

## Digitale Hörgeräte

# Phonak setzt in der Entwicklung auf Matlab und Simulink

Ungefähr zehn Prozent der Bevölkerung leiden unter Schwerhörigkeit. Die digitale Hörgeräte-Technologie hat in den letzten Jahren bei der Ortung von Schallquellen oder der Unterdrückung von Störgeräuschen enorme Fortschritte erzielt.

» Hans-Martin Ritt

Doch es gibt weitere Herausforderungen zu meistern, um die Lebensqualität der Betroffenen zu verbessern. Der Schweizer Hörgerätehersteller Phonak nutzt dazu das gesamte Portfolio an Signalverarbeitungsmethoden. Für die Entwicklung und Optimierung der in den Hörgeräten benötigten Software setzt Phonak auf die Tools von The Mathworks. Hören bedeutet vieles: Die entspannende oder anregende Wirkung von Musik, das Erlernen von Sprache oder die Orientierung in der Umwelt. Für hörgeschädigte Menschen gleichen Hörgeräte die Hörverluste aus und befreien sie aus ihrer akustischen Einsamkeit. Während analoge Geräte mehr und mehr vom Markt verschwinden, entwickelt sich die digitale Hörgerätektechnologie stetig weiter.



*Kleine technische Wunderwerke dank modernster Chiptechnologie*

### Der Chip als Wunderwaffe

Das zur Sonova Firmengruppe gehörende Unternehmen Phonak aus Stäfa in der Schweiz treibt diese Entwicklung massgeblich mit voran. 1996 startete der Hörgerätehersteller sein erstes digitales Hörgeräteprojekt. Digitale Hörgeräte nutzen zur Bearbeitung und Umwandlung analoger akustischer Signale ein Cluster von digitalen Signalprozessoren (DSPs), µController und AD/DA-Wandler.

Dabei klassifizieren spezielle Algorithmen verschiedene Signalarten wie Sprache, Musik oder Lärm und bestimmen, wie diese weiter-

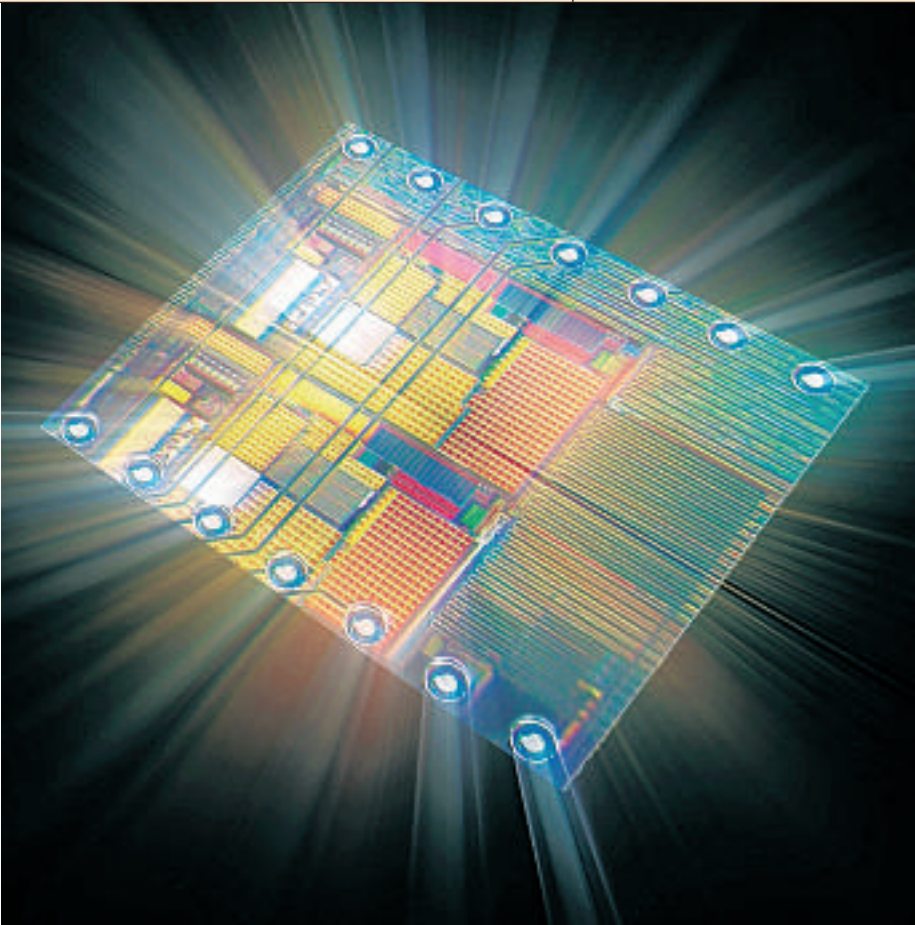
verarbeitet werden. Stör-, Echo- oder Feedbackgeräusche werden so weit wie möglich ausgeblendet, während gewünschte Signale wie Sprache oder Musik extra lokalisiert und verstärkt werden. Sämtliche Funktionen befinden sich auf einem etwa reiskornkleinen Chip. Der steckt in einem Gehäuse, das entweder hinter dem Ohr (HdO) oder im Ohrkanal (IdO) selbst untergebracht ist.

