

# Akustische Levitation

## Berührungsloser Transport von schwebender Materie im Raum mittels akustischer Levitation

### Diplomanden



Sandro Pedrett



Yanik Kuster

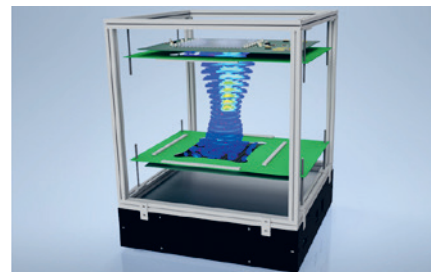
**Einleitung:** Mittels akustischer Levitation wird das kontaktlose Bewegen von Objekten diverser Materialien ermöglicht. Diese Technologie hat z.B. in der Handhabung empfindlicher Stoffe grosses Potenzial. Ziel dieser Arbeit ist es, einen Demonstrator zu bauen, der diese Technologie nutzt und Studierenden wie auch Industriepartnern die Herausforderungen und Möglichkeiten moderner Mikroelektronik und eingebetteter Systeme anschaulich aufzeigt. Die Arbeit beinhaltet das Entwickeln einer Visualisierung zusammen mit der echtzeitfähigen Ansteuerung von über tausend 40-KHz-Ultraschall-Transducern. Dies soll es ermöglichen, mehrere Objekte, unter anderem auch Flüssigkeitstropfen, berührungslos zu bewegen.

**Vorgehen / Technologien:** Als Erstes wurde ein Prototyp entwickelt, der aus einem Mainboard und zwei Levitationboards (entwickelt in einer zweiten Bachelorarbeit vom Team Erik Löffler und Dominic Schmeb bei Prof. Dr. Paul Zbinden) besteht. Das Mainboard beinhaltet einen Zynq-7000, welcher die Koordination zwischen Levitation Planner und Levitationboards ermöglicht (Abbildung 3). Die Berechnung zur Ansteuerung der Transducer wird mit dem Iterativen-Backpropagation (IB)-Algorithmus durchgeführt. Die erste Implementierung mit C++ zeigte, dass nur eine Wiederholrate von 2 Hz möglich ist. Um eine flüssige Bewegung der Objekte zu gewährleisten, wurde der Algorithmus in einen HW-Beschleuniger ausgelagert, wodurch eine Leistungssteigerung von 600% erzielt werden konnte. Das von den Transducern erzeugte Druckfeld kann durch den Levitation Planner mit OpenGL/CL in Echtzeit in einer 3D-Vorschau dargestellt werden (Abbildung 2). Aufgrund des modularen Systemansatzes war es anschliessend problemlos

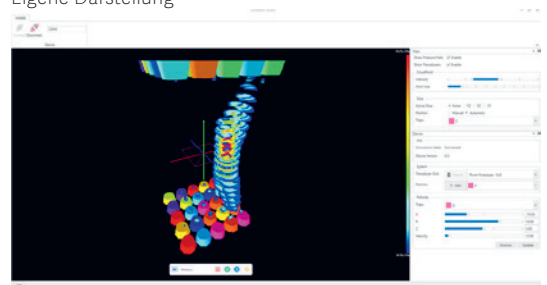
möglich, den Prototyp auf den finalen Demonstrator zu erweitern.

**Ergebnis:** Das System (Abbildung 1) ist in der Lage, mehrere Objekte mit einem Durchmesser bis zu 4 mm zu levitieren. Durch den neuen IB-Hardwarebeschleuniger und das modulare System wurde die Basis für den berührungslosen Transport von empfindlicher Materie geschaffen, welche eine neuartige Methode zum Handling von Materie für Industrie und weitere Anwendungsbereiche erschliesst.

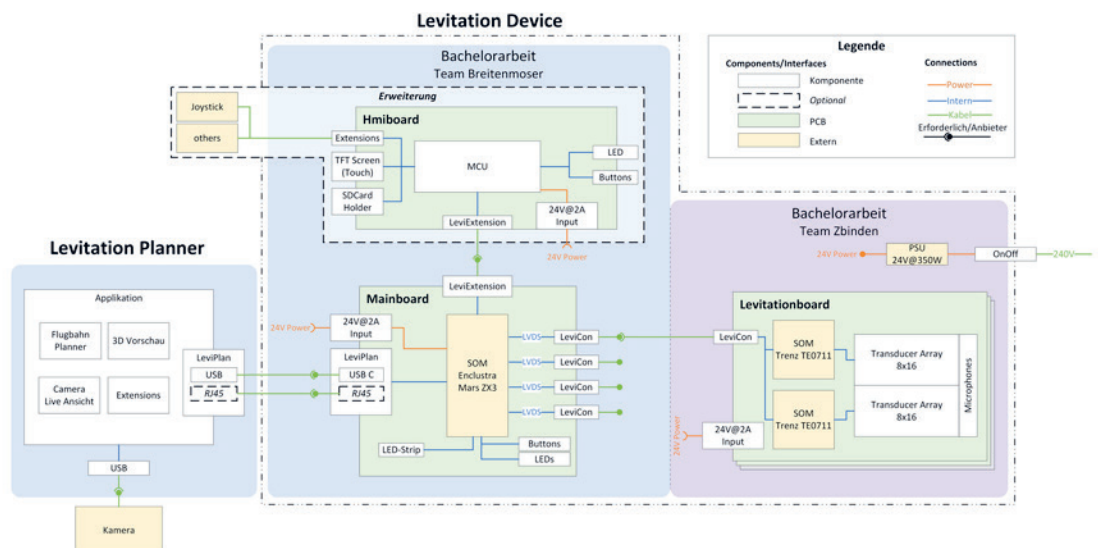
**Abbildung 1: 3D-Modell des Demonstrators mit Feld-Simulation.**  
Eigene Darstellung



**Abbildung 2: Desktop-Anwendung C# WPF und C++ 3D OpenGL Visualisierung.**  
Eigene Darstellung



**Abbildung 3: Übersicht Gesamtsystem: Blau hinterlegt sind alle Komponenten, die in dieser Arbeit umgesetzt wurden.**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Andreas Breitenmoser

**Korreferent**  
Amir Shimon Melzer, Wyss Zurich Translational Center, Zürich, ZH

**Themengebiet**  
Embedded Systems, Embedded Software Engineering, Physik, Image Processing and Computer Vision