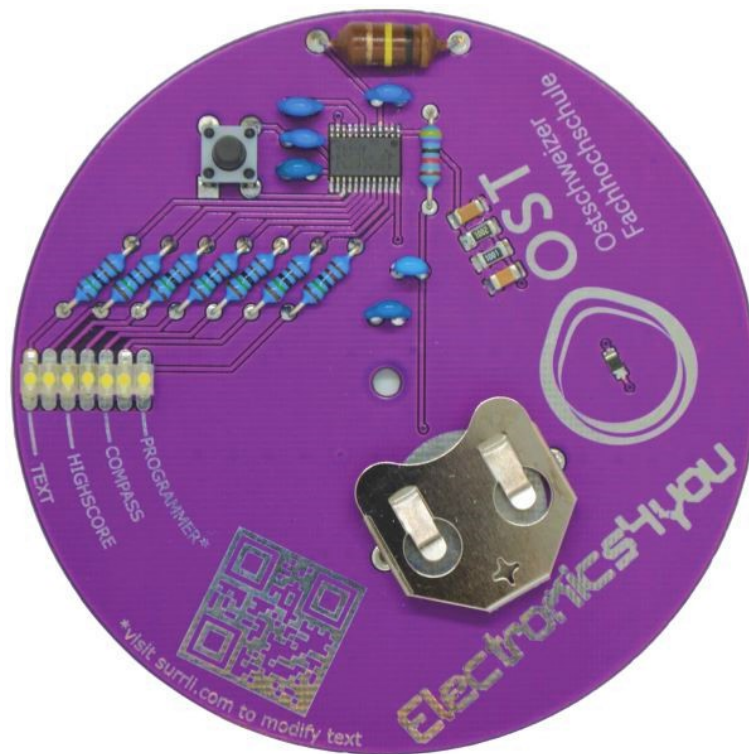


Electronics4You Bauanleitung

Optisch programmierbarer Surfli - THT



Ian Woodfield, Nicola Ramagnano, Selina Malacarne

25. April 2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau</b>	<b>1</b>
1.1	Bestückung . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Wie funktioniert der Kreisel?</b>	<b>5</b>
3.1	Wie funktioniert das Erdmagnetfeld? . . . . .	5
3.2	Wie nutzen wir das Magnetfeld für unseren Kreisel? . . . . .	5
3.3	Wie messen wir die Spannung, die induziert wird? . . . . .	7
3.4	Wie kommt die Schrift zustande? . . . . .	7
3.5	Stabilisierung / Auswuchtung . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Programmierung eines neuen Textes</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Bestückungsplan und Schema</b>	<b>12</b>



Dieses Werk steht unter einer *Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Schweiz Lizenz*.

Weitere Details unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/ch/>

©2016 - HSR Hochschule für Technik Rapperswil

©2022 - OST Ostschweizer Fachhochschule Rapperswil

[www.electronics4you.cc](http://www.electronics4you.cc)

## 1 Aufbau



### Hinweis

Solltest du Fragen haben, zögere nicht, einen Betreuer um Hilfe zu bitten. Probiere nichts aus ohne zu wissen was du tust, weil sonst Werkzeug, Material und womöglich auch du Schaden nehmen könnten.

Bestücke den Print in der unten beschriebenen Reihenfolge!

Die **rot markierten Bauteile** in den Tabellen haben eine **Polarität!**



### Tipp

Für den Aufbau werden folgende Materialien und Werkzeuge benötigt:

1. Lötkolben, Lötzinn, ev. Entlötlitze
2. Pinzette
3. Seitenschneider
4. Biegelehre

### 1.1 Bestückung

Beginne zuerst mit den SMD-Bauteilen (falls diese nicht bereits bestückt sind):

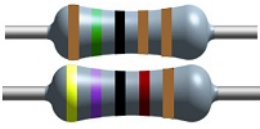
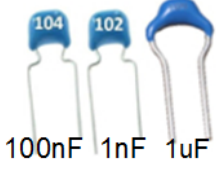




Name	Beschreibung	Wert/Typ
<b>U1</b>	<b>Microcontroller</b>	<b>MSP430AFE253</b>
C1	Keramikkondensator	470 nF
C3	Keramikkondensator	100 nF
R1	Widerstand	1 k $\Omega$
R2	Widerstand	10 k $\Omega$
<b>PT1</b>	<b>Phototransistor</b>	<b>SFH3711</b>



Hinweis

**Achte beim Microcontroller, Phototransistor, Batteriehälter und bei den Leuchtdioden auf die Polarität!** Die Polaritäten sind im Bestückungsplan markiert. Der Batteriehälter muss so platziert werden, dass die Batterie von der Mitte nach aussen in den Halter geschoben werden kann.

