

# **HN4-FTKL**

## **Abteilung Elektronik**

an der Höheren technischen Bundeslehranstalt 1  
Innsbruck, Anichstraße 26 – 28

# **AquadDoc**

**Manuel Ljubic, Jack Neuner, Daniel Plank**

**2. Mai 2019**

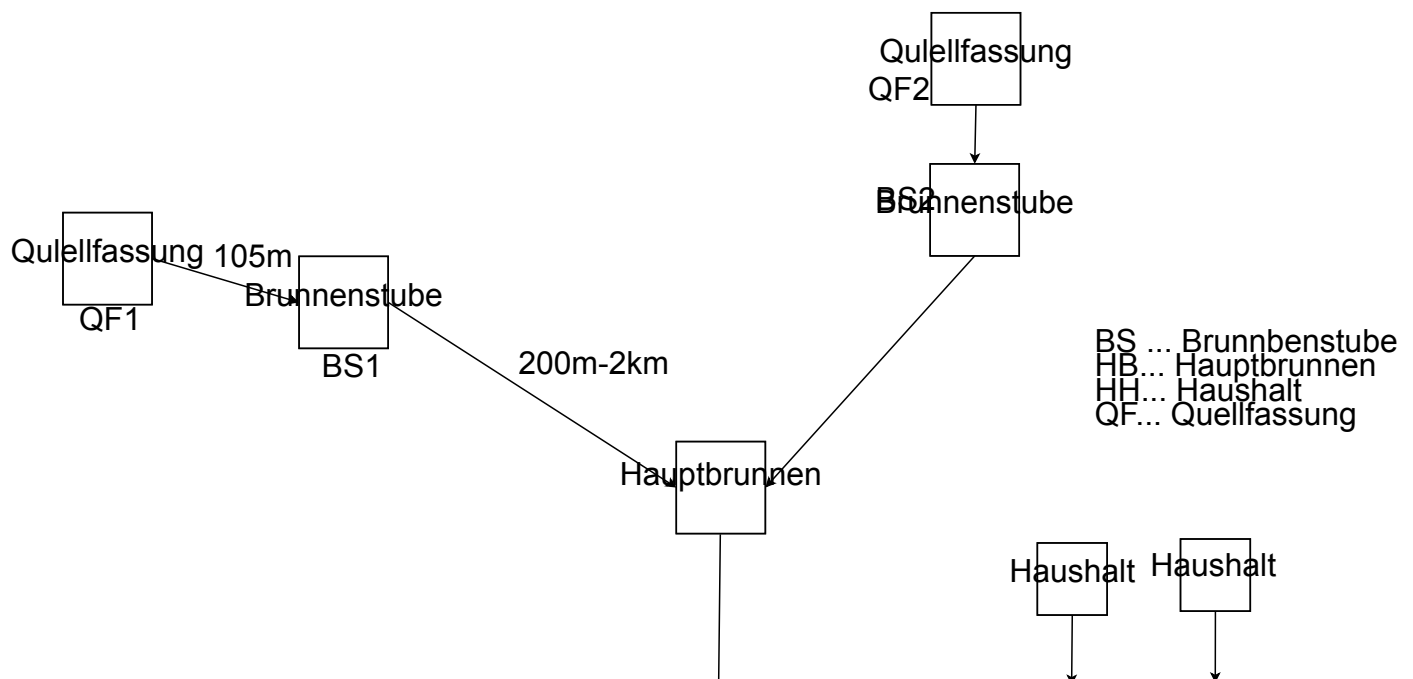
**Dokumentation des Wasserhaushalts einer Wasserversorgungsanlage für  
Kleinsiedlungsgebiete**

