	Quellcode Versuch 3 . . . . .	10
A.2	Messergebnisse . . . . .	10

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Durchschnittliche Spannung . . . . .	4
2.2	Standartabweichung der Spannung . . . . .	5
2.3	Unterschiede durch Störfaktoren . . . . .	6

# Tabellenverzeichnis

2.1	Messwerte Kalibrierung . . . . .	3
-----	----------------------------------	---

# Listingverzeichnis

5.1	Messung . . . . .	9
-----	-------------------	---

# 1

## Einleitung

[?] [?]



## 2

# Versuch 1: Ermittlung der Kennlinie des Abstandssensors

## 2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel

Im ersten Versuch werden wir die Kennlinie des Abstandssensors ermitteln. Für den Aufbau des Projektes verbinden wir den Abstandssensor an 'Output 3' des Labornetzgerätes 'EA-PS 2342-06 B' durch Ground ( - ) und dem 5V Anschluss ( + ). Der Abstandssensor lautet 'GP2Y0A21YK0F' und wurde von der Firma 'Sharp' entworfen. Das Netzgerät wird auf 5V Gleichspannung eingestellt. Das Oszilloskop von 'Tektronix' mit dem Namen 'TDS 2022B' wird an den Abstandssensor mit Ground( - ), sowie an den Signalausgang angeschlossen. Dies wird im Oszilloskop mit einem Adapter an Channel1 angeschlossen. Nachdem das Oszilloskop richtig eingestellt wurde, haben wir es mit dem PC verbunden. Über ein Programm konnten wir so das Oszilloskop mit dem Computer verbinden. Ein Programm hat uns geholfen den aktuellen Bildschirm des Oszilloskopes auf dem Bildschirm zu empfangen. Zudem kann das Programm die empfangenen Daten über die Ausgangsspannung in eine '.csv' Datei ausgeben. So konnten wir für jede Messung einen Screenshot und eine '.csv' Datei erstellen. Ein hochkant stehendes Holzbrett definiert den Abstand. Die 21 zu messenden Werte liegen zwischen 10cm und 70cm in jeweils 3cm Abständen. Mit einem Meterstab haben wir einen Richtwert für den Abstand zwischen Abstandssensor und Holzbrett. Nachdem wir durch die erschwerten Lichtverhältnisse die richtige Lage des Abstandssensors gefunden haben, haben wir über das Programm sowohl Screenshots vom Bildschirm des Oszilloskopes gemacht, als auch die Daten in einer '.csv' Datei gespeichert. Zudem haben wir die gemessenen Längen mit deren dazugehörigen Ausgangsspannung handschriftlich in einer Tabelle aufgeschrie-

ben, welche am Ende des Versuches vom Tutor unterschrieben wurde. Anschließend haben wir in Python programmiert, um die Dateien aus den '.csv' einzulesen mit `genfromtxt()`. Um den Einschwingvorgang nicht mit zu berechnen haben wir die ersten 1000 Zeilen übersprungen. Nachdem werden wir den Durchschnitt sowie die Standardabweichung berechnet haben, visualisieren wir in einer Kennlinie den Durchschnitt sowie die Standardabweichung mittels `matplotlib`.

## 2.2 Messwerte

Tabelle [2.2] zeigt die von Hand notierten, sowie die in Python programmierten Werte.

Distanz	Spannung	Durchschnitt	Standardabweichung
10cm	1,34V	1.3318680589410588	0.020263173048016166
13cm	1,15V	1.1497102771228773	0.020678191630490284
16cm	1,05V	1.0469130452117372	0.02123462061404347
19cm	0,935V	0.9307492279888693	0.02269412487931415
22cm	0,838V	0.8345054697083348	0.020575634388180667
25cm	0,775V	0.8345054697083348	0.020575634388180667
28cm	0,696V	0.6915484407804515	0.02668684323820322
31cm	0,657V	0.6540259565267772	0.01868491936225132
34cm	0,617V	0.6141258593084946	0.02008623727146757
37cm	0,580V	0.5766833013111707	0.01849989543490117
40cm	0,560V	0.5602197652453677	0.02037490284636567
43cm	0,519V	0.5173026806826474	0.01873941748579766
46cm	0,499V	0.49640358628691506	0.020962190865871817
49cm	0,479V	0.4752847033362587	0.019953591718188307
52cm	0,457V	0.4526673207927892	0.020468492232078573
55cm	0,434V	0.4228371513728602	0.11289993464369412
58cm	0,412V	0.41786212422798	0.019085619538662855
61cm	0,395V	0.39262735831746653	0.018698669721518596
64cm	0,374V	0.3728471420971699	0.01960614919901995
67cm	0,395V	0.3910489372319112	0.02277015569326621
70cm	0,374V	0.36915083915708796	0.020094136680969384

