

RWTH Aachen

Dokumentation zum Projekt in Seminar

Heterogenität und Inklusion in der beruflichen Fachrichtung Elektrotechnik

Erstellung eines Widerstandsrechners mit Modell

Name, Vorname, Matrikelnummer	Haidl, Carsten,	358 284
	Brinkhaus, Bastian,	331 356
	Gassen, Patrick,	407 594
Studiengang:	M. Ed. Elektrotechnik am Berufskolleg	

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis.....	III
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel der Arbeit.....	1
1.2 Anforderungen an das Modell.....	1
2 theoretischer Vorüberlegungen.....	2
2.1 Überlegungen zur Umsetzung.....	2
2.2 Materialien	2
3 Erstellung des Modells	6
3.1 Verlaufsbeschreibung.....	6
3.2 Meilensteine und Bearbeitungsdauer.....	10
3.3 Auflistung Materialien für den Nachbau	10
4 Literaturverzeichnis.....	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Farbring- und Widerstandszuordnung.....	3
Tabelle 2 Holzelemente.....	4
Tabelle 3 Belegung Pins Arduino Nano.....	7
Tabelle 4 Meilensteine und Bearbeitungsdauer	10
Tabelle 5 Menge benötigter Widerstände	10
Tabelle 6 Häufigkeiten der nachgebauten Widerstandsfarbringe	11
Tabelle 7 Menge an Holzelementen.....	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Freiraum für Widerstand	4
Abbildung 2 Deckel & Boden für Widerstand. Verbindungselemente.....	4
Abbildung 3 Bodenplatte, Deckelplatte	4
Abbildung 4 Seitenteile	4
Abbildung 5 Stabilisatoren, Klebehilfen	4
Abbildung 6 Schaltplan inklusive Spannungsteiler	5
Abbildung 7 Zusammengelötete Widerstände	8
Abbildung 8 Freiraum für zusammengelötete Widerstände	8
Abbildung 9 Farbring fertig (Seitenansicht)	8
Abbildung 10 Farbring fertig (Bodenansicht).....	8
Abbildung 11 Farbring fertig (vollständig).....	8
Abbildung 12 Vollständiges Modell	8
Abbildung 13 Deckel mit Einsparungen	9
Abbildung 14 Deckel Prototyp.....	9
Abbildung 15 Deckel; Nähere Betrachtung für Einsparungen.....	9
Abbildung 16 Bodenkasten mit Halterungen für Lochrasterplatine	9
Abbildung 17 Arduino Nano, Lochrasterplatine und fertige Schaltung	9

1 Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

Da die Widerstandsberechnung einem Schema folgt, kann dies gut genutzt werden, um eigene Experimente durchzuführen. Leider besteht das Problem, dass das Ablesen und Berechnen der Widerstandswerte sehr komplex werden, da dies zum einen sehr klein ist und zum anderen weitere Probleme mit sich bringt. Wie bereits erwähnt sind die Widerstände sehr klein. Personen mit körperlichen Beeinträchtigungen können bereits an dieser Stelle das Problem besitzen, die Widerstände überhaupt anzufassen. Neben der Haptik kann die Berechnung ebenfalls ein Problem darstellen. Auf Basis dieser Betrachtungen wird somit ein Modell erstellt, in dem ein Widerstand vergrößert nachgebaut wird.

1.2 Anforderungen an das Modell

Aus den obigen Darstellungen ergeben sich somit die nachfolgenden Anforderungen:

- Widerstandsmodell vergrößert
- austauschbare, farblich markierte Ringe, welche die Widerstandswerte repräsentieren
- leicht nachzubauen
- geringe Kosten
- Berechnung der Widerstände automatisiert
- Display zur Anzeige der berechneten Werte

2 theoretischer Vorüberlegungen

2.1 Überlegungen zur Umsetzung

Damit das Projekt möglichst einfach und kostengünstig realisiert werden kann, werden auf die Grundlagen der Elektrotechnik zurückgegriffen. Hierzu werden die Elemente Spannungsteiler, Parallelschaltung und Reihenschaltung miteinander kombiniert. Die komplette Schaltung wird in Abbildung 6 dargestellt und kann somit möglichst einfach nachgebaut werden. Die Spannung, welche an dem zweiten Widerstand des jeweiligen Spannungsteilers abfällt, bestimmt welcher Farbcode diesem Wert entspricht. Für die Messung und Berechnung wird ein Arduino Nano verwendet, welcher einen 10Bit Wandler besitzt. Somit wird die 5V Eingangsspannung auf insgesamt 1024 gleiche Teile geteilt. Damit die Bereiche der Spannungswerte und die dazugehörigen Bereiche des Wandlers demnach eingestellt werden, sollen Widerstände derartig zusammengeschaltet werden, sodass diese dabei abfallenden Spannungen innerhalb der Bereiche liegen. Alle genannten Informationen sind aus der Tabelle 1 zu entnehmen.

