

## **1 Einleitung**

Zur Messung von mechanischen Bewegungen mit digitalen Signalen werden Encoder eingesetzt. Je nach Ausführung können Umdrehungen, Position, Drehrichtung oder Geschwindigkeit von rotierenden Antrieben bestimmt werden. In der Praxis werden auch Linearbewegungen über Rotation erzeugt, z.B. durch Spindelantriebe. In diesem Praktikum werden Sie in Software mit Hilfe einer Quadratscheibe und Lichtschranken, bestehend aus Infrarot-Leuchtdioden und Phototransistoren, einen Encoder für einen Motor implementieren.

## **2 Lernziele**

- Sie können die Anzahl Umdrehungen mit einem Inkrementalgeber zählen.
- Sie sind in der Lage die Drehrichtung mit Hilfe eines Quadratur-Encoders zu bestimmen.

## **3 Aufbau**

### **3.1 Material**

- 1 x CT-Board
- 1 x externes Board mit Motor und Quadratscheibe (16 Pol-Kabel fixiert)

### **3.2 Externes Board mit Quadratscheibe**

Für das Praktikum benötigen Sie neben dem CT-Board ein externes Board mit fest montierter Quadratscheibe. Alle Signale werden über die I/Os des CT-Boards (GPIOs an Port B / Connector P6) erzeugt und verarbeitet.

Die Quadratscheibe in Abbildung 1 besitzt zwei um 90 Grad versetzte Spuren sowie auf der dritten inneren Spur eine einzelne Markierung (Loch) zur Erkennung der absoluten Position.

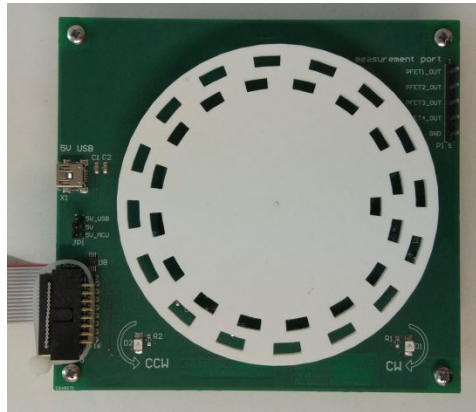


Abbildung 1: Quadratscheibe mit Nullposition auf Spur 3

### 3.3 Anschluss des externen Boards am CT-Board

Verbinden Sie das externe Board mit dem CT-Board über den Stecker P6 am CT-Board.

Achten Sie darauf, dass Sie den Stecker P6 des CT-Boards verwenden. Achten Sie darauf, den Jumper JP1 für die Speisung durch das CT-Board zu setzen (5V\_MCU).