Bestücke nun die THT-Bauteile nach folgender Reihenfolge:

<p><b>1. Widerstände</b> Farbcode beachten!</p>  <p>1.5 kΩ 47 kΩ</p>	<p><b>2. Kondensatoren</b> Beschriftung und Farbe beachten!</p>  <p>100nF 1nF 1μF</p>
<p><b>3. Spule</b></p> 	<p><b>4. Leuchtdioden</b> Längerer Anschluss = PLUS +</p> 
<p><b>5. Batteriehälter</b></p> 	<p><b>6. Taster</b></p> 

Name	Beschreibung	Wert/Typ
R3	Widerstand	47 kΩ
R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10	Widerstand	1.5 kΩ
C2, C6, C8	Keramikkondensator	100 nF
C4	Keramikkondensator	1 nF
C5, C7	Keramikkondensator	1 μF

Name	Beschreibung	Wert/Typ
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7	Leuchtdiode	3x2mm
L1	Drossel, axial	100mH
BT1	Batteriehälter	CR2032
SW1	Printtaster	

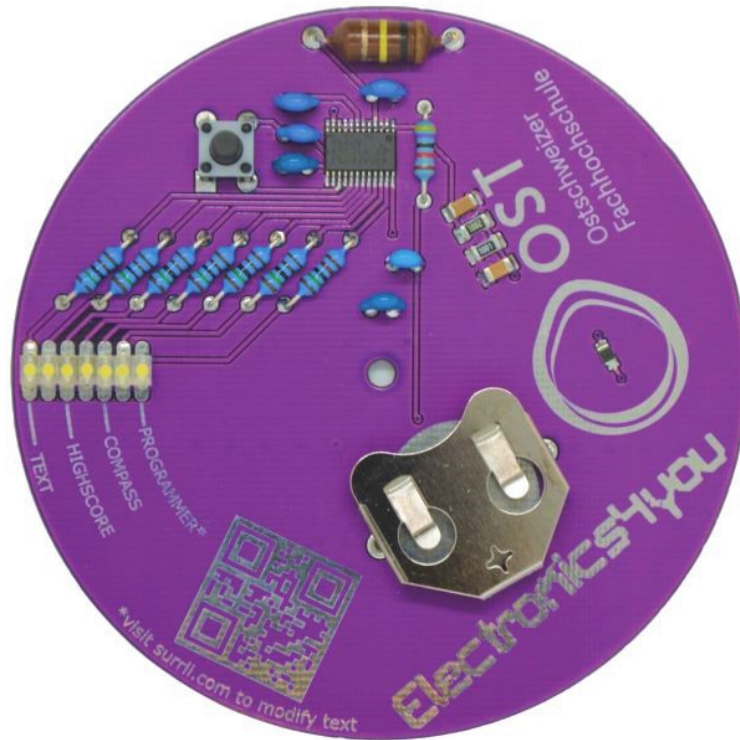


Abbildung 1: Der bestückte Surri.

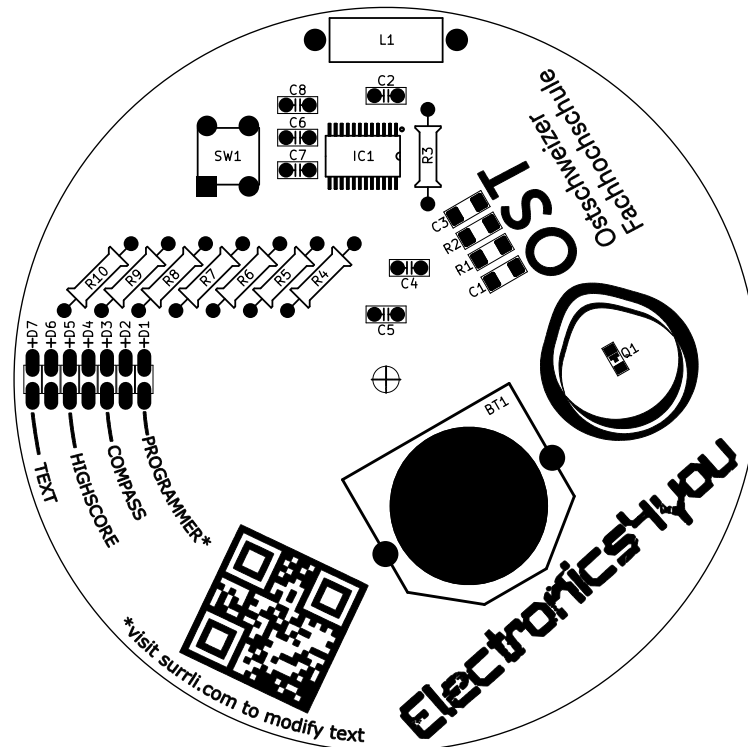


Abbildung 2: Der Bestückungsplan des Surri.