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Aufgabenstellung</b>              | <b>2</b>  |
| 1.1      | Aufbau . . . . .                     | 2         |
| <b>2</b> | <b>Aufgabenverteilung</b>            | <b>2</b>  |
| 2.1      | Sensoren . . . . .                   | 3         |
| <b>3</b> | <b>Test mittels Aurduino</b>         | <b>4</b>  |
| 3.1      | HC-SR04 . . . . .                    | 5         |
| 3.2      | DS1722 . . . . .                     | 6         |
| <b>4</b> | <b>Durchführung Mittels PSoC</b>     | <b>8</b>  |
| 4.1      | HC-SR04 . . . . .                    | 8         |
| 4.1.1    | Bauteilerklärung . . . . .           | 8         |
| 4.1.2    | C-Code . . . . .                     | 10        |
| 4.2      | Durchflussmessung . . . . .          | 11        |
| 4.2.1    | Bauteilerklärung . . . . .           | 11        |
| 4.2.2    | Prellen des REED-Kontaktes . . . . . | 11        |
| 4.3      | DS1722 . . . . .                     | 12        |
| <b>5</b> | <b>Anhang</b>                        | <b>12</b> |
| 5.1      | Literaturverzeichnis . . . . .       | 12        |

# 1 Aufgabenstellung

## 1.1 Aufbau



Ein Hochbehälter hat ein Fassungsvermögen um 1 Tag Wasser speichern zu können oder ein Feuer zu löschen.

## 2 Aufgabenverteilung

- Plank: Programmentwicklung, testen der Sensoren und Anfang der Dokumentation
- Neuner: Programmentwicklung und erstellen des Top Design
- Ljubic: Dokumentation

| Neuner   |  |         |
|----------|--|---------|
| Datum    | Beschreibung   | Stunden |
| 04.02.19 | Aufgabenbesprechung  | 3h      |
| 11.02.19 | Frei   | 0h      |
| 18.02.19 | Sensoren ausgewählt  | 3h      |
| 25.02.19 | HC-SR04 Ultraschallsensor programmieren                      | 3h      |
| 04.03.19 | HC-SR04 Ultraschallsensor Verfeinerung                       | 3h      |
| 11.03.19 | DS1722 Temperatursensor programmieren                        | 3h      |
| 18.03.19 | Frei   | 0h      |
| 25.03.19 | Batteriestandmessung + DS1722 Temperatursensor programmieren | 3h      |
| 01.04.19 | DS1722 Temperatursensor programmieren                        | 3h      |
| 08.04.19 | BMP180 Temperatursensor programmieren                        | 3h      |

| Plank    |   |         |
|----------|---|---------|
| Datum    | Beschreibung  | Stunden |
| 04.02.19 | Aufgabenbesprechung   | 3h      |
| 11.02.19 | Frei  | 0h      |
| 18.02.19 | Sensoren ausgewählt + Anfang der Dokumentation                      | 3h      |
| 25.02.19 | HC-SR04 Ultraschallsensor programmieren + Dokumentationserweiterung | 3h      |
| 04.03.19 | HC-SR04 Ultraschallsensor Verfeinerung                              | 3h      |
| 11.03.19 | DS1722 Temperatursensor programmieren                               | 3h      |
| 18.03.19 | Frei  | 0h      |
| 25.03.19 | DS1722 Temperatursensor programmieren                               | 3h      |
| 01.04.19 | DS1722 Temperatursensor programmieren                               | 3h      |
| 08.04.19 | BMP180 Temperatursensor programmieren                               | 3h      |

| Ljubic   |   |         |
|----------|---|---------|
| Datum    | Beschreibung  | Stunden |
| 04.02.19 | Aufgabenbesprechung                                   | 3h      |
| 11.02.19 | Frei  | 0h      |
| 18.02.19 | Erstellen des Struktogramm                            | 3h      |
| 25.02.19 | HC-SR04 Ultraschallsensor programmieren               | 3h      |
| 04.03.19 | Dokumentation + Fertigstellen des Struktogramm        | 3h      |
| 11.03.19 | Dokumentation   | 3h      |
| 18.03.19 | Frei  | 0h      |
| 25.03.19 | Dokumentation + DS1722 Temperatursensor programmieren | 3h      |
| 01.04.19 | Dokumentation   | 3h      |
| 08.04.19 | Dokumentation   | 3h      |

## 2.1 Sensoren

- Wasser zwischen Quelle und Brunnen und Brunnen und Häuser  
Umsetzung mittels Rotor mit Magnet an einer Schaufel, welcher einen REED-Kontakt schaltet. Aufgabe: Prellt dieser Schalter?

