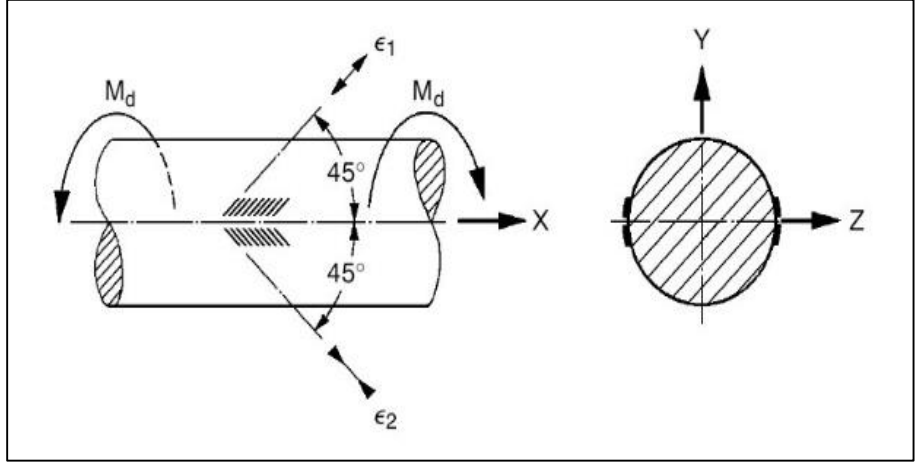


Entwicklung eines Drehmoment-Messgeräts

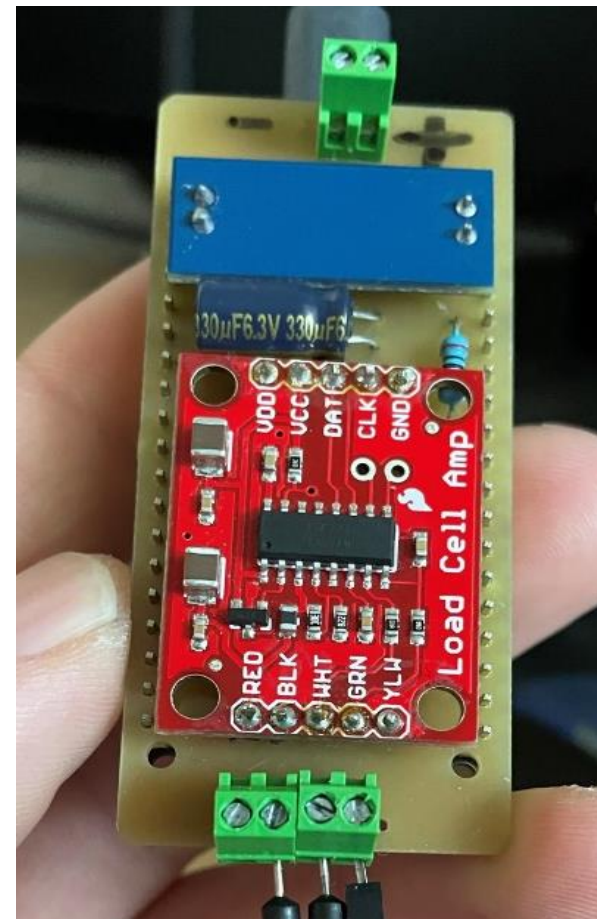
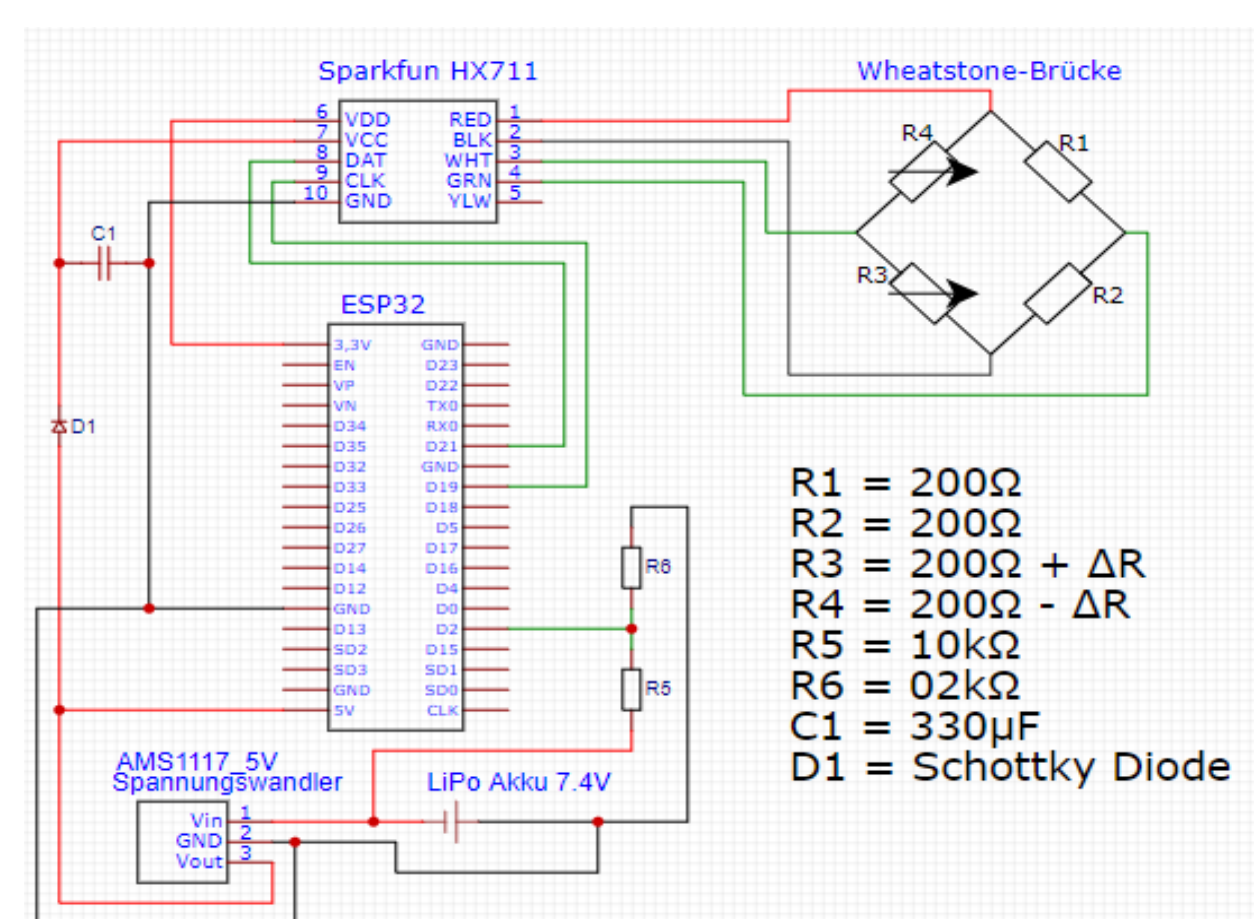