## 2 Inbetriebnahme



### Hinweis

Falls der Bausatz über den Onlineshop bezogen worden ist, ist der Microcontroller bereits programmiert. Ansonsten kann der Surpli bei einem Betreuer abgegeben werden, welcher den Surpli kontrolliert und den Microcontroller programmiert.



### Tipp

Mit Hilfe der Webseite <https://www.surpli.hsr.ch> kannst du den Text auf deinem Surpli neu programmieren. Die Programmieranleitung findest du online auf der Webseite oder weiter hinten in diesem Dokument.

### 3 Wie funktioniert der Kreisel?

Der Kreisel nutzt das Erdmagnetfeld als Referenz, um sich auszurichten und eine Umdrehung zu detektieren. Dank dieser Referenz kann der Kreisel die LEDs während den einzelnen Runden stets am genau gleichen Ort ein- beziehungsweise ausschalten. Dabei entsteht für das menschliche Auge die Illusion eines stehenbleibenden Schriftzuges, solange sich der Kreisel schnell genug dreht.

#### 3.1 Wie funktioniert das Erdmagnetfeld?

Das Erdmagnetfeld wird unter anderem durch den Geodynamo-Effekt<sup>1</sup> erzeugt. Vereinfacht gesagt, kann man sich das Innere der Erde als einen riesigen Magneten mit Nord- und Südpol vorstellen.

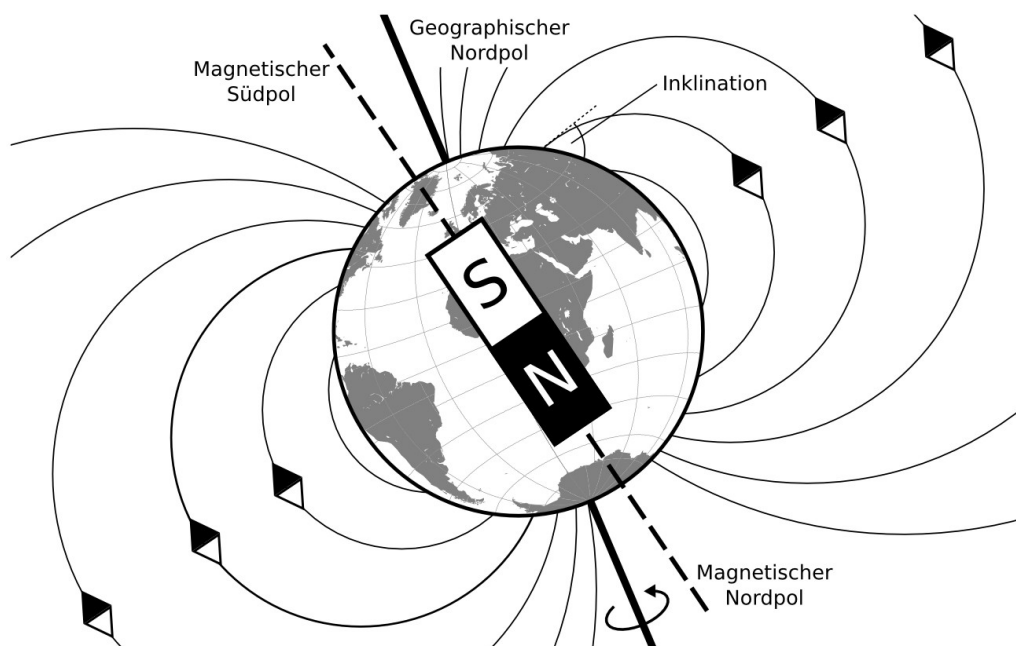


Abbildung 3: Darstellung des Erdmagnetfeld

Wie man sehen kann, weichen diese magnetischen Pole von den geografischen ein wenig ab. Das kommt daher, dass die Pole sich stets um wenige Bogenminuten pro Jahr verschieben. Da sich ein Kompass aber am Magnetfeld ausrichtet, zeigt er also nicht genau zum geografischen Pol. Diese Abweichung wird Deklination<sup>2</sup> genannt und ist vom Ort abhängig. Des Weiteren verläuft das Feld nicht überall parallel zur Erdoberfläche, diese Abweichung wird Inklination genannt und nimmt an den Polen schnell zu.

#### 3.2 Wie nutzen wir das Magnetfeld für unseren Kreisel?

Der Kreisel nutzt das Magnetfeld als Referenz für die Orientierung. Dabei wird der Effekt der magnetischen Induktion ausgenutzt: Durch die Rotation des Kreisels, ändert die Richtung des Magnetfeldes in der Spule. Dadurch wird in den Windungen der Spule eine elektrische Spannung induziert. Diese

<sup>1</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Erdmagnetfeld>

<sup>2</sup><http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web>



Abbildung 4: In der Spule wird eine Spannung induziert.