2.2 Materialien

Um das Projekt möglichst einfach zugänglich zu machen und die Kosten gering zu halten, wird das Modell in Holz gebaut. Hierbei werden verschiedene Holzstücke benötigt. Zum einen werden Abstandshalter benötigt, welche aus mehreren Holzstücken aus Abbildung 2 zusammengeleimt werden. Um die Widerstandsfarbringe zu simulieren, werden zwei Holzstücke aus Abbildung 2 und ein Holzstück Abbildung 1 benötigt. Hierbei werden diese anschließend ebenfalls verleimt. In die entstandenen Freiräume werden hierbei die ermittelten Widerstandspaare eingebracht, sodass der Widerstandsfarbring simuliert werden kann. Die Widerstandswerte und die jeweilige Farbe des Widerstandsring sind in den Tabellen nachzuvollziehen. Ebenfalls werden die Menge und die Art des Holzes in einer Tabelle dargestellt.

Neben dessen wird ein Arduino Nano verwendet, da dieser sehr kostengünstig ist. Außerdem werden Lochrasterplatinen und weitere Widerstände, Kupferklebeband sowie Drähte verwendet, um die obigen Betrachtungen zu erstellen. Der Vorteil liegt insgesamt darin, dass dieses Projekt somit sehr kostengünstig realisiert werden kann und dies ebenfalls von Lernenden (auch innerhalb des Unterrichts) nachgebaut werden kann.

Nr.	Farbe	A/D-Bereich	V-Bereich	V-Mittel	Widerstandswerte benötigt	Widerstandszusammensetzung
1	schwarz	0 – 85	0V – 0,425V	0,22V	10 Ω	10 Ω
2	braun	86 – 171	0,43V – 0,855V	0,64V	110 Ω	100 Ω + 10Ω
3	rot	172 – 257	0,86V – 1,285V	1,07V	270 Ω	(100Ω 100Ω) + 220Ω
4	orange	258 – 343	1,29V – 1,715V	1,5V	470 Ω	470Ω
5	gelb	344 – 429	1,72V – 2,145V	1,93V	650 Ω	470Ω + 150Ω
6	grün	430 – 515	2,15V – 2,575V	2,4V	1 kΩ	1kΩ
7	blau	516 – 601	2,58V – 3,05V	2,8V	1,3kΩ	1kΩ + 330Ω
8	violett	602 – 687	3,1V – 3,435V	3,3V	2 kΩ	1kΩ + 1kΩ
9	grau	688 – 773	3,44V – 3,865V	3,65V	2,8kΩ	2,2kΩ + 330Ω + 220Ω
10	weiß	774 – 859	3,87V – 4, 295V	4,1V	4 kΩ	1,5kΩ + 1,5kΩ + 1kΩ
11	gold	860 – 945	4,3V – 4,725V	4,5V	9 kΩ	10kΩ
12	silber	946 – 1024	4,73V – 5V	4,87V	100 kΩ	100kΩ

Tabelle 1 Farbring- und Widerstandszuordnung

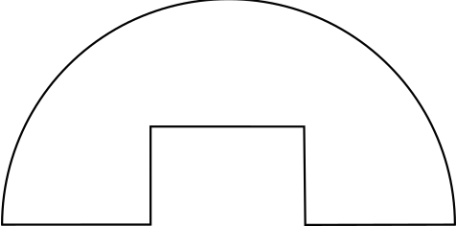
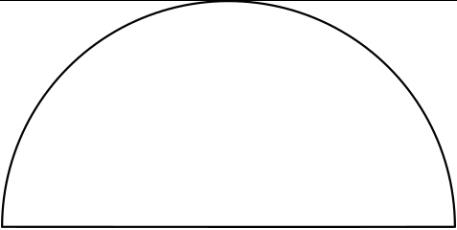
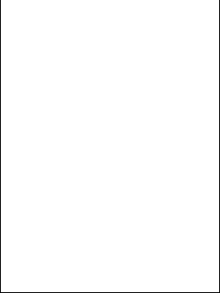


