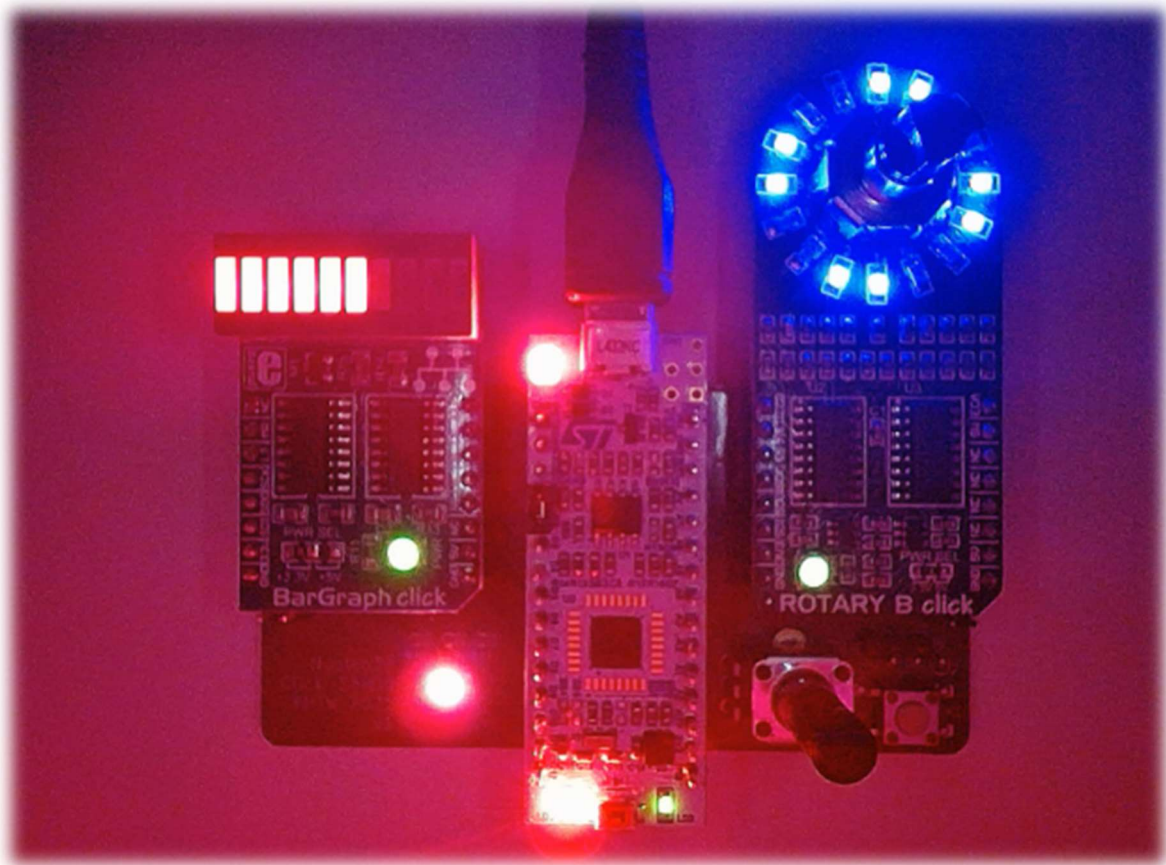


# PROJEKT

## Lautstärkenregler



Entwickler:

**Roman REITER, Emre AKTURA**

Semester:

**BIC3 2021/22**

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung .....</b>	<b>4</b>
1.1	Grundlegende Aufgabenstellung .....	4
<b>2</b>	<b>gewählte Click Boards .....</b>	<b>4</b>
2.1	Rotary click Bord.....	4
2.1.1.1	Eigenschaften .....	5
2.1.1.2	Anforderungen - grundlegende Funktionen.....	5
2.1.2	Schematic.....	5
2.2	BarGraph click Bord.....	6
2.2.1.1	Eigenschaften .....	6
2.2.1.2	Anforderungen - grundlegende Funktionen.....	6
2.2.2	Schematic.....	7
<b>3</b>	<b>Projektkonzept .....</b>	<b>7</b>
3.1	Funktionsbeschreibung .....	7
3.2	Das passiert nach dem Einschalten.....	7
3.3	Szenario 1 .....	8
3.4	Szenario 2 .....	8
3.5	Szenario 3 .....	8
3.6	Szenario 4 .....	8
<b>4</b>	<b>Realisierung .....</b>	<b>9</b>
4.1	Anschlussbelegung .....	9
4.1.1	Nucleo32 Click-Shield FHTW 2021 v4.0 .....	9
4.1.1.1	Slot 1 .....	9
4.1.1.2	Slot 2 .....	9
4.1.1.3	Nucleo32-STM32L432KC .....	9
4.2	Software .....	10
4.2.1	Bibliotheken .....	10
4.2.1.1	ROTARY-Library.....	10
4.2.1.2	BARGRAPH-Library.....	11
4.2.1.3	UART- Library.....	12
4.3	Test mit UART .....	12
<b>5</b>	<b>Funktionsbeschreibung .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Verzeichnisse und Verweise .....</b>	<b>13</b>
6.1	Abbildungsverzeichnis .....	14

6.2	<i>Tabellenverzeichnis .....</i>	<b>14</b>
-----	----------------------------------	-----------

## 1 AUFGABENSTELLUNG

### 1.1 GRUNDLEGENDE AUFGABENSTELLUNG

Die grundlegende Aufgabenstellung bestand darin, Daten von einem *Click-Board-Eingabemodul* einzulesen und diese auf einem *Click-Board-Ausgabemodul* anzuzeigen, welches durch das Implementieren von zwei C-Modulen (Treiber) in die Microcontroller-Software eines *STM32-Nucleo32* erfolgen soll.

Zusätzlich soll es möglich sein eine UART-Verbindung zwischen PC und dem *STM32-Nucleo32* herzustellen, um die einzelnen Module bzw. Click Boards zu testen.

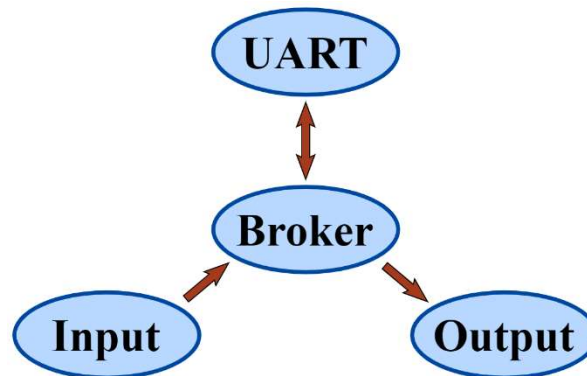


Abbildung 1 – Konzept

## 2 GEWÄHLTE CLICK BOARDS

Für das Projekt wurden das *Rotary B Click-Board* und *Bargraph Click-Board* gewählt. Aus den zwei gewählten Modulen soll nun ein Lautstärkenregler realisiert werden.

