

# Ultraschall-Messimpulse zur Fließgeschwindigkeitsmessung

Studiengang: BSc in Elektro- und Kommunikationstechnik | Vertiefung: Embedded Systems

Betreuer: Dr. Torsten Mähne, Thomas Schott

Experte: Roman Held (CI Tech Components AG)

Die Fließgeschwindigkeit von Flüssen lässt sich durch Laufzeitmessungen von Ultraschallimpulsen bestimmen. Ziel dieser Arbeit war es, ein bestehendes Messsystem zu modernisieren und zu flexibilisieren. Dazu wurde die Schaltung zur Erzeugung und Auswertung der Impulse auf Basis eines Microzed-Boards von Avnet neu entwickelt und aufgebaut. Anschliessend wurde die Funktionsfähigkeit des modernisierten Messsystems im Müli-bach vor dem Schulgebäude erfolgreich getestet.

## Messprinzip

Um die Fließgeschwindigkeit messen zu können wird ein Ultraschallimpuls durch ein Fließgewässer gesendet. Dadurch, dass der Sender und der Empfänger sich im  $45^\circ$  Winkel zum Fluss befinden, wird die Ausbreitung der Ultraschallwelle in Fließrichtung unterstützt und in der entgegengesetzten Richtung gehemmt. Aus der daraus entstehenden Laufzeitdifferenz kann die Fließgeschwindigkeit bestimmt werden.

## Ausgangslage

Die Firma Stedtnitz Maritime Technology entwickelte und verkaufte seit den 80er Jahren Geräte zur Messung der Fließgeschwindigkeit. Als Weiterentwicklung des zuletzt verkauften Gerätes Affra Deltaflex wurde ein neues Codierungsprinzip für den Ultraschallimpuls durch die Herren Stedtnitz und Schott entworfen und getestet. Die aus den 80er Jahren stammende Prozessor- und Speichertechnologie beschränkte signifikant die Möglichkeiten bei der Messsignalerfassung und -verarbeitung. Im Rahmen dieser Arbeit galt es diese Einschränkungen durch eine Neuentwicklung der analog/digitalen Signalverarbeitungsplatine und zugehörigen Speisungsplatine zu durchbrechen.

## Realisierung

Der Kern der neu entwickelten Plattform ist ein Zynq-Baustein, welcher per USB-UART von einem PC aus gesteuert wird. Ein auf dem ARM-Kern des Zynq lau-

endes Echtzeitbetriebssystem (FreeRTOS) ermöglicht die Kommunikation mit dem Benutzer und die Ansteuerung der programmierbaren Logik (FPGA). Im FPGA wird ein codierter Impuls erzeugt, welcher anschliessend über einen Ultraschallschwinger versendet wird. Die Ansteuerung der Schwinger erfolgt über die bestehende analoge Sender-/Empfängerplatine. Die durch den gegenüberliegenden Schwinger aufgezeichneten Signale werden mittels Vorverstärker und Analog-Digital-Wandler wieder in das FPGA eingelesen. Anschliessend wird durch Korrelation der ursprüngliche Messimpuls regeneriert. Die verarbeiteten Messresultate werden auf einer SD-Karte gespeichert und können mit einem MATLAB-Skript am PC dargestellt werden.

## Resultate

Die neu entwickelten Platinen zur Signalverarbeitung und Speisung wurden erfolgreich aufgebaut. Anschliessend wurden sie in das bestehende System integriert. Mit Testaufbauten im Labor sowie im Müli-bach vor dem Schulgebäude konnte erfolgreich gezeigt werden, dass die Hard- und Software des modernisierten Fließgeschwindigkeitsmessgerätes funktioniert.



Fabian Andreas Rihs  
fabianrihs@hotmail.com



Daniel Zwygart  
daniel.zwygart@hotmail.com

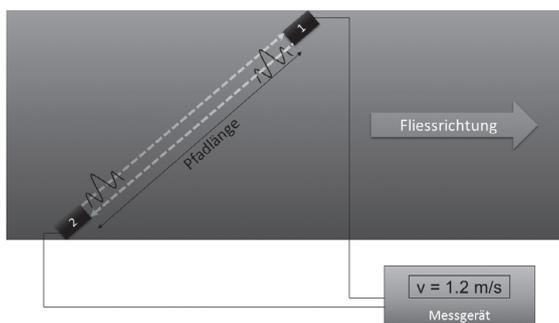


Abbildung 1: Messprinzip

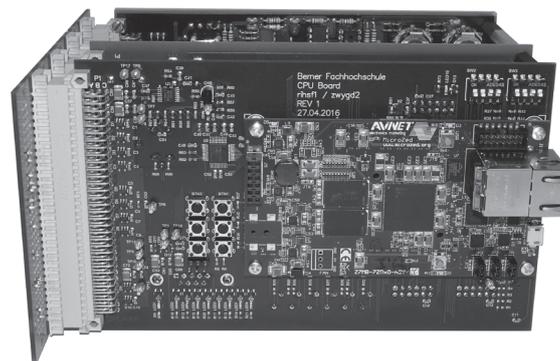


Abbildung 2: Messgerät mit neuer Signalverarbeitungsplatine und Speisungsplatine