

# Durchführung und Auswertung akustischer Messungen mit MATLAB

Matthias Domke<sup>1</sup>, Peter Holstein<sup>2</sup>, André Schreiber<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ingenieurbüro Akustik & Audiotechnik, 06679 Granschütz, Deutschland, Email: [domke.matthias@t-online.de](mailto:domke.matthias@t-online.de)

<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik, 06120 Halle, Deutschland, Email: [peter.holstein@iwmh.fraunhofer.de](mailto:peter.holstein@iwmh.fraunhofer.de)

<sup>3</sup> Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, 04107 Leipzig, Deutschland, Email: [andre\\_schreiber@arcor.de](mailto:andre_schreiber@arcor.de)

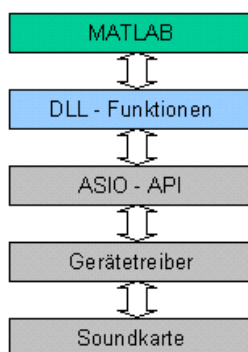
## Einleitung

Im Rahmen akustischer Untersuchungen von Werkstoffbrüchen und zur Konstruktion bzw. Optimierung von Schallwandlern für akustische tomografische Verfahren waren Messungen akustischer Größen durchzuführen. Dabei bestand zum einen der Wunsch nach einer durchgehenden Signalverarbeitung mit MATLAB, das sich mit seiner matrixorientierten Datenstruktur sehr gut zur Auswertung (mehrkanaliger) Messungen eignet, zum anderen sollte die Konvertierung von Messergebnissen zwischen Messsystemen und MATLAB vermieden werden. Deshalb sollten in MATLAB auch die Messfunktionen selbst sowie sensorspezifische Bearbeitungsfunktionen implementiert, und somit ein im Rahmen der verwendeten Messhardware allgemein einsetzbares Messsystem erstellt werden.

Als Messhardware sollten professionelle Soundkarten dienen. Diese erlauben mit Abtastraten von bis zu 192 kHz und Quantisierungen von bis zu 24 Bit die Durchführung akustischer Messungen mit einer Qualität, die für die angestrebten Einsatzzwecke geeignet ist. Darüber hinaus sind auch Messungen in den Bereichen Elektroakustik, Beschallungstechnik sowie Bau- und Raumakustik denkbar.

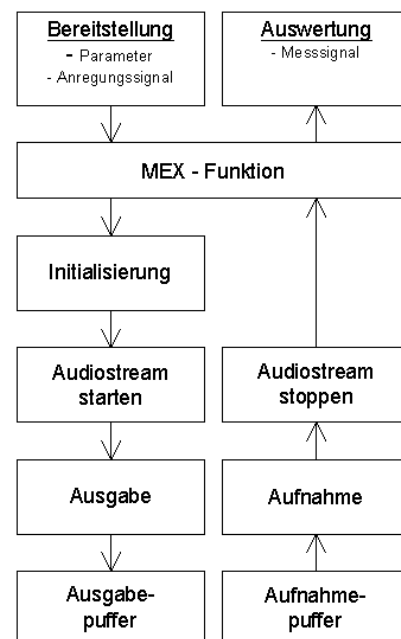
## Anbindung der Messhardware

Von den Herstellern professioneller Soundkarten werden in der Regel Gerätetreiber mit ASIO-Unterstützung angeboten. Diese erlauben eine samplesynchrone Ein- und Ausgabe von mehrkanaligen Signalen mit sehr geringen Latenzen, und sind deshalb für Messzwecke geeignet. Zur Anbindung an MATLAB wurden DLL-Funktionsbibliotheken entwickelt. Diese greifen über die ASIO-API des Gerätetreibers auf die Soundkarte zu und tauschen Messdaten und Parameter mit MATLAB aus (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Anbindung der Soundkarte an MATLAB. Der Zugriff erfolgt aus MATLAB mit DLL-Funktionsbibliotheken über die ASIO-API des Gerätetreibers

