



**Hochschule Konstanz**  
Technik, Wirtschaft und Gestaltung

**Signale, Systeme und Sensoren**

**VERSUCH NAME**

**Sarah Tiefert, Dominic Fellbaum**

**Konstanz, 23. November 2020**

## **Zusammenfassung (Abstract)**

Thema:	VERSUCH NAME	
Autoren:	Sarah Tiefert	sarah.tiefert@htwg-konstanz.de
	Dominic Fellbaum	dominic.fellbaum@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

Zusammenfassung etwa 100 Worte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Listingverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Versuch 1</b>	<b>2</b>
1.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	2
1.2 Messwerte . . . . .	4
1.3 Auswertung . . . . .	4
1.4 Interpretation . . . . .	5
<b>2 Versuch 2</b>	<b>6</b>
2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	6
2.2 Messwerte . . . . .	7
2.3 Auswertung . . . . .	7
2.4 Interpretation . . . . .	8
<b>3 Versuch 3</b>	<b>9</b>
3.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	9
3.1.1 Messmittel . . . . .	10
3.2 Messwerte . . . . .	10
3.3 Auswertung . . . . .	11
3.4 Interpretation . . . . .	12
<b>4 Versuch 4</b>	<b>13</b>
4.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel . . . . .	13
4.2 Messwerte . . . . .	13

4.3	Auswertung . . . . .	13
4.4	Interpretation . . . . .	13
<b>Anhang</b>		<b>14</b>
A.1	Quellcode . . . . .	14
A.1.1	Quellcode Versuch 1 . . . . .	14
A.1.2	Quellcode Versuch 2 . . . . .	14
A.1.3	Quellcode Versuch 3 . . . . .	14
A.1.4	Quellcode Versuch 4 . . . . .	14
A.2	Messergebnisse . . . . .	14

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Fig: Grauwertkeil, unbearbeitet . . . . .	4
-----	---	---

# Tabellenverzeichnis

1.1 Tab:Grauwert1 . . . . . 5

# **Listingverzeichnis**

# Einleitung

Im folgenden werden die Ergebnisse des zweiten Signale Systeme und Sensoren Versuchs, Kalibrierung von Digitalkameras, präsentiert. Ziel des Versuchs war es, die Eigenschaften einer Kamera zu untersuchen, die häufigsten Gründe für Sensorfehler zu verstehen und selbstständig ein Programm zur Kalibrierung der Kamera zu erstellen. Durchgeführt wurde der Versuch mit einer Webcam.



