



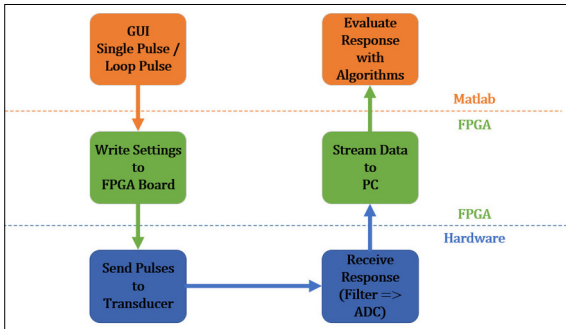
Lorenz Feucht



Miro Fischer

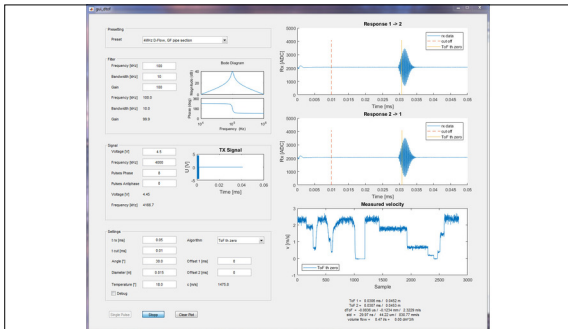
Studenten	Lorenz Feucht, Miro Fischer
Examinator	Prof. Guido Keel
Themengebiet	Sensorik
Projektpartner	Georg Fischer JRG AG, Sissach, BL

## Wasserflussmessung mit Ultraschall



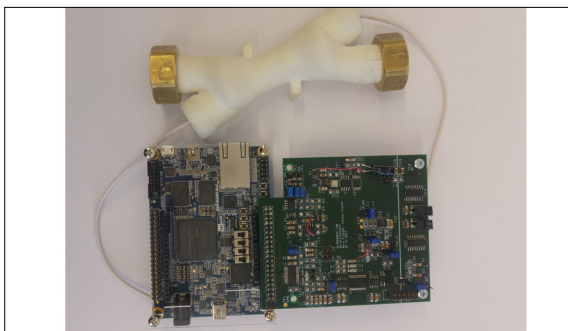
Blockschaltbild des gesamten Messpfades

**Ausgangslage:** Das aufgebaute System dient zur Messung des Durchflusses. Dadurch kann ohne Eingriff in das fließende Medium der Wasserverbrauch gemessen werden. Aufbauend auf Vorarbeiten über Volumenstrommessung mit Ultraschall für Luftströme, soll das System für flüssige Medien weiterentwickelt werden. Dabei wurden Transducer mit Resonanzfrequenzen von 40 bis 400 kHz eingesetzt; im neuen System kommen solche mit vier MHz zur Anwendung. Diese erreichen einfacher eine höhere Auflösung und sind kleiner in der Bauform. Dadurch muss die Software sowie auch die Ultraschall-Elektronik an die neue Frequenz angepasst werden. Das ganze Wasserfluss-Messsystem besteht aus zwei Transducern, einem PCB und der Software bestehend aus MATLAB und FPGA. Mit der Ultraschallmesstechnik wird zuerst ein Signal von einem Transducer zum anderen gesendet. Danach dient der zweite Transducer als Sender und der erste als Empfänger. Dies ergibt zwei verschiedene Zeiten zwischen gesendetem und empfangenen Signal. Diese unterscheiden sich, wenn die Schallwellen mit und gegen den Wasserfluss fließen. Aus der Zeitdifferenz kann nun der Volumenstrom berechnet werden.



Grafische Benutzeroberfläche zur Eingabe von Parametern

**Vorgehen / Technologien:** In der ersten Phase erfolgte das Einarbeiten in das alte Projekt. Dies beinhaltete die Theorie der Ultraschallsensoren sowie das Einarbeiten in die vorherige Software. In der zweiten Phase wurden die Hardware und die Software angepasst. Dazu gehörte eine analoge Schaltung zur Ansteuerung der Transducer, ein aktives und passives Filter zur Signalaufbereitung und ein Analog-Digital-Converter, welcher das Weiterverarbeiten der Signale im MATLAB erlaubt. In der Software wurde das Ansteuern der Transducer sowie das Auswerten der Signale auf FPGA und MATLAB neu implementiert. Dort ist es möglich auf einer grafischen Benutzeroberfläche (GUI) verschiedene Messeinstellungen vorzunehmen sowie auch den Volumenstrom anzuzeigen. In der dritten und letzten Phase wurden zuerst die einzelnen Komponenten und danach das komplette Wasserfluss-Messsystem mit Hilfe eines einfachen Demonstrators getestet.



FPGA Board inkl. entwickelter Hardware

**Ergebnis:** Mit dem neuen Wasserfluss-Messsystem kann der Durchfluss von Wasser erfolgreich gemessen werden. Die Hardware konnte in Betrieb genommen und die einzelnen Elemente getestet werden. Im Laufe der Arbeit zeigte sich, dass die maximale Mittenfrequenz des aktiven Filters auf ein MHz beschränkt ist. Dies führte dazu, dass die Messungen mit dem aktiven Filter nicht durchgeführt werden konnten. Die Genauigkeit mit der neuen Elektronik und der angepassten Software wurde anhand der Standardabweichung gemessen. Diese Zeitdifferenz wurde mit 0.16 ns, jene des Flusses mit 4.2 mm/s berechnet. Der Fluss konnte gemessen werden, wobei ein laminarer Demonstrator sowie auch ein Referenzsystem repräsentativere Ergebnisse liefern würde. Das Ansteuern der Bauteile auf dem PCB via SPI Bus gelang ohne weitere Probleme. Auch die Signalauswertung mittels MATLAB stellte keine grössere Herausforderung dar.