- Motivation:** Anfrage der Stadtwerke zur Durchführung einer Drehmomentmessung an der Antriebswelle der neuen Gas-Fähre zur Bestimmung des Wirkungsgrad des neuen Antriebs.
- Aufgabenstellung:** Entwicklung eines portablen Messgeräts zum Messen eines Drehmoments
- Anforderungen:** kostengünstige Hardware, einfache Montage, messen an Wellen mit unterschiedlichen Durchmessern, ausreichend genaues Messergebnis
- Konzept:** Entwicklung eines Messgeräts, welches im wesentlichen aus einem Microcontroller und einem Messverstärker besteht. Dabei wird die Dehnung auf der Welle über Dehnmessstreifen aufgenommen und in ein Drehmoment umgerechnet. Dieses wird anschließend vom Microcontroller über ein drahtloses Netzwerk an ein mobiles Endgerät übertragen.

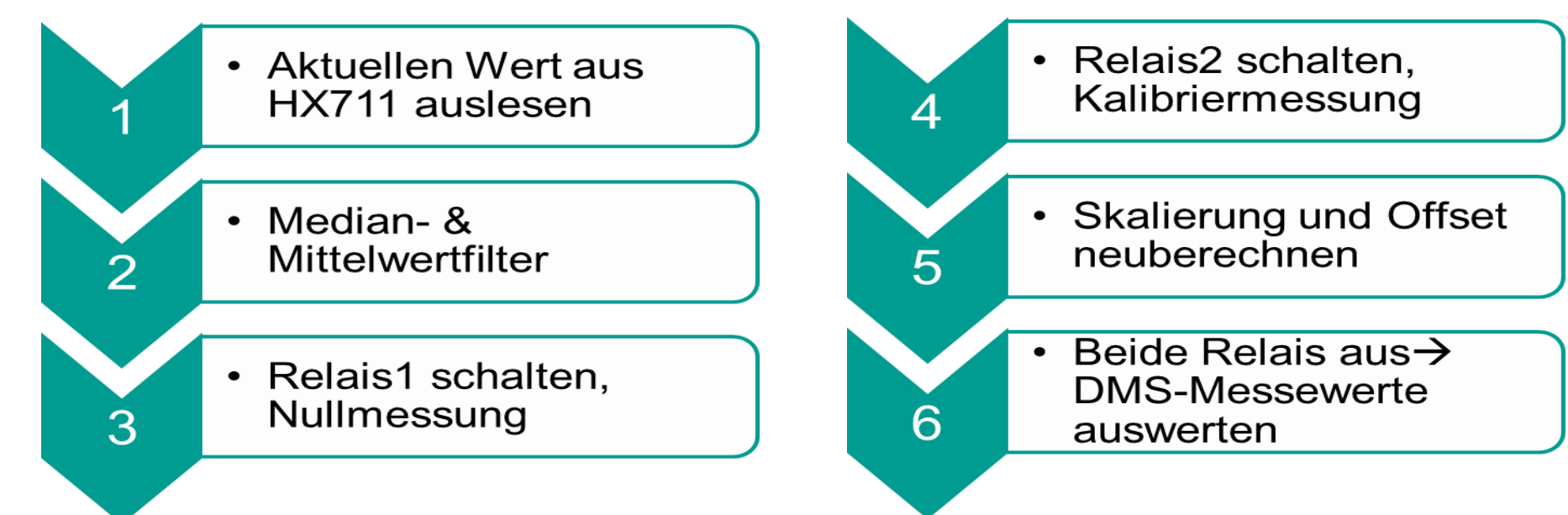


1. Erster Messaufbau

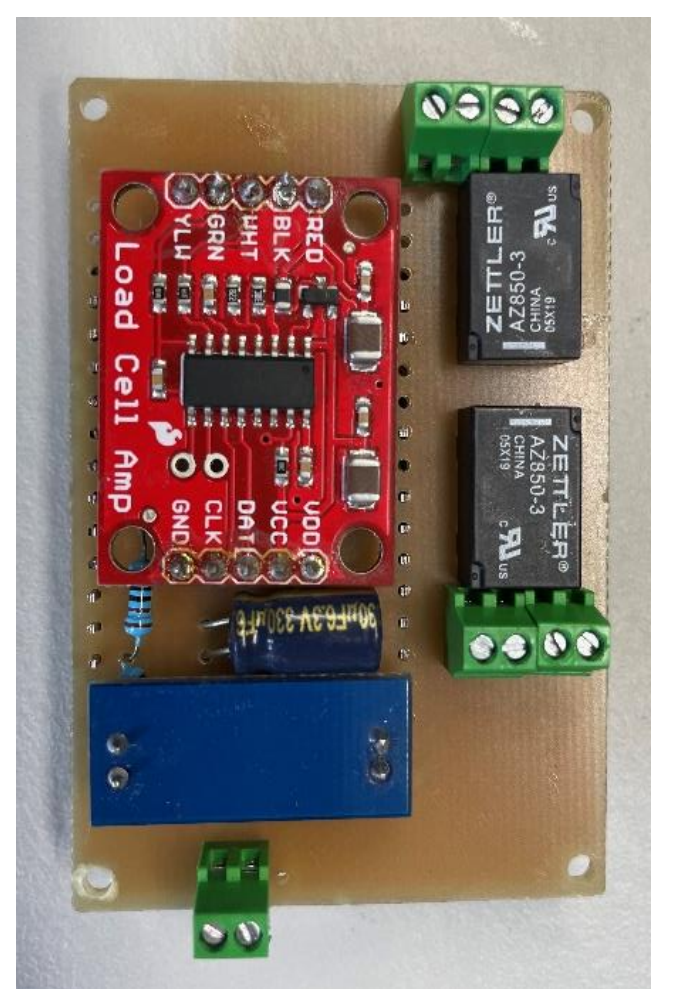
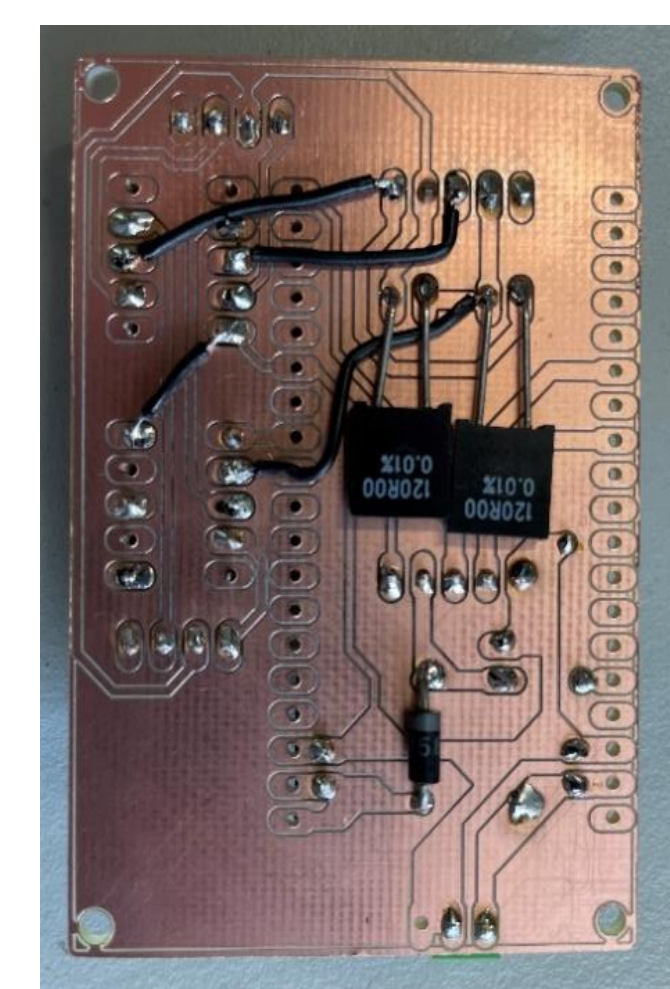
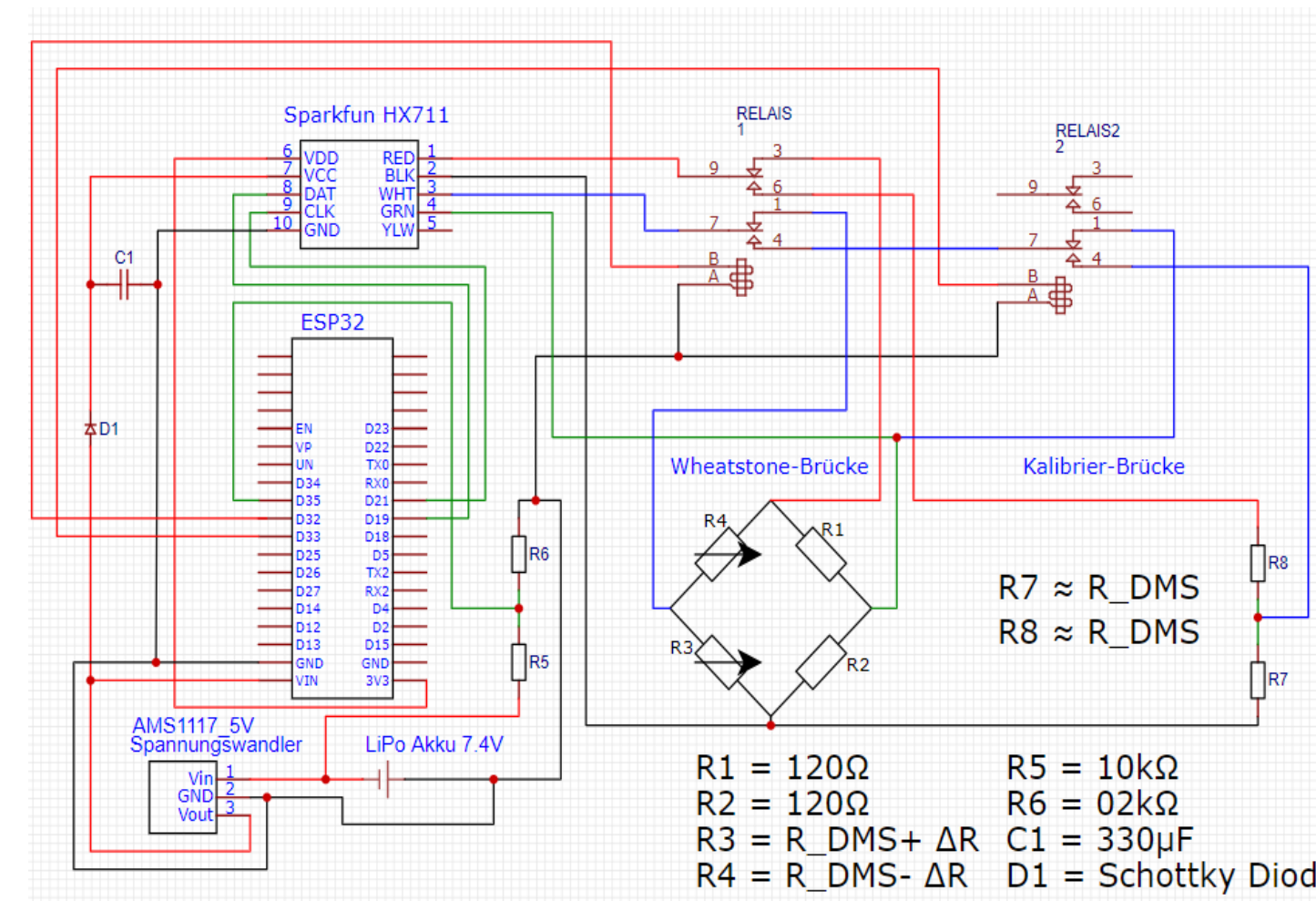
Für die Unterbringung der einzelnen Bauteile wird ein Schaltplan entworfen und eine dazugehörige Platine gelayoutet.



Die folgende Grafik veranschaulicht den Programmablauf bzw. den Ablauf der Messung.