Das Phonak-Entwicklungsteam programmiert die Algorithmen für die Signalverarbeitung. Um sicherzustellen, dass die Algorithmen der Hörgeräte vor der Umsetzung exakt wie vorgesehen funktionieren, setzt das Ingenieurteam auf Model-Based-Design. Damit können die Ingenieure das zu steuernde physikalische System mathematisch modellieren, alle benötigte Software entwickeln

und schliesslich das Verhalten beider modellieren. Das so geschaffene Modell des Gesamtsystems erlaubt eine exakte Vorhersage und Optimierung der erreichbaren Leistung. Im Anschluss an den Entwurf fungiert das Systemmodell als ausführbare Spezifikation, nach der Echtzeitsoftware für Tests, das Prototyping und die Implementierung des Embedded-Systems zusammengefügt wird.

### Vorteile des Model-Based-Designs

Für Hans-Ueli Roeck, Director Hearing Instruments SW, liegen die Vorteile des Model-Based-Designs für Phonak klar auf der Hand: «Dank der Design-Methodik können wir heute Produktlinien nicht nur dreimal schneller auf den Markt bringen. Auch die Sound-Qualität der Algorithmen und damit die Gesamt-



Entscheidend ist die Software: Sie verarbeitet die eintreffenden Signale mittels komplexer Algorithmen

Performance der Hörgeräte konnten erheblich gesteigert werden.»

Gleich zu Beginn des ersten digitalen Hörgeräteprojekts von Phonak im Jahr 1996 entschied sich Roeck, damals noch in der Rolle des DSP-Entwicklers, für Matlab: «Für unseren Produktfokus kam nur Matlab in Frage. Was wir brauchten, war eine leistungsfähige Sprache zur Signalverarbeitung, welche auch an Universitäten gelehrt wird.»

Im Jahr 2000 stieg Phonak für die Algorithmenentwicklung auf Simulink um und nutzt diese interaktive grafische Entwicklungsumgebung zusammen mit Matlab zur hierarchischen Modellierung grafischer Blöcke bis heute. «Wir setzen Matlab für das Testbed und die Entwicklung und Auswertung von Tests ein. Mit Hilfe von Simulink können

die komplexen Signallflüsse zudem grafisch über Verbindungslinien, sogenannte gerichtete Graphen, besser dargestellt werden und sind auch hierarchisch besser fassbar.»