Spannung ist sinusförmig und deren Phase ist vom Winkel zwischen der Spule und dem Magnetfeld abhängig. Ist die Spule parallel zu den Feldlinien (Westen oder Osten), so wird keine Spannung induziert, der Wert ist daher 0 Volt. Ist die Spule jedoch senkrecht zu den Feldlinien ausgerichtet, so wird ein positiver (Norden) bzw. negativer (Süden) Spitzenwert gemessen.

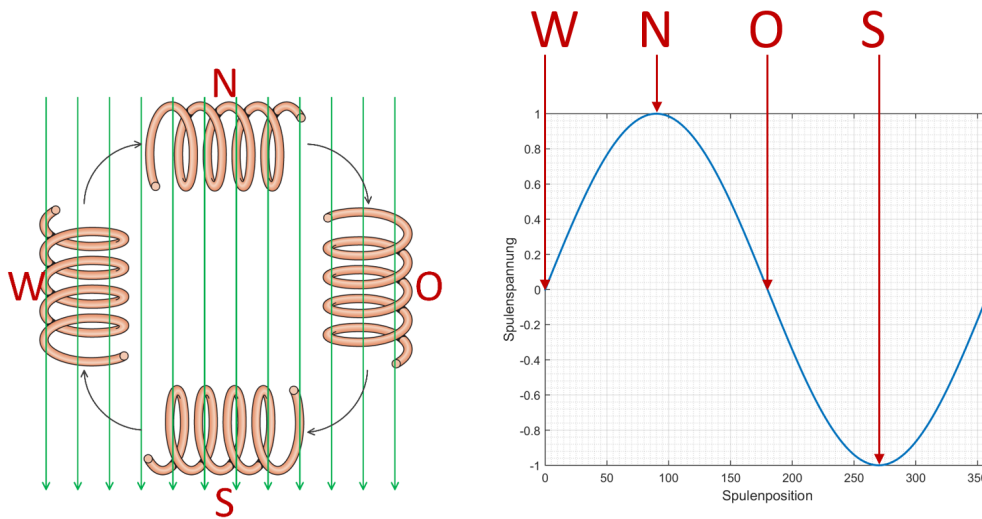


Abbildung 5: Orientierung der Spule im Magnetfeld



### 3.3 Wie messen wir die Spannung, die induziert wird?

Die Spannung an der Spule, die durch das Erdmagnetfeld induziert wird, liegt in der Grössenordnung von ca. 500 bis 1000 Mikrovolt bei 30 Umdrehungen pro Sekunde und ist somit sehr klein.

Der Analog/Digital-Wandler im eingesetzten Microcontroller (MSP430AFE253) hat eine effektive Auflösung von 16 Bit (65'536 Stufenwerte) über einen Spannungsbereich von 37.5 mV. Somit resultieren ca. 0.57  $\mu\text{V}/\text{Bit}$ .

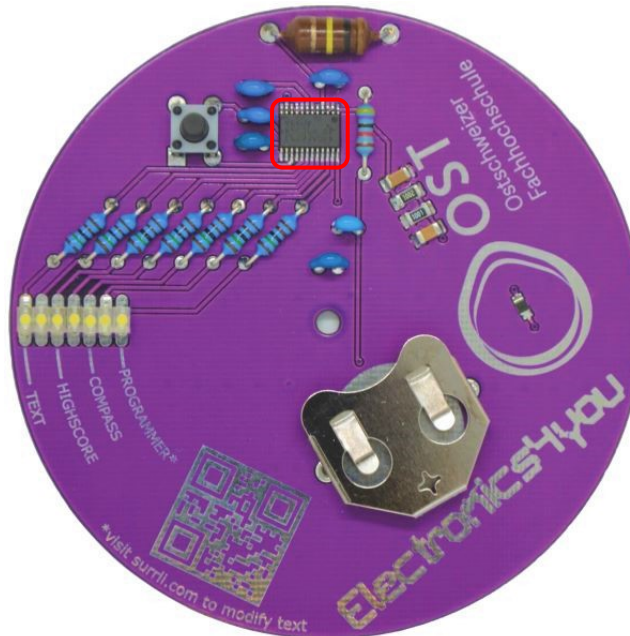


Abbildung 6: Der Microcontroller misst die Spannung.

Mit einer so hohen Auflösung und da das Rauschen bei wenigen Mikrovolt liegt, kann problemlos ohne Verstärkung gearbeitet werden. Dadurch kann die Spule direkt am A/D-Wandler angeschlossen werden und man erspart sich eine aufwendige Verstärkerschaltung.