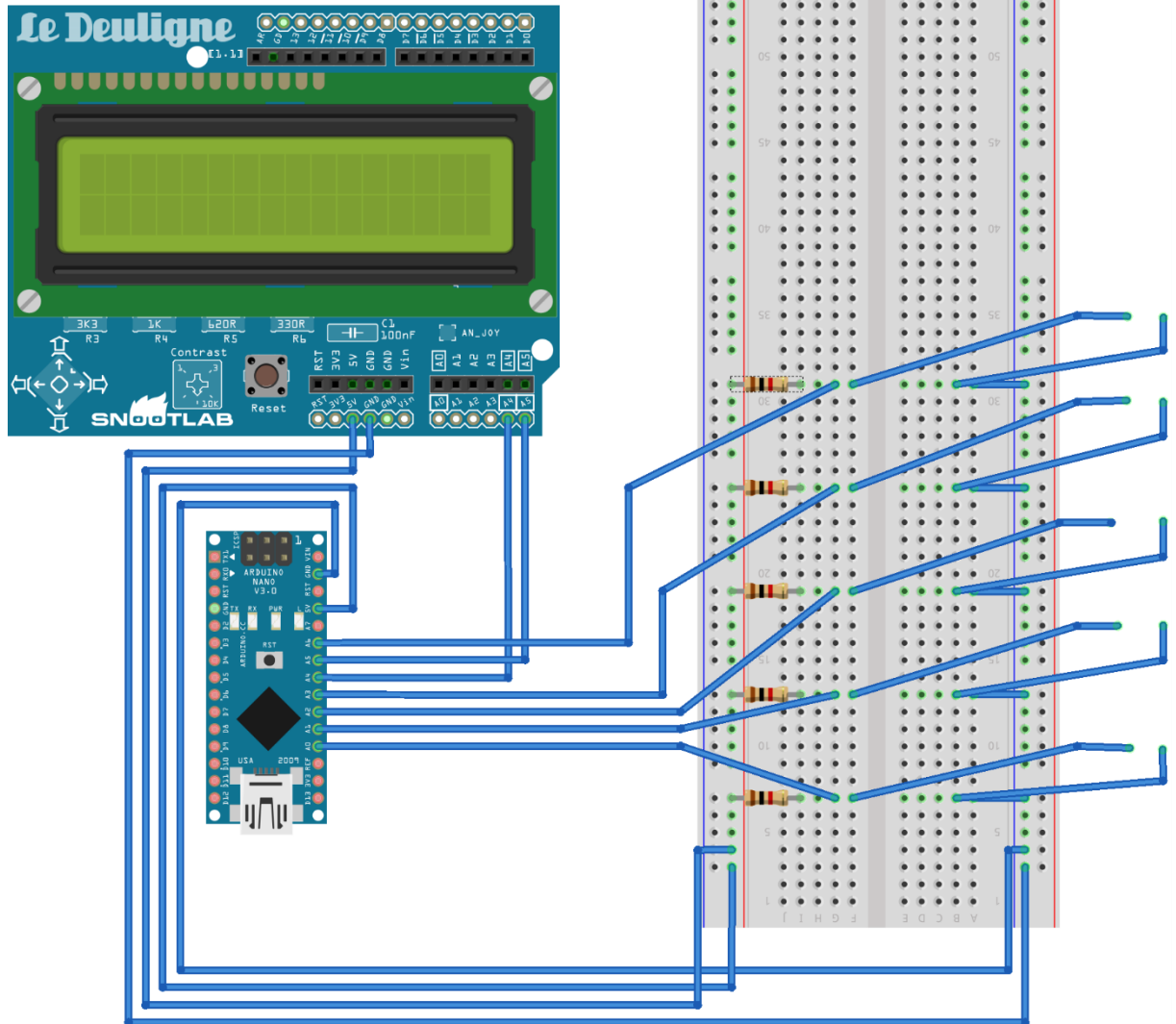
Element	Anzahl	Kommentar
 <p>Abbildung 1 Freiraum für Widerstand</p>	34 x 3mm	für Widerstandsfarbcodierung als Freiraum
 <p>Abbildung 2 Deckel & Boden für Widerstand. Verbindungselemente</p>	68 x 3mm 50 x 3mm	68 Stück als Deckel und Boden für Widerstandsfarbcodierung 50 Stück für generelle Abstände
 <p>Abbildung 3 Bodenplatte, Deckelplatte</p>	2 Stück in 30cm x 40cm x 3mm	3mm dicke der Holzplatte In den Deckel werden nachträglich Löcher gemacht für die Adern des Spannungsteilers
 <p>Abbildung 4 Seitenteile</p>	2 Stück in 30cm x 5cm 2 Stück in 39,4cm x 5cm	Seitenteile des Kastens Jeweils mit 3mm dicke
 <p>Abbildung 5 Stabilisatoren, Klebehilfen</p>	2cm x 3cm x 3mm	So viele, wie benötigt. Dienen zur Stabilisation und Klebehilfe