#### Vom Prototyp zur Umsetzung

Am Anfang steht die Entwicklung eines Muster-Algorithmus. So müssen beispielsweise aus allen akustischen Signalen die relevanten herausgefiltert und verstärkt werden. Dazu werden die Signale mit einer Spektralanalyse (FFT) in ihre Bestandteile, sogenannte Frequenzbins oder Frequenzanteile, zerlegt. Signale von vorne, aus dem sichtbaren Bereich des Hörgerätenutzers, werden stärker wiedergegeben. Unwesentliche Signale wie Windgeräusche, das Rauschen der Klimaanlage oder andere Störgeräusche sollen aus dem Sig- →

#### Autor

Dr. Hans Martin Ritt hat an der RWTH in Aachen im Bereich Regelungstechnik promoviert. Bei The MathWorks ist er Principal Application Engineer und treibt mit seinem breiten Erfahrungsbereich die Anwendung der Model-Based-Design-Methodik in verschiedensten Einsatzfeldern, von der Entwicklung von Regelungssystemen in der Automobilindustrie bis zu modernen Kommunikationssystemen, voran.



# POWER



## DC-Netzgeräte AC-Quellen AC/DC-Lasten



### 1-3 Phasen AC-Quellen

#### Serie 61600

Spannungen: 0–300V/600V  
Ströme: 10mA–200A  
Frequenzen: 15Hz–2000Hz



### Leistungsnetzgeräte

#### Serie XDC

Spannungen: mV–600V  
Ströme: mA–600A  
Leistungen: 50W–12kW



### Hochleistungs-Netzgeräte

#### Serie TopCon Quadro

Spannungen: bis 1000V  
Ströme: bis 600A  
Leistungen: 10–32kW



### Mehrkanal AC-DC-Lasten

#### Serie 6310

Leistungen: 75W–20kW  
Ströme: mA–400A  
Spannungen: 0.5V–600V



[www.altronamesatec.ch](http://www.altronamesatec.ch)

#### ALTRONA mesatec AG

Sumpfstasse 3  
6312 Steinhausen  
Telefon 041 740 58 33

[info@altronamesatec.ch](mailto:info@altronamesatec.ch)

# JETZT WIRD'S BUNT!

DER NEUE PRINTJET PRO  
MACHT'S MÖGLICH: RESISTENTE  
BEDRUCKUNG IHRER MARKIERER  
IN FARBE!



- Wisch- und kratzfester Druck in der Farbe Ihrer Wahl
- Umweltfreundliches Drucken dank wasserbasierender Tinte
- Drehbares Display für maximalen Komfort
- Schnelles und wartungsarmes Drucken senkt Aufwand und Kosten
- Integriertes Magazin zur Verarbeitung von bis zu 20 MultiCards

[www.PrintJetPRO.com](http://www.PrintJetPRO.com)

**Weidmüller** 

nalgemisch entfernt und die Sprachverständlichkeit erhöht werden. Anschließend werden die verarbeiteten Frequenzbins wiederum zum Signal im Zeitbereich rekonstruiert und auf den Lautsprecher ausgegeben.

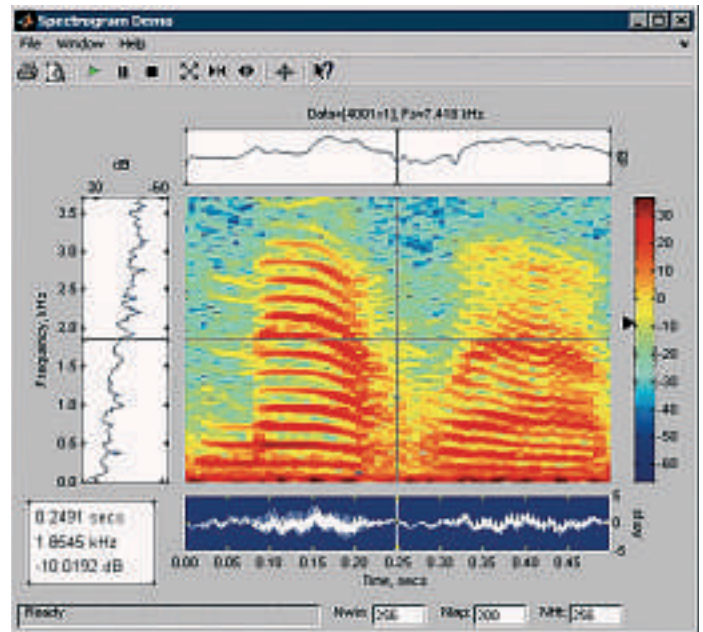
Im Entwicklungsverfahren wird dieser Algorithmus in Simulink akustisch verifiziert. Dabei liegen alle Signalknoten und Parameter zunächst unskaliert in physikalischen Einheiten wie Millisekunden oder Dezibel vor. Mit Simulink werden sie in Fixpunkt-Datenwerte skaliert und schliesslich quantisiert. Dabei werden analoge Grössen abgetastet, diskreten Werten zugeordnet und letztlich digitalisiert. Nichtlineare Funktionen wie  $1/x$ ,  $\log$ ,  $\exp$  werden durch exakte Annäherungen, wie sie später auch auf dem DSP eingesetzt werden, ersetzt.

