

## Arduino STEM-Shield: Aufgaben

|     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| 1   | Vorbemerkungen.....           | 2 |
| 1.1 | Beschreibung STEM-Shield..... | 2 |
| 1.2 | Übersicht Aufgaben.....       | 3 |
| 2   | Aufgabe: TRAFFIC_LIGHT_A..... | 4 |
| 2.1 | Aufgabe.....                  | 4 |
| 2.2 | Hinweise.....                 | 4 |
| 3   | Aufgabe: TRAFFIC_LIGHT_B..... | 4 |
| 3.1 | Aufgabe.....                  | 4 |
| 3.2 | Hinweise.....                 | 4 |
| 4   | Aufgabe: COUNT_DOWN.....      | 5 |
| 4.1 | Aufgabe.....                  | 5 |
| 4.2 | Hinweise.....                 | 5 |
| 5   | Aufgabe: DICE.....            | 5 |
| 5.1 | Aufgabe.....                  | 5 |
| 5.2 | Hinweise.....                 | 5 |
| 6   | Aufgabe: LED_TRIMMER.....     | 5 |
| 6.1 | Aufgabe.....                  | 5 |
| 6.2 | Hinweise.....                 | 5 |
| 7   | Aufgabe: SERVO_TRIMMER.....   | 5 |
| 7.1 | Aufgabe.....                  | 5 |
| 7.2 | Hinweise.....                 | 5 |
| 8   | Aufgabe: PHOTO_LED.....       | 6 |
| 8.1 | Aufgabe.....                  | 6 |
| 8.2 | Hinweise.....                 | 6 |
| 9   | Aufgabe: NTC_TEMPERATURE..... | 6 |
| 9.1 | Grundlagen.....               | 6 |
| 9.2 | Konzept.....                  | 7 |
| 9.3 | Aufgabe.....                  | 8 |
| 9.4 | Hinweise.....                 | 8 |

# 1 Vorbemerkungen

[\(Inhalt\)](#)

## 1.1 Beschreibung STEM-Shield

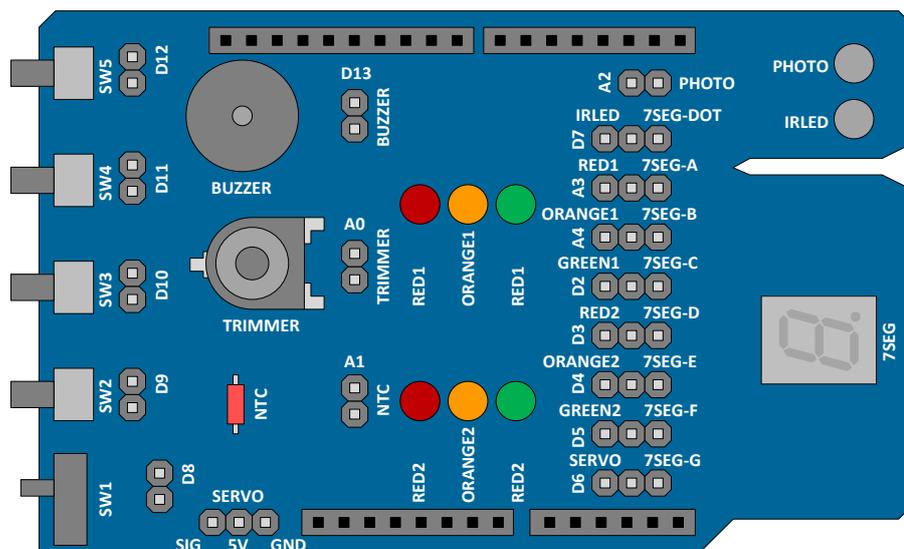
[\(Thema\)](#)

Die Firma Velleman (<https://www.velleman.eu/products>) bietet ein so genanntes STEM-Shield für den Arduino UNO an. STEM steht hier für die Anwendung von Science, Technology, Engineering und Mathematics im Bildungsbereich. Leider ist das Shield bisher nur als Bausatz verfügbar.