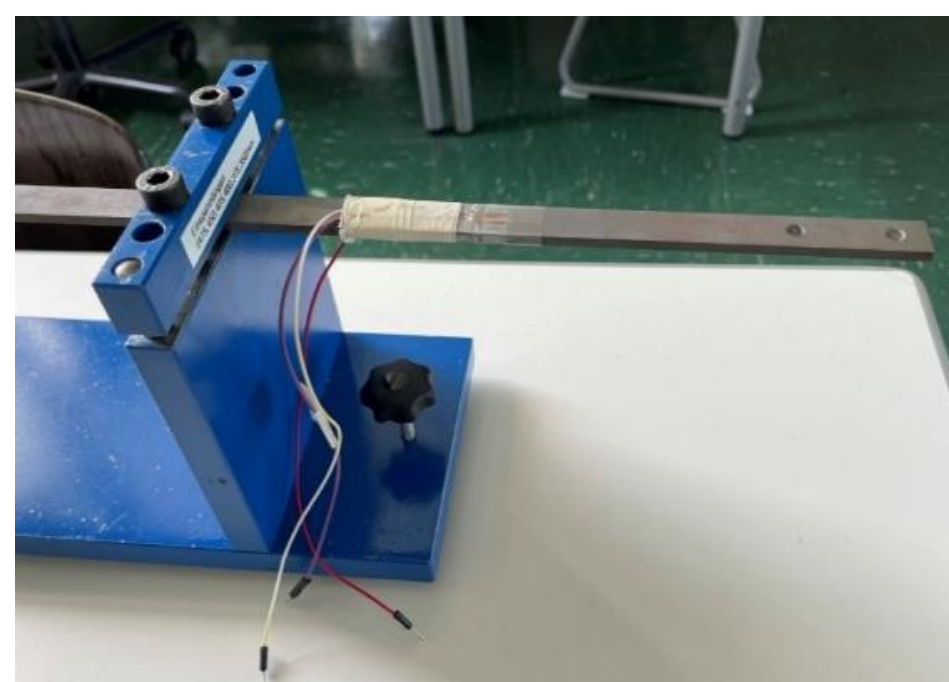
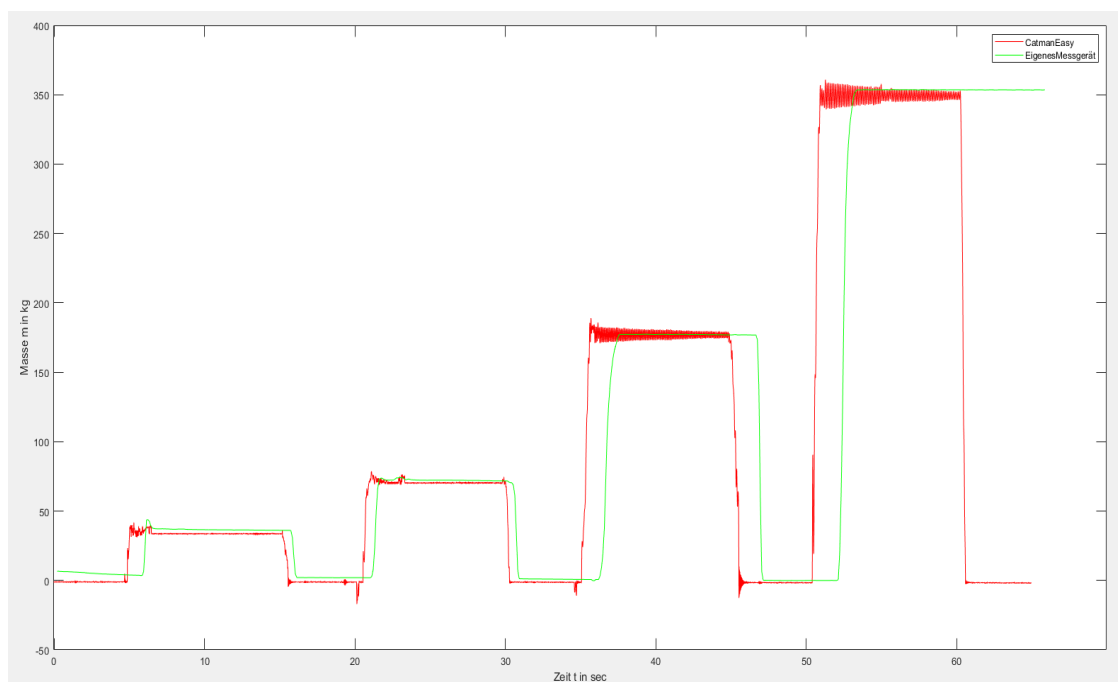


Aus dem beschriebenen Messaufbau ergibt sich ein neuer Schaltplan sowie ein neues Platinenlayout:



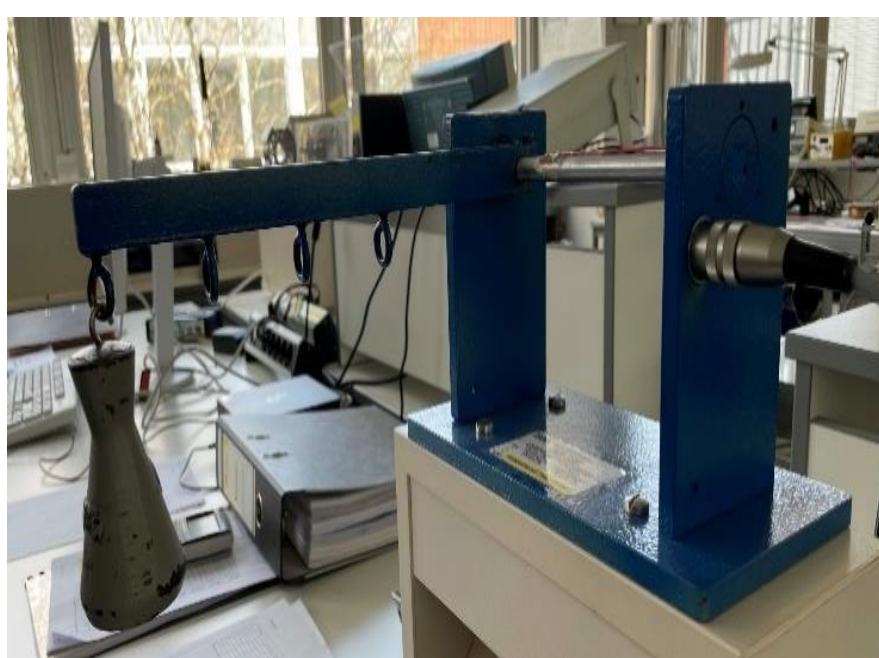
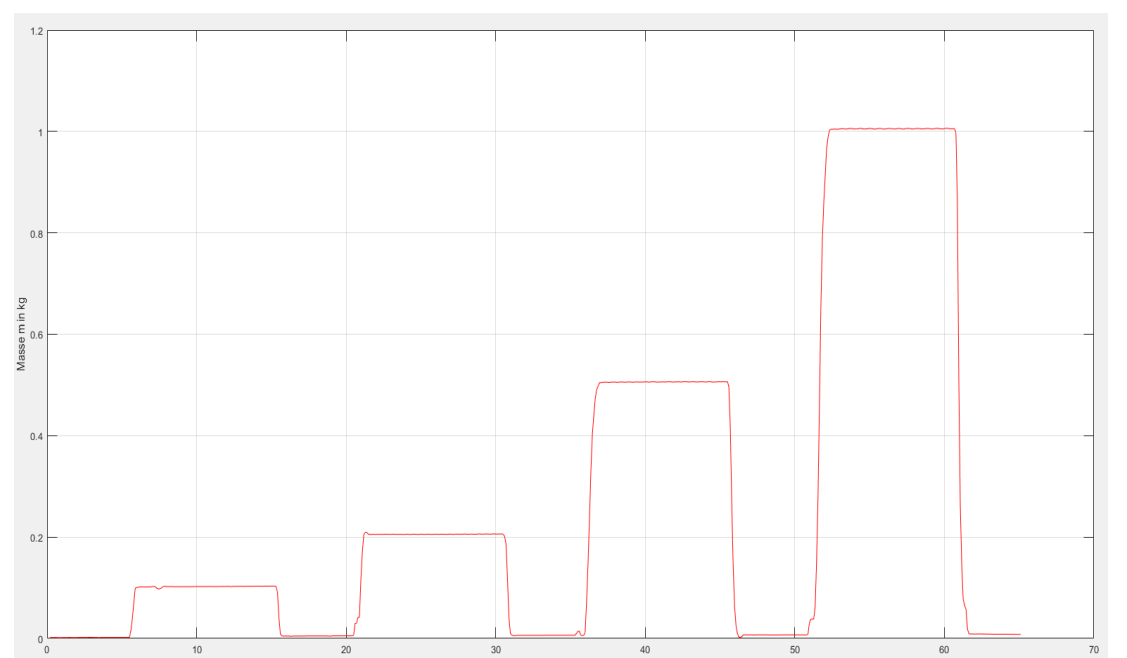
2. Testmessungen am Biegebalken und Torsionsversuch

Mit dem entworfenen Messgerät werden anschließend Messungen an einem Biegebalken durchgeführt. Die Messergebnisse werden daraufhin mit einem Messgerät auf dem Labor verglichen.