# **Kapitel 1**

## **Versuch 1**

### **1.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel**

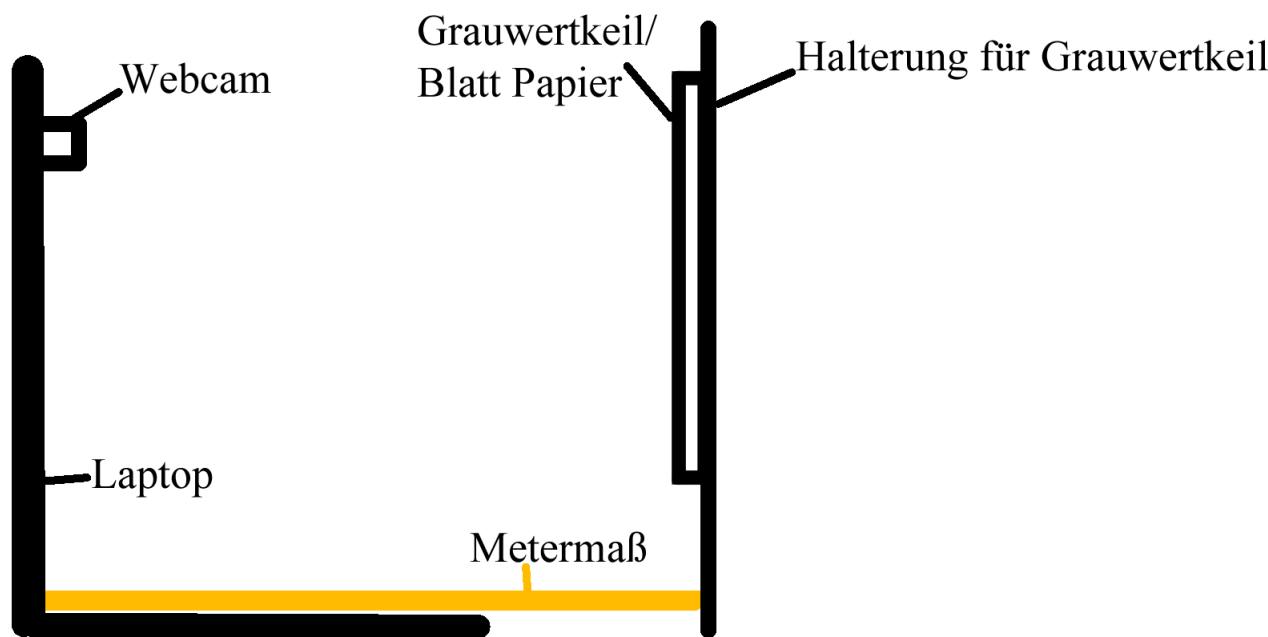
#### **Fragesetellung**

Ziel war es eine Aufnahme von einem Grauwertkeil zu erstellen, damit dieser auf seine Bildfehler untersucht und später korrigiert werden kann. Für einen besseren Vergleich soll zudem der Mittelwert und die Standardabweichung zu jedem der fünf Grauwerte ermittelt werden, damit diese mit den entsprechenden Werten des korrigierten Bilds verglichen werden können.