Die DLL-Funktionsbibliotheken selbst bestehen aus sogenannten MEX-Funktionen, die den Austausch von Daten zwischen MATLAB und der Programmiersprache C regeln. Diese stellen den Einstiegspunkt von MATLAB aus in die DLL dar. Weiterhin sind Funktionen zur Initialisierung der Hardware (Abtastrate, Kanalanzahl, Puffergröße, usw.), zum Starten bzw. Stoppen des Audiostreams und zur Behandlung der Daten des Audiostreams in den DLL-Funktionsbibliotheken enthalten (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Funktionseinheiten der DLL-Bibliotheken. Die Bereitstellung von Parametern und Anregungssignal und die Auswertung des Messsignals erfolgen in MATLAB

## Struktur der Signale und Funktionen

Zentrale Elemente der Struktur der erstellten MATLAB-Funktionen sind die gemessenen Signale im Zeit- und Frequenzbereich sowie deren Signalparameter, wie Abtastfrequenz, Signallänge und Kanalanzahl. Diese werden entweder bei einer Messung von den jeweiligen Messfunktionen erzeugt oder beim Laden gespeicherter Messsignale bereitgestellt. Die im Zeit- und Frequenzbereich vorliegenden Signale können dann mit ihren jeweiligen Parametern direkt auf verschiedene Art und Weise dargestellt werden. Andere erstellte Funktionen, die zur Bearbeitung bzw. Auswertung der Messsignale dienen, greifen ebenfalls auf die im Zeit- und Frequenzbereich vorliegenden Messsignale zu. Nach erfolgter Bearbeitung bzw. Auswertung können die Ergebnisse dann ebenfalls im Zeit- und Frequenzbereich dargestellt werden (Abbildung 3).

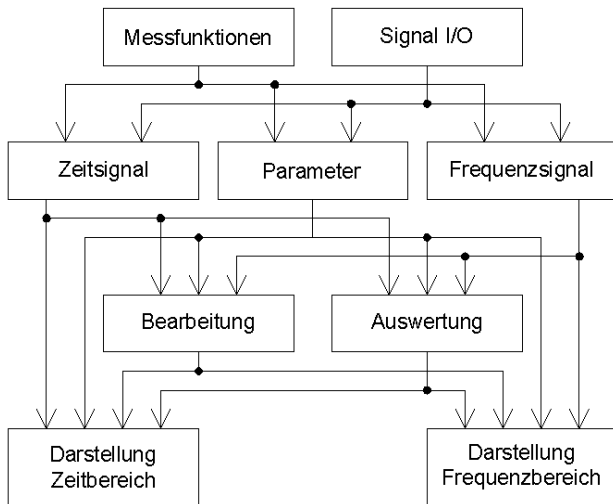


Abbildung 3: Grobstruktur der erstellten MATLAB-Funktionsmodule mit den als zentrale Elemente vorliegenden Messsignalen im Zeit- und Frequenzbereich.