Tabelle 2.1: Messwerte Kalibrierung

## 2.3 Auswertung

In der folgenden Abbildung sind die Messergebnisse der durchschnittlichen Spannung nochmals visuell dargestellt. Die Messergebnisse wurden mit matplotlib in Python visualisiert.

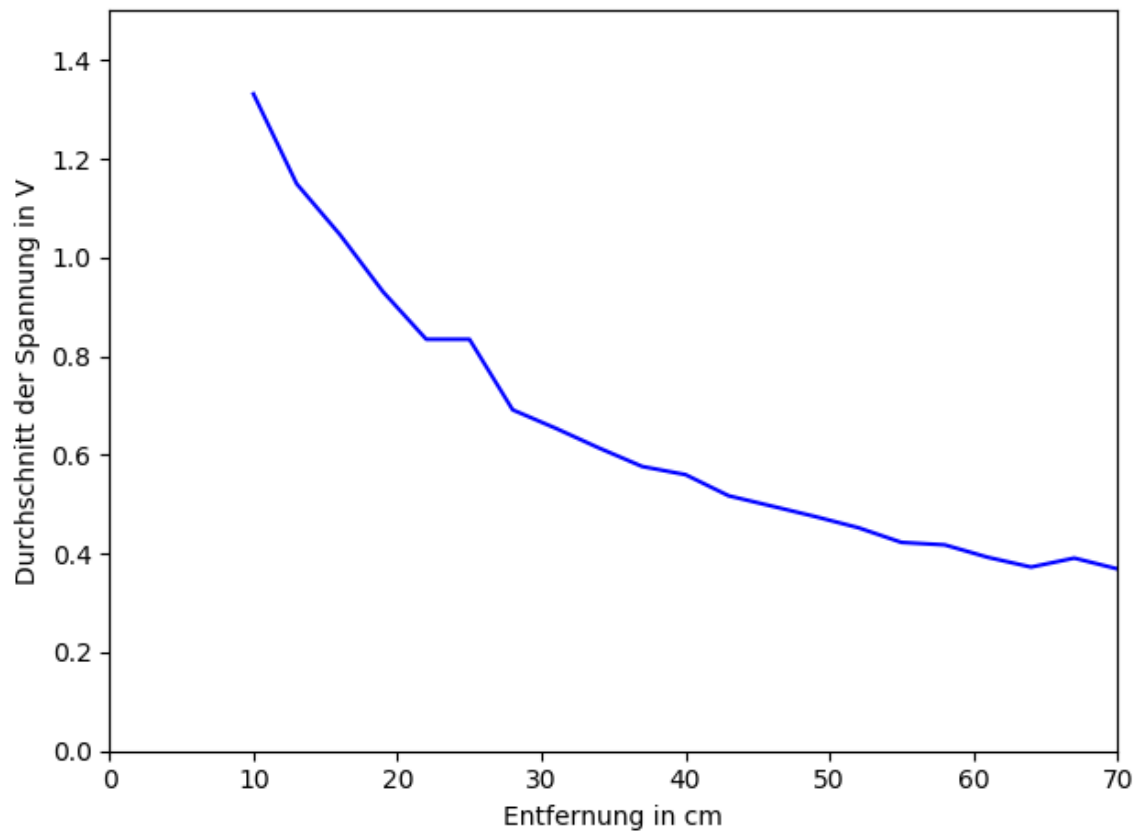


Abbildung 2.1: Durchschnittliche Spannung

In der folgenden Abbildung sind die Messergebnisse der Standardabweichung visuell dargestellt. Die Messergebnisse wurden mit matplotlib in Python visualisiert.