Tabelle 2 Holzelemente



fritzing

Abbildung 6 Schaltplan inklusive Spannungsteiler

3 Erstellung des Modells

3.1 Verlaufsbeschreibung

Die Bearbeitung des Projekts beginnt damit, dass zunächst die vollständige Schaltung berechnet wird. Wie in *Abbildung 6* zu sehen, besteht die Schaltung aus insgesamt zehn Widerständen, wovon jeweils zwei Widerstände eine Reihenschaltung ergeben. Der erste Widerstand jeder Reihenschaltung besteht aus einem $1\text{ k}\Omega$ Widerstand. Der zweite Widerstand jeder Reihenschaltung wird durch die Werte in *Tabelle 1* repräsentiert. Die Werte stammen daher, dass der Arduino einen Maximalstrom von 40mA liefern kann. Somit durfte der Gesamtwiderstand der Schaltung nicht unterhalb von 125Ω liegen. Auf Basis dieser Betrachtungen wurde mit Hilfe des ohmschen Gesetzes und den definierten Spannungsbereichen die Widerstandswerte der einzelnen Farbwerte entsprechend berechnet.

Da die benötigten Widerstandswerte kaum welche sind, die fertig gekauft werden konnte, mussten diese zunächst mit Hilfe von Standard-Widerständen zusammengebaut werden. Hierbei wurde zunächst geprüft, wodurch diese sich darstellen lassen und anschließend hierbei verlötet. Die Zusammensetzung des Widerstandswerte der jeweiligen Farbe ist der *Tabelle 1* zu entnehmen. Damit die Widerstände zusammenhalten, wurden diese miteinander verlötet.

Die Konstruktion des Modells sollte einfach und günstig sein, damit dieses schnell und unkompliziert nachgebaut werden kann. Hierbei wurde eine relativ große rechteckige Box konzipiert, welche genügend Platz bietet, um den Arduino und die Verdrahtung aufzunehmen. Die Box besteht aus den Elementen aus *Abbildung 3*, *Abbildung 4* und *Abbildung 5*. Zusätzlich wurden mehrere Holzstücke aus *Abbildung 5* verwendet, welche als Klebehilfe und Stabilisatoren dienen. Auf dem Deckel der Box wurde ein Widerstand nachgestellt. Hierbei wurden mehrere Holzstücke aus *Abbildung 2* zusammengeleimt und auf den Deckel geleimt. Dabei wurden Zwischenräume erstellt, wo die nachgestellten Farbringe eingesetzt werden können. Die Holzelemente aus *Abbildung 1* und *Abbildung 2* werden hierbei mehrfach verwendet, welche die Farbringe repräsentieren. Dabei wird ein Holzelement aus *Abbildung 1* zwischen zwei Holzelemente aus *Abbildung 2* geleimt. Der dabei entstehende Freiraum wird verwendet, um die zusammengelöteten Widerstände aufzunehmen. Damit eine größere leitfähige Fläche zu erhalten, werden die Widerstandsbeine mit Hilfe von Kupferklebeband am Boden des Holzelements verklebt. Zusätzlich wurde mit passendem farbigem Klebeband das jeweilige Holzelement markiert, welches den Widerstandsfarbring entspricht.

