



Christian Cavegn

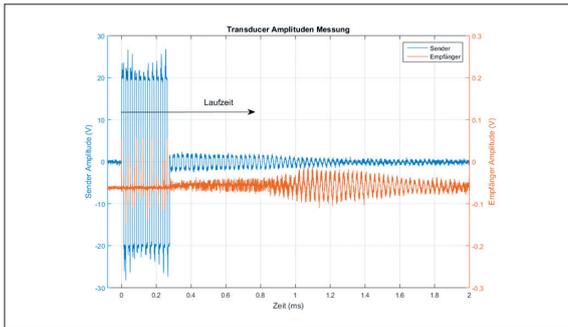


Simon Zuber

Diplomanden	Christian Cavegn, Simon Zuber
Examinator	Prof. Guido Keel
Experte	Robert Reutemann, Miromico AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Sensorik

Volumenstrommessung mit Ultraschall

Entwicklung und Verifikation eines kompletten Sensorsystems



Signalamplituden beim Sender und Empfänger während einer Messung

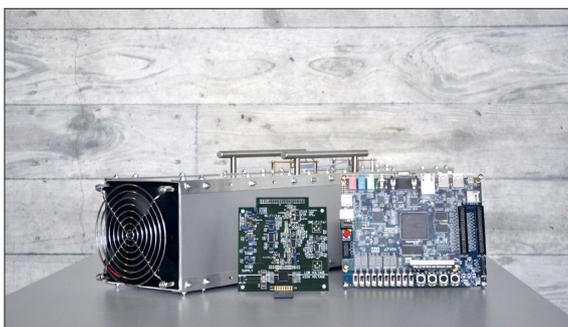
Aufgabenstellung: In vielen Anwendungen muss der Volumenstrom verschiedener Flüssigkeiten und Gase bestimmt werden. Volumenstrommessungen mit Ultraschall bieten den Vorteil, dass sie ohne Eingriff in das Messmedium durchgeführt werden können. Dabei wird die Eigenschaft von Schallwellen genutzt, dass sich ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit mit der Fließgeschwindigkeit des Mediums ändert. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll deshalb ein Ultraschallsensorsystem für die Volumenstrommessung entwickelt werden. Weil dabei mit sehr schwachen und verrauschten Signalen gearbeitet wird, liegt das Hauptaugenmerk auf der analogen Signalverarbeitung und der digitalen Datenauswertung. Das Sensorsystem soll so aufgebaut werden, dass es als Demonstrator für das Modul Sensorik eingesetzt werden kann.

Vorgehen: Es werden ein Ultraschallsensorsystem und ein Windkanal für dessen Verifizierung entwickelt und hergestellt. Zunächst erfolgt die Einarbeitung in die Theorie der Volumenstrommessung. Darauf aufbauend wird das Sensorsystem entwickelt. Es ist aus zwei Transducern, einem PCB, einem FPGA-Entwicklungsboard und einem Computer aufgebaut. Das PCB besteht aus einer Transduceransteuerung und einer analogen Signalaufbereitung. Die Signalaufbereitung verstärkt, filtert und digitalisiert das empfangene Signal. Es wird je ein RC-, SC- und GmC-Filterpfad für einen Performancevergleich realisiert. Die komplette Steuerung des PCB und die Datenübertragung an den Computer werden von dem FPGA-Entwicklungsboard übernommen. Mit Matlab wird auf dem Computer der Volumenstrom aus dem digitalisierten Signal berechnet und in einem GUI ausgegeben. Nach der Fertigstellung des Sensorsystems werden zuerst die verschiedenen Strukturen einzeln getestet und danach das komplette Sensorsystem am Windkanal verifiziert und validiert.



Mit Matlab gestaltete Grafikoberfläche für die Sensoransteuerung und Datenausgabe

Ergebnis: Mit dem Ultraschallsensorsystem kann im Windkanal der Volumenstrom erfolgreich gemessen werden. Das PCB konnte ohne Probleme in Betrieb genommen werden, wobei alle Filtervarianten gute Ergebnisse erzielen. Die Steuerung des PCB und die Datenübertragung an den Computer konnten erfolgreich im FPGA-Entwicklungsboard implementiert werden. Bei der Datenauswertung mit Matlab erzielt die Nulldurchgangsdetektion das beste Ergebnis. Die mit dem Ultraschallsensorsystem erreichbare Messgenauigkeit ist allerdings durch die Luftturbulenzen des Windkanals limitiert. Für zukünftige Projekte wird deshalb empfohlen, einen Windkanal mit Turbulenzunterdrückung und Referenzmessgerät einzusetzen.



Komplettes Ultraschallsensorsystem mit PCB, FPGA-Entwicklungsboard und Windkanal