#### **Messprinzip**

Der Grauwertkeiler stellt einen stufenweise Grauwertverlauf dar,

## Aufbau



## Messmittel

- Webcam (Asus USB2.0 UVC HD Webcam)
- Grauwertkeil
- Metermaß

## 1.2 Messwerte

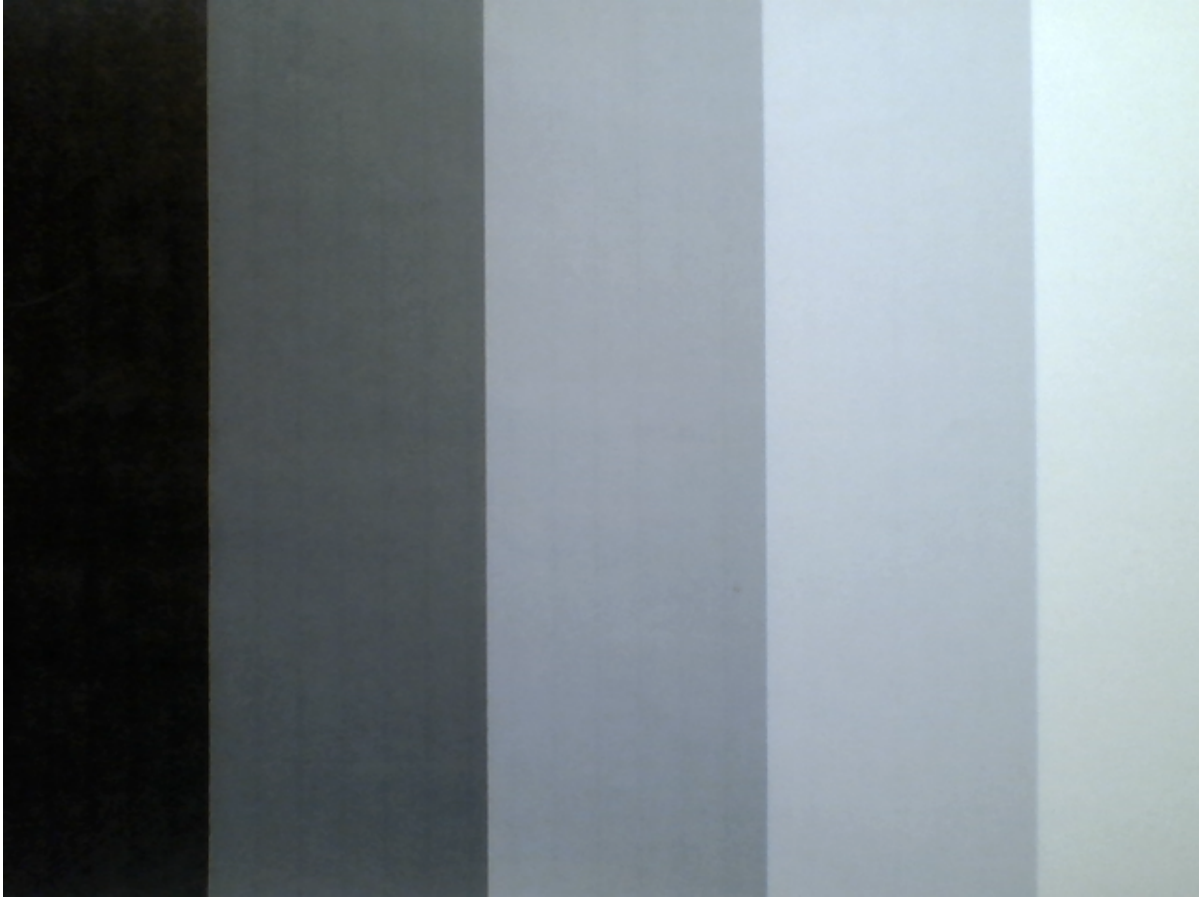


Abbildung 1.1: Fig: Grauwertkeil, unbearbeitet

## 1.3 Auswertung

Zur Auswertung des Grauwertkeil-Bildes wird das Bild zunächst in fünf Abschnitte unterteilt. Jeder Abschnitt soll eine der Graustufen enthalten und dabei so viele Pixel wie möglich umfassen, so dass der Abschnitt keine Pixel der anderen Graustufen enthält.

Für jeden Abschnitt wird dann ein Mittelwert bestimmt, der idealerweise der wahre Grauwert des Abschnitts wäre. Zudem wird die Standardabweichung von jeder Stufe ermittelt, wobei es wichtig ist die Standardabweichung über alle Werte der jeweiligen Stufe zu ermitteln, und nicht die des Mittelwerts.

## Mittelwerte und Standardabweichung des Grauwertkeilers

Graustufe	Mittelwert	Standardabweichung
0 (schwarz)	10.37	5.32
1 (dunkelgrau)	79.53	9.78
2 (mittelgrau)	155.67	14.55
3 (hellgrau)	193.70	17.36
4 (weiß)	215.66	18.65

Tabelle 1.1: Tab:Grauwert1

### 1.4 Interpretation

Die Mittelwerte zeigen, dass wie erwartet die dunklere Graustufen auch niedrigere Werte haben. Wobei es interessant ist das die dunkelste Stufe dennoch nicht bei 0 liegt.

Die Standardabweichung wird ungleichmäßig größer je heller die Werte sind, das bedeutet wohl das die helleren Werten ungenauer aufgenommen werden. Es ist unklar, ob das an ihrer Position im Bild oder der Helligkeit selbst liegt um dies zu ermitteln müssten wir die Auswertung unter den selben Bedingen aber mit einen verdrehten Grauwertkeil wiederholen.

# **Kapitel 2**

## **Versuch 2**

### **2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel**

#### **Fragestellung**

Im 2 Versuch geht es darum durch die Aufnahme eines Dunkelbilds Pixel zu finden, die trotz kompletter Dunkelheit nicht den Wert 0(aus) zurück liefern.

#### **Messprinzip**

Durch diesen Versuch werden die sogenannten Hot / Stuck Pixel erkannt(die Pixel die nicht 0 zurück liefern). Diese werden unter anderem durch das thermische Rauschen der Auslese-elektronik verursacht wird.