Derzeit werden die Funktionen noch manuell in Assemblersprache umgesetzt, da die automatische Übersetzung für die hochparallele Hardware-Architektur noch zu ineffizient wäre. Es existieren also wiederverwendbare Funktionsblöcke, jeweils in einer Simulink- und einer äquivalenten DSP-Version. Die von Hand optimierten Basisfunktionen können aber trotzdem in Simulink leichter zusammengestellt und getestet werden.

## Daten mehrfach verwenden

Für die Spezifikation aller Parameter sowie ihrer Umwandlung in skalierte beziehungsweise quantisierte Grössen entwickelte Phonak ein separates Spreadsheet-artiges Tool in C#.NET, das entsprechende Parametersets generiert und für die auf Simulink sowie Assembler-basierten Simulationen zur Verfügung stellt.

Dazu werden diese entweder in Matlab oder in den Assemblersimulator geladen. Ebenso können sie in ein fertiges Hörgerät geladen werden, um die Funktionalität mit der Simulation zu vergleichen, oder automatisch in die Fitting-Software eingebunden werden, mit deren Hilfe der Akustiker das Hörgerät an den Kunden anpasst. So werden die Daten aus dem Entwicklungsprozess mehrfach ver-



Die Entwicklung und Optimierung der Hörgerätesoftware erfolgt mit Matlab und Simulink von The MathWorks

wendet, müssen aber nur einmal verwaltet werden.

Alle Prozessschritte werden durch Regressionstests abgesichert. Eine hoch komplexe Assembler-Implementierung besitzt somit immer die Struktur wie auch die Korrektheit des abstrakten Simulink-Modells.

## Algorithmen auf Prozessoren mappen

Alleine die komplexe Algorithmenentwicklung lässt erahnen, dass sich hinter digitalen Hörgeräten kleine technische Wunderwerke verbergen. Dank des Einsatzes moderner Chiptechnologie kann der Nutzer wieder aktiv am Gesellschafts- und Arbeitsleben teilnehmen. Doch es gibt noch immer Probleme zu lösen.

Beispielsweise irritiert den Betroffenen die sogenannte Okklusion, die tieftonige Anhebung der eigenen Stimme, wenn der Gehörgang verstopft ist. Die neue Herausforderung besteht darin, die Algorithmen so effizient wie möglich auf die Prozessoren zu mappen. Wird Modularität und Konfigurierbarkeit der Codebasis so gewählt, dass mit nur kleinem Aufwand unterschiedliche Versionen mit zusätzlichen Funktionen automatisch generiert werden können, kann das Problem behoben werden. Phonak nimmt sich dessen an – mit Hilfe der Tools von The MathWorks. <<

## Infoservice

Mathworks GmbH  
Nussbaumstrasse 21, 3006 Bern  
Tel. 031 950 60 20, Fax 031 950 60 22  
[info@mathworks.ch](mailto:info@mathworks.ch), [www.mathworks.ch](http://www.mathworks.ch)