### Aufbau (Hierarchie) der MATLAB-Funktionen

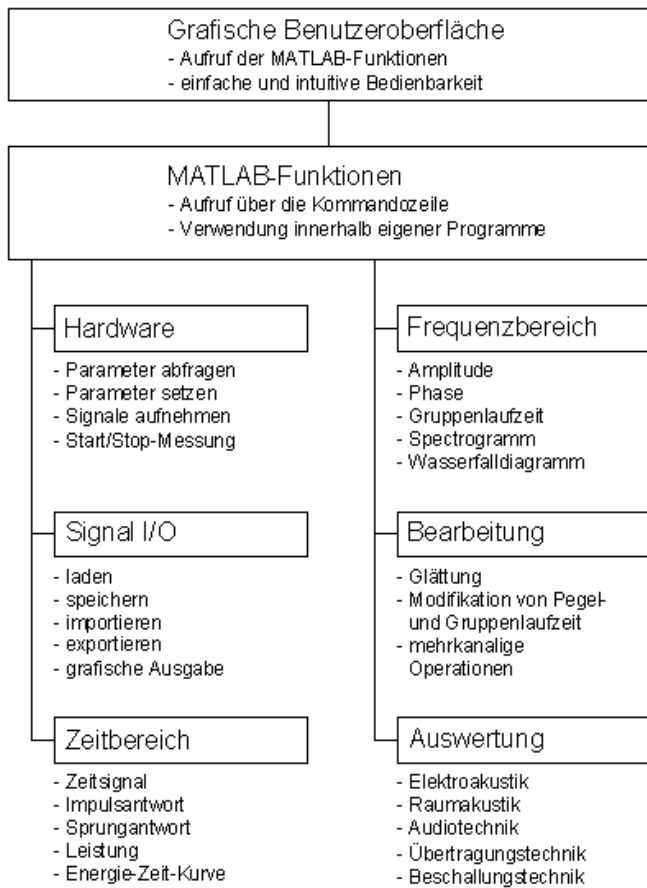


Abbildung 4: Hierarchie der MATLAB-Funktionen

Die erstellten MATLAB-Funktionen sind den einzelnen Funktionsblöcken Hardware, Signal I/O, Zeitbereichsdarstellung, Frequenzbereichsdarstellung, Bearbeitung und Auswertung zugeordnet. Alle Funktionen lassen sich über die MATLAB-Kommandozeile einzeln aufrufen oder in eigenen Programmen bzw. Algorithmen in der jeweils notwendigen Struktur verwenden. Auf diese Art und Weise

wird eine hohe Flexibilität für eine Vielzahl von Messungen und Auswertungen erreicht. Eine zusätzlich erstellte grafische Benutzeroberfläche greift ebenfalls auf die MATLAB-Funktionen zu. Sie ermöglicht bei eingeschränkter Flexibilität eine einfache und intuitive Bedienbarkeit.

### Ablauf einer Messung

Zu Beginn einer Messung werden zuerst die installierten Soundkarten abgefragt, von denen dann eine für die Messung ausgewählt wird. Danach wird abgefragt, ob die Soundkarte die gewünschte Abtastrate unterstützt. Diese kann anschließend für die Messung ausgewählt werden. Mit einer weiteren Funktion wird die Anzahl der verfügbaren Aus- und Eingangskanäle der Soundkarte ermittelt. Danach werden die Kanäle für die Messung festgelegt. Beim Aufruf der Messfunktion selbst müssen immer alle Einstellungen mit angegeben werden, um Fehler durch falsche Parameter zu vermeiden.

### Darstellung und Auswertung

Abbildung 5 zeigt als beispielhafte Darstellung eines gemessenen Signals das Spectrogramm eines Studioraumes.

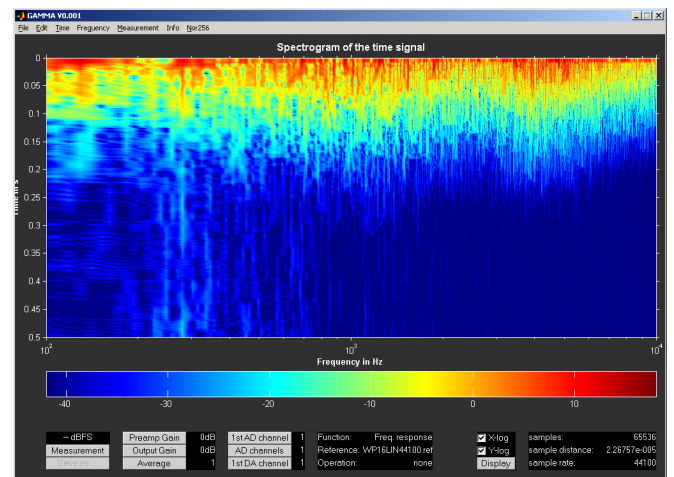


Abbildung 5: Spectrogramm eines Studioraumes.

### Zusammenfassung

Aus der Motivation heraus, durchgängig von der Messung über die Auswertung bis hin zu weiterführenden Operationen in MATLAB arbeiten zu können, wurden MATLAB-Funktionen zur Durchführung und Auswertung akustischer Messungen entwickelt. Diese greifen aus MATLAB direkt auf den ASIO-Gerätetreiber der Soundkarte zu und ermöglichen samplesynchrone Messungen mit mehreren Ein- und Ausgangskanälen. Angeschlossen an die Messfunktionen sind weitere Funktionen zur Bearbeitung, Auswertung und Darstellung der Messsignale. Alle Funktionen lassen sich über die Kommandozeile in MATLAB aufrufen oder durch die offene Signalstruktur innerhalb eigener Algorithmen mit hoher Flexibilität verwenden. Eine ebenfalls erstellte grafische Benutzeroberfläche führt optional zu einer einfachen und intuitiven Bedienbarkeit.