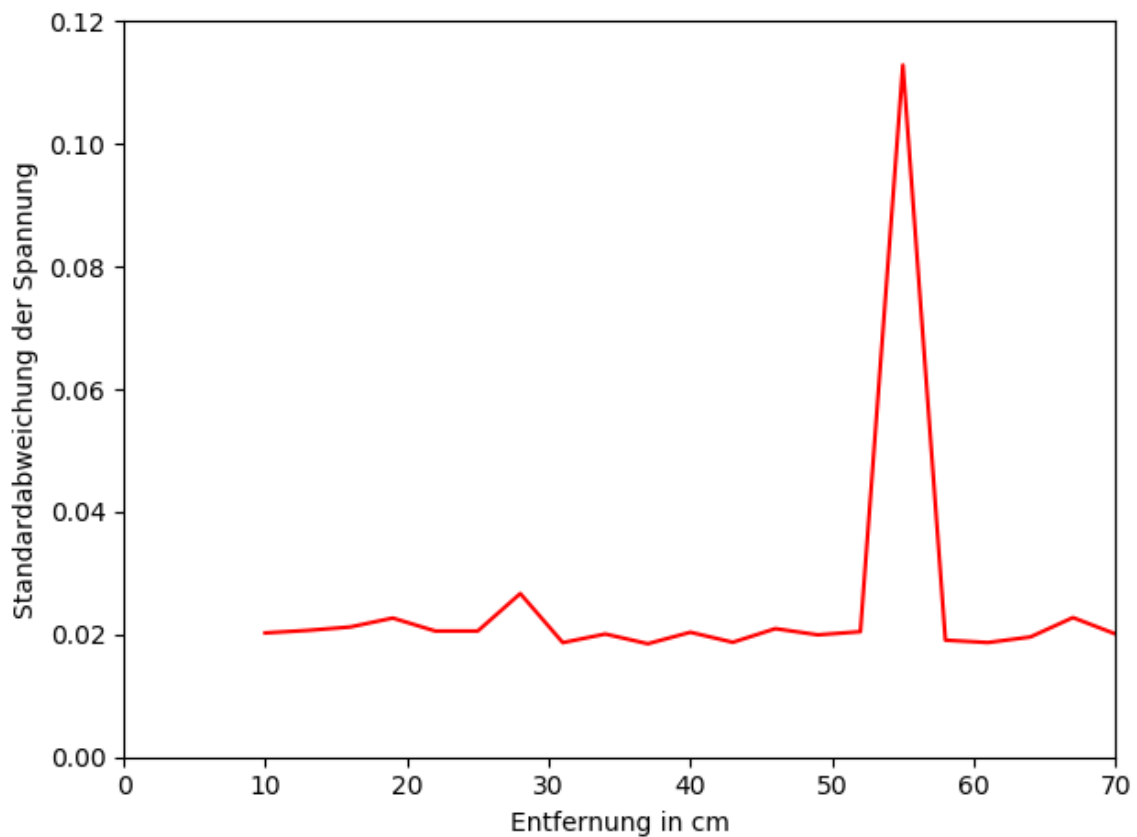


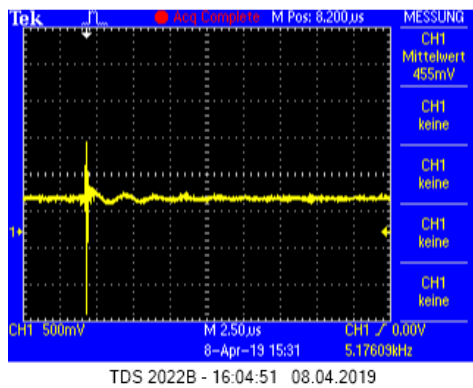
Abbildung 2.2: Standardabweichung der Spannung

## 2.4 Interpretation

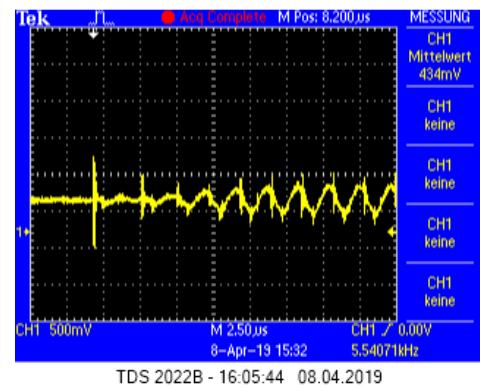
Wie man gut sehen kann wird die Spannung stets niedriger. Dies liegt an der Anti-proportionalität, dass mit der zunehmenden Entfernung zwischen Holzbrett und Abstandssensor die vom Signalprozessor übertragene Spannung geringer wird.