### 2.1 ROTARY CLICK BORD

Als Eingabemodul wurde das *Rotary B Click-Board* gewählt

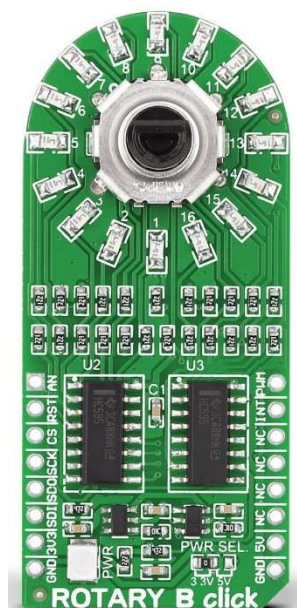


Abbildung 2 - Rotary B Click-Board

Das *Rotary B Click-Board* verfügt über einen 15-Puls-Inkremental-Drehgeber (Encoder), welcher mit einem Ring aus 16 blauen LEDs umgeben ist. Die LED's werden mittels zwei 74HC595-Schieberegister angesteuert, welche sich auf der Hauptplatine befinden. Die Kommunikation mit den Schieberegistern erfolgt über eine SPI-Schnittstelle (CS, SCK, MISO, MOSI). Zusätzlich werden drei Leitungen herausgeführt, welche die Schaltinformationen (Drehrichtung und Tastendruck) des Encoders ausgeben (ENCB OUT, ENCA OUT und SW). Das Board ist für die Verwendung von 3,3V und 5V ausgelegt. Eine grüne LED-Diode dient als Betriebsleuchte und signalisiert die Betriebsbereitschaft des Clipboards.

Das *Rotary B click-Board* muss folgende grundlegende Funktionen erfüllen:

Wahlweise kann eine beliebige LED oder eine runder Bargraph bis zu einer bestimmten LED angezeigt werden

Jeder einzelne LED kann individuell mit 16 verschiedenen Helligkeiten angesteuert werden.

Die Auswertung des Encoders liefert je nach Drehrichtung einen inkrementierten/dekrementierten "Positionswert" (Interrupt-basiert). Die "Drückfunktion" liefert Interrupt-gesteuert ein Ereignis.

The schematic diagram illustrates the LED driver circuit. It features two 74HC595 shift registers (U2 and U3) connected to a Mikrobus Device Conn. (U1) for address, data, and clock signals. The shift registers are configured to drive 16 LEDs (LED01 to LED16) in a common anode configuration. The circuit includes a power supply section with VCC 3.3V and VCC 5V rails, a power switch (PWR SEL.), and a power LED (PWR). The shift registers are connected to the LEDs via a series of resistors (R15 to R24) and are controlled by LATCH, SCK, and RST signals. The Mikrobus Device Conn. is connected to the shift registers via a 4-pin header (AN, RST, TX, RX) and a 5-pin header (MISO, SDA, +3.3V, GND, GND).

### Abbildung 3 - Schematic Rotary Click-Board

## 2.2 BARGRAPH CLICK BORD

Als Ausgabemodul wurde das *BarGraph Click-Board* gewählt.

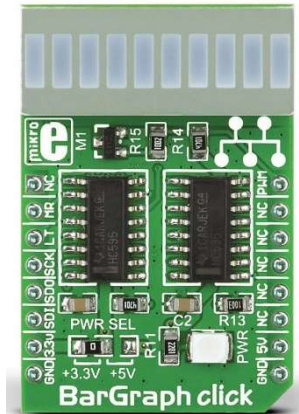


Abbildung 4 - BarGraph Click-Board

### 2.2.1.1 EIGENSCHAFTEN

Das *BarGraph Click-Board* verfügt über eine zehn Segment-Lichtleistenanzeige. Die Lichtleistenanzeige wird mittels zwei 74HC595-Schieberegister angesteuert, welche sich auf der Hauptplatine befinden. Die Kommunikation mit den Schieberegistern erfolgt über eine SPI-Schnittstelle (CS, SCK, MISO, MOSI). Zusätzlich kann die Helligkeit der zehn Segment-Lichtleistenanzeige über einen MOSFET mittels PWM verändert werden. Das Board ist für die Verwendung von 3,3V und 5V ausgelegt. Eine grüne LED-Diode dient als Betriebsleuchte und signalisiert die Betriebsbereitschaft des Clipboards.

### 2.2.1.2 ANFORDERUNGEN - GRUNDLEGENDE FUNKTIONEN

Das *BarGraph Click-Board* muss folgende grundlegende Funktionen erfüllen:

#### Für Erreichung bis zu einem „Befriedigend“

Steuern Sie entsprechend alle Segmente der Anzeige vollständig, abhängig von einer Variablen, an. Unterstützen Sie eine einstellbare Helligkeit.