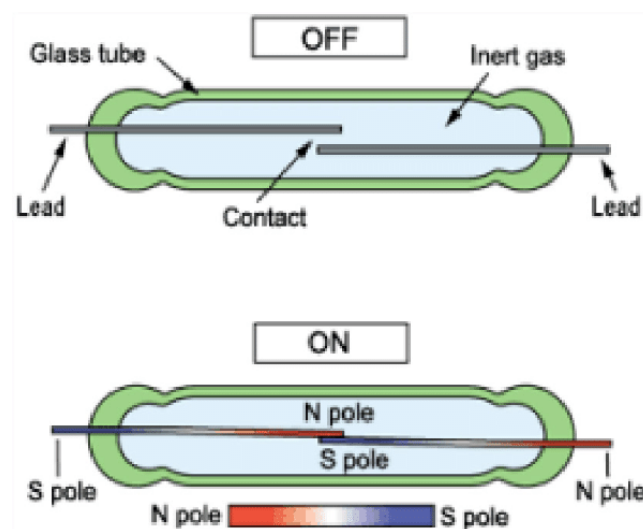


Abbildung 1: Schemata eines Reed-Schalters

- Wassertemperatur  
Digitaler Sensor → Auflösung von 0.01°C
- Wasserstand Füllstand HB: Drucksensor, Ultraschallsensor, Potentiometer mit Schwimmer, etc.
- Türschalter
- Batteriestandsanzeige

Anforderungen an die Funkübertragung:

- Datensicherheit
- Übertragungsmöglichkeit (Manchester Kodierung)
- Übertragungsantenne

Gefundene Bauteile auf [neuhold-elektronik.at](http://neuhold-elektronik.at):

- DS1722:  
SPI Digital Thermometer. 8-12 bit Auflösung.
- HC - SR04:  
PWM Ultraschall Messmodul. 2mA standby strom.
- MAX640:  
5V Step-Down DC-DC Converter.

### 3 Test mittels Arduino

Es wird ein Arduino verwendet um die gegebenen Sensoren DS1722 bzw. HC-SR04 zu testen. Die SPI-Anschlüsse des Arduinos werden mit den Anschlüssen der jeweiligen Sensoren verbunden ebenfalls wird auf die Verwendung der richtigen Versorgungsspannung geachtet.

### 3.1 HC-SR04

Listing 1: Arduino Programm für HC-SR04

```
1  /*
2  * Ultrasonic Sensor HC–SR04 and Arduino Tutorial
3  *
4  * by Dejan Nedelkovski,
5  * www.HowToMechatronics.com
6  *
7  */
8
9  // defines pins numbers
10 const int trigPin = 9;
11 const int echoPin = 10;
12
13 // defines variables
14 long duration;
15 int distance;
16
17 void setup() {
18     pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
19     pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
20     Serial.begin(9600); // Starts the serial communication
21     return;
22 }
23
24 void loop() {
25     // Clears the trigPin
26     digitalWrite ( trigPin , LOW);
27     delayMicroseconds(2);
28
29     // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
30     digitalWrite ( trigPin , HIGH);
31     delayMicroseconds(10);
32     digitalWrite ( trigPin , LOW);
33
34     // Reads the echoPin, returns the sound wave travel time
35     // in  $\mu$ S
36     duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
37
38     // Calculating the distance
39     distance= duration*0.034/2;
40
41     // Prints the distance on the Serial Monitor
42     Serial.print("Distance: ");
43     Serial.println (distance);
44     return;
45 }
```