### 3.4 Wie kommt die Schrift zustande?

Der Schriftzug ist in einzelne Buchstaben aufgeteilt. Jeder Buchstabe hat in diesem Falle  $5 \times 7$  Pixel zur Verfügung. Zwischen den Buchstaben werden 3 Pixel-Spalten als Abstand eingefügt. Bei 256 Spalten pro Runde, finden so insgesamt 32 Zeichen Platz. In einer Liste wird definiert, welche Pixel leuchten müssen um z.B. den Buchstaben "A" zu schreiben. Mithilfe dieser Liste kann im Programm nur noch den Buchstaben eingetippt werden und er wird automatisch vom Kreisler geschrieben. Wichtig dabei ist, dass die Zeit pro Pixel-Spalte, also wie lange eine Spalte des Buchstabens leuchten soll, so eingestellt ist, dass die Schrift nicht verzerrt oder zusammen gestaucht wirkt.

Zur Illusion der Schrift: Das menschliche Auge ist träge, es nimmt sehr schnelle Bewegungen nur noch als eine wahr. Ein Beispiel: Man fährt mit dem Auto auf einer Strasse und die Fahrbahn-Markierungen kommen einem vor, wie ein einziger langer Strich, da die Zwischenräume der Striche nicht mehr lange genug sichtbar sind, als dass unser Auge sie wahrnehmen könnte. Dieses Prinzip nutzen wir beim Kreisler

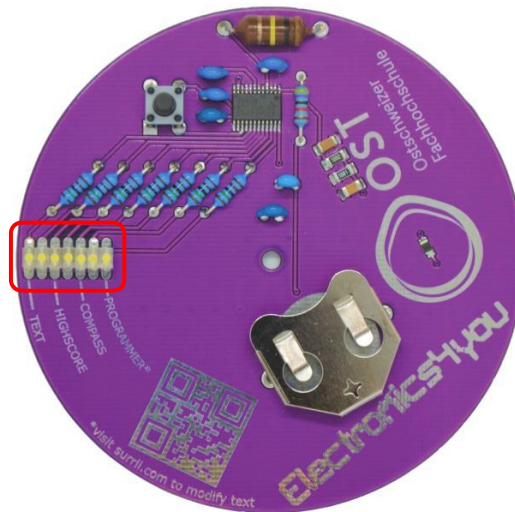


Abbildung 7: Die Leuchtdioden stellen die Schrift dar.

aus. Die LEDs werden sehr schnell ein- und ausgeschaltet. Da sie sich zusammen mit dem Kreisel drehen und wir die LEDs immer am gleichen Ort ein- bzw. ausschalten, kommt es dem menschlichen Auge vor, als ob die LEDs etwas konstant schreiben würden.

Wie schaffen wir es aber, dass die LEDs immer am gleichen Ort (oder Winkel) des Kreisels ein- bzw. ausgeschaltet werden? Das funktioniert folgendermassen:

Jedes Mal, wenn die Spulenspannung durch den positiven Nulldurchgang geht, definieren wir, dass dort unser Referenzpunkt ist (Winkel  $0^\circ$ ). Somit können wir von diesem Punkt aus nach einer bestimmten Zeit (=bestimmter Winkel) die LEDs entsprechend der Liste der Buchstaben ein- und ausschalten. Da sich der Kreisel sehr schnell dreht (etwa 30 Hz), hat unser Auge das Gefühl, die Schrift sei immer da.