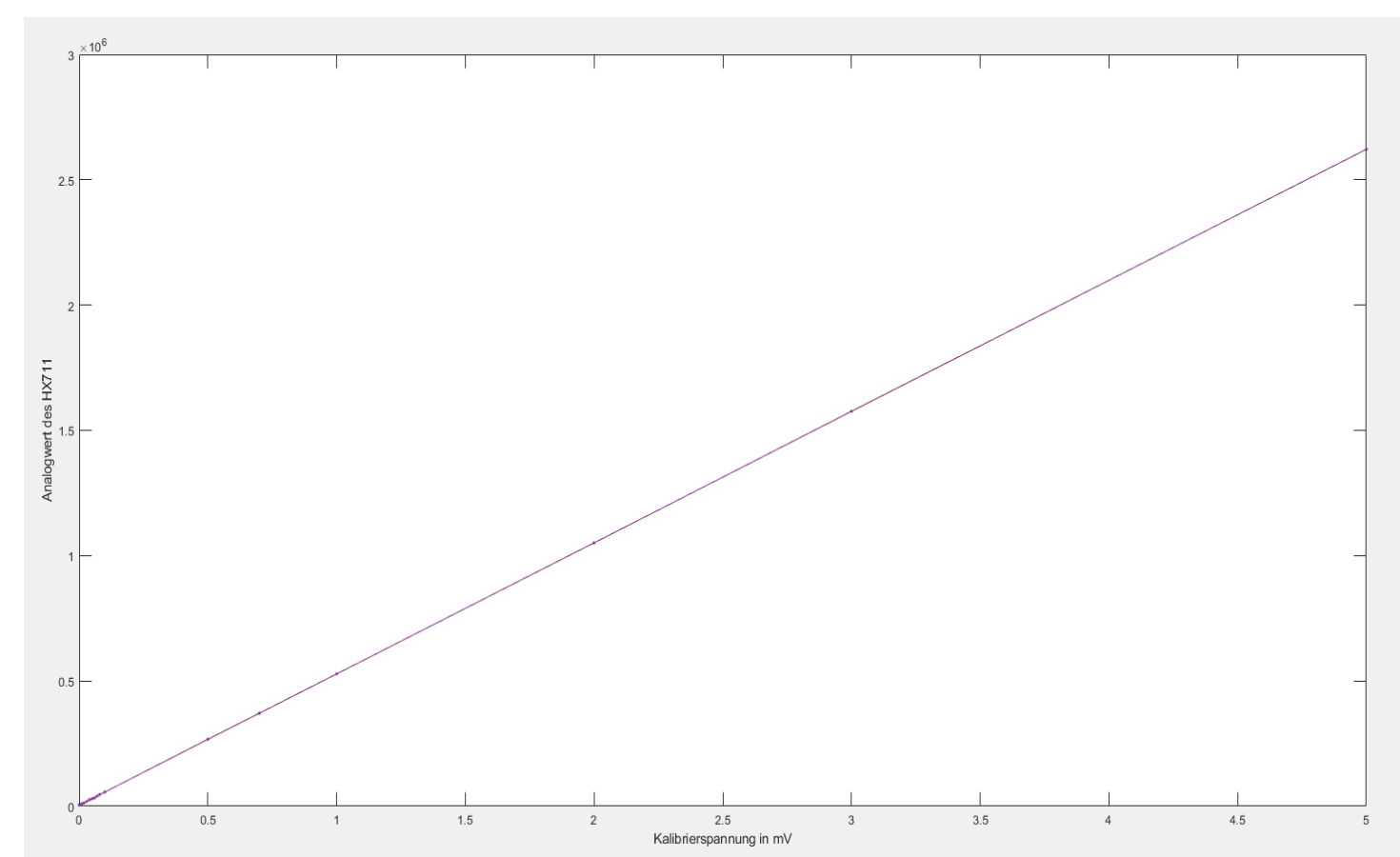
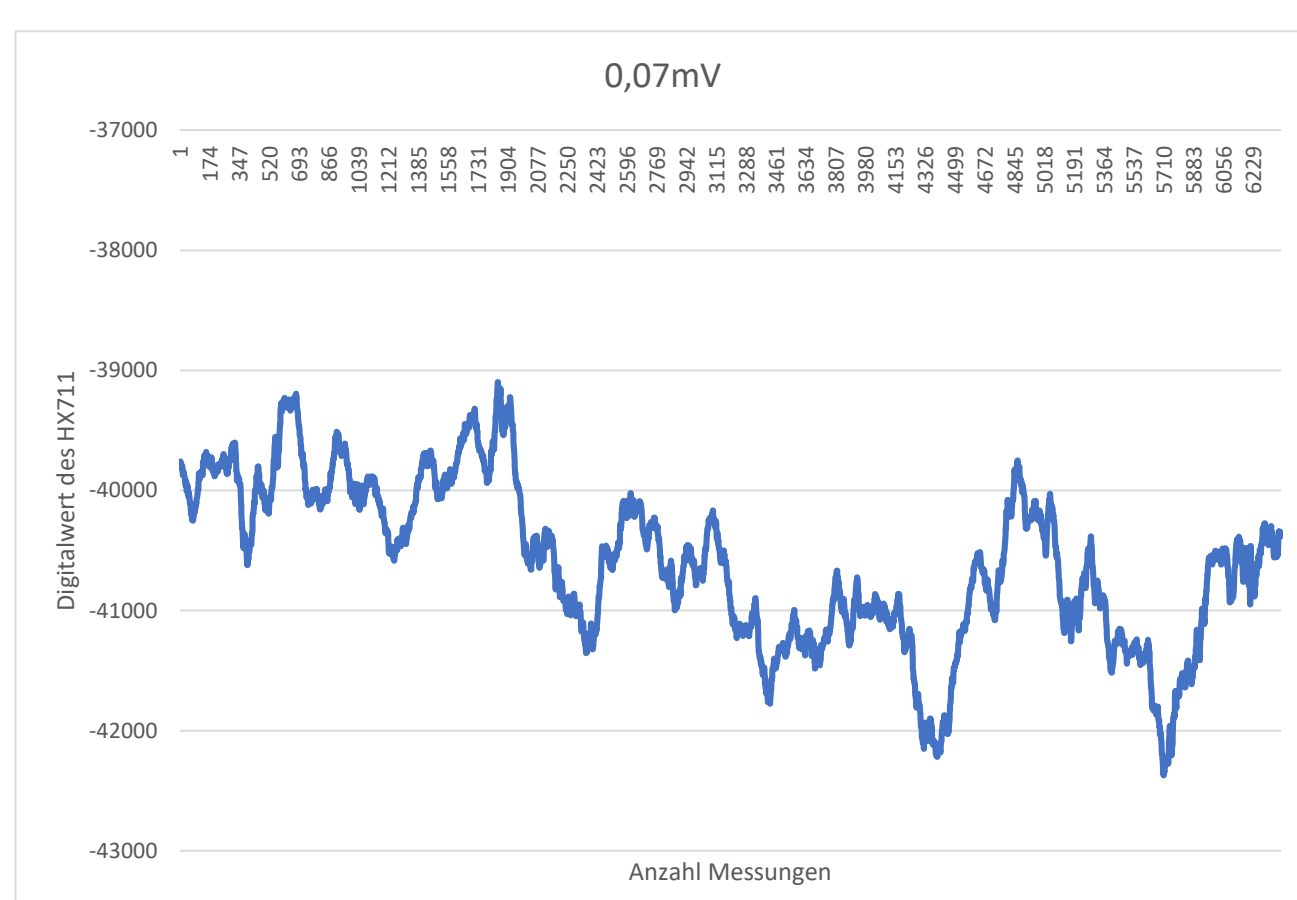
Ergebnis: Bei vorheriger Kalibrierung können sehr gute Messergebnisse erzielt werden. Jedoch macht sich ein zeitlicher Null drift des Messwerts bemerkbar

Zusätzlich zum Biegebalken, wird im Labor eine Messung am Torsionsbalken durchgeführt.



3. Aufstellen einer Kalibrierkennlinie

Da bei der Messung des Drehmoments an der Schiffswelle nicht auf ein vordefiniertes Drehmoment kalibriert werden kann, soll in einem weiteren Schritt der Zusammenhang zwischen dem ADC-Wert am Ausgang des Messverstärkers mit der Brückenverspannung der DMS-Messbrücke bestimmt werden.



Dafür werden unterschiedliche Messreihen durchgeführt und ausgewertet.

Ergebnis:

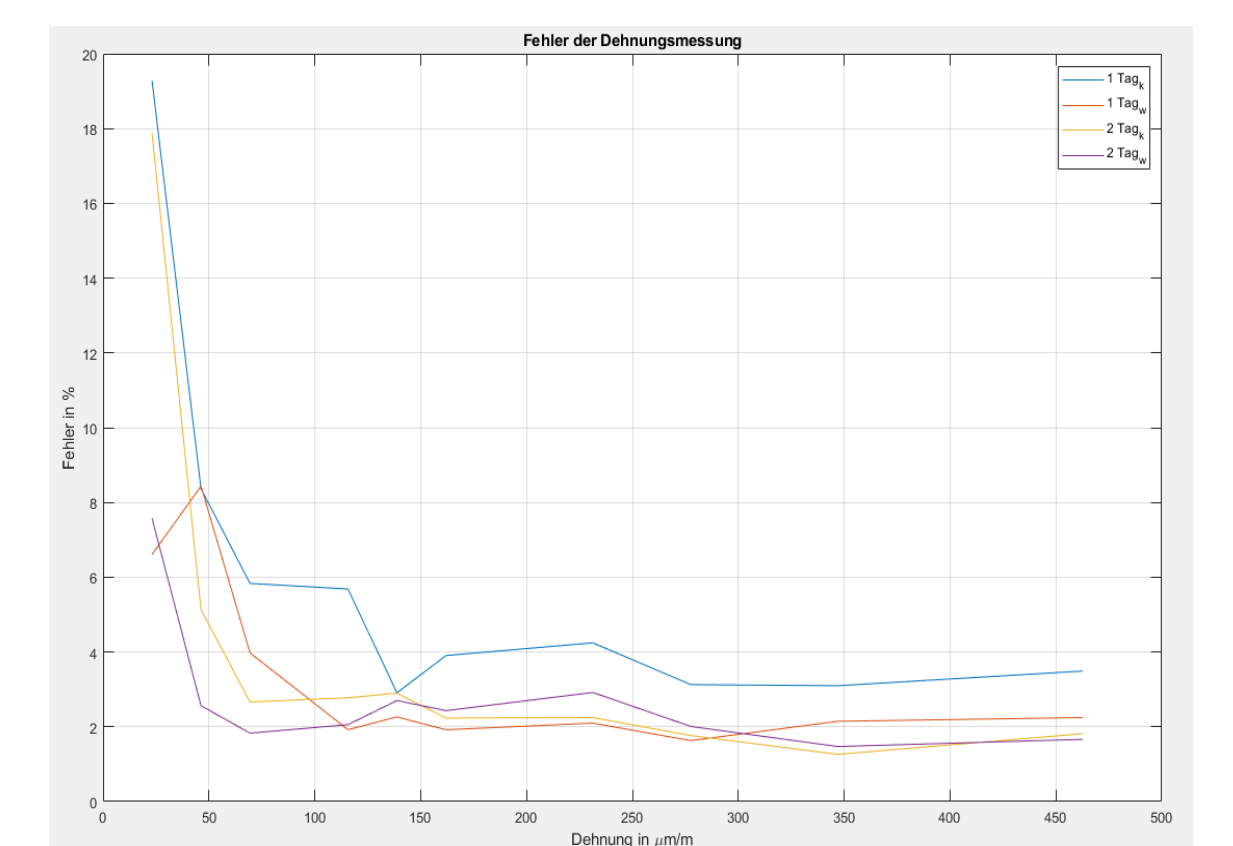
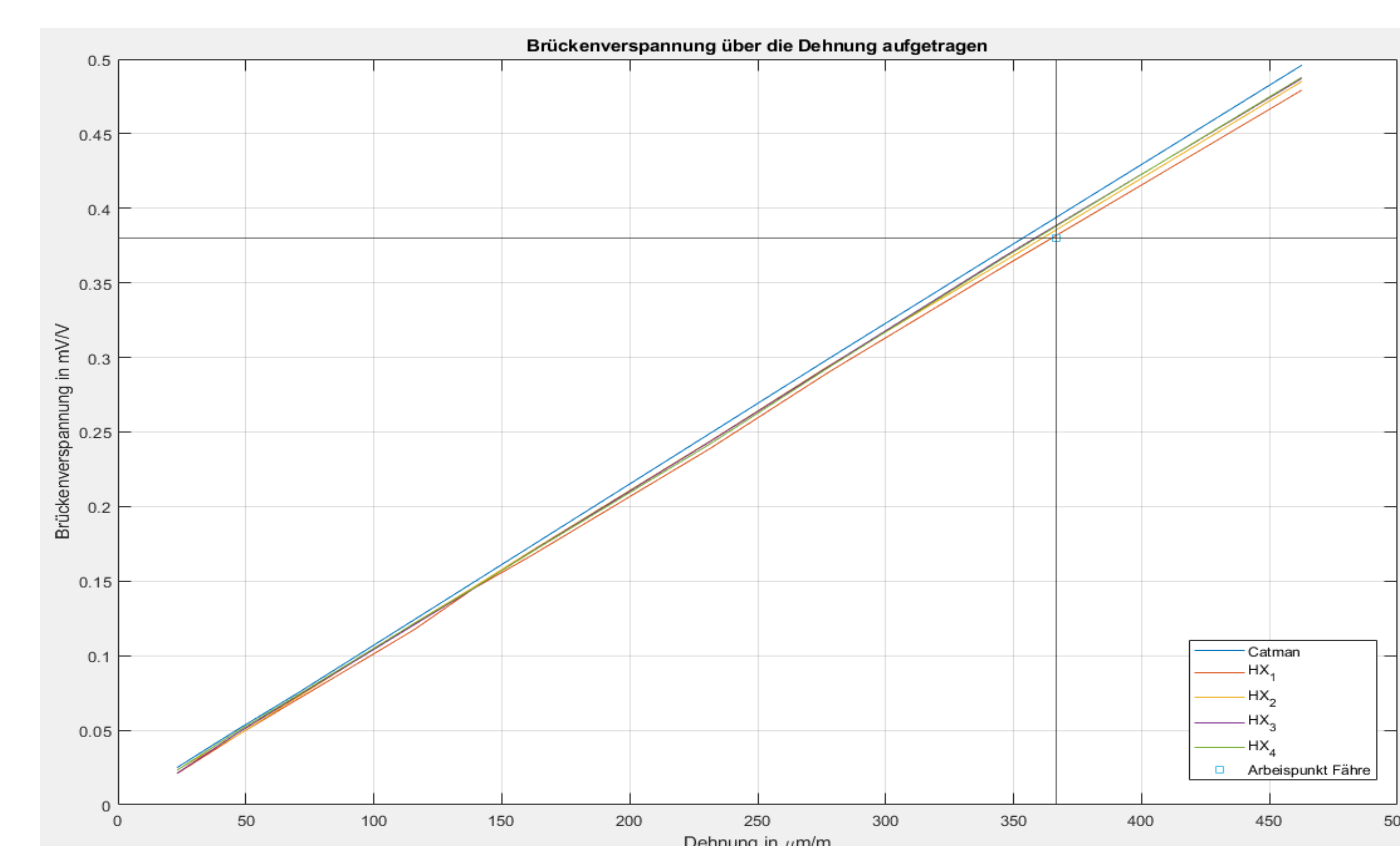
Der Skalierungsfaktor zwischen ADC-Wert und der Brückenverspannung hängt von unbekanntem Einflüssen ab, und kann nicht stationär bestimmt werden. Aus diesem Grund wird im Folgenden versucht, den Skalierungsfaktor während der Messung kontinuierlich anzupassen.