Das STEM-Shield ermöglicht die Arbeit mit folgenden Komponenten:

- 1 Schalter (SW1),
- 4 Taster (SW2...SW5),
- 1 Minilautsprecher (BUZZER),
- 1 Potentiometer (TRIMMER),
- 1 Heißleiter (NTC),
- 1 Anschluss für Servomotor (SERVO),
- 6 farbige LED (RED1, ORANGE1, GREEN1, RED2, ORANGE2, GREEN2),
- 1 Fototransistor (PHOTO),
- 1 Infrarot-LED (IRLED),
- 1 7-Segmentanzeige (7SEG).

Die folgende Abbildung zeigt die Anordnung der Komponenten



Die Auswahl der genannten Komponenten erfolgt durch Kontaktbrücken auf den zugeordneten Stiftleisten. Die Stiftleisten haben jeweils 2 oder 3 Kontakte.

In der folgenden Tabelle sind die benutzten Anschlüsse des Arduino und die entsprechenden Komponentenanschlüsse zusammengestellt.

| Anschluss Arduino | Komponente | Alternative Komponente |
|-------------------|------------|------------------------|
| D2                | GREEN1     | 7SEG-C                 |
| D3 (PWM)          | RED2       | 7SEG-D                 |
| D4                | ORANGE2    | 7SEG-E                 |
| D5 (PWM)          | GREEN2     | 7SEG-F                 |
| D6 (PWM)          | SERVO      | 7SEG-G                 |
| D7                | IRLED      | 7SEG-DOT               |
| D8                | SW1        |                        |
| D9 (PWM)          | SW2        |                        |
| D10 (PWM)         | SW3        |                        |
| D11 (PWM)         | SW4        |                        |
| D12               | SW5        |                        |
| D13               | BUZZER     |                        |
| A0                | TRIMMER    |                        |
| A1                | NTC        |                        |
| A2                | PHOTO      |                        |
| A3                | RED1       | 7SEG-A                 |
| A4                | ORANGE1    | 7SEG-B                 |
| A5                |            |                        |

## 1.2 Übersicht Aufgaben

[\(Thema\)](#)

Folgende Aufgabenstellungen vertiefen die Demonstrationen zum Arduino STEM-Shield.

*Übersicht:*

- TRAFFIC\_LIGHT\_A  
Automatische Ampelsteuerung mit 2 Fahrbahnen. Die Steuerung besitzt 2 umschaltbare Modi.
- TRAFFIC\_LIGHT\_B  
Ampelsteuerung mit Fahrbahn und Fußgängerüberweg. Der Fußgängerüberweg wird erst nach der Bedienung eines Tasters freigegeben. Die Freigabe wird durch ein akustisches Signal unterstützt.
- COUNT\_DOWN  
Count Down (9-0), der durch Taster gestartet wird. Nach dem Count Down ist ein Ton zu hören.
- DICE  
Würfel mit 7-Segmentanzeige. Beim Würfeln einer 6 ist ein akustisches Signal zu hören.
- LED\_TRIMMER  
Einstellung der Helligkeit einer LED mit dem Potentiometer.
- SERVO\_TRIMMER  
Einstellung des Winkels eines Servomotors mit dem Potentiometer.
- PHOTO\_LED  
Die mit dem Fototransistor gemessene Lichtstärke wird durch drei farbige LED visualisiert.
- NTC\_TEMPERATURE  
Basierend auf dem Wert der Komponente NTC (0...1023) wird näherungsweise die zugehörige Temperatur ausgegeben.

