

## 4.9 Hardware und Interferenzsysteme

Bereichsleiter Dr. Gerd Heinz  
Mitarbeiter 3



### Abstract

Developments for 3-dim. Ultrasonic Cameras are still going on. The simplest communication interface ever – called “Single Wire UART” (SWART) had been introduced. Turbidity measurements basing on Static Light Scattering (SLS) are ongoing. The project “Software Defined Sensors” shows first results. Supporting in-house developments, a 104 channel microphone array PCB had been developed.

### Ultraschall-3d-Kamera

Im Projekt WAVCAM wurden Werkzeuge und Verfahren für berührungslose, dreidimensional arbeitende Bildsensoren („Wellenkamera“) basierend auf Ultraschall entwickelt, siehe Bild 1 und 2.



Bild 1: Deckenmontage einer Ultraschall-3d-Kamera

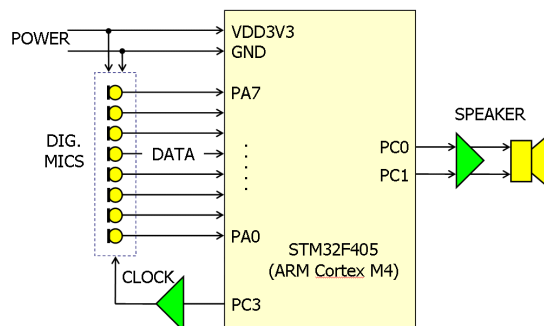


Bild 2: Schaltungsprinzip. Die Kamera besteht im Kern aus 8 digitalen Mikrofonen, einem Mikrocontroller und dem Piezo-Lautsprecher.

Periodisch sendet ein Lautsprecher unhörbare Pulsfolgen in den Raum. Die Echosignale werden mit acht digitalen MEMS- Mikrofonen aufgefangen und vom Mikrocontroller verarbeitet. Mittels Interferenzrekonstruktion können innerhalb von 50ms (Bildfrequenz 20 Hz) rund 1500 dreidimensional im Raum liegende Bildpunkte berechnet werden. Mit dem Ziel der Maximierung der Reichweite werden verschiedene Variationen von

Mikrofonen und Lautsprechern auf 25 und 40 kHz erprobt. Im Projekt kommt ein Cortex M4 Prozessor mit 168 MHz zum Einsatz.

Der von den Mikrofonen kommende Ein-Bit Datenstrom wird mit einem Dezimierungsfiler per Software in Samples gewandelt. Anschließend werden die Interferenzintegrale der Orte in Echtzeit berechnet.

Ein Schwerpunkt der Entwicklung war die Rekonstruktion der unscharfen Sensorsignale.

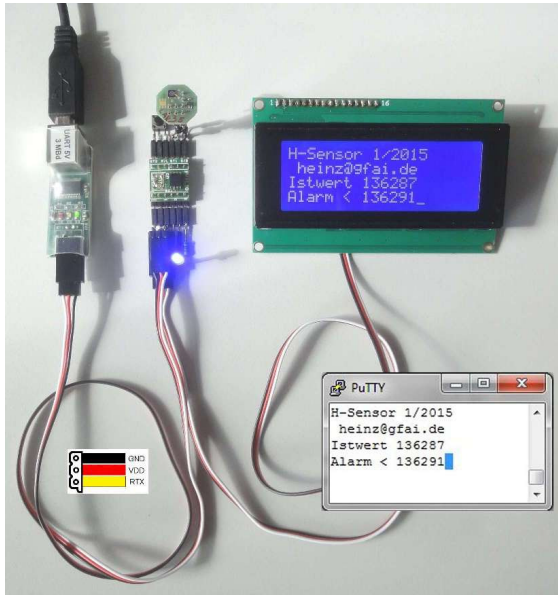
Weitere Schwerpunkte der laufenden Weiterentwicklung sind die Objekterkennung (Tracking und Raster) sowie die schnelle, numerische Bearbeitung der Daten.

Projekt WAVCAM - Werkzeuge und Verfahren für berührungslose, dreidimensional arbeitende Bildsensoren basierend auf Ultraschall (Zuwendungsgeber: BMWi, Projektträger EuroNorm GmbH, Inno-Kom-Ost, Reg.-Nr. VF120029)

### Intelligente Sensorik

Ein Schwerpunkt des Interesses ist die Kopplung digitaler Signalverarbeitung und elektronischer Schaltungstechnik zur Messung analoger Signale. Es interessieren Algorithmen, die mit geringstem Aufwand an Bauelementen die Lösung klassischer Meßprobleme gestatten. Basis sind einfachste Mikrocontroller kleinster Bauformen. Neben der automatischen Kalibrierung und Kompensation bieten sie Möglichkeiten zur Kommunikation und zur Speicherung von Parametern.

