

Die Rolle des klassischen Demonstrationsversuches im multimedialen Kontext

Peter Holstein¹, David Mackenzie¹, Jörn Hübelt², Peter Koeltzsch²

¹ SINUS Messtechnik GmbH, Föpplstraße 13, 04347 Leipzig; Email: hol@sinusmess.de

² TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

„Nicht der Schatten der Dinge, sondern die Dinge selbst, welche auf die Sinne und die Einbildungskraft Eindruck machen, sind der Jugend nahe zu bringen. Mit realer Anschauung, nicht mit verbaler Beschreibung der Dinge muß der Unterricht beginnen.“

Johann Amos Comenius (1592 - 1670)

Der multimediale Zugang kann in vielen Fällen Ausbildungsinhalte effektiv unterstützen oder erst möglich machen. Auf experimentelle Hardware im Sinne von speziellen Demonstrationsexperimenten kann dabei weitgehend verzichtet werden. Die Möglichkeiten, die moderne Softwarewerkzeuge bieten, verringern jedoch nicht die Bedeutung des klassischen (Vorlesungs-)Experiments in der Akustik. Von besonderer Bedeutung ist das Bedienkonzept für die Experimente. Der Vortragende wird vom eigentlichen Programmablauf, einschließlich des didaktischen Teils der unterstützenden Präsentationssoftware, entlastet und kann sich deshalb auf die Erklärung des eigentlichen Lehrinhalts aus akustischer oder physikalischer Sicht konzentrieren. Der Schwerpunkt des Lern- und Vertiefungseffekts wird infolgedessen auch weiterhin durch das reale Experiment bestimmt, das in der Regel nachhaltiger und überzeugender wirkt als reine computergestützte Demonstrationen. Die multimediale Präsentation kann aber auch bei Bedarf die Simulation des kompletten Versuchs umfassen. Der zusätzliche Aufwand an technischen Geräten kann innerhalb dieses Konzepts drastisch reduziert werden (z.B. keine zusätzlichen Generatoren oder Verstärker). Es sei darauf hingewiesen, dass die Module so konzipiert sind, dass sich inhaltliche Schwerpunkte verschieben lassen (z.B. Betonung von Signalverarbeitungsaspekten) oder die Ausbildungsinhalte modifiziert werden können. Beispielsweise sind mit den Modulen auch Versuchspraktika oder didaktisch orientierte Vorträge mit und ohne experimentellem Anteil zusammenstellbar. Die Module wurden unter MATLAB entwickelt. Neben dem Versuchsmodell ist ein kleineres akustisches Spektrometer für die Realisierung des Konzepts ausreichend.

Die für die Experimente erstellten Lösungen in MATLAB beruhen auf der Anbindung eines programmierbaren mehrkanaligen Echtzeit-Analysators (HarmonieTM und MATLAB-Toolbox für Harmonie, SINUS), der neben den Optionen zum Messen akustischer Signale sowohl über Aus-

gangskanäle als auch über zusätzliche (langsam abgetastete) Kanäle verfügt^{[1][2]}. Die Datenausgaben können über die in MATLAB üblichen Matrix-Operationen erzeugt und manipuliert werden. Die langsamen Kanäle stellen ein wertvolles Hilfsmittel zur Erfassung von peripheren Daten (z.B. der Temperatur) während des Experimentes dar. Letzteres kann u.U. eine wesentliche Entlastung des Vortragenden darstellen. Im vorgestellten Experiment wird beispielsweise eine Längeninformaton direkt über einen Kanal gemessen und steht für Rechnung und Visualisierung zur Verfügung. Da bis auf das eigentliche Experiment und Verstärker alle Elemente im Analysator zur Verfügung stehen, kann damit der für Demonstrations- oder Ausbildungsexperimente notwendige Geräteaufwand drastisch reduziert werden. Die Experimente sind deshalb auch ohne Assistenz problemlos durchführbar.

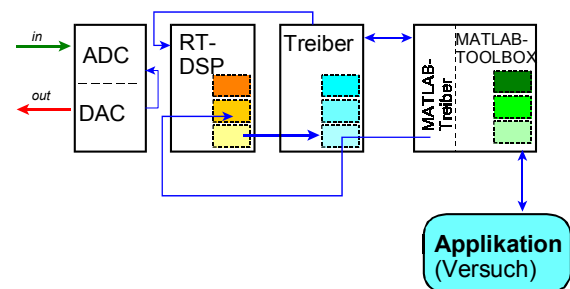


Abb. 1 Schematische Struktur des Zusammenwirkens verschiedener Ebenen der Ansteuerung und digitalen Signalverarbeitung (unterschiedliche Modulverschaltungen sind angedeutet). Die MATLAB-Schnittstelle erlaubt einerseits die Anpassung an sich ändernde Bedingungen unter Nutzung vorbereiteter Module und andererseits die Ausführung von Experimenten mit vorbereiteten Abläufen.