## 3.2 DS1722

Listing 2: Arduino Programm für DS1722

```
1  #define DATAOUT 11 //MOSI – Master Input Slave Output
2  #define DATAIN 12 //MISO – Master Output Slave Input
3  #define SPICLOCK 13 //SCK – Serial Clock
4  #define SLAVESELECT 10 //SS – Slave Select
5  #define DS1722_POWER 9
6
7  #define DS1722_SELECT HIGH
8  #define DS1722_DESELECT LOW
9
10 #define DS1722_CONFIG_BYTE 0xEE
11 #define CONFIG_REG_READ 0x00
12 #define CONFIG_REG_WRITE 0x80
13 #define TEMP_ADDR_HI 0x02
14 #define TEMP_ADDR_LOW 0x01
15
16 byte clr;
17 byte temperature[2];
18
19 char spi_transfer(volatile char data){
20
21     // Start the transmission
22     SPDR = data; // Wait the end of the transmission
23     while (!(SPSR & (1<<SPIF))){};
24     // return the received byte
25     return SPDR;
26 }
27
28 void setup(){
29
30     byte n, config = 0xAB;
31     Serial.begin(9600);
32
33     temperature[0] = 0x12;
34     temperature[1] = 0x34;
35
36     /* Set DDIR registers */
37
38     pinMode(DATAOUT, OUTPUT);
39     pinMode(DATAIN, INPUT);
40     pinMode(SPICLOCK, OUTPUT);
41     pinMode(SLAVESELECT, OUTPUT);
42     pinMode(DS1722_POWER, OUTPUT);
43
44     digitalWrite(DS1722_POWER, HIGH); //disable device
45     delay(250);
46
```

```
47     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT); //disable device
48     // set up SPI control register
49     SPCR = (1<<SPE)|(1<<MSTR)|(1<<CPOL)|(1<<CPHA);
50     clr=SPSR;
51     clr=SPDR;
52     delay(10);
53
54     // read config byte
55     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_SELECT);
56     spi_transfer(CONFIG_REG_READ);
57     config = spi_transfer(0xFF);
58     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
59     delay(100);
60
61     Serial.print(config, HEX);
62     Serial.print('\n', BYTE);
63
64     // write config byte to the configuration register
65     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_SELECT);
66     spi_transfer(CONFIG_REG_WRITE);
67     spi_transfer(DS1722_CONFIG_BYTE);
68     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
69     delay(100);
70
71     // read config byte
72     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_SELECT);
73     spi_transfer(CONFIG_REG_READ);
74     config = spi_transfer(0xFF);
75     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
76     delay(100);
77
78     Serial.print(config, HEX);
79     Serial.print('\n', BYTE);
80
81     Serial.print('h', BYTE);
82     Serial.print('i', BYTE);
83     Serial.print('\n', BYTE); //debug
84     delay(1000);
85
86     return;
87 }
88
89 void loop(){
90
91     // float c, f;
92     // write config byte to the configuration register
93     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_SELECT);
94     spi_transfer(CONFIG_REG_WRITE);
95     spi_transfer(DS1722_CONFIG_BYTE);
96     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
```



```

97
98     delay(1400);
99
100     digitalWrite (SLAVESELECT,DS1722_SELECT);
101     spi_transfer (TEMP_ADDR_HI);
102     temperature[0] = spi_transfer(0x00);
103     //release chip, signal end transfer
104     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
105     delay(25); // just because....
106     digitalWrite (SLAVESELECT,DS1722_SELECT);
107     spi_transfer (TEMP_ADDR_LOW);
108     temperature[1] = spi_transfer(0x00);
109     //release chip, signal end transfer
110     digitalWrite (SLAVESELECT, DS1722_DESELECT);
111     Serial . print (temperature[0] * 9 / 5 + 32, DEC);
112     Serial . print ( ' ', BYTE);
113     Serial . print (temperature[0], DEC);
114
115     if (temperature[1] & 0x80){
116
117         Serial . print ( ' ', BYTE);
118         Serial . print ( '5', BYTE);
119     }
120
121     Serial . print ( '\r', BYTE);
122     Serial . print ( '\n', BYTE);
123
124     delay(2000);
125
126     return;
127 }

```

## 4 Durchführung Mittels PSoC

Die Realisierung des Projektes mittels des PSoC Microcontrollers wurde vom Lehrer vorgegeben. Dafür wurden zuerst Einzelprogramme erstellt, um die gewünschten Funktionalitäten einzeln zu testen. Die Einzelprogramme sollten dann zu einem Gesamtprogramm zusammengeführt werden, welches volle Funktionalität bietet.

