

# Zukunft Bau

## STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

### Titel            **AkuMess**

Entwicklung eines EDV-Werkzeuges für die einfache Messung von Nachhallzeiten von Räumen zur Nutzung in Studium, Lehre, Aus- und Weiterbildung

### Anlass/ Ausgangslage

Für das Thema Raumakustik steht in der Architekturausbildung nur ein knapper Zeitrahmen zur Verfügung. Um dennoch ein vertieftes Verständnis zu erreichen, sollen die Studenten nach einer Einführung in akustische Grundlagen in eigenständiger Arbeit raumakustische Analysen anfertigen. Diesem Zweck soll die neue Software dienen, die die Notebook-Computer der Studenten zusammen mit einem einfachen Mikrofon in Meßwerkzeuge für Raumakustik verwandelt.

### Gegenstand des Forschungsvorhabens

Die Entwicklung erfolgte in zwei Phasen mit dazwischen-geschalteten technischen Tests und didaktischen Erprobungen.

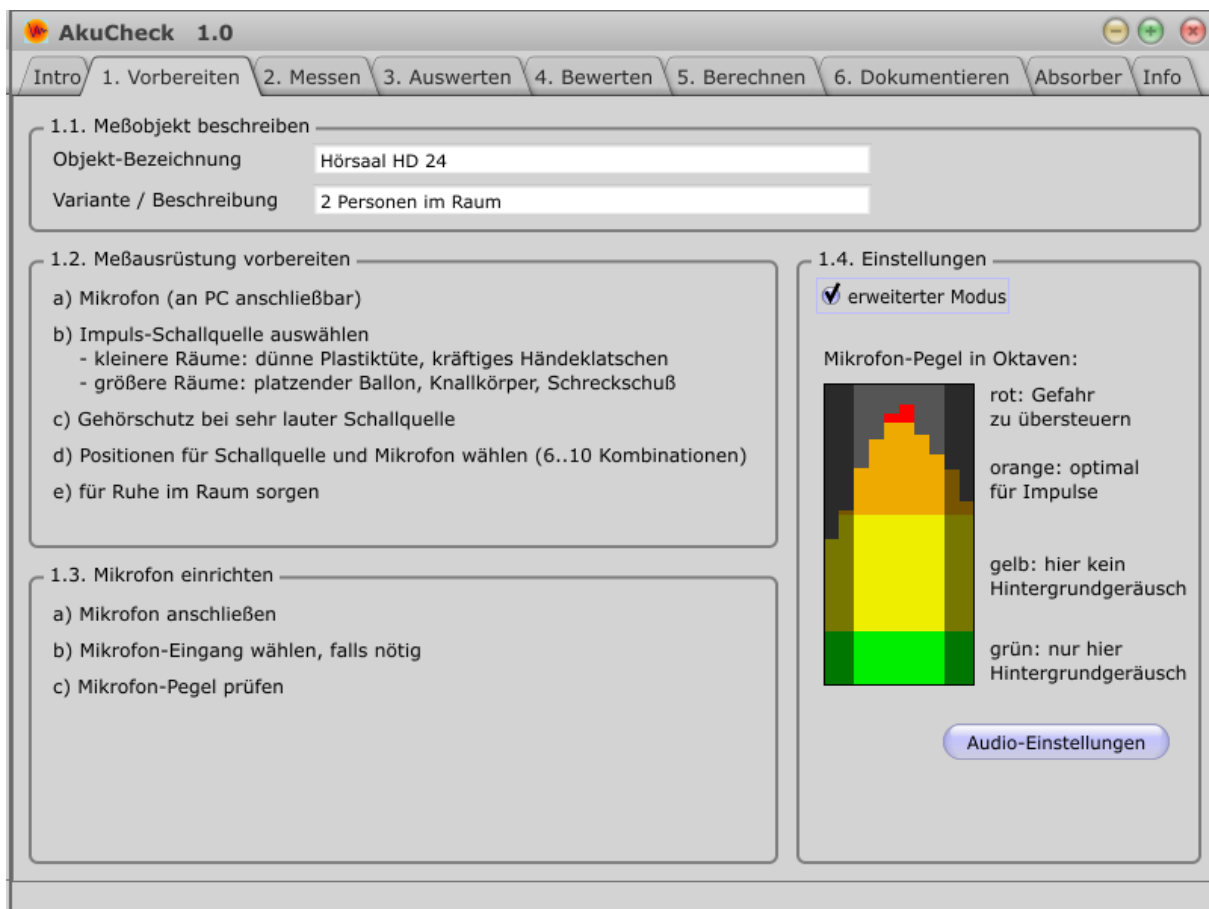


Bild 1: Die Seite 1 der Nutzer-Oberfläche der AkuCheck-Software dient der Vorbereitung einer Messreihe (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, www.eclim.de

## Die erste Entwicklungsphase

In der ersten Entwicklungsphase wurden Basis-Eigenschaften der Software implementiert, so daß an deren bereits eine mit beschränktem Funktionsumfang einsetzbare Software stand. Zu den Basis-Eigenschaften zählen unter Anderem das Messen von Raumimpulsantworten mittels Impulsanregung, die Ableitung von Nachhallzeiten in Oktavbändern aus diesen Messungen sowie die Bewertung der Meßergebnisse anhand genormter Kriterien.