## 2 Aufgabe: TRAFFIC\_LIGHT\_A

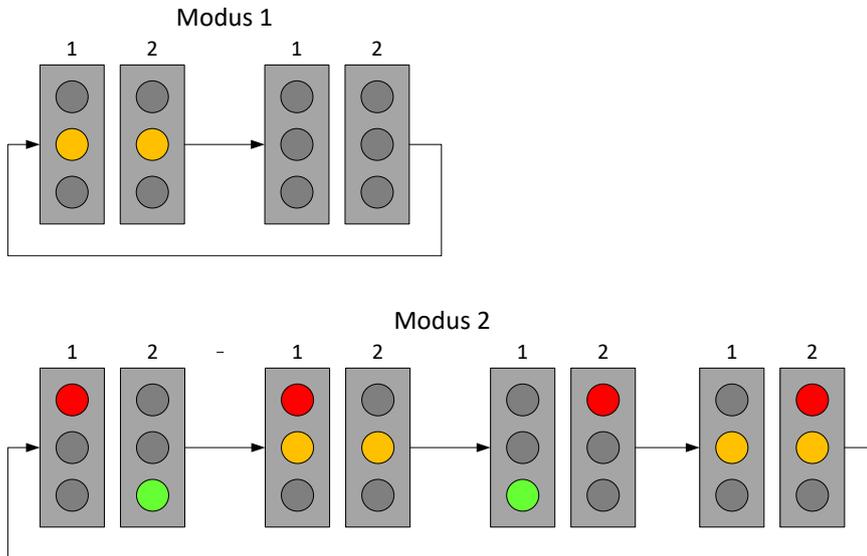
[\(Inhalt\)](#)

### 2.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Realisierung einer automatischen Ampelsteuerung mit zwei Fahrbahnen. Mit dem Umschalter wird einer der Modi ausgewählt.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die beiden Modi.



### 2.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: RED1, ORANGE1, GREEN1, RED2, ORANGE2, GREEN 2, SW1.

## 3 Aufgabe: TRAFFIC\_LIGHT\_B

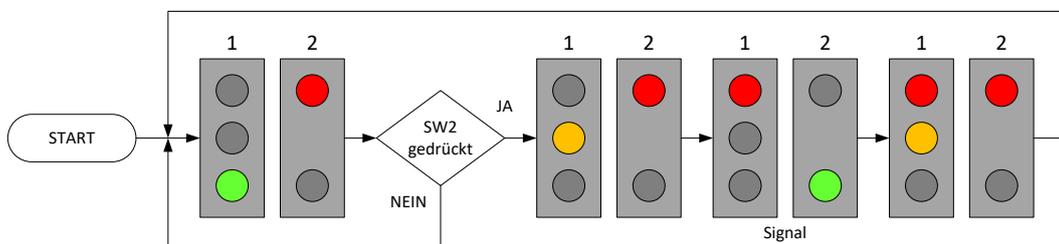
[\(Inhalt\)](#)

### 3.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Realisierung einer Ampelsteuerung mit Fahrbahn und Fußgängerüberweg. Der Fußgängerüberweg wird erst nach der Bedienung eines Tasters freigegeben. Die Freigabe wird durch ein akustisches Signal unterstützt.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Steuerung.



### 3.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: RED1, ORANGE1, GREEN1, RED2, GREEN2, SW2, BUZZER.

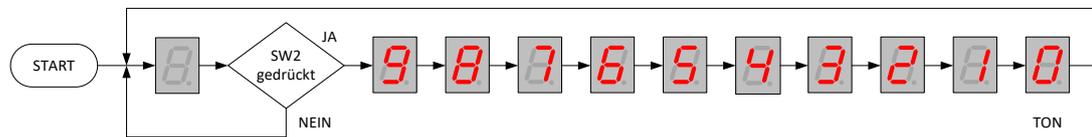
#### 4 Aufgabe: COUNT\_DOWN

[\(Inhalt\)](#)

##### 4.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Nach dem Betätigen eines Tasters werden im Sekundentakt die Ziffern 9...0 angezeigt. Nach Ablauf des Count Downs (also bei 0) ist ein Ton zu hören.



##### 4.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten:

7SEG-A, 7SEG-B, 7SEG-C, 7SEG-D, 7SEG-E, 7SEG-F, 7SEG, SW2, BUZZER.

#### 5 Aufgabe: DICE

[\(Inhalt\)](#)

##### 5.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Realisierung eines Würfels mit der 7-Segmentanzeige. Nach Betätigen eines Tasters wird eine Zufallszahl aus 1...6 angezeigt. Beim Würfeln einer 6 ist ein akustisches Signal zu hören.

##### 5.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten:

7SEG-A, 7SEG-B, 7SEG-C, 7SEG-D, 7SEG-E, 7SEG-F, 7SEG, SW2, BUZZER.

#### 6 Aufgabe: LED\_TRIMMER

[\(Inhalt\)](#)

##### 6.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Mit dem Potentiometer (TRIMMER) erfolgt die Einstellung der Helligkeit der Komponente RED2.