#### Für Erreichung bis zu einem „Gut“

Unterstützen Sie zusätzlich eine variable Helligkeit von 0-100% bei einer Grundfrequenz von 100Hz (Interrupt gesteuert).

#### Für Erreichung bis zu einem „Sehr gut“

Ist mit diesem Modul nicht möglich.

## 2.2.2 SCHEMATIC

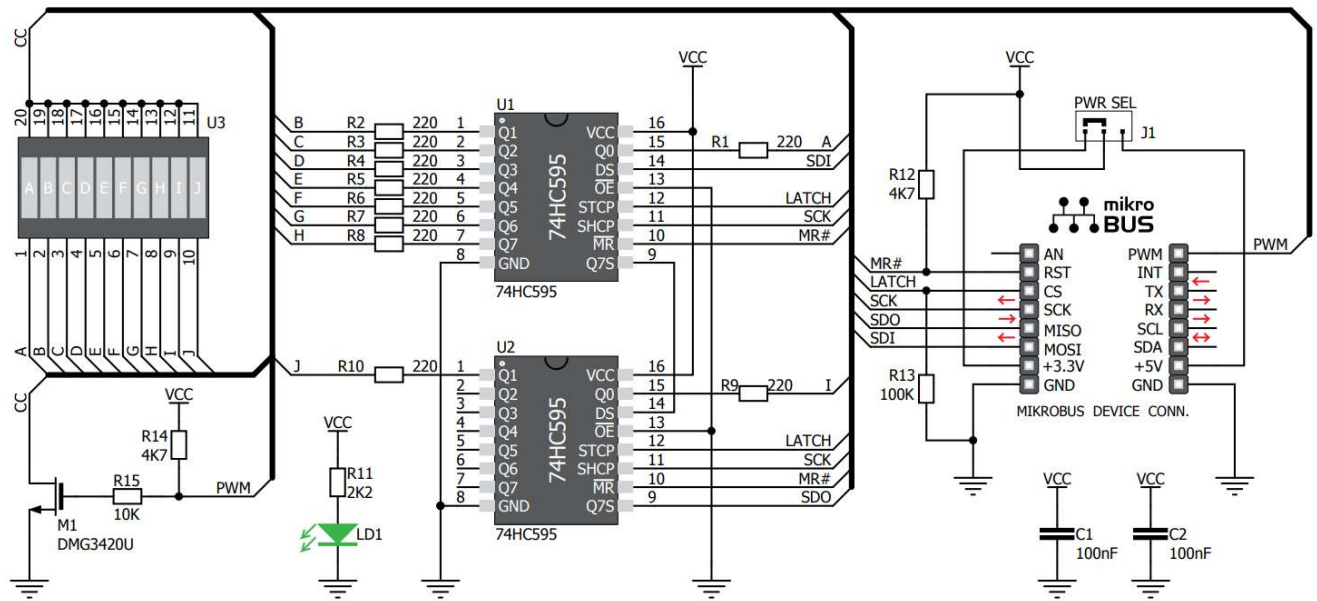


Abbildung 5 - Schematic Bargraph Click-Board

## 3 PROJEKTKONZEPT

### 3.1 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der Encoder und der Bargraph sollen eine Lautstärkenregelung simulieren (z.B. Autoradio). Durch die Rotation des Encoders wird die Lautstärke erhöht oder verringert, worauf die aktuelle Lautstärke visuell am Bargraph ausgegeben wird. Die LED's des Encoders rotieren bei jedem Schritt in Drehrichtung des Encoders. Zusätzlich kann durch das Drücken des Encoder-Tasters die Lautstärke auf Stufe 1 gestellt werden (MUTE-Funktion; nur ein Segment des Bargraphen leuchtet). Durch nochmaliges Betätigen des Encoder-Tasters wird die vorherige Lautstärke (bevor Encoder-Tasters gedrückt wurde) wieder eingestellt. Sollte während des MUTE-Betriebs die Lautstärke geändert werden (der Encoder wird gedreht) so wird der MUTE-Betrieb automatisch verlassen und die vorherige Lautstärke wird gelöscht.