### 4.1 HC-SR04

#### 4.1.1 Bauteilerklärung

Der HC-SR04 ist ein IC-Baustein, der Entfernung mittels Ultraschall misst. Dafür wird nach anlegen eines min. 10µs Pulses <sup>1</sup> am TRIG Pin ein Ultraschallimpuls losgeschickt. Der Baustein rechnet sich dann aus der Laufzeit des Impuls bis zu dessen Rückkehr die Entfernung aus und gibt diese dann als PWM Signal am echo pin aus. Manche Module scheinen dabei

<sup>1</sup>Seite 2 HC-SR04 Datenblatt

einen Defekt zu haben oder schlichtweg billiger gebaut zu sein, da man bei diesen klar eine Kondensatorladekurve erkennen kann. Die Messergebnisse stimmen jedoch mit denen eines Funktionstüchtigen HC-SR04 überein, wenn man von CMOS Logikpegeln ausgeht, also 3.5V und höher <sup>2</sup> als WAHR annimmt. Das HC-SR04 Datenblatt behauptet hierbei jedoch, dass die Logikpegel TTL-Pegel seien, was einen kleinen Offset in diesem Falle zur Folge hätte. Dieser konnte jedoch bei uns nicht gemessen werden.

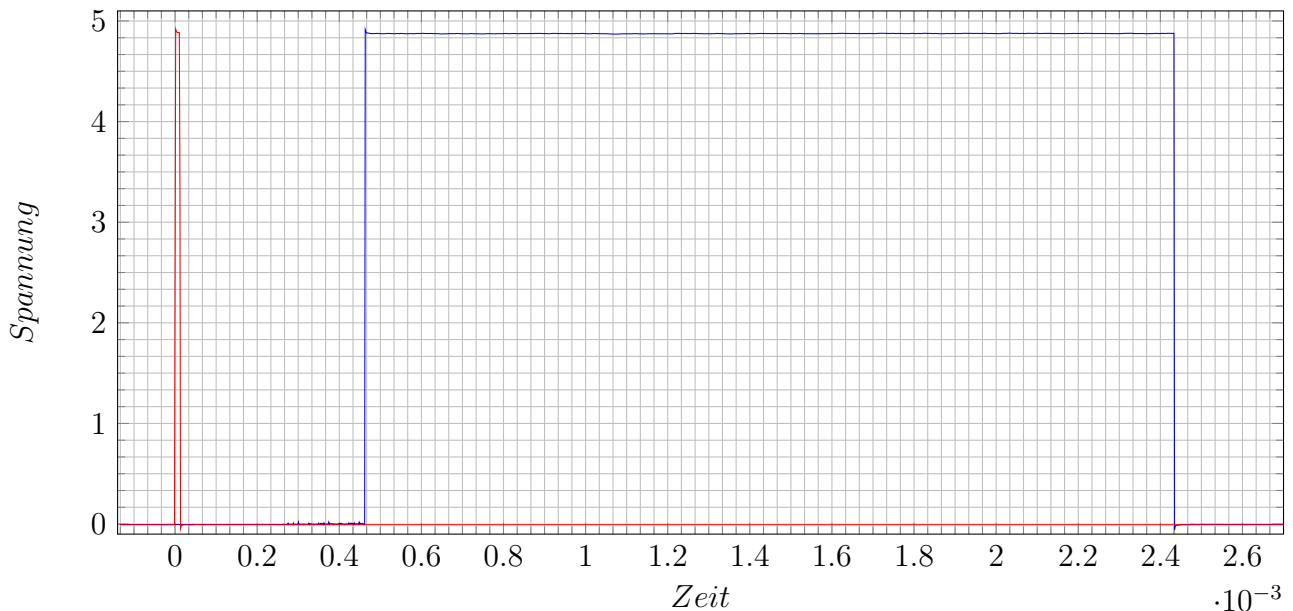


Abbildung 2: Messung mit einem funktionstüchtigen HC-SR04

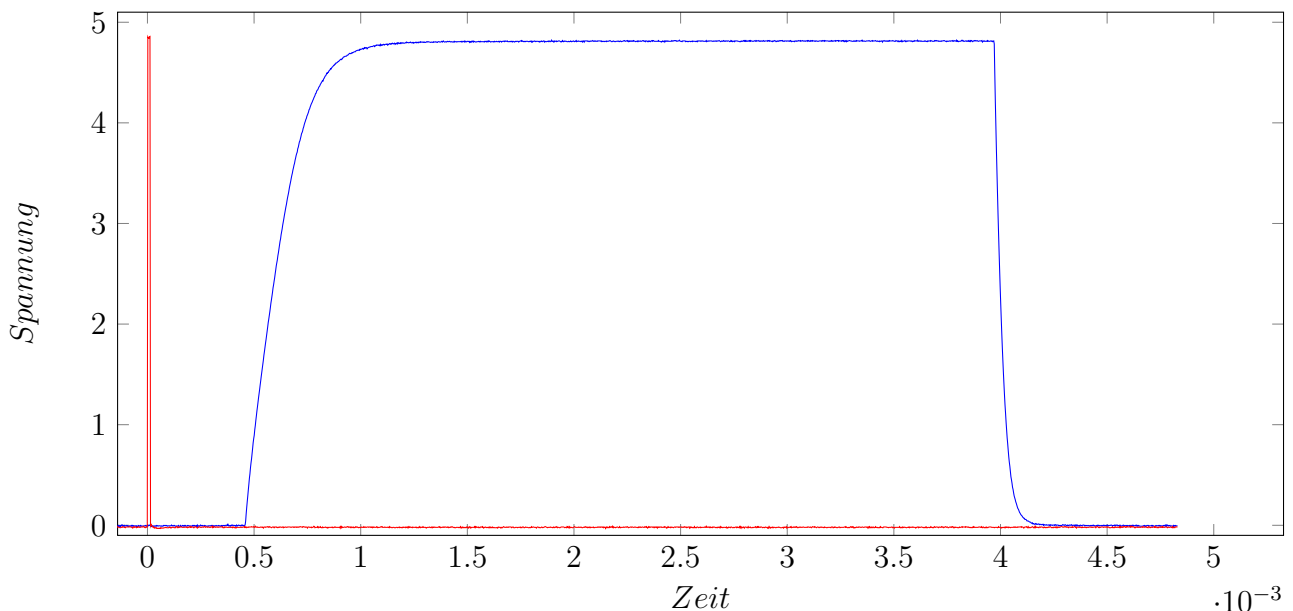


Abbildung 3: Messung mit einem sich nicht normal verhaltenden HC-SR04

Die gemessene Pulslänge in ms soll durch 57 dividiert werden um den Abstand in cm zu erhalten.

<sup>2</sup>Halbleiter-Schaltungstechnik Seite 639

### 4.1.2 C-Code

Programm für den Ultraschallsensor zur Messung des Wasserstands im Hochbehälter

Listing 3: PSoC funktionen für HC-SR04

```

1  /* Busy wait implementation of an HC-SR04
2  *
3  */
4  #include "hcsr04.h"
5  #include "project.h"
6
7  uint32_t get_hc_sr04(){
8
9
10     /* We assumed that a linear function correcting the
11     * measurements would be enough. We took measurements at 1m and 2m
12     * and
13     * got as results the values .36m and .72m respectively. We then