Auf einer Lochrasterplatine wurde die Schaltung aus *Abbildung 6* nachgebaut. Hierbei wurden fünf $1k\Omega$ Widerstände und Drähte Reihenschaltung in einer Parallelschaltung zusammengelötet. Zusätzlich wurden zwei Drähte verwendet, welche als Leitungen auf den Deckel gelegt werden für den variablen Widerstand. Des Weiteren wurde ein weiterer Draht verwendet, welcher nach dem $1k\Omega$ und vor dem variablen Widerstand der Reihenschaltung an die analogen Pins des Arduino Nano verbunden wird. Außerdem wurden zwei Drähte von dem 5V-Pin und dem GND-Pin des Arduino auf die Lochrasterplatine gelötet, um die Spannungsversorgung sicherzustellen. Da ein LCD ebenfalls verwendet wird, wurde die Spannungsversorgung über zusätzliche Drähte auf der Lochrasterplatine realisiert. Neben dessen mussten zwei weitere Drähte vom Arduino Nano auf das LCD geführt werden. Eine genaue Beschreibung der Belegung der Pins ist in Tabelle 3 zu finden.

Pin des Arduino Nano	Wofür
A0	Spannungsteiler; erster variabler Widerstand
A1	Spannungsteiler; zweiter variabler Widerstand
A2	Spannungsteiler; dritter variabler Widerstand
A3	Spannungsteiler; vierter variabler Widerstand
A4	LCD; SDA
A5	LCD; SCL
A6	Spannungsteiler; fünfter variabler Widerstand
5V	Spannungsversorgung +5V
GND	Ground; Masse

Tabelle 3 Belegung Pins Arduino Nano

Die Software wurde hierbei möglichst einfach gehalten und an der oben dargestellten Pinbelegung orientiert. Außerdem wird diese zur Verfügung gestellt. Die nachfolgenden Abbildungen dienen als Orientierung bei einem Nachbau des Widerstandscalculators.



Abbildung 7 Zusammengelötete Widerstände



Abbildung 8 Freiraum für zusammengelötete Widerstände

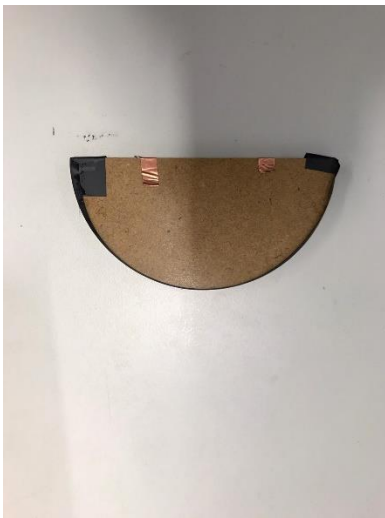


Abbildung 9 Farbring fertig (Seitenansicht)



Abbildung 10 Farbring fertig (Bodenansicht)



Abbildung 11 Farbring fertig (vollständig)



