

# Portierung und Validierung von Simulink-Modellen für Audio-Echtzeitanwendungen

## Rapid Prototyping von Hörgerätemodellen

### Diplomanden



Marius Baumann



Michael Steiner

**Ausgangslage:** In den Hörgeräten der Firma Sonova AG sorgt das Zusammenspiel vieler verschiedener Algorithmen für ein möglichst authentisches Hörerlebnis. Aufgrund von Hardwarelimitierungen, Softwareabhängigkeiten und beschränkter Batterielaufzeit ist ihre Integration in ein Hörgerät aufwendig. Aus diesem Grund werden neue Algorithmen zuerst auf einem PC simuliert. Diese Simulink-Simulationen haben Audiolatenzen von 15 ms, was doppelt so hoch ist im Vergleich zu einem echten Hörgerät. Die Sonova sucht deshalb nach einer alternativen Simulationshardware, welche zum einen ähnlich niedrige Latenzen aufweist wie ein Hörgerät und zum anderen portabel ist.

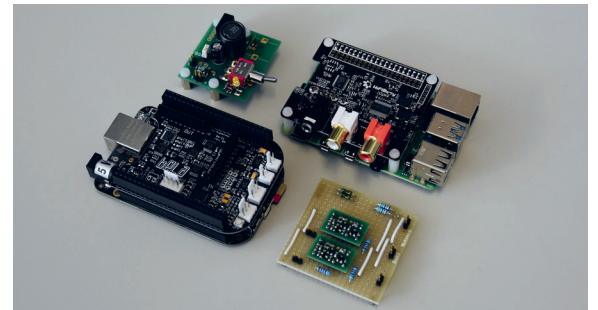
**Vorgehen:** Um die Anforderungen von Sonova zu erfüllen, wurde als Erstes eine umfangreiche Hardware-recherche betrieben. Dabei wurden das Raspberry Pi und das BeagleBone hauptsächlich aufgrund ihrer starken Performance und kleinen Ein- und Ausgangs-latenz als Plattformen ausgewählt. Die Automatisierung der Implementationsschritte wurde durch Python-Skripte realisiert, welche Informationen aus dem generierten Modellcode auslesen, Schnittstellen-Files vom Modell zur Hardware generieren sowie ein GUI für die Bedienung erstellen können.

**Ergebnis:** In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass eine vollständig funktionierende Realisierung von einem auf dem gewählten Ansatz basierenden Rapid Prototype durchaus praktikabel ist. Die Zahl der Implementationsschritte konnte durch die Python-Skripte deutlich reduziert werden. Die Funktionalität wurde zuerst mit einem reduzierten Hörgerätemodell auf dem Raspberry Pi sowie dem BeagleBone verifiziert. Auch das vollständige Hörgerätemodell konnte

mit dem Raspberry Pi bei maximaler CPU-Auslastung von 30% problemlos ausgeführt werden. Die Rechenleistung des BeagleBone hingegen reichte für das gesamte Modell nicht aus. Die Audiolatenzen liegen bei beiden Plattformen im Bereich von 8 bis 10 ms. Dies führt zu dem Schluss, dass vor allem das Raspberry Pi ein sinnvoller Kandidat für die zukünftige Weiterentwicklung ist.

**Verwendete Hardware:** das Raspberry Pi 4B (oben rechts) und das BeagleBone Black (unten links) mit zusätzlicher Testhardware

Eigene Darstellung



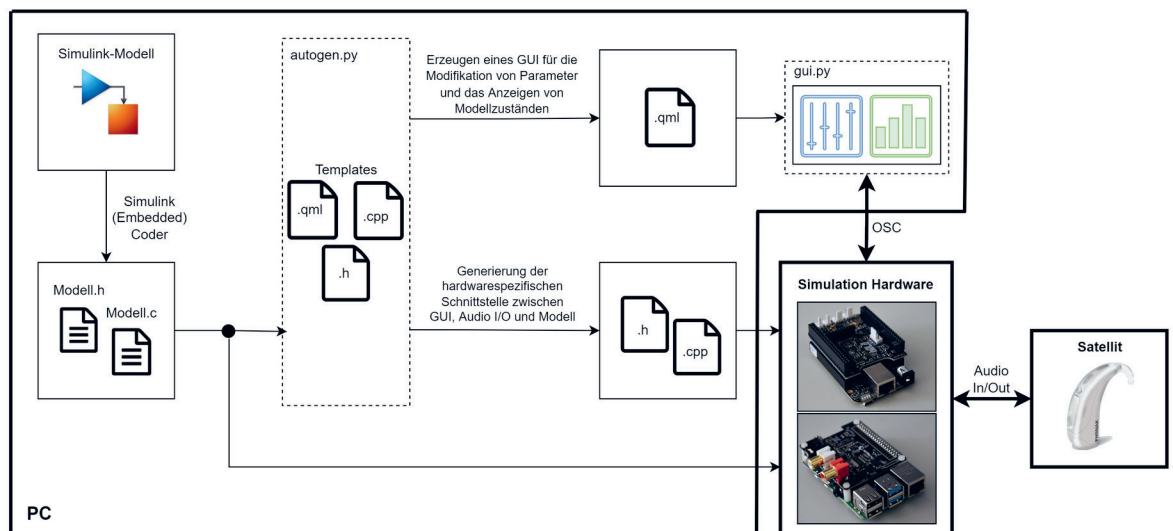
**Hörgerät-Satellit in der Testumgebung**

Eigene Darstellung



### Projektübersicht

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Andreas Breitenmoser

### Korreferent

Theo Scheidegger, Swens GmbH, Schänis, SG

### Themengebiet

Embedded Systems

### Projektpartner

Sonova AG, Stäfa, ZH