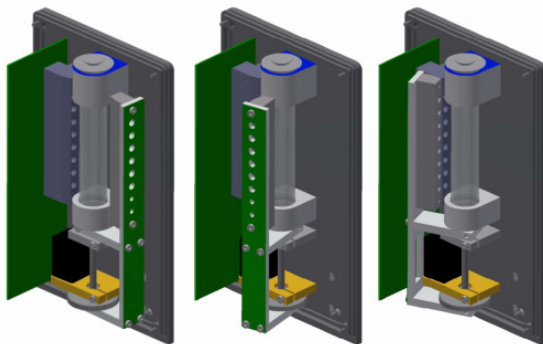
Zusammen mit der HU Berlin, Sektion Chemie wurden Kleinsignal-Kapazitätsmessungen für einen neuartigen Wasserstoffsensoren fortgesetzt. Daten werden über eine einfachste Single-Wire UART Verbindung („SWART“) ausgetauscht [1]. Die Schnittstelle wurde für Datenraten bis 115200 Baud und für Entfernungen bis zu 3 Metern entwickelt. Leistungen sind vergleichbar mit I<sup>2</sup>C (TWI), aber SWART ist einfacher. Auch kommt SWART mit 3 Adern aus (GND, +5V, RTX).



**Bild 3: Single-Wire UART (SWART) am Beispiel Wasserstoffsensoren. Drei Module (USB/Sensor/LCD) kommunizieren hier über SWART miteinander.**

### Optische Wasseranalyse

Eine Entwicklung eines mehrkanaligen Sensors für Trübungsmessungen von Brauchwasser wurde fortgesetzt, siehe Bild 4. Trübsubstanzen sollen anhand ihrer spezifischen Trübung erkennbar werden. Erste Ergebnisse sind vielversprechend [2].



**Bild 4: 3d-Simulation der Armbewegung des zu entwickelnden Scanning SLS-Trübungssensors**

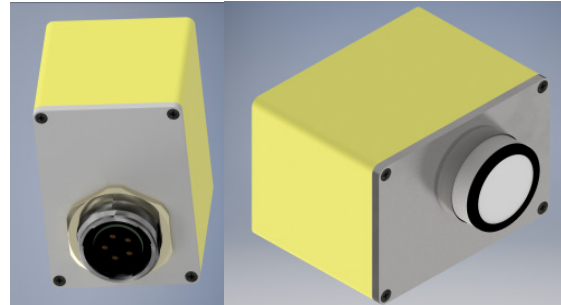
Ein Förderprojekt konnte eingeworben und begonnen werden. Achtkanalig werden Ortskurven der Wassertrübung aufgezeichnet. Dabei bewegt sich der Arm mit Laserdioden um die Küvette herum.

*Projekt Optana – Optische Wasseranalyse (Zuwendungsgeber BMWi, Projektträger EuroNorm GmbH, Inno-Kom-Ost, Reg.-Nr. MF150050)*

### Programmierbare Schnittstelle für Signale und Sensoren (Dr. Holm)

Im Projekt Pegasus werden „Software defined Sensors“ entstehen. Dabei sollen sowohl klassische analoge Spannungs- oder Stromschnittstellen (0...20 mA, -10...+10 V),

bauelementespezifische Schnittstellen (Widerstände und Kapazitäten) oder substanzspezifische Schnittstellen (potentiometrische und amperometrische Sensoren) als auch unterschiedliche digitale Schnittstellen unterstützt werden. Mit den Sensoren wird über das MODBUS-TCP-Protokoll kommuniziert.

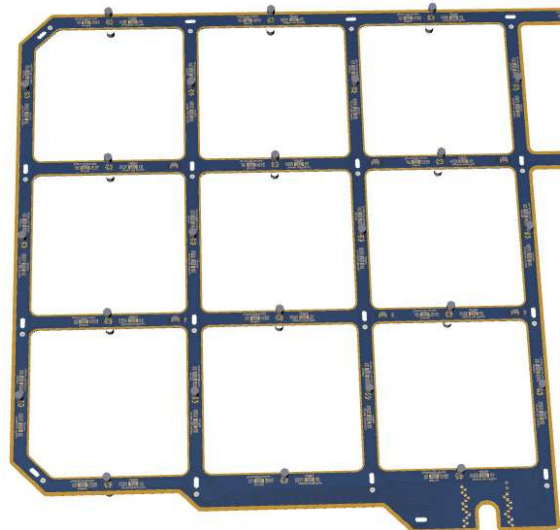


**Bild 5: Erste „Software-Defined Sensors“. Der pH-Sensor links und der Gassensor rechts besitzen identische Elektronik.**

*(Projekt Pegasus - Programmierbare Schnittstelle für Signale und Sensoren, Zuwendungsgeber BMWi, Projektträger EuroNorm GmbH, Inno-Kom-Ost, Reg.-Nr. MF140013)*

### Hardware-Dienstleistungsbereich

In-Haus Dienstleistungen nehmen zu. Neben Reparaturen und Geräteanpassungen nehmen Aufträge für Spezialentwicklungen zu.



**Bild 6: Teil der Leiterkarte eines Mikrophon-Arrays**

Für ein 104 Mikrophon-Array wurde im Auftrag der GFal-Tech GmbH die Leiterkarte entwickelt.

### Literatur

[1] Heinz, G.: Single-Wire UART (SWART) - Schaltungstechnik, Prinzip und Ausführungen. Siehe [www.gfal.de/~heinz/publications/papers/2014\\_swart.pdf](http://www.gfal.de/~heinz/publications/papers/2014_swart.pdf)

[2] Heinz, G.: Trübungsmessung zeigt Fingerprint des Materials. GFal-Informationen, 4/2014