Abbildung 12 Vollständiges Modell

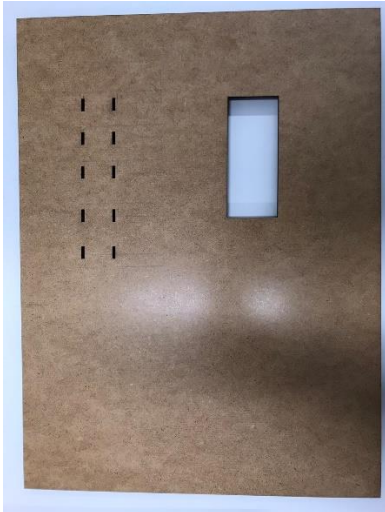


Abbildung 13 Deckel mit Einsparungen



Abbildung 14 Deckel Prototyp



Abbildung 15 Deckel; Nähere Betrachtung für Einsparungen

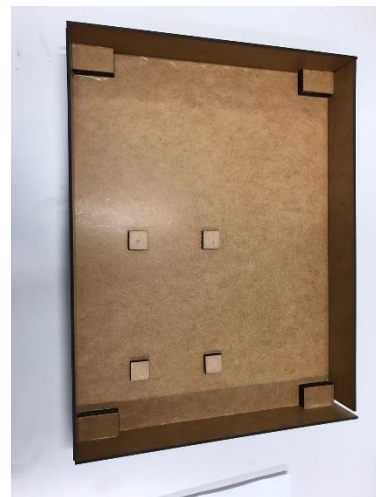


Abbildung 16 Bodenkasten mit Halterungen für Lochrasterplatine

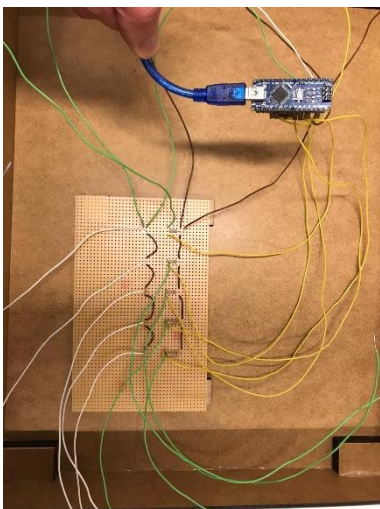


Abbildung 17 Arduino Nano, Lochrasterplatine und fertige Schaltung

3.2 Meilensteine und Bearbeitungsdauer

Im Folgenden wird eine kurze Tabelle aufgezeigt, in welcher die wesentlichen Meilensteine erkennbar sind und wieviel Zeit benötigt worden ist.

Meilenstein	Datum	Zeit	Kommentar
Konzept erarbeiten	31.12.2019	4h	
Schaltung berechnen	09.01.2020	2h	
Widerstände löten	16.01.2020	3h	
Lochrasterplatine löten	23.01.2020	3h	
Holzausschnitte	16.01.2020	3h	
Holzbox bauen	23.01.2020	2h	
Software	30.01.2020	2h	
Dokumentation	30.01.2020	6h	

Tabelle 4 Meilensteine und Bearbeitungsdauer

3.3 Auflistung Materialien für den Nachbau

Bei einem Nachbau werden die nachfolgenden Materialien pro Modell benötigt:

- Arduino Nano und Mini-USB-Kabel
- LCD 20x4 (I2C fähig)
- Draht
- Lochrasterplatine
- Lötkolben & Lötzinn
- Klebeband in den Widerstandsringfarben (schwarz, braun, rot usw.)
- Holzleim
- Widerstände gemäß Tabelle 5
- Farbringe gemäß Tabelle 6
- Holzausschnitte gemäß Tabelle 7; Die Dicke der Holzplatte beträgt 3mm. Auf Basis dieser Dicke sind die Angaben aus der Tabelle.

Widerstand	Anzahl
10 Ω	7
100 Ω	12
150 Ω	4
220 Ω	6
330 Ω	3
470 Ω	20
1 k Ω	6
1,5 k Ω	3
2,2 k Ω	6
10 k Ω	1
100 k Ω	1

Tabelle 5 Menge benötigter Widerstände

Farbe des Widerstandsringes	Anzahl
schwarz	3
braun	4
rot	4
orange	3
gelb	3
grün	3
blau	3
violett	3
grau	3
weiß	3
gold	1
silber	1

Tabelle 6 Häufigkeiten der nachgebauten Widerstandsfarbringe

Holzelement	Anzahl
Deckel 30cm x 40cm	1
Boden 30cm x 40cm	1
Seitenteil 30cm x 5cm	2
Seitenteil 39,4cm x 5cm	2
Halbkreis (vgl. <i>Abbildung 2</i>)	118
Halbkreis mit Freiraum (vgl. <i>Abbildung 1</i> / <i>Abbildung 2</i>)	34

Tabelle 7 Menge an Holzelementen

4 Literaturverzeichnis

Elektronik Kompendium (2019) Widerstandsfarbcodes-Tabelle (Widerstandscodes / Farbcodes)

(Online Quelle eingesehen am 18.12.2019 <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/bau/1109051.htm>)

Edu8s.tv (2017) *Arduino Tutorial: 20x4 I2C Character LCD display with Arduino Uno from*

Banggood.com (Online Quelle eingesehen am 16.01.2020
<https://www.youtube.com/watch?v=F9IVtKa8C7Q>)

Maker Tutor (2017) *Arduino I2C Scanner devices | Arduino Tutorial* (Online Quelle

eingesehen am 16.01.2020 <https://www.youtube.com/watch?v=OgrE5rTmYeo&t=29s>)

Maker Tutor (2018) *How to connect an I2C LCD Display to an Arduino NANO* (Online

Quelle eingesehen am 16.01.2020
https://www.youtube.com/watch?v=ZtwFpFIS1_0&t=80s)