#### **Aufbau**

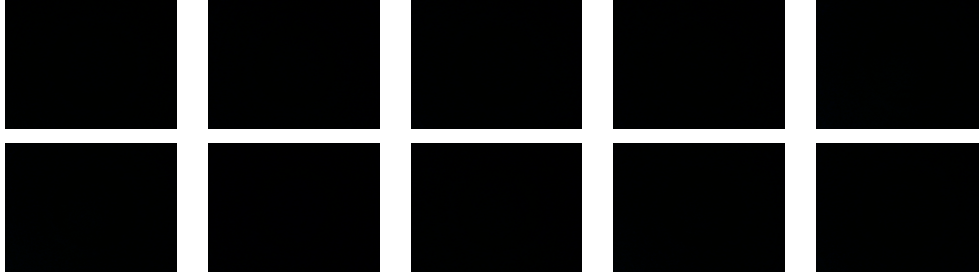
Die Kamera wird vollständig verdunkelt zum Beispiel durch einen Aufkleber vor der Linse.

#### **Messmittel**

Wie bei Versuch 1

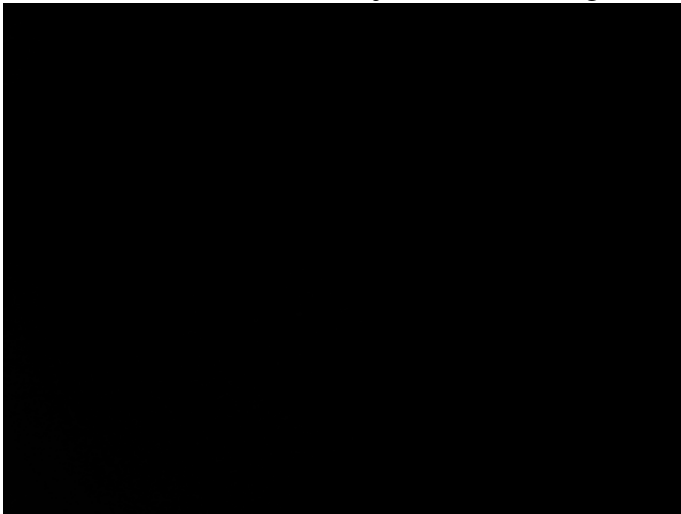
## 2.2 Messwerte

Es werden 10 Dunkelbild aufnahmen gemacht und in Grauwertbilder umgerechnet:



## 2.3 Auswertung

Aus den 10 Dunkelbild Aufnahmen wird dann der pixelweise Mittelwert berechnet und ein neues Dunkelbild erzeugt. Dies soll das thermische Ausleserauschen eliminieren und es bleibt nur noch der Offset jedes Pixels übrig:



Auf dem ersten Blick sieht man nicht sehr viel. Allerdings wenn man das Dunkelbild Kontrast maximiert darstellt ergibt sich folgendes:



Jetzt wird jeder Pixel der aufgrund des thermischen Rauschens nicht den Wert 0 hat Kontrast maximiert dargestellt in weiß.

## **2.4 Interpretation**

Aus dem Kontrast maximierten Bild kann man sehr gut erkennen wie stark das Rauschen sein kann. Im Zusammenhang mit einer nicht sehr neuen Kamera die in diesem Fall verwendet wurde, ist das thermische Rauschen mit hoher Wahrscheinlichkeit viel stärker als bei neueren Kameras.