### 3.2 DAS PASSIERT NACH DEM EINSCHALTEN

Wenn das Gerät eingeschaltet wird, werden die Module initialisiert. Die RGB-Led leuchtet, da die GPIO's PA4, PA6 und PA8 standardmäßig mit der RGB-Led verdrahtet sind und PA4 für die Encoder-Tasterauswertung verwendet wird. Beim Eingabemodul leuchten die LED's 3,4,7,8,11,12,15,16 mit minimaler Helligkeit (Helligkeitsstufe 1). Das Ausgabemodul zeigt nichts an.



### 3.3 SZENARIO 1

Wenn der Encoder gedreht wird leuchten abwechselnd die LED's 3,4,7,8,11,12,15,16 und 1,2,5,6,9,10,13,14 des Encoders. Die Helligkeit der LED's des Encoders ändert sich mit der Anzahl der Umdrehungen und der Drehrichtung. Nach jeder 180° Drehung erfolgt eine Helligkeitsänderung der LED's des Encoders sowie Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen. Wird der Encoder gegen den Uhrzeigersinn gedreht, so verringert sich die Helligkeit der LED's am Encoder und die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen. Beim Drehen im Uhrzeigersinn wird die Helligkeit der LED's am Encoder und die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen erhöht.

### 3.4 SZENARIO 2

Wenn der Taster am Encoder gedrückt wird (MUTE-Funktion), leuchtet nur ein Balken des Bargraphen und die LED's des Encoders in der Helligkeitsstufe 2. Bei nochmaligem Betätigen wird der vorherige Zustand (vorherige Lautstärke) wieder hergestellt (Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen und die Helligkeit der LED's des Encoders). Wenn nach dem ersten Drücken des Encoder-Tasters der Encoder gedreht wird, wird der letzte Zustand gelöscht und die Lautstärkenregelung geht in den Normalbetrieb über und die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen und die Leuchtstärke der LED's des Encoders werden je nach Drehrichtung erhöht oder verringert.

### 3.5 SZENARIO 3

Das Erreichen der unteren und oberen Grenze des Regelungsbereiches erfolgt durch das "Stehenbleiben" des LED-Ringes des Encoders, welcher sich normalerweise mit der Drehrichtung des Encoders „mit dreht“. Ebenso leuchtet kein Segment des Bargraphen bei der niedrigsten Lautstärke, aber alle Segmente bei der höchsten Lautstärke.

### 3.6 SZENARIO 4

Die aktuelle Lautstärke des Encoders kann über UART mittels einer Konsole (Putty) abgefragt und geändert werden. Je nach Lautstärke ändert sich die Helligkeit der LED's des Encoders sowie die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen. Ebenso kann die MUTE-Funktion aufgerufen werden, welche Einfluss auf die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen und der Helligkeit der LED's des Bargraphen nimmt. Die Helligkeit der Segmente des Bargraphen ist ebenfalls über die UART-Verbindung möglich.



## 4 REALISIERUNG

### 4.1 ANSCHLUSSBELEGUNG

Das Ein- und Ausgabemodul wurden mittels dem *Nucleo32 Click Shield FHTW 2021 v4.0* mit dem *Nucleo32-STM32L432KC* verbunden.

Das Eingabemodul (Rotary click Bord) wurde mit dem *SLOT 2* und das Ausgabemodul (*Rotary B click-Board*) wurde mit dem *SLOT 1* des *Nucleo32 Click-Shield FHTW 2021 v4.0* verbunden. Daraus ergibt sich folgende Anschlussbelegung zwischen den Ein- und Ausgabemodul und dem *Nucleo32-STM32L432KC*.