14     * perceeded to put a linear function through the points (.36, 100) and
15     * (.72, 100) which resulted in a slope of 2.77777 or 25/9 and an offset
16     * of 0. Therefore we assumed an only linear distortion. We took further
17     * measurements and got errors in the range of 1–3% of the real
18     * distances, which was deemed enough.
19     */
20     #define CORRECTION_FACTOR ((double)25.0/9.0)
21
22     /* If the timeout is reached, the sensor is
23     * assumed to have been disconnected
24     */
25     #define TIMEOUT 50000
26
27     /* Avoid further distortion through triggered interrupts . */
28     CyGlobalIntDisable;
29
30     /* Place your application code here. */
31     Trigger_Impuls_Write(1);
32     CyDelayUs(10);
33     Trigger_Impuls_Write(0);
34
35
36     for(int i = 0; i < TIMEOUT && !Echo_Input_Read(); i++){
37         CyDelayUs(1);
38     }
39
40     uint32_t counter;
41
42     for(counter = 0; Echo_Input_Read() == 1 && counter <= TIMEOUT; counter
43         ++){
44         CyDelayUs(1);

```

```

44     }
45
46     CyGlobalIntEnable;
47
48     /* This statement performs an integer to float conversion and an
49      * float to integer conversion. The calculation itself happens as
50      * (double precision) float .
51      */
52     return (counter * CORRECTION_FACTOR);
53 }
54
55 uint32_t timer_us_hcsr04 = 0;
56
57 int init_hcsr04(){
58
59     return 0;
60 }

```

## 4.2 Durchflussmessung

### 4.2.1 Bauteilerklärung

Die Messung des Wasserdurchflusses wird mittels eines Standard Wasserzählers durchgeführt. In diesem befindet sich ein Reed-Schalter welcher bei jeder vollen Umdrehung des sich im Zählerbefindenden Schaufelrades einmalt betätigt wird. Dies entspricht einem dem Datenblatt entnehmbaren Volumen an Wasser.