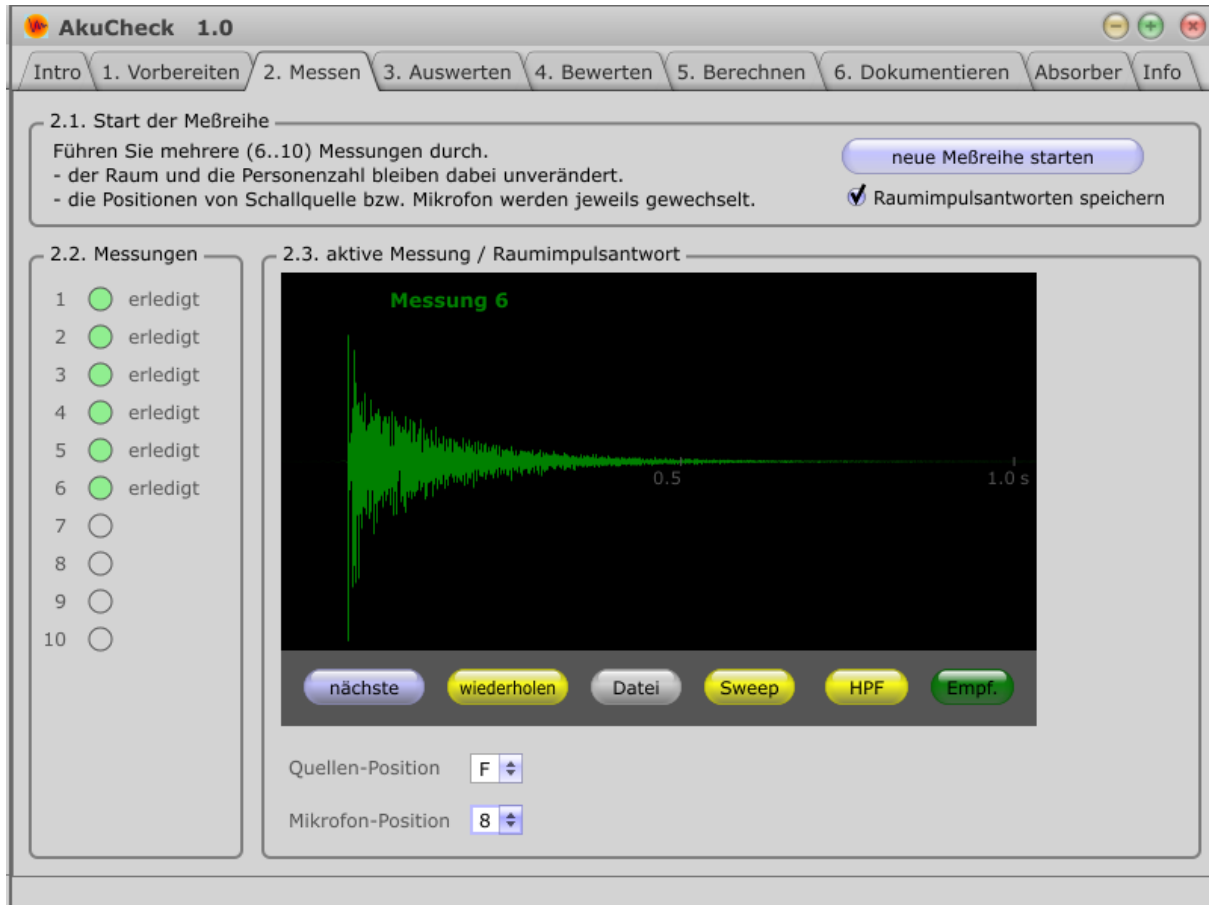


Bild 2: Auf Seite 2 der AkuCheck-Nutzer-Oberfläche zeigt ein Oszillografenbild die gemessenen Raumimpulsantworten (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, [www.eclim.de](http://www.eclim.de)

## Technische Tests

In den technischen Tests wurden zunächst die Auswerte-Algorithmen der neuen Software anhand gemessener Raumimpulsantworten mit drei etablierten Referenzen verglichen. Dabei zeigte sich eine gute Übereinstimmung mit den Referenzen.