#### 4.1.1 NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0

##### 4.1.1.1 SLOT 1

STM 32 Nucleo-32		Rotary G click	
PORT	PIN	Leitung	PIN
PA1	A1	ENC_B	AN
	D8	RST	RST
PB6	D5	LATCH	CS
PB3	D13	SCK	SCK
PB4	D12	SDO	MISO
PB5	D11	SDI	MOSI
	3.3V	3.3V	3.3V
	GND	GND	GND

Rotary G click		STM 32 Nucleo-32	
PIN	Leitung	PIN	PORT
PWM	ENC_A	A4	PA5
INT	SW	A5	PA4
TX	NC		
RX	NC		
SCL	NC		
SDA	NC		
5V	5V		
GND	GND		

Tabelle 1 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot1

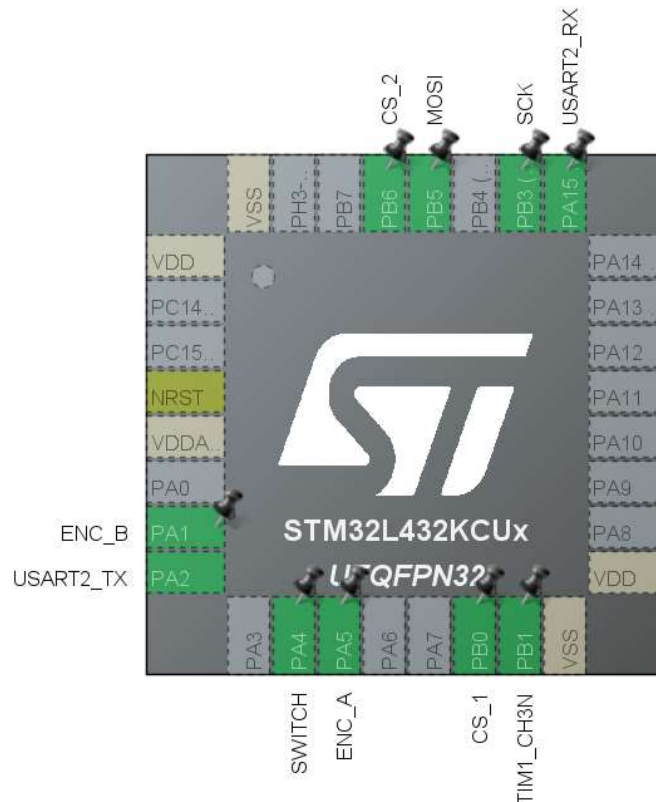
##### 4.1.1.2 SLOT 2

STM 32 Nucleo-32		BarGraph click	
PORT	PIN	Leitung	PIN
PA0	A0	NC	AN
	D7	MR#	RST
PB0	D3	LATCH	CS
PB3	D13	SCK	SCK
PB4	D12	SDO	MISO
PB5	D11	SDI	MOSI
	3.3V	3.3V	3.3V
	GND	GND	GND

BarGraph click		STM 32 Nucleo-32	
PIN	Leitung	PIN	PORT
PWM	PWM	D6	PB1
INT	NC	A2	PA3
TX	NC		
RX	NC		
SCL	NC		
SDA	NC		
5V	5V		
GND	GND		

Tabelle 2 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot2

##### 4.1.1.3 NUCLEO32-STM32L432KC



### Abbildung 6 - NUCLEO32-STM32L432KC

## 4.2 SOFTWARE

Für die Umsetzung des Lautstärkenregler-Projektes wurden Bibliotheken für das *Rotary Click-Board*, das *BarGraph Click-Board* und die UART-Kommunikation (PC-STM32) entwickelt.

Die einzelnen Funktionen der Bibliothek sind im Sourcecode sowie in der MyLibrary-Dokumentation (MyLibrary-Dokumentation.rtf) im Projektordner dokumentiert.