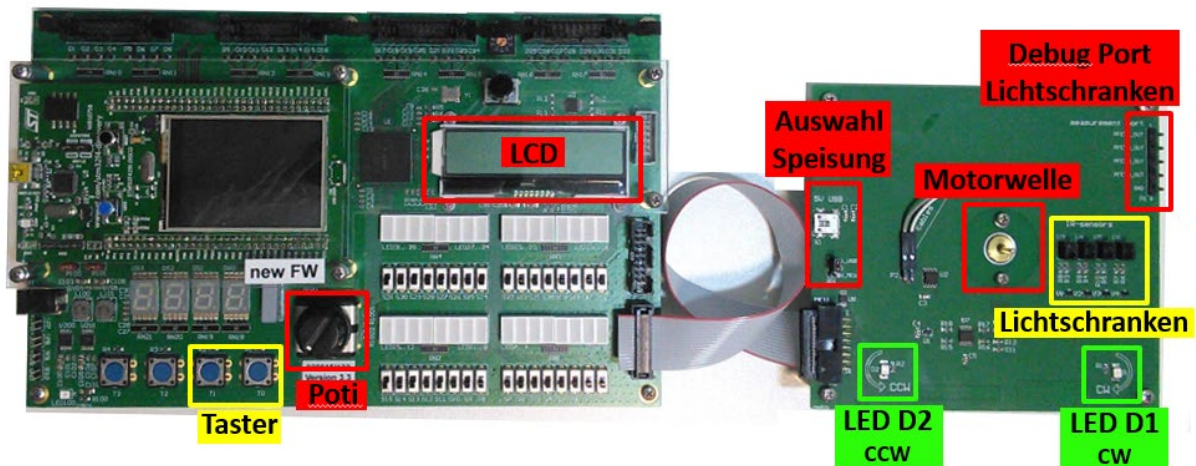


Abbildung 2: Anschluss des externen Boards

Auf dem externen Board befinden sich ein Motor, vier Lichtschranken (für dieses Praktikum werden nur die zwei äusseren benötigt) sowie zwei LEDs für die Anzeige der Drehrichtung (Abbildung 2). Für das Praktikum werden die Taster, das Potentiometer und das LC-Display auf dem CT-Board verwendet. Mittels Potentiometer wird die Geschwindigkeit des Motors eingestellt.

### 3.4 Pinbelegung

In Tabelle 1 sind alle für das externe Board verwendeten Pins aufgelistet. Diese Pins befinden sich direkt am Stecker P6 des CT-Boards (Abbildung 3). Weiter sind die Verbindungen zum externen Board (Stecker P3) dargestellt sowie die Funktionen der Signale.

Belegung P6 auf CT-Board	Belegung P3 auf ext. Board	GPIO Funktion	Bezeichnung		Beschreibung/Funktion
			auf ext. Board	Im Code	
PB0 / Pin 1	Pin 1	Output	U6	SENSOR_U6	Steuersignal: Aktiviert oder deaktiviert IR-Leuchtdiode auf externem Board
PB1 / Pin 2	Pin 2	Output	U5	SENSOR_U5	
PB2 / Pin 3	Pin 3	Output	U4	SENSOR_U4	
PB3 / Pin 4	Pin 4	Output	U3	SENSOR_U3	
PB4 / Pin 5	Pin 5	Output	D2	LED_D2	LED für Drehrichtung Gegen- uhrsiegersinn
PB5 / Pin 6	Pin 6	Output	D1	LED_D1	LED für Drehrichtung Uhrzei- gersinn
PB6 / Pin 7	Pin 7	Output	-	-	Motorsteuerung: Rückwärts
PB7 / Pin 8	Pin 8	Output	-	-	Motorsteuerung: Vorwärts
PB8 / Pin 9	Pin 9	Input	U6	SENSOR_U6	Rückgabewert Phototransistor: High → Keine Reflexion Low → Reflexion
PB9 / Pin 10	Pin 10	Input	U5	SENSOR_U5	
PB10 / Pin 11	Pin 11	Input	U4	SENSOR_U4	
PB11 / Pin 12	Pin 12	Input	U3	SENSOR_U3	

Tabelle 1: Pinbelegung und Funktionsübersicht auf externem Board

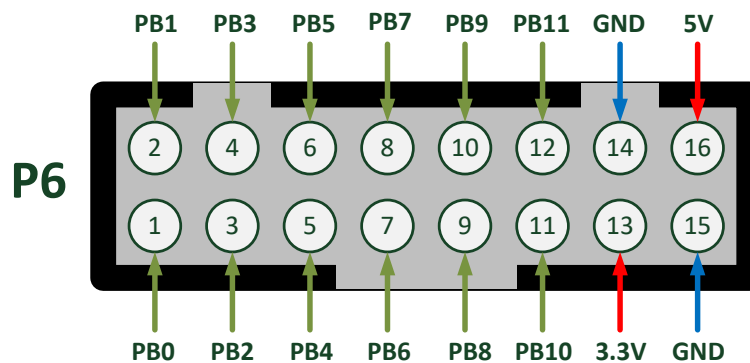


Abbildung 3: 16-Pin Header des CT-Board mit den verwendeten Pins

### 3.5 Softwarestruktur

Im vorgegebenen Programmrahmen sind für das Lösen der Aufgaben einige Funktionen zum Ansprechen des Motors und der Lichtschranken enthalten.

Der Timer 2 wird als Trigger für den Analog-Digital-Wandler (ADC3) verwendet. Dadurch wird regelmässig eine Messung am Potentiometer des CT-Boards durchgeführt (100ms Intervalle). Das Potentiometer dient als Geschwindigkeitsregler für den Motor.

