



Sven Eicher

Diplomand	Sven Eicher
Examinator	Prof. Guido Keel
Experte	Rolf Hensel, Bruker BioSpin AG, Industriestrasse 26, 8117 Fällanden, ZH
Themengebiet	Sensor, Actuator and Communication Systems

## Digitale Sensorkonditionierung für induktive Präzisions-Messtaster

Masterarbeit in den Themenbereichen Elektronikentwicklung, FPGA-Design und digitaler Signalverarbeitung

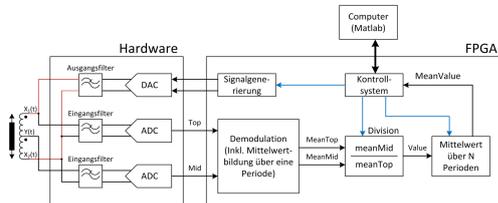


Induktiver Präzisions-Wegmessungs-Sensor der Firma Peter Hirt GmbH mit einer Wiederholungsgenauigkeit von +/- 10nm, Quelle: <http://www.peterhirt.ch>

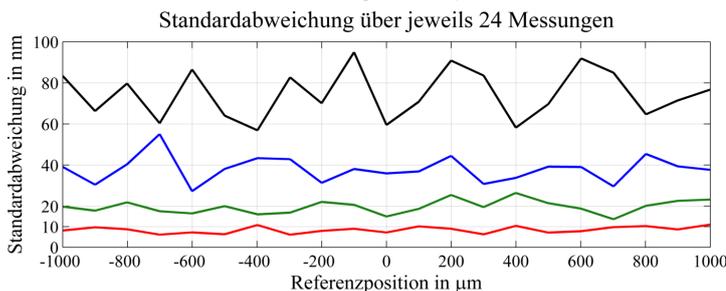
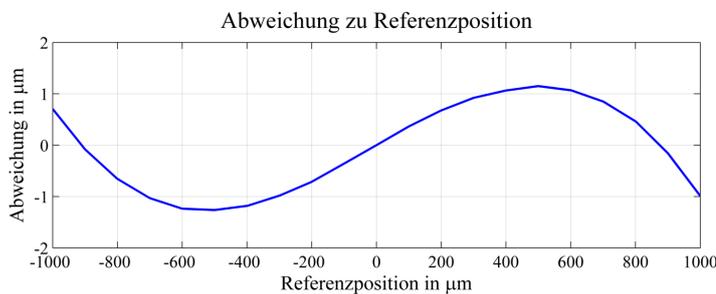
**Ausgangslage:** Die Firma Peter Hirt GmbH mit Firmensitz in Nänikon ZH stellt induktive Sensoren zur Präzisions-Wegmessung her. Diese Messtaster beruhen auf dem Prinzip der induktiven Halbbrücke und werden für hochpräzise absolute Positionsmessungen verwendet. Die Sensoren weisen eine sehr hohe Wiederholungsgenauigkeit von  $\pm 10\text{nm}$  über einen Messbereich von  $\pm 1\text{mm}$  auf. Heutzutage werden die Sensoren mit einem analogen Sinus-Signal angeregt und auch analog ausgewertet.

**Ziel der Arbeit:** Im Rahmen der Masterarbeit soll ein System zur digitalen Sensorkonditionierung entwickelt werden, welches die verschiedenen Sensortypen automatisch ausmessen und klassifizieren kann. Die dafür zu entwickelnde Hardware wird verschiedene Möglichkeiten zur Anregung und Auswertung des induktiven Sensors beinhalten. Mittels Matlab wird die digitale Signalverarbeitung entwickelt und mithilfe eines FPGA-Entwicklungsboards und VHDL umgesetzt.

**Ergebnis:** Im Laufe des Projekts wurde eine eigene Hardware entwickelt, welche zusammen mit einem FPGA-Entwicklungsboard die komplette digitale Sensorkonditionierung für einen induktiven Präzisions-Messtaster übernimmt. Auf der Hardware sind verschiedene Möglichkeiten zur Anregung und Auswertung des induktiven Sensors vorgesehen. Deren Vor- und Nachteile werden im Laufe des Projekts evaluiert. Die entwickelte Sensorkonditionierung mittels Audio-Codec Baustein, erreicht eine Standardabweichung von 8nm. Die Nichtlinearität über den gesamten Messbereich von +/- 1mm beträgt 1.2um und wird durch den induktiven Sensor verursacht. Diese Nichtlinearität kann mit einem Polynom dritten Grades kompensiert werden. Nach der Kompensation wird eine maximale Abweichung zum Referenzsystem von +/- 30nm erreicht. Dies entspricht einem Fehler von nur 30ppm über den gesamten Messbereich.



Vereinfachtes Blockdiagramm aus der Designphase des Sensorkonditionierungssystem



Genauigkeit des entwickelten Systems mit verschiedenen langen Messintervallen: Schwarz: 82us, Blau: 326us, Grün: 1.3ms, Rot: 21ms, Quelle: Masterarbeit