#### 4.2.1 BIBLIOTHEKEN

#### 4.2.1.1 ROTARY-LIBRARY

Die Funktion **MY\_ROTARY\_SET\_LEDS(...)** erfüllt die Forderungen, welche zum Erreichen eines „Befriedigend“, „Gut“ und „Sehr Gut“ nötig sind:

- Wahlweise kann eine beliebige LED oder eine runder Bargraph bis zu einer bestimmten LED angezeigt werden
- Jeder einzelne LED kann individuell mit 16 verschiedenen Helligkeiten angesteuert werden. (Für das Projekt werden alle beleuchteten LED's mit derselben Helligkeit angesteuert, wobei es möglich ist die Helligkeit jeder einzelnen LED anzusteuern. Dies kann im Einzelprojekt-Rotary mit der zusätzlichen Definition „#define BRIGHTNESSTEST“ getestet werden.)
- Die Auswertung des Encoders liefert je nach Drehrichtung einen inkrementierten/dekrementierten "Positionswert" (Interrupt-basiert). Die "Drückfunktion" liefert Interrupt-gesteuert ein Ereignis.

Das Rotary click Bord wird mit der Funktion **MY\_ROTARY\_Init\_Strobed(...)** initialisiert.

Die Kommunikation zwischen dem *Nucleo32-STM32L432KC* und der Konsole (PC) erfolgt über Callbackfunktionen welche von der SerialProtocol-Bibliothek zur Verfügung gestellt werden und in der **HAL\_UART\_RxCpltCallback(...)** definiert wurden.

#### 4.2.1.2 BARGRAPH-LIBRARY

---

Die Funktion **MY\_BARGRAPH\_SET\_BITS (...)** erfüllt die Forderungen, welche zum Erreichen eines „Befriedigend“ und eines „Gut“ nötig sind:

- Steuern Sie entsprechend alle Segmente der Anzeige vollständig, abhängig von einer Variablen, an. Unterstützen Sie eine einstellbare Helligkeit.
- Unterstützen Sie zusätzlich eine variable Helligkeit von 0-100% bei einer Grundfrequenz von 100Hz (Interrupt gesteuert).

Das Bargraph click Bord kann mit zwei Funktionen initialisiert werden, welche sich durch die Ansteuerungstechnik der Helligkeit unterscheiden.

- Für das Einstellen der Gesamthelligkeit (Alle LED's) des Bargraphen muss das Click mit der Funktion **MY\_BARGRAPH\_Init\_Pulsed(...)** initialisiert werden. -> PWM
- Für das Einstellen der Helligkeit jedes einzelnen Segmentes des Bargraphen muss das Click mit der Funktion **MY\_BARGRAPH\_Init\_Strobed (...)** initialisiert werden. -> Ändern der Frequenz zwischen Ein- und Ausschalten der LED.

Die Kommunikation zwischen dem *Nucleo32-STM32L432KC* und der Konsole (PC) erfolgt über Callbackfunktionen welche von der SerialProtocol-Bibliothek zur Verfügung gestellt werden und in der **HAL\_UART\_RxCpltCallback(...)** definiert wurden.

#### 4.2.1.3 UART- LIBRARY

Für die Kommunikation wurden folgende Kommandos eingerichtet:

Die Syntax jedes Kommandos lautet: **#kommando,funktion:wert**

Beschreibung des Kommandos:

SOF	CMD	SEP1	Parameter1	SEP2	Parameter2
#	Befehl	,	Funktion	:	Funktionswert

Tabelle 3 - Kommando Zusammensetzung

Kommandos für Rotary				
Kommando	Beschreibung	Funktion	Beschreibung	Wert
crs	Set-Befehl	vol	Lautstärke einstellen	0 bis 87
		mva	Mute-Lautstärke einstellen	0 bis 87
		sep	Rotary- und Bargraph Modul ent-/koppeln	0 od. 1
		vmx	Maximale Lautstärke aus/ein	0 od. 1
		mte	Mute aus/ein	0 od. 1
crg	Get-Befehl	vol	Aktuelle Lautstärke auslesen	0
		mva	Aktuelle Mute-Lautstärke auslesen	0
		sep	Koppelstatus zwischen den Modulen auslesen	0