### 4.2.2 Prellen des REED-Kontaktes

Da der Reed-Schalter ein Physischer Schalter ist, welcher ein zwei Metallische Oberflächen aufeinander aufschlagen lässt entsteht ein Schalter-Prellen.

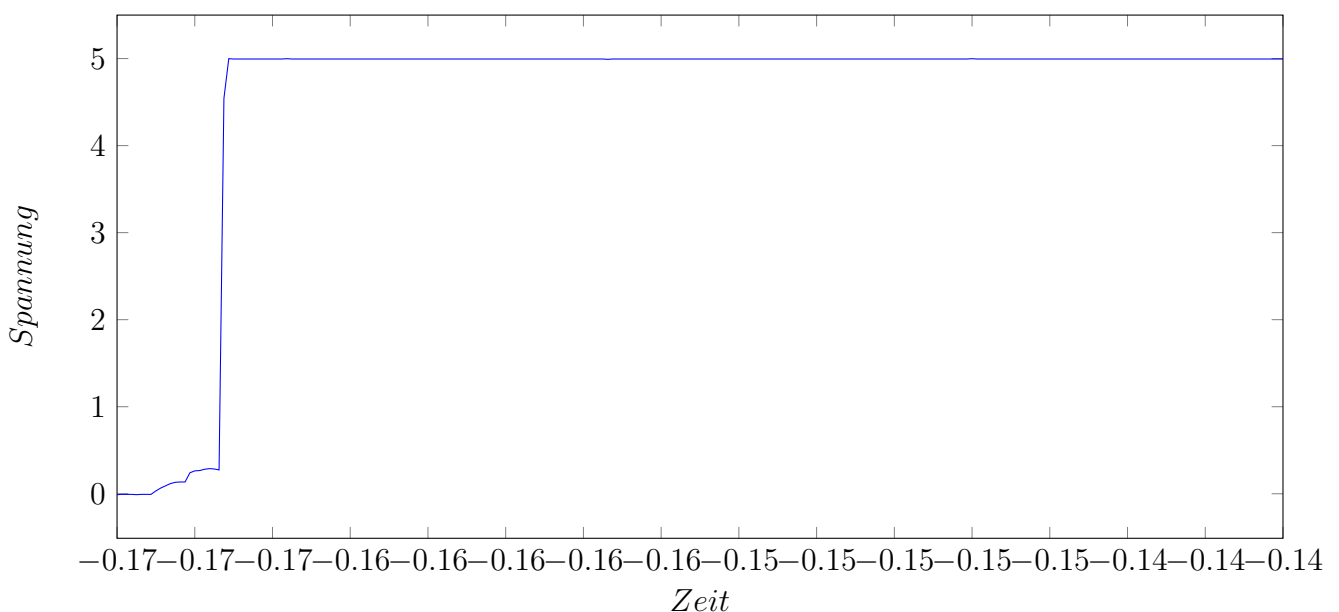


Abbildung 4: Messung des Schalterprellens mithilfe des Analog-Discovery

## 4.3 DS1722

Der DS1722 ist ein digitaler Temperatur-Mess-IC von MAXIM Integrated. Er hat einen Messbereich von  $-55^{\circ}\text{C}$  bis  $+120^{\circ}\text{C}$  welchen er wahlweise mit 8, 9, 10, 11 oder 12 bit auflösen kann. Als Schnittstellen hat er wahlweise 3-Wire oder SPI<sup>3</sup>. Welches Protokoll verwendet wird ist abhängig vom Spannungspegel am SERMODE Pin. Wenn am SERMODE Pin 5V anliegen, wird SPI verwendet, wenn 0V anliegen wird 3-Wire verwendet, den Pin nicht zu verbinden führt zu einem undefiniertem Verhalten.