# **Kapitel 3**

## **Versuch 3**

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

#### **Fragesetellung**

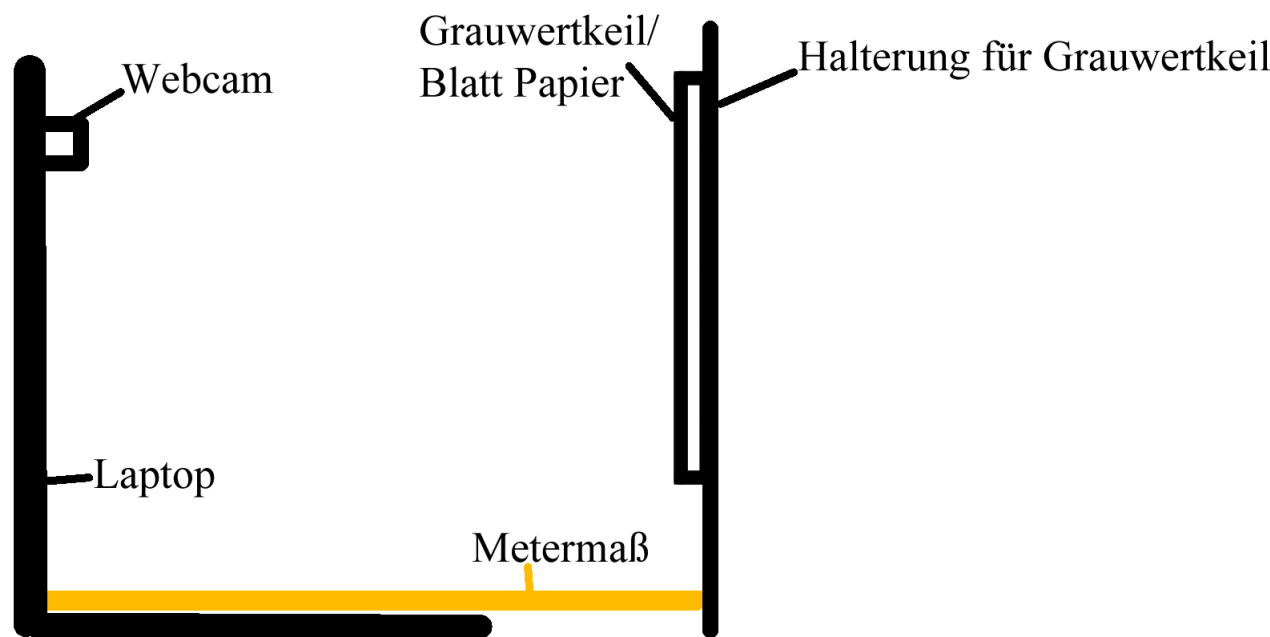
Die Sensitivität von Kamerasensoren ist aufgrund von Fertigungstoleranzen nicht völlig gleich. Zudem Kommt es durch das Objectiv der Kamera zu einer sogenannten Vignettierung, d.h. der Rand des Bildes ist dunkler als er sein sollte, weil das Licht ungleichmäßig verteilt wird. Das beides führt dazu, das einige Pixel einen zu geringen Helligkeitswert aufweisen. In diesen Versuch geht es darum diese Pixel zu finden und unsere Aufnahmen so zu kalibrieren das diese Pixel kein Problem mehr sind.

#### **Messprinzip**

Wird eine Aufnahme von einen weißen Blatt Papier gemacht heben sich auf dem resultierenden Bild Schatten und zu dunkle Pixel hervor. So kann man ermitteln welche Pixel einen zu dunklen Wert angeben. Leider wird das Ergebnis durch starke Lichteinstrahlung und Schatten von außen verfälscht. Daher ist es wichtig die Beleuchtung gleichmäßig zu halten, die Einflüsse äußeren Faktoren zu minimieren.



## Aufbau



### 3.1.1 Messmittel

- Webcam (Asus USB2.0 UVC HD Webcam)
- weißes Blatt Papier
- Metermaß

## 3.2 Messwerte



Abbildung 3.1: Fig: Weißbilder Nr. 0-9

### 3.3 Auswertung

zur Auswertung des Weißbildes wird zunächst der Mittelwert der zehn Weißbilder erstellt, d.h. es soll ein künstliches Weißbild erstellt werden, bei dem jeder Pixel der Mittelwert der entsprechenden Pixel der anderen Weißbilder ist.