Kommandos für Bargraph				
Kommando	Beschreibung	Funktion	Beschreibung	Wert
cbs	Set-Befehl	vol	Lautstärke einstellen	0 bis 87
		bgn	Helligkeit einstellen	0 bis 100
		mva	Mute-Lautstärke einstellen	0 bis 87
		sep	Rotary- und Bargraph Modul ent-/koppeln	0 od. 1
		vmx	Maximale Lautstärke aus/ein	0 od. 1
		mte	Mute aus/ein	0 od. 1
cbg	Get-Befehl	vol	Aktuelle Lautstärke auslesen	0
		bgn	Aktuelle Helligkeit auslesen	0
		mva	Aktuelle Mute-Lautstärke auslesen	0
		sep	Koppelstatus zwischen den Modulen auslesen	0

Tabelle 4 - Kommandos

#### 4.3 TEST MIT UART

Die Module können gemeinsam sowie separat mit den Befehlen wie in 4.2.1.3 beschrieben getestet werden. Die Module können mit der Funktion **#crs,sep:1** getrennt und mit **#crs,sep:0** gekoppelt werden. Sind die Module gekoppelt, so ist der Rotary das führende Modul der gemeinsamen Variablen.

## 5 FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Die Anforderungen bzw. Beschreibungen des Projektkonzeptes wurden 1:1 umgesetzt.

Nach dem Einschalten werden die Module wie in 3.2 näher beschrieben initialisiert.

Anschließend kann die Lautstärke eingestellt werden. Beim rechtsdreh des Encoders wird die Lautstärke erhöht und beim linksdreh wird die Lautstärke verringert wobei sich die Helligkeit des LED's des Encoders ändert sowie die Anzahl der beleuchteten Segmente des Bargraphen wie in 3.3 und 3.4 näher beschrieben. Beim Drücken des Encoder-Taster wird die MUTE-Funktion aufgerufen, wo die Lautstärke auf 10 gestellt wird. Durch nochmaliges Betätigen des Encoder-Tasters wird die vorherige Lautstärke wieder eingestellt. Sollte während des MUTE-Betriebes die Lautstärke geändert werden, wird die MUTE-Lautstärke als Referenz herangezogen und je nach Dreh Richtung verringert oder erhöht wie in 3.4 näher beschrieben.

Der Regelbereich befindet sich bei der minimalen Lautstärke 0 und bei der maximalen Lautstärke 87, was durch einen Anschlag (LED's rotieren nicht mehr) angezeigt wird. Näheres in 3.5.

Die Module können einzeln oder gemeinsam über die Putty-Konsole getestet werden. In 3.6 wurden alle möglichen Befehlsformen wiedergegeben.

## 6 VERZEICHNISSE UND VERWEISE

## 6.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 – Konzept .....	4
Abbildung 2 - Rotary B Click-Board .....	4
Abbildung 3 - Schematic Rotary Click-Board .....	5
Abbildung 4 - BarGraph Click-Board .....	6
Abbildung 5 - Schematic Bargraph Click-Board .....	7
Abbildung 6 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot1.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 7 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot2.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 8 - NUCLEO32-STM32L432KC.....	10
Abbildung 9 - Kommando Zusammensetzung.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 10 - Kommandos.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

## 6.2 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot1.....	9
Tabelle 2 - NUCLEO32 CLICK-SHIELD FHTW 2021 V4.0 – Slot2.....	9
Tabelle 3 - Kommando Zusammensetzung.....	12
Tabelle 4 - Kommandos .....	12