##### 6.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: TRIMMER, RED2.

Die eingesetzte LED muss PWM ermöglichen, um den entsprechenden Pin als analogen Ausgang zu verwenden.

#### 7 Aufgabe: SERVO\_TRIMMER

[\(Inhalt\)](#)

##### 7.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Mit dem Potentiometer (TRIMMER) erfolgt die Einstellung des Winkels eines Servomotors zwischen 0° und 170°.

##### 7.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: TRIMMER, SERVO (Anschluss).

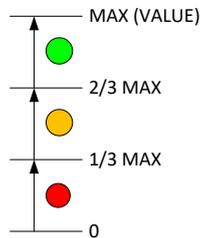
## 8 Aufgabe: PHOTO\_LED

[\(Inhalt\)](#)

### 8.1 Aufgabe

[\(Thema\)](#)

Drei farbige LED visualisieren die mit dem Fototransistor gemessene Lichtstärke.



Das Maximum der Lichtstärke wird im Vorfeld empirisch bestimmt.

### 8.2 Hinweise

[\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: RED2, ORANGE2, GREEN2, PHOTO.

Im Vorfeld wird die maximale Lichtstärke an einem bestimmten Ort bestimmt, Das kann zum Beispiel mit dem Demonstrationsprogramm PHOTO erfolgen. Der bestimmte Maximalwert wird in drei Abschnitte zerlegt. Danach erfolgt die Zuordnung der entsprechenden LEDs.

## 9 Aufgabe: NTC\_TEMPERATURE

[\(Inhalt\)](#)

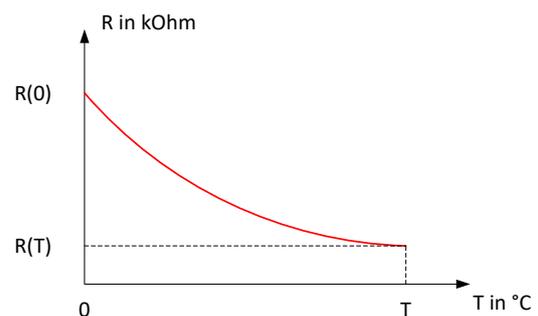
### 9.1 Grundlagen

[\(Thema\)](#)

Ein Heißleiter ist ein Widerstand, bei dem sich der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur ändert. Bei einem NTC, Heißleiter mit negativem Temperaturkoeffizient, wird der Widerstand kleiner, wenn sich die Temperatur vergrößert.

Es gilt der folgende Zusammenhang.

$$R(T) = R(0) \cdot e^{k \cdot T} \text{ mit } k < 0$$



Dieser Vorgang lässt sich linearisieren.

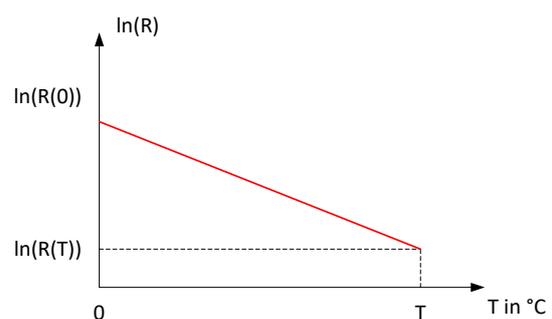
$$\ln(R(T)) = \ln(R(0) \cdot e^{k \cdot T})$$

$$\ln(R(T)) = \ln(R(0)) + \ln(e^{k \cdot T})$$

$$\ln(R(T)) = k \cdot T + \ln(R(0))$$

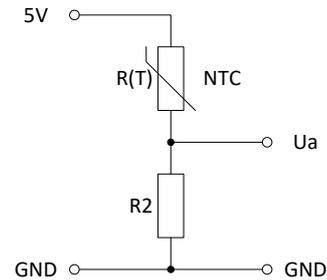
$$m = k$$

$$n = \ln(R(0))$$



Um den Heißleiter als Sensor einzusetzen erfolgt die Signalaufbereitung durch einen Spannungsteiler.

$$\frac{U_a}{5V} = \frac{R_2}{R(T) + R_2}$$



## 9.2 Konzept

[\(Thema\)](#)

*Schritt 1*

Als bekannt wird vorausgesetzt:

$$R(25^\circ C) = 100k\Omega$$

Diese Voraussetzung liefert später das erste Wertepaar für die Linearisierung.