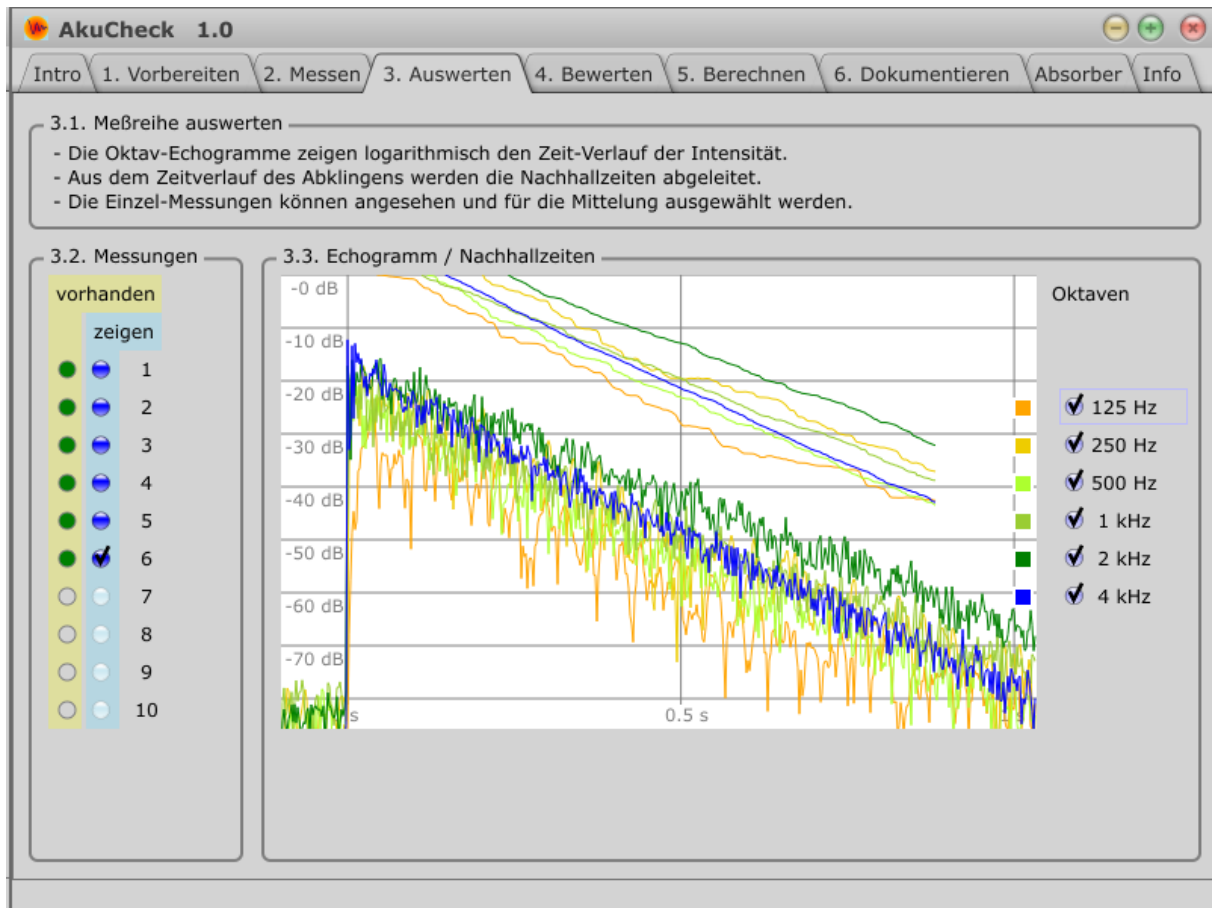


Bild 3: Seite 3 der AkuCheck-Nutzer-Oberfläche: hier wird die Rückwärts-Integration der logarithmierten Raumimpulsantwort als wichtiger Zwischenschritt der Auswertung dargestellt (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, www.eclim.de

### Didaktische Erprobung

Die Basis-Version der Software wurde im laufenden Studienbetrieb in der Architekten-Ausbildung an der Bergischen Universität Wuppertal eingesetzt. Dabei zeigte sich daß die Studenten nach einer kurzen Einführung in die Benutzung weitgehend eigenständig Messungen mit der Software durchführen konnten. Aufgrund der Erfahrungen im Einsatz wurden einige Verbesserungen an der Software vorgenommen, beispielsweise wurde ein Echtzeit-Oktavanalysator als Hilfsmittel für die Mikrofon-Einpegelung integriert.