Leider haben wir bei der Generierung der Dateien einen Fehler gemacht und bei 22cm und 25cm zu spät die Single Sequenz aktualisiert, weshalb eine Gerade in dem Plot zwischen 22cm und 25cm genau gleich ist. Zudem geht bei Messung zwischen 64cm und 67cm Abstand die Spannung nach oben. An dem Tag der Messung war das Wetter sehr wechselhaft, was zu einer Erhöhung der Werte geführt hat.

Bei der Messung 55cm ist eine sehr hohe Standardabweichung im Vergleich zu den ande-



(a) Messung bei 52cm



(b) Messung bei 55cm

Abbildung 2.3: Unterschiede durch Störfaktoren

ren Werten. Dies liegt daran, dass das Oszilloskop durch andere Störfaktoren gestört wurde und so eine ungleiche Single Sequenz ergeben hat.

In den unteren Sequenzen der Bilder ist nochmals gut zu sehen, wie die hohe Standardabweichung zu stande kommt.

# **3**

## **Versuch 2: Modellierung der Kennlinie durch lineare Regression**

**3.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel**

**3.2 Messwerte**

**3.3 Auswertung**

**3.4 Interpretation**

# **4**

## **Versuch 3: Flächenmessung mit Fehlerrechnung**

**4.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel**

**4.2 Messwerte**

**4.3 Auswertung**

**4.4 Interpretation**

# Anhang

## A.1 Quellcode

### A.1.1 Quellcode Versuch 1: Messung Kalibrierung

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 ten = -1
5 data = 0
6 vec = np.zeros((21, 3))
7
8 rang = ["10", "13", "16", "19", "22", "25", "28", "31", "34", "37", "40", "43", "46", "49", "52", "55", "58", "61",
9         "64", "67", "70"]
10
11 for x in rang:
12     ten += 1
13     data = np.genfromtxt('data/' + str(rang[ten]) + '.csv', delimiter=",", skip_header=1000, skip_footer=499,
14                          usecols=(4))
15
16     print("Durchschnitt " + str(rang[ten]) + "cm:" + str(np.mean(data)))
17     print("Standartabweichung " + str(rang[ten]) + "cm:" + str(np.std(data)) + "\n")
18
19     vec[ten, 0] = rang[ten]
20     vec[ten, 1] = np.mean(data)
21     vec[ten, 2] = np.std(data)
22
23 plt.plot([10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 52, 55, 58, 61, 64, 67, 70],
24          [vec[0, 1], vec[1, 1], vec[2, 1], vec[3, 1], vec[4, 1], vec[5, 1], vec[6, 1], vec[7, 1], vec[8, 1], vec[9, 1],
25           vec[10, 1], vec[11, 1], vec[12, 1], vec[13, 1], vec[14, 1], vec[15, 1], vec[16, 1], vec[17, 1], vec[18, 1],
26           vec[19, 1], vec[20, 1]], 'b')
27 plt.ylabel('Durchschnitt der Spannung in V')
28 plt.xlabel('Entfernung in cm')
```



```

29 plt.axis([0, 70, 0, 1.5])
30 plt.show()
31
32 plt.plot([10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49, 52, 55, 58, 61, 64, 67, 70],
33          [vec[0, 2], vec[1, 2], vec[2, 2], vec[3, 2], vec[4, 2], vec[5, 2], vec[6, 2], vec[7, 2], vec[8, 2], vec[9, 2],
34           vec[10, 2], vec[11, 2], vec[12, 2], vec[13, 2], vec[14, 2], vec[15, 2], vec[16, 2], vec[17, 2], vec[18, 2],
35           vec[19, 2], vec[20, 2]], 'r')
36 plt.ylabel('Standardabweichung der Spannung')
37 plt.xlabel('Entfernung in cm')
38 plt.axis([0, 70, 0, 0.12])
39 plt.show()

```

Listing 5.1: Messung

### A.1.2 Quellcode Versuch 2

### A.1.3 Quellcode Versuch 3

## A.2 Messergebnisse