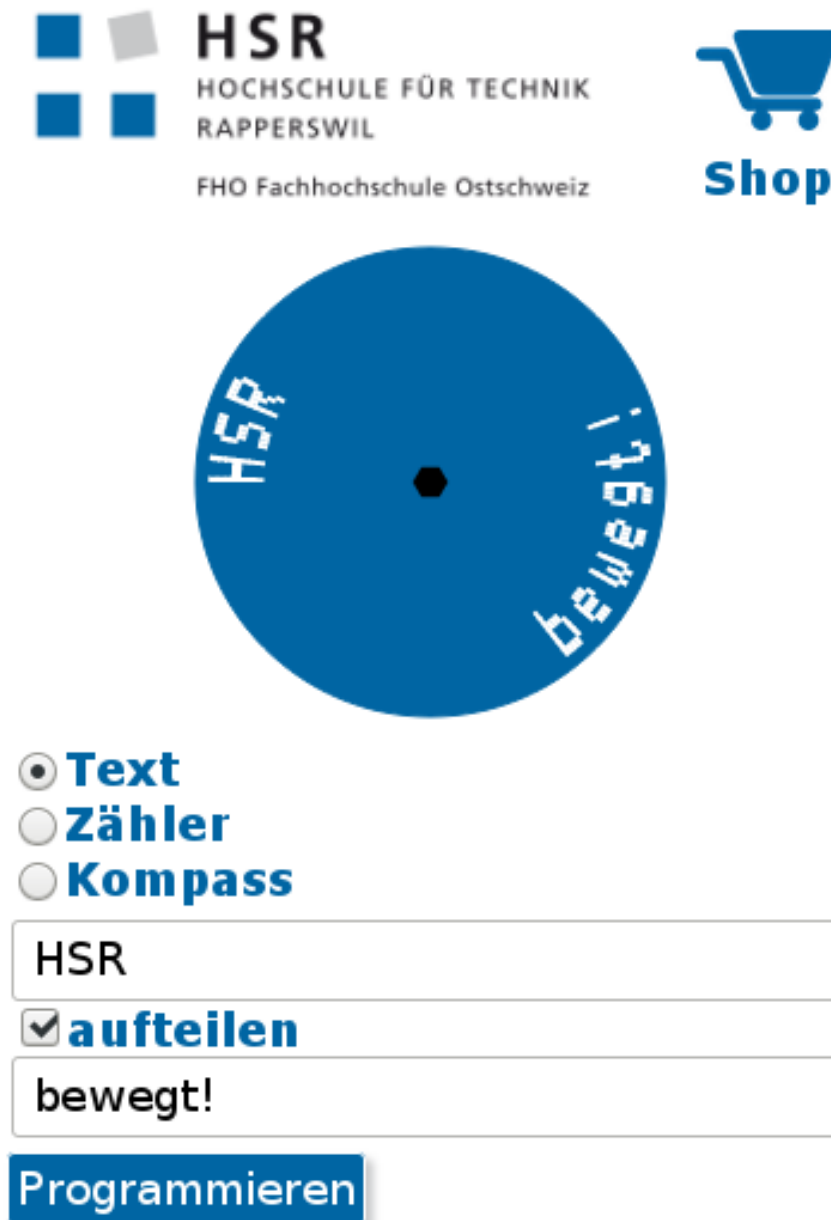
Was passiert, wenn der Kreisel langsamer wird? Damit wir die Schrift an Ort und Stelle behalten können, müssen wir immer wissen, wie schnell sich der Kreisel dreht. Wird diese Drehfrequenz kleiner, müssen wir die Leuchtzeit der einzelnen Pixel verlängern. Wie viel Zeit das effektiv ist, ermitteln wir dadurch, dass wir die Differenz zwischen zwei Drehungen des Kreisels zeitlich berechnen. Somit können wir feststellen, wie viel langsamer der Kreisel pro Runde wird und können die Leuchtdauer dementsprechend anpassen.

### 3.5 Stabilisierung / Auswuchtung

Zur Auswuchtung des Kreisels mussten wir das Gewicht der einzelnen Teile berücksichtigen. Je nachdem wo sich die Bauteile auf der Leiterplatte befinden, haben sie einen anderen Einfluss auf die Stabilisierung des Kreisels. Wir mussten die einzelnen Teile wägen und dann so platzieren, dass das Gewicht im Radius und in der Höhe so verteilt ist, dass der Schwerpunkt genau auf der Drehachse des Kreisels liegt.

## 4 Programmierung eines neuen Textes

Der Text, welcher vom Surpli angezeigt wird, kannst du selber neu programmieren. Dafür musst du auf dem Computer oder Smartphone die Webseite [surpli.hsr.ch](https://www.surpli.hsr.ch) aufrufen.



The screenshot shows the Surpli website interface. At the top left is the HSR logo (HOCHSCHULE FÜR TECHNIK RAPPERSWIL, FHO Fachhochschule Ostschweiz) and a shopping cart icon labeled 'Shop'. In the center is a large blue circular graphic with 'HSR' on the left and 'bewegt!' on the right. Below the graphic are three radio button options: 'Text' (selected), 'Zähler', and 'Kompass'. There are two text input fields: the first contains 'HSR' and the second contains 'bewegt!'. A checkbox labeled 'aufteilen' is checked. At the bottom is a blue button labeled 'Programmieren'.

Abbildung 8: Text ändern unter <https://www.surpli.hsr.ch/>

Sobald du den Text im Feld eingegeben hast, muss beim Surpli der **Programmiermodus** eingestellt werden. Drücke dafür den Taster so oft hintereinander, bis die **innerste Leuchtdiode** leuchtet. Richte

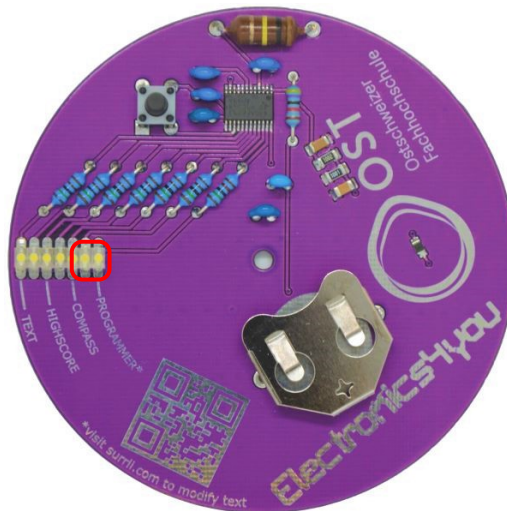


Abbildung 9: Wenn diese LED leuchtet, dann ist der Surpli im **Programmiermodus**.