4. Erweiterter Messaufbau

Der Messaufbau wird dafür mit einer Messbrücke aus Festwiderständen erweitert, dessen exakte Brückenverspannung bekannt ist. Mit Hilfe von zwei Relais wird in regelmäßigen Abständen zwischen der DMS-Messbrücke, einer Nullmessung (Kurzschluss) und der Brückenverspannung aus den beiden Festwiderständen geschaltet. Somit wird der Skalierungsfaktor in festen Zeitabständen neu berechnet.

Ergebnis:

Mit dem erweiterten Messgerät ergibt sich ein Messfehler der Spannungsmessung (Brückenverstellung) von kleiner 4 % ab einer Dehnung von $100 \frac{\mu m}{m}$. Für eine genaue Messung sollte das Messgerät bereits einige Minuten gemessen haben, und somit auf Betriebstemperatur sein.



5. Drehmomentmessung mittels mechanischer Parameter

Umrechnung von Brückenverspannung zu Drehmoment:

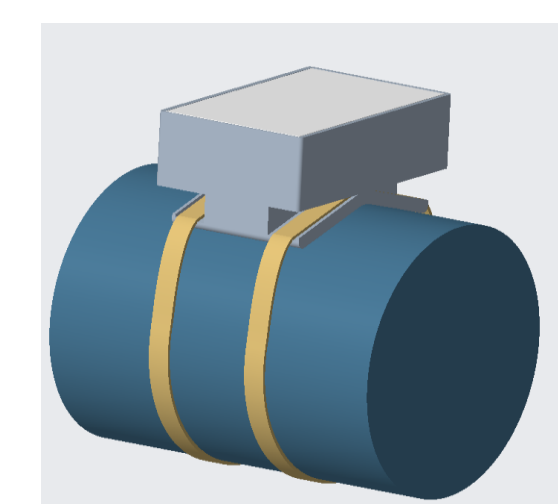
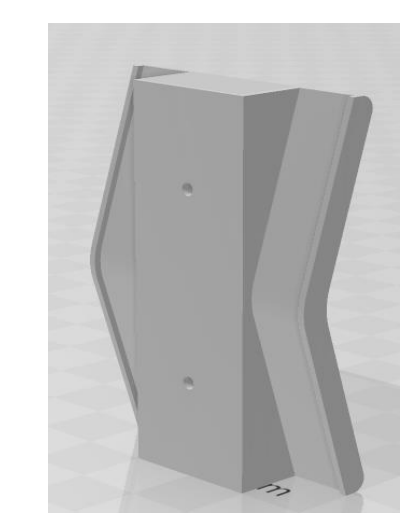
$$M_T [Nm] = \left[\frac{mV}{V} \right] * \frac{\pi * G * D^3}{4 * k * 1000}$$

G : Schubmodul Welle in [Pa]
 D : Durchmesser Welle in [m]
 k : k – Faktor DMS

Der Fehler welcher sich bei der Wahl der mechanischen Parameter (besonders dem E-Modul) ergibt, bestimmt maßgeblich die Genauigkeit der Messung.

6. Konstruktion der Halterung und Ausgabe der Messergebnisse auf der Webseite

Zusätzlich wird eine Halterung konstruiert und eine Webseite programmiert, auf welcher die Messdaten ausgegeben werden.



192.168.4.1

Drehmomentmessung

Geben Sie den jeweiligen Widerstand der Dehnmessstreifen an:

- 120 Ohm
 350 Ohm

Umrechnungsfaktor:

1

TARA

Drehmoment:

-0.10

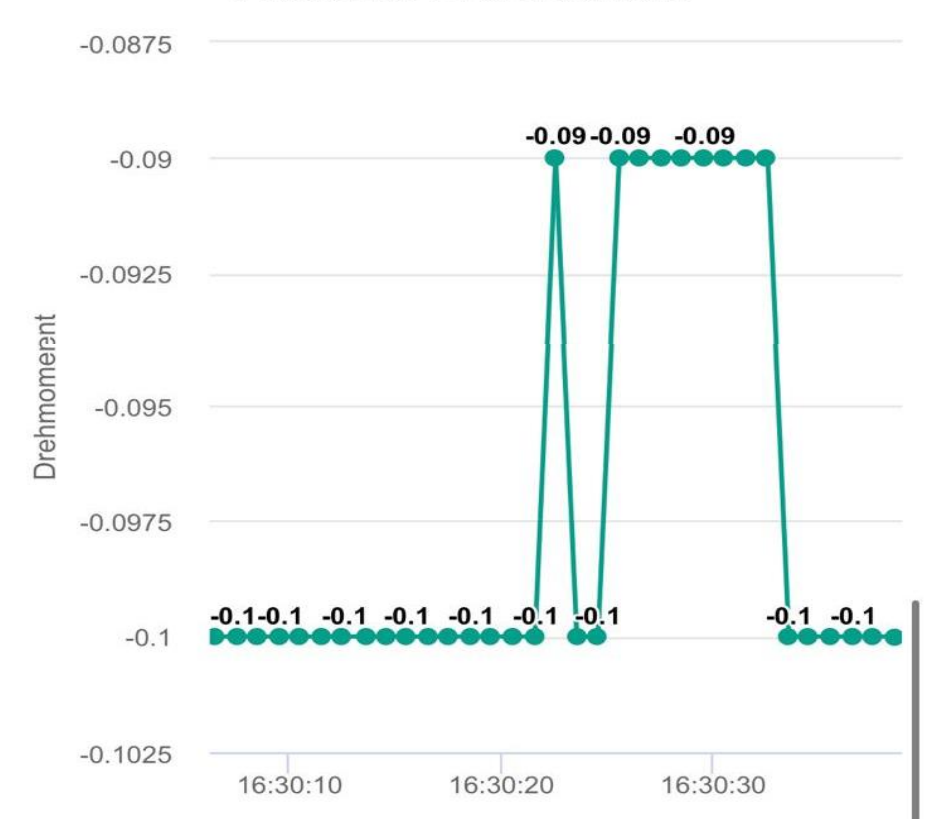
Akkuspannung:

3.96

Nm

V

Aktuelles Drehmoment



Formel zum Berechnen des Umrechnungsfaktors:

$$M_T [Nm] = \left[\frac{mV}{V} \right] * \frac{\pi * G * D^3}{4 * k * 1000}$$

G : Schubmodul Welle in [Pa]
 D : Durchmesser Welle in [m]
 k : k – Faktor DMS