#### Mittelwertbild des Weißbildes

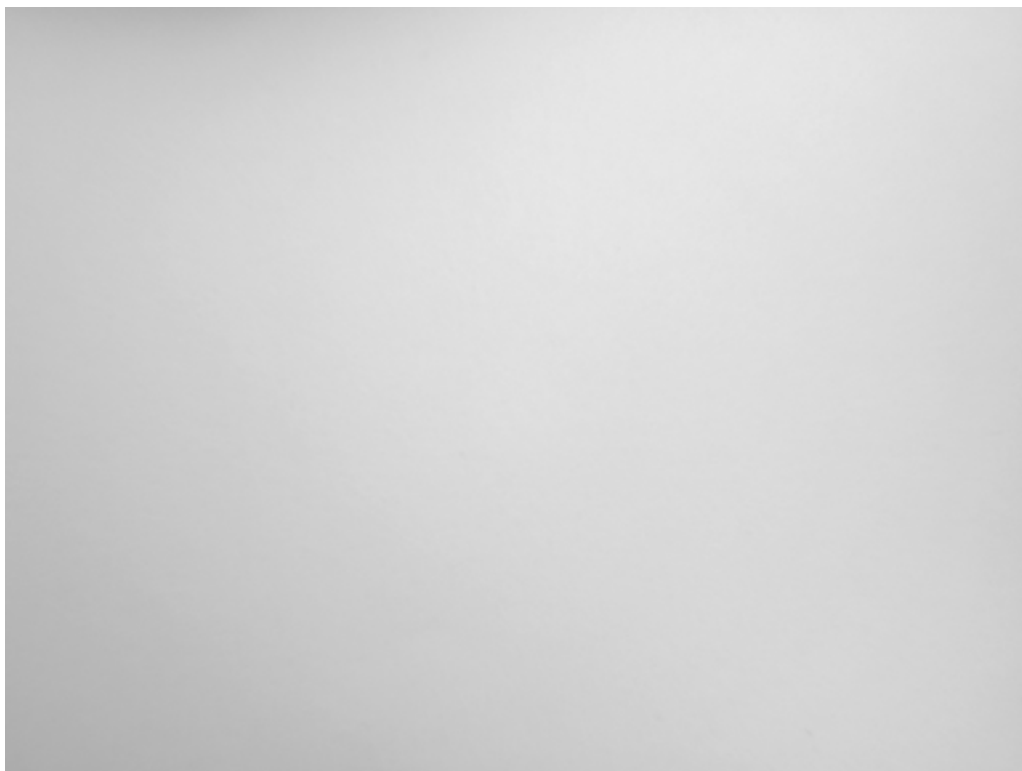


Abbildung 3.2: Fig: Mittelwertbild der Weißbilder

Um die Deadpixel und die Vignettierung zu verdeutlichen wurde das Mittelwertweißbild noch kontrastmaximiert. Das kontrastmaximierte Bild dient nur zur Veranschaulichung und ist für weitere Auswertungen irrelevant.

## Kontrastmaximiertes Weißbild



Abbildung 3.3: Fig: Kontrastmaximiertes Weißbild

## 3.4 Interpretation

Das Kontrastmaximierte Bild zeigt, dass vor allen die linken Ecken des Bildes viele verdunkelte Pixel haben. Das deckt sich mit den Aufnahmen selbst, bei welchen auch ohne erhöhten Kontrast ein Schatten in der linken unteren Ecke auffällt. Zudem ist das Bild oben mittig am hellsten. Dieser Schattenunterschied ist vermutlich mehr durch äußere Beleuchtungsbedingungen zu erklären als durch die Deadpixel und die Vignettierung. Es sei hierbei erwähnt das die Aufnahmen nach Einbruch der Dunkelheit gemacht wurden und die Lichtquelle eine Deckenbeleuchtung war.

Dennoch kann man erkennen, das der Rand dunkler ist als der Rand generell dunkler ist, die Effekte der Vignettierung wurden also erfasst. Und auch die Deadpixel lassen sich erkennen, da es selbst in den Hellen Teilen vereinzelte dunkle Flecken gibt.

# **Kapitel 4**

## **Versuch 4**

### **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**

### **A.1.2 Quellcode Versuch 2**

### **A.1.3 Quellcode Versuch 3**

### **A.1.4 Quellcode Versuch 4**

## **A.2 Messergebnisse**