nun deinen Surpli zum Bildschirm, auf dem die Webseite dargestellt wird, und zwar so, dass der auf dem Surpli gelötete **Phototransistor** zum Bildschirm zeigt. Der Phototransistor (siehe Abbildung 10) ist ein lichtsensibles Bauteil. Er ist in der Lage die Lichtunterschiede in eine Spannung umzuwandeln, welche vom Microcontroller gemessen werden kann. Ist der Phototransistor auf den Bildschirm gerichtet, kannst du auf den **Programmier-Button** auf der Webseite klicken. Das Programmierfeld beginnt nun schnell schwarz-weiß zu flackern. Halte den Surpli so lange auf die Webseite gerichtet, bis das Flackern aufhört und der Text übertragen worden ist.

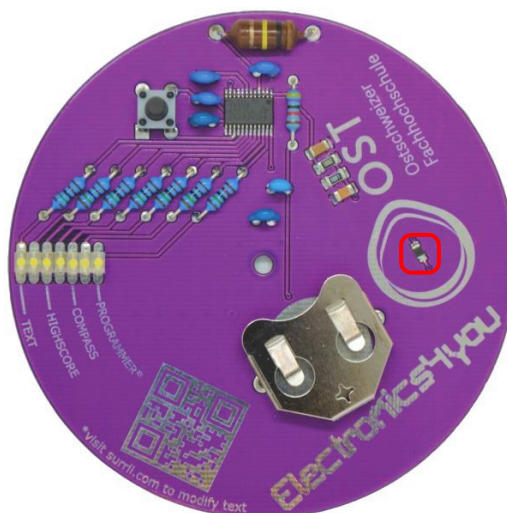


Abbildung 10: Der Phototransistor wird verwendet, um einen neuen Text auf den Surpli zu übertragen.

**Während du den Surpli programmierst, sollten die Leuchtdioden ein Lauflicht darstellen, damit zeigt dir dein Surpli, dass er momentan programmiert wird.**

Am Ende der Programmierung (wenn das Flackern aufgehört hat), können die LED auf zwei Arten leuchten:

1. **Die Text-LED (die LED am Rand vom Surpli) leuchtet:**

Die Programmierung hat funktioniert, du kannst deinen Surpli nun drehen und siehst deinen eigenen programmierten Schriftzug.

2. **Alle Leuchtdioden blinken im Sekundentakt:**

Die Programmierung hat leider nicht funktioniert :-)

Dies kann folgende Gründe haben:

- Der Phototransistor wurde nicht auf die Webseite gerichtet oder mit dem Finger abgedeckt.
- Der Surpli wurde während der Programmierung zu stark bewegt.
- Der Phototransistor wurde direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt.

Eine detaillierte Programmieranleitung findest du auch auf unserer Webseite unter dem Menü **Programmieranleitung**.

Das E4You-Team wünscht dir viel Spass mit deinem Surpli!