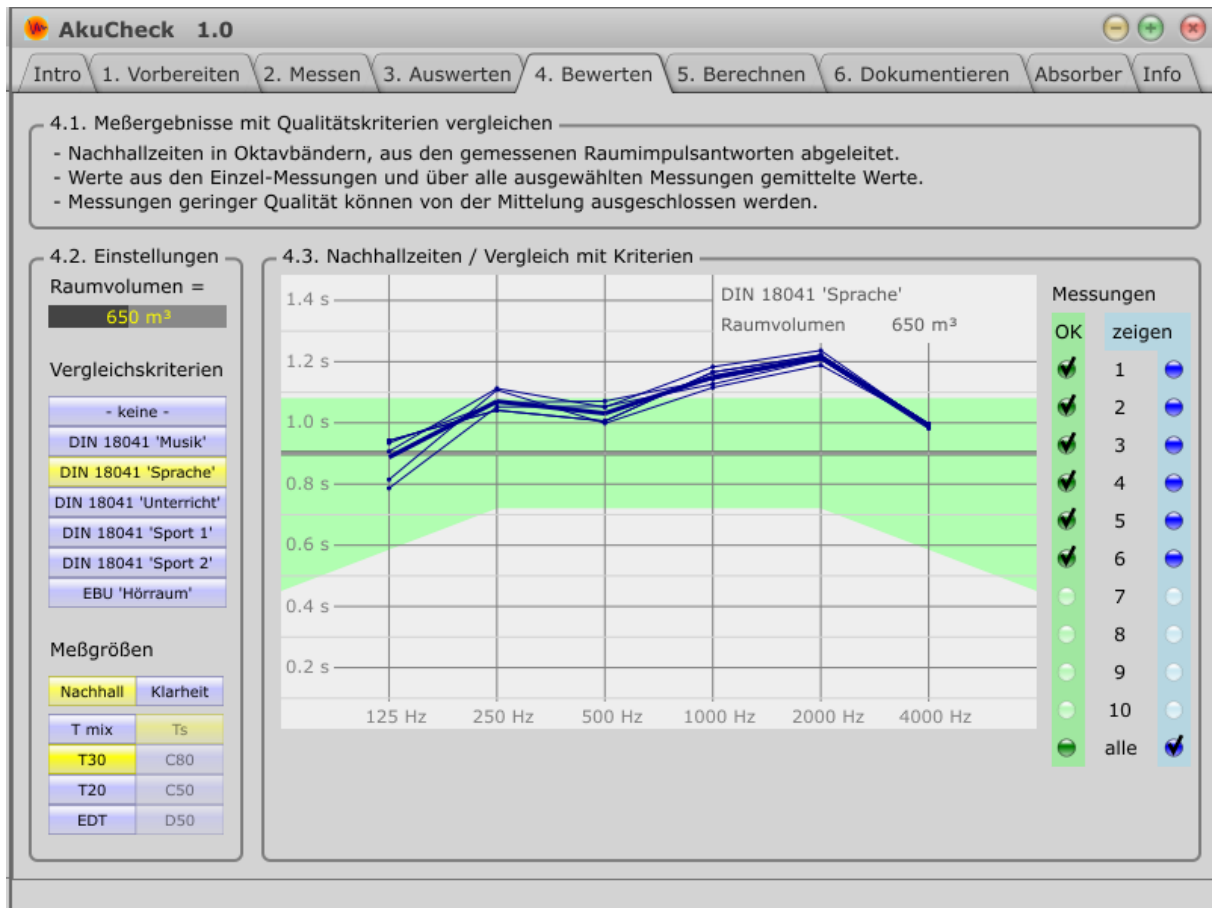


Bild 4: Die Seite 4 der AkuCheck-Nutzer-Oberfläche zeigt die gemessenen Oktav-Nachhallzeiten und andere Messgrößen. Zudem findet hier der Vergleich mit Norm-Empfehlungen statt (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, www.eclim.de

### Die zweite Entwicklungsphase

In der zweiten Entwicklungsphase wurde die Software auf den vollen vorgesehenen Funktionsumfang erweitert.

Die Meßmethodik wurde um das genauere Verfahren der Messung mittels Gleit-Sinus (sinus sweep) als Anregung erweitert. Neben Nachhallzeiten in verschiedenen Auswerte-Varianten ( $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT) wurden Maße für Klarheit und Deutlichkeit ( $T_s$ ,  $C_{80}$ ,  $C_{50}$ ,  $D_{50}$ ) als Meßgrößen implementiert, so daß auch die Qualität einzelner Übertragungstrecken ermittelt werden kann.

Aufgrund der Meßergebnisse können einerseits die Wirkungen zusätzlicher Personen im Raum als auch die zu erwartenden Ergebnisse etwaiger raumakustischer Verbesserungs-Maßnahmen vorherberechnet werden. Als Datenbasis ist eine Schallabsorber-Datenbank integriert, die mit zusätzlichen Daten erweitert werden kann.

Alle Ergebnisse werden grafisch dargestellt und können zur Weiterverarbeitung in eine Datei exportiert werden.