Der Timer 4 wird für das Erzeugen eines pulsweitenmodulierten Signals verwendet. Dieses dient zur Ansteuerung des Motors. Das PWM-Signal wird je nach Drehrichtung (CW oder CCW) entweder über PB6 oder PB7 an den Motoren-Treiber-IC (BD6211F) geleitet. Informationen zum Motoren-Treiber entnehmen Sie allenfalls dem Datenblatt BD6211F.

Die Infrarot-Leuchtdioden der Lichtschranken werden über GPIOs PB0 bis PB3 angesteuert. Der aktuelle Zustand (on/off bzw. Reflexion/keine Reflexion) der Phototransistoren wird über die GPIOs PB8 bis PB11 zurückgegeben.

Zusätzlich können auf dem Mikrocontroller für die GPIOs der Phototransistoren Interrupts freigeschaltet werden. Die Phototransistoren der Lichtschranken SENSOR\_U6 und SENSOR\_U5 verwenden die Interrupt Lines EXTI\_8 bzw. EXTI\_9 sowie den gemeinsamen Interrupt Handler „EXTI\_9\_5IRQ“. Diejenigen von SENSOR\_U4 sowie SENSOR\_U3 sind an den Interrupt Lines EXTI\_10 bzw. EXTI\_11 angeschlossen und teilen sich den Interrupt Handler „EXTI15\_10IRQ“.

Alle Einzelheiten zu den Timern, ADCs, GPIOs sowie den Interrupts finden Sie im Referenzmanual zum STM32F4.

Die Taktfrequenz auf dem CT-Board beträgt für alle Timer 84 MHz, sofern der Prescaler auf einen Teiler von 1 gesetzt ist.

## 4 Aufgaben

Verwenden Sie den vorgegebenen Programmrahmen. Darin sind die Treiber für das LC Display, die Geschwindigkeitsregelung und die Motoransteuerung bereits vorhanden. Beim Drücken der Taste T0 auf dem CT-Board dreht sich der Motor gegen den Uhrzeigersinn, beim Drücken von T1 im Uhrzeigersinn. Die Geschwindigkeit des Motors kann über das Potentiometer eingestellt werden. Analysieren Sie zuerst den Code, bevor Sie mit den einzelnen Aufgaben beginnen.

Hinweis für die Ausgabe auf den LC-Display: Mit der Funktion `sprintf()` in `<stdio.h>` können Variablen zusammen mit formatiertem Text direkt in einen String (Character-Array) konvertiert werden.

### 4.1 Umdrehungen zählen

Realisieren Sie einen einfachen Inkrementalgeber, der ausschliesslich die Anzahl der Schritte auswerten kann. Implementieren Sie dazu einen Zähler für den äusseren Lochkranz, der die einzelnen Schritte zählt, ohne die Richtung zu berücksichtigen. Verwenden Sie für diese Aufgabe die Lichtschranke SENSOR\_U6. Berechnen Sie daraus die Anzahl der Umdrehungen und geben Sie sie auf dem LC-Display aus.

Die Aufgabe soll mit Hilfe von Interrupts gelöst werden. Testen Sie Ihr Programm mit dem externen Board.

### 4.2 Drehrichtung bestimmen

Erweitern Sie Ihren Programm-Code. Verwenden Sie zusätzlich Lichtschranke SENSOR\_U5 und zeigen Sie die Drehrichtung auf den LEDs des externen Boards an (Abbildung 2, Leuchtdioden D1 und D2). Der Zähler aus 4.1 soll entsprechend der Drehrichtung inkrementiert oder dekrementiert werden.

## 5 Bewertung

Das Praktikum wird mit maximal 3 Punkten bewertet:

- |                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| • Aufgabe 4.1 Umdrehungen zählen     | 2 Punkte |
| • Aufgabe 4.2 Drehrichtung bestimmen | 1 Punkt  |

Punkte werden nur gutgeschrieben, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Der Code muss sauber, strukturiert und kommentiert sein.
- Das Programm ist softwaretechnisch sauber aufgebaut.
- Die Funktion des Programmes wird erfolgreich vorgeführt.
- Der/die Studierende muss den Code erklären und zugehörige Fragen beantworten können.