*Schritt 2*

Um auch das zweite Wertepaar der Linearisierung zu gewinnen, wählt man die Körpertemperatur ( $36^\circ C$ ). Der zugehörige Wert (0...1023) wird näherungsweise empirisch durch Berühren des NTC mit dem Zeigefinger ermittelt (z.B. 555).

Über folgende Berechnung erhält man  $R(36^\circ)$ .

$$\frac{U_a}{5V} = \frac{R_2}{R(T) + R_2} \Rightarrow \frac{\text{value}(T)}{1023} = \frac{R_2}{R(T) + R_2}$$

$$\frac{\text{value}(36^\circ C)}{1023} = \frac{R_2}{R(36^\circ C) + R_2}$$

$$\text{value}(36^\circ C) = \frac{R_2}{R(36^\circ C) + R_2} \cdot 1023$$

$$R(36^\circ C) + R_2 = \frac{R_2 \cdot 1023}{\text{value}(36^\circ C)}$$

$$R(36^\circ C) = \frac{R_2 \cdot 1023}{\text{value}(36^\circ C)} - R_2 = \frac{100k\Omega \cdot 1023}{555} - 100k\Omega \approx 84,3k\Omega$$

*Schritt 3*

Folgende Berechnungen führen zur Gerade  $\ln(R(T)) = m \cdot T + n$ .

$$m = \frac{\ln(84,3) - \ln(100)}{36 - 25} = -0,0155 = k$$

$$\ln(100) = -0,0155 \cdot 25 + n$$

$$n = \ln(100) + 0,0155 \cdot 25 = 4,99 = \ln(R(0))$$

$$\ln(R(T)) = -0,0155 \cdot T + 4,99$$

#### Schritt 4

Nun erhält man die Gleichung für R(T).

$$\ln(R(T)) = -0,0155 \cdot T + 4,99$$

$$R(T) = e^{-0,0155 \cdot T + 4,99}$$

$$R(T) = e^{-0,0155 \cdot T} \cdot e^{4,99} = 147 \cdot e^{-0,0155 \cdot T}$$

$$R(T) = 147 \text{ k}\Omega \cdot e^{\frac{-0,0155}{\text{°C}} \cdot T}$$

#### Schritt 5

Aus den vorherigen Überlegungen gewinnt man die Gleichungen für R(T) und T, die bei der Programmierung zum Einsatz kommen.

$$\frac{\text{value}(T)}{1023} = \frac{R2}{R(T) + R2}$$

$$\text{value}(T) = \frac{R2}{R(T) + R2} \cdot 1023$$

$$R(T) + R2 = \frac{R2}{\text{value}(T)} \cdot 1023$$

$$R(T) = \frac{1023 \cdot R2}{\text{value}(T)} - R2$$

$$R(T) = R(0) \cdot e^{k \cdot T}$$

$$\ln(R(T)) = \ln(R(0) \cdot e^{k \cdot T})$$

$$\ln(R(T)) = \ln(R(0)) + \ln(e^{k \cdot T})$$

$$\ln(R(T)) = \ln(R(0)) + k \cdot T$$

$$\ln(R(T)) - \ln(R(0)) = k \cdot T$$

$$\ln\left(\frac{R(T)}{R(0)}\right) = k \cdot T$$

$$T = \frac{\ln\left(\frac{R(T)}{R(0)}\right)}{k}$$

### 9.3 Aufgabe

#### [\(Thema\)](#)

Basierend auf dem Wert der Komponente NTC (0...1023) wird näherungsweise die zugehörige Temperatur ausgegeben.

Diese Aufgabe setzt Kenntnisse über das Verhalten eines Heißleiters und über die Wirkungsweise eines Spannungsteilers voraus. Die mathematische Umsetzung ist anspruchsvoll. Deshalb ist diese Aufgabe eher für die Sekundarstufe 2 geeignet.

### 9.4 Hinweise

#### [\(Thema\)](#)

Verwendete Komponenten: NTC.