



Michael Hohl

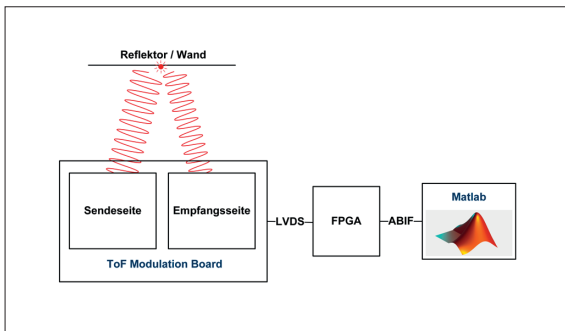


Andrin Lichtensteiger

Diplomanden	Michael Hohl, Andrin Lichtensteiger
Examinator	Prof. Guido Keel
Experte	Arthur Schwilch, Bruker BioSpin AG, Fällanden, ZH
Themengebiet	Sensorik

## Time-of-Flight Modulation

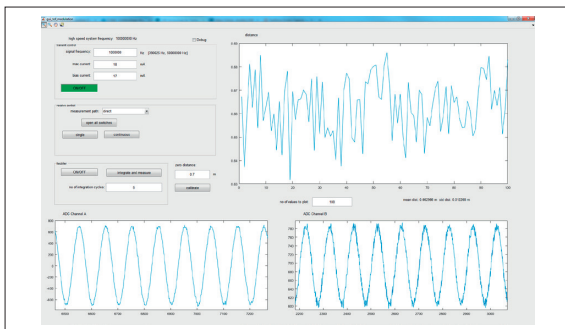
### Laserdistanzmessung mit moduliertem Licht



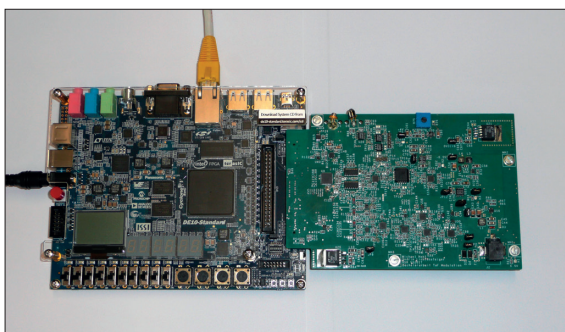
Gesamtübersicht Laserdistanzmessung

**Problemstellung:** Schon länger existieren verschiedene optische Distanzmessverfahren. Dabei ist es seit Kurzem möglich, die Distanz durch Messen der Laufzeit eines Lichtimpulses (Time of Flight) zu bestimmen. Dazu muss die Auswertungselektronik sehr schnell sein, weil das Licht innert einer Nanosekunde 30 cm zurücklegt. Eine weitere Möglichkeit ist die Modulation eines Lichtstrahles im Megahertzbereich mit verschiedenen Frequency-Modulated-Continuous-Wave(FMCW)-Verfahren und anschliessender Auswertung der Phase.

**Vorgehen/Technologien:** Ein High-Speed Digital Analog Converter (DAC) erzeugt ein moduliertes Signal, welches über eine Laserdiode ausgesendet wird. Das reflektierte Signal wird von einer Photodiode empfangen und durch eine schnelle Verstärkerschaltung aufbereitet. Die Demodulation des Signals zur Bestimmung der Phase wird wahlweise analog mittels IQ-Demodulator oder Synchrongleichrichterschaltung realisiert. Das empfangene Signal kann aber auch direkt mit einer hohen Sampling Rate via Analog Digital Converter (ADC) digitalisiert und die Phase dann auf dem PC bestimmt werden. Verschiedenste Methoden und neuste Technologien werden verwendet, um diese Messung überhaupt zu ermöglichen. Die Funktionalität der entwickelten Schaltungsteile ist durch SPICE-Simulationen verifiziert. Das Design der Leiterplatte ist sehr anspruchsvoll, da verschiedenste Kriterien an die Geschwindigkeit, unterschiedlichster Spannungsversorgungen aller Komponenten und Signalintegrität eingehalten werden müssen. Die Übertragung der bei einer Messung entstehenden Datenmengen erfolgt via Low-Voltage-Differential-Signaling-(LVDS)-Leitungen. Diese werden in einem Dual-Port-Memory im FPGA zwischengespeichert, bevor sie an den PC weitergeleitet werden. Ein brandneues SoC-FPGA Board von Intel steuert die nötigen Abläufe und Datenflüsse. Über Gigabit Ethernet kann das FPGA vom Computer aus gesteuert und überwacht werden.



Graphical User Interface zur Konfiguration der Messung



ToF Modulation Board mit Intel SoC-FPGA

**Ergebnis:** Das entstandene Laser-Modulationsboard kann flexibel über eine grafische Oberfläche konfiguriert oder via MATLAB ausgelesen werden. Der Prototyp ist vielseitig einsetzbar und bildet eine gute Ausgangslage für weitere Experimente. Der Nutzer kann dadurch neue Modulationsalgorithmen und Lasertechnologien direkt auf dem System testen und mit den analogen Implementationen vergleichen. Durch den Einsatz des erst vor Kurzem auf dem Markt erschienenen SoC-FPGA Board ist die ToF-Modulation-Messlösung optimal auf Weiterentwicklungen vorbereitet.