### 5 Bestückungsplan und Schema

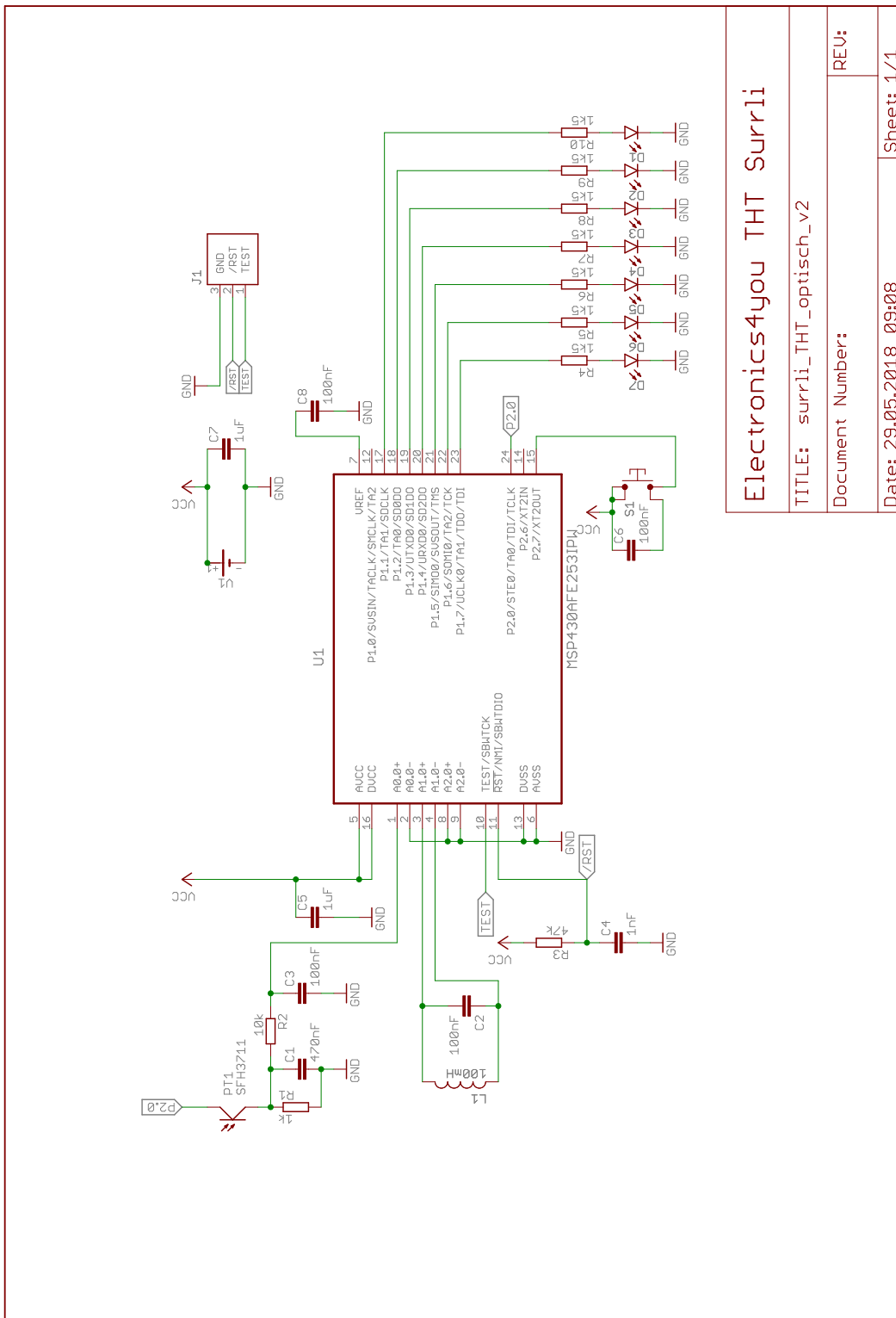


Abbildung 11: Schema

Electronics4you THT Surlli	
TITLE: surlli_THT_optisch_v2	
Document Number:	REV:
Date: 29.05.2018 09:08	Sheet: 1/1

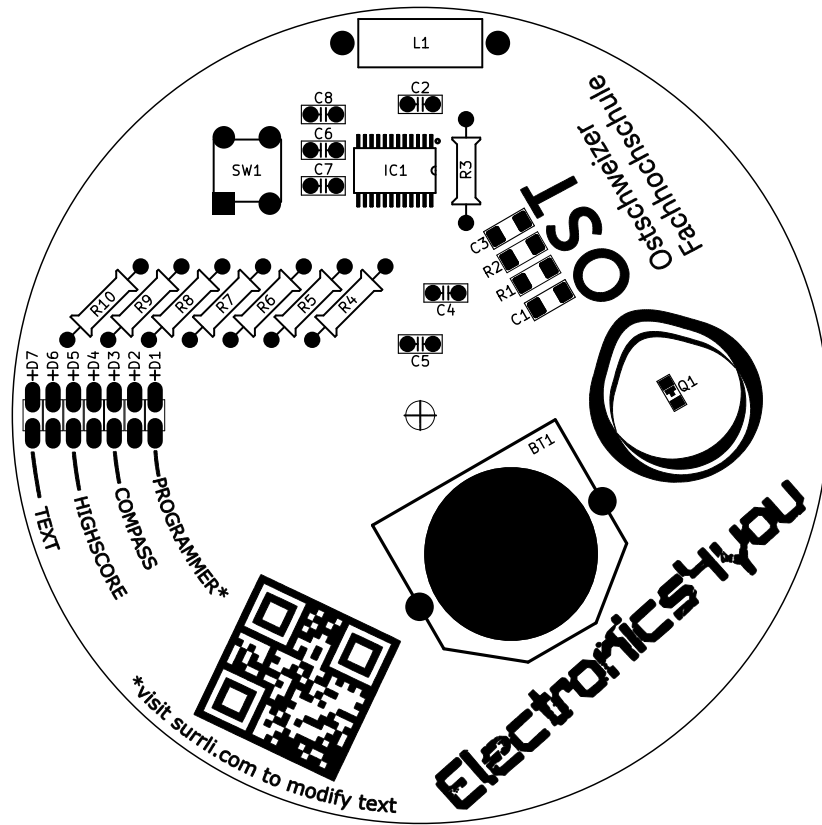


Abbildung 12: Bestückungsplan