Im SPI-Modus werden die Pins SDI (Serial Data In) zu MOSI (Master Output Slave Input) und SDO (Serial Data Out) zu MISO (Master Input Slave output). Der Chip-Enable Eingang<sup>4</sup> ist HIGH-Aktiv, was im PSoC ein vorschalten eines Inverters vor den CE-Pin erforderlich macht.

Aufgrund anfänglicher Probleme mit dem PSoC wurde die Machbarkeit mittels ATMega nochmals überprüft. Dafür wurde eine ATMega2560 als SPI Master verwendet, auf welchem die SPI-Pins in der GPIO-Bank B sind. Abbildung ?? zeigt einen mittels ATMega 2560 erzeugten Datenverkehr mit dem DS1722.

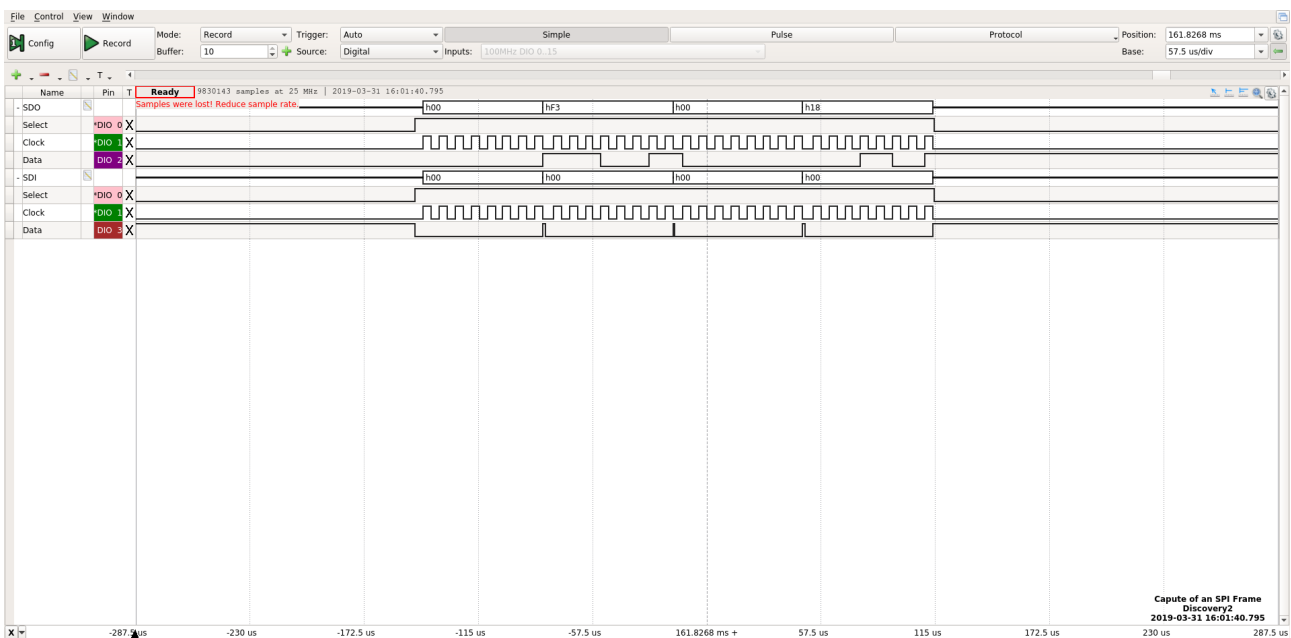


Abbildung 5: Erzielltes Ergebnis mit ATMega 2560

## 5 Anhang

### 5.1 Literaturverzeichnis

- **HC-SR04 Datenblatt**  
Erhalten von mouser.com am 2019-03-10.
- **DS1722 Datenblatt**  
Erhalten von maximintegrated.com am 2019-03-10.
- **MAX640 Datenblatt**  
Erhalten von maximintegrated.com am 2019-03-10.

<sup>3</sup>Serial Peripheral Interface, Standart von Motorola

<sup>4</sup>Der CE-Pin wird manchmal auch SS (Slave Slect) bezeichnet

- **CY8C5888LTI-LP097 Datenblatt**  
Erhalten von cypress.com am 2019-03-10.
- **Ulrich Tietze Christoph Schenk Halbleiter-Schaltungstechnik**  
Vorliegend in 12. Auflage Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002