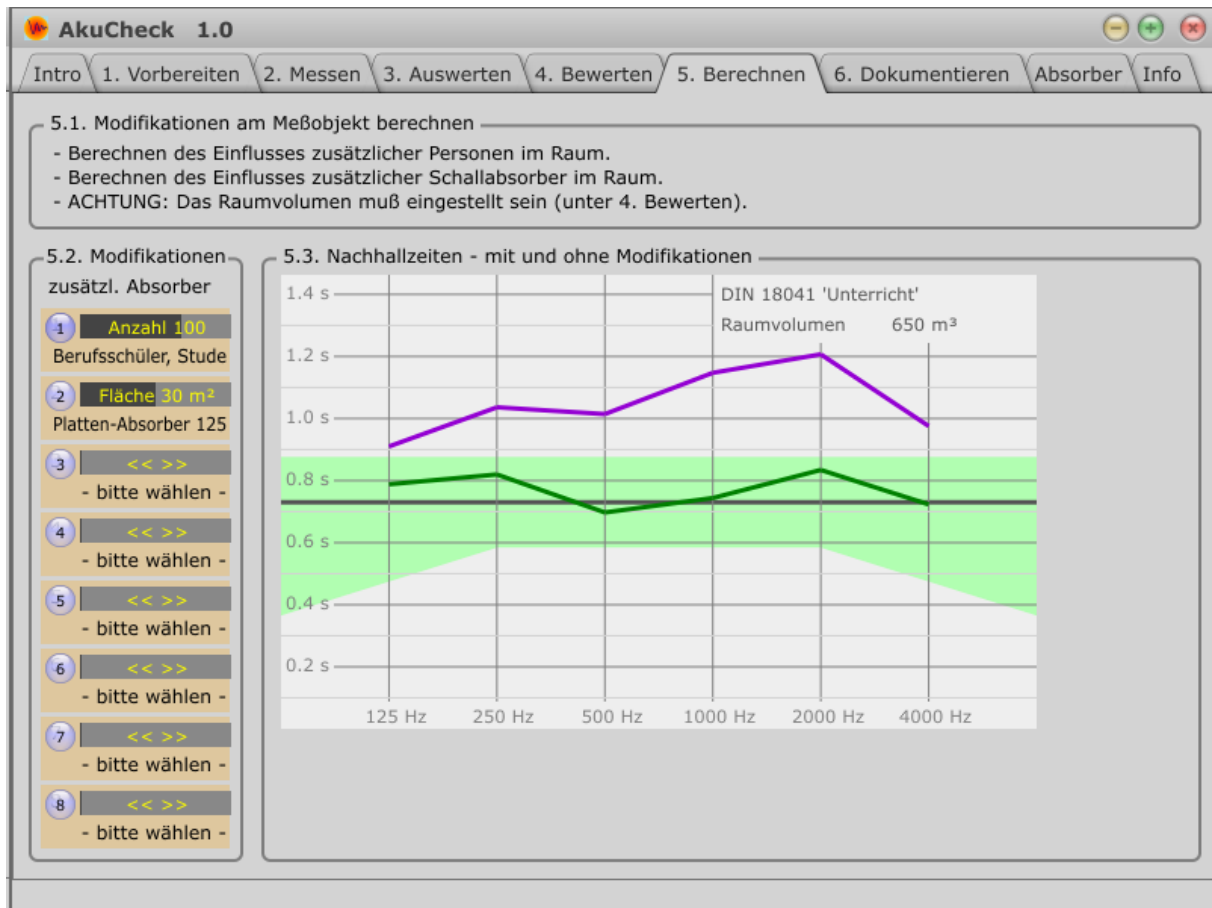


Bild 5:: Berechnung der Wirkung zusätzlicher Personen und Schallabsorber im Raum auf Seite 5 der AkuCheck-Nutzer-Oberfläche (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, [www.eclim.de](http://www.eclim.de)

### Die abschließende Erprobungs- und Testphase

Die vollständig entwickelte Software wurde einer finalen Erprobungs- und Testphase unterzogen, in der sowohl zusätzliche technische Tests als auch eine weitere didaktische Erprobung erfolgten. In einem Beta-Test wurde die Software auch im Zusammenwirken mit diversen von den unterstützenden Firmen bereitgestellten Absorberdaten erprobt, sowie eine Reihe kleinerer Softwarefehler gefunden und beseitigt. In den technischen Tests wurde neben Algorithmen-Effekten unter anderem der Einfluß der Meßanregung auf die Ergebnisse untersucht.

Im laufenden Sommersemester erfolgte an der Universität Wuppertal eine weitere didaktische Erprobung. Dabei führten die Studierenden neben Messungen auch darauf aufbauende Berechnungen durch.