Die Programme sind so modifizierbar, dass sie auch ohne die Experimentiertechnik die hervorzuhebenden Effekte visualisieren könnten. Dies kann durchaus sinnvoll sein, wenn beispielsweise während einer Vorlesung ein reales Experiment nicht funktioniert. Viele Aspekte experimenteller Demonstrationen in der Akustik lassen sich bereits mit einer kleinen Anzahl von Modulen, die wiederverwendet werden können, realisieren. Das Frontend, die Präsentation, kann verschiedene Erscheinungsformen haben. Viele für das eigentliche Verständnis des Versuchs unwichtigen Details können versteckt sein. Eine Parametereinstellung während einer Demonstration ist nicht erforderlich.

Andererseits kann auch der multimediale Aspekt des Softwaredesigns genutzt werden, um gewisse Schwächen von Experimenten auszugleichen und den Fokus der Zielgruppe auf den eigentlichen Effekt lenken. Gerade für Hörsaalexperimente in der Akustik kann dies von Bedeutung sein, da „Hörbarkeit“ häufig vom Platz abhängt. Unter diesem Gesichtspunkt kann multimedial unterstütztes Experimentieren und Demonstrieren die Lernqualität erhöhen.

Die Umsetzung des Konzepts wird am Beispiel eines (neu aufgebauten) Vorlesungsversuchs an der TU Dresden erläutert^[3]. Es werden dabei die Unterschiede der Schallausbreitung unter Freifeldbedingungen mit denen in Räumen (diffuses Schallfeld) verglichen (Abb.2 oben). Das Wesen des Versuches besteht darin, die Schallfeldverteilung im freien Schallfeld eines Punktstrahlers ($I_p \propto 1/r$) der Verteilung im diffusen Schallfeld des Modellhallraumes (für $r > r_{hall}$ ist I_p unabhängig von r) gegenüberzustellen.

Die Versuchsdurchführung und (unterstützende) Visualisierung erfordert die Module *Ausgabe* (6000Hz Terzfilter-Rauschen, identische Ausgabe auf 2 Kanälen), *Messung* (2 schnelle Audiokanäle die vom DSP bereitgestellte Rohdaten für Schallpegel übernehmen) und *Anzeige* (*Leq*-Werte und Position der Mikrophone, Anpassung der Darstellung an Rechnerperformance). Das Potentiometer benötigt keine zusätzliche Stromversorgung, da es über die ICP-Optionen der Messkanäle versorgt wird. Im Beispiel ist eine gleichzeitige (sonst aufeinander folgende) Anzeige des Doppelversuches (Modellhallraum mit und ohne Absorption) aufbereitet, die durch den Bezug zu einer Ortskoordinate möglich wurde. Die Module sind wiederverwendbar und

werden in mehreren Versuchen eingesetzt. Durch die Vorgabe von definierten Code-Standards ist einerseits die Mitarbeit von Studenten und andererseits eine leichte Anpassung an wechselnde Anforderungen möglich.

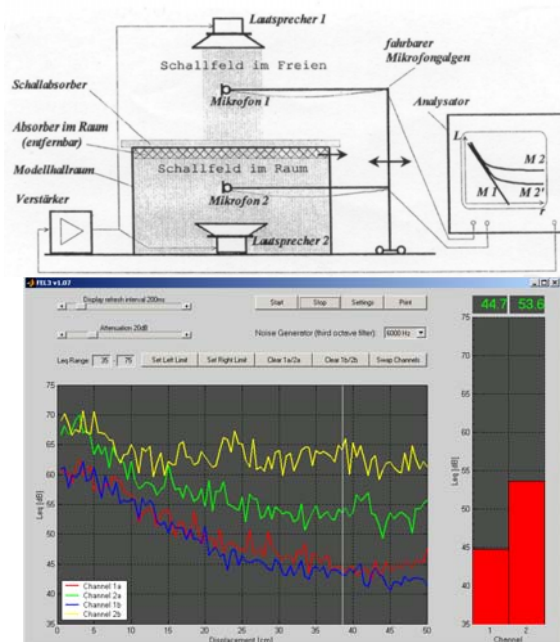


Abb. 2 oben Versuchsschema (oben). Es sind nur die für das Verständnis des Versuchs wesentlichen Elemente dargestellt. unten Screenshot der den Versuch unterstützenden Software.

Von besonderer Bedeutung ist, dass das Konzept die Umsetzung von Lehrinhalten in Kooperation von Universitäten und Industriepartnern ermöglicht.

Literatur

- [1] P. Holstein, R. Müller, F. Franck
Akustische real-time Experimente unter MATLAB
DPG-Tagung, Fachgruppe Akustik, Leipzig, 18.03-22.03.02
DPG-Verhandlungen4/2002, DPG-Verhandlungen 4/2002, ISSN 0420-0195
- [2] P. Holstein, R. Müller, A. Uhlmann, *Ein modulares Konzept für Mess-Systeme unter MATLAB*, Proceedings, 5. Tagung Technische Diagnose, Merseburg, 2002
- [3] P. Költzsch, G. Pfeifer, *Vorlesungsversuch FEL3 „Vergleich des Schallfeldes im Raum mit dem Schallfeld im Freien“*, „Vorlesungsexperimente AKUSTIK“, TU Dresden, IAS 2. Aufl. Dresden 2000