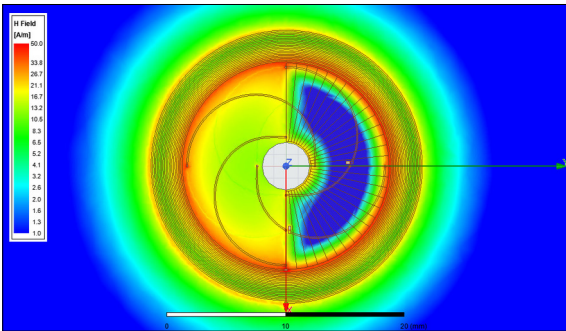


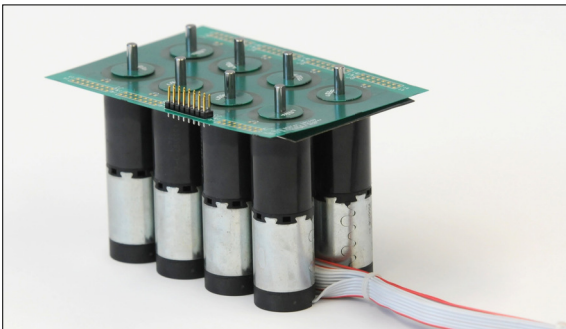
Ursin Schläpfer

|                |                                     |
|----------------|-------------------------------------|
| Student        | Ursin Schläpfer                     |
| Examinatoren   | Prof. Dr. Paul Zbinden, Roman Willi |
| Themengebiet   | Mikroelektronik                     |
| Projektpartner | Tecan Schweiz AG, Männedorf, ZH     |

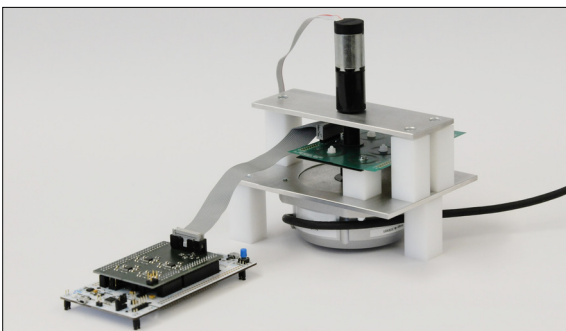
## PCB-basierter Rotationsencoder



Simulation: Die magnetische Feldstärke des Sensors  
Eigene Darstellung



Sensoren auf der Motoreinheit des Liquid Handling Roboters  
Eigene Darstellung



Referenzmessaufbau  
Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** Die Firma Tecan Schweiz AG ist ein weltweit tätiger Hersteller von automatisierten Laborgeräten und Liquid Handling Robotern. Diese Laborgeräte und Roboter werden in modernen Labors der Pharmazie, der Forensik und der klinischen Diagnostik eingesetzt. Damit die Roboterachsen präzise in Raum und Zeit geregelt werden können, werden rotierende wie auch lineare Encoder eingesetzt. Ein Rotationsencoder ist ein Sensor für Drehwinkel. Die Anforderungen an diese Encoder sind sehr anwendungsspezifisch. Bei den Liquid Handling Robotern sind die Anforderungen an die Genauigkeit der Encoder sehr hoch, da sie einen direkten Einfluss auf die örtliche Präzision der Roboter haben. In einer vorgängigen Arbeit wurde ein Rotationsencoder entwickelt, welcher auf einem induktiven Messprinzip basiert und mit Leiterplattentechnologie realisiert wurde, um den Encoder möglichst kostengünstig produzieren zu können.

**Ziel der Arbeit:** Da der bestehende Encoder einen Durchmesser von 170 mm aufweist ist er für den Einsatz im Liquid Handling Roboter viel zu gross. Das Ziel dieser Arbeit ist, den bestehenden Sensor auf einen Durchmesser von maximal 25 mm zu verkleinern. Zusätzlich wird eine Winkelauflösung von mindestens 5.27 Winkelminuten (0.0879 Grad) vorausgesetzt, was einer digitalen Auflösung von 12 Bit (ENOB<sup>1</sup>) entspricht. Für den entwickelten Sensor soll eine passende Auswertelektronik evaluiert und entwickelt werden. Damit der Sensor qualifiziert werden kann, muss ein geeigneter Testaufbau für die Referenzmessung erstellt und ein Messverfahren definiert werden.

**Ergebnis:** Der neu entwickelte Encoder besteht aus drei Spulen, einer Anregerspule und zwei Messspulen, die direkt mit Leiterbahnen auf einer Leiterplatte realisiert sind. Der Durchmesser des Encoders beträgt 23 mm. Der Encoder hat eine Genauigkeit von 0.1 Grad und eine Wiederholgenauigkeit von 0.03 Grad. Die Genauigkeit von 0.1 Grad entspricht einer digitalen Auflösung von 11.8 Bit und ist somit knapp ausserhalb der geforderten Präzision. Durch eine Kalibration kann die Genauigkeit verbessert werden. Die theoretische Grenze der erreichbaren Genauigkeit durch eine Kalibration liegt bei der Wiederholgenauigkeit, welche umgerechnet 13.6 Bit entspricht. Die Verbesserung der Genauigkeit durch eine Kalibration wurde jedoch aus Gründen der Prioritätssetzung nicht untersucht. Da der Sensor anhand von FEM<sup>2</sup>-Vollwellensimulationen so optimiert wurde, dass die Messsignale eine möglichst hohe Amplitude aufweisen, kann die bestehende Auswertelektronik verwendet werden. Die oben genannten Spezifikationen wurden mit einem Referenzmessaufbau evaluiert, welcher im Zuge dieser Arbeit geplant, konstruiert und aufgebaut wurde. Die Auswertung der Referenzmessungen wurde teilautomatisiert.

<sup>1</sup> effective number of bits

<sup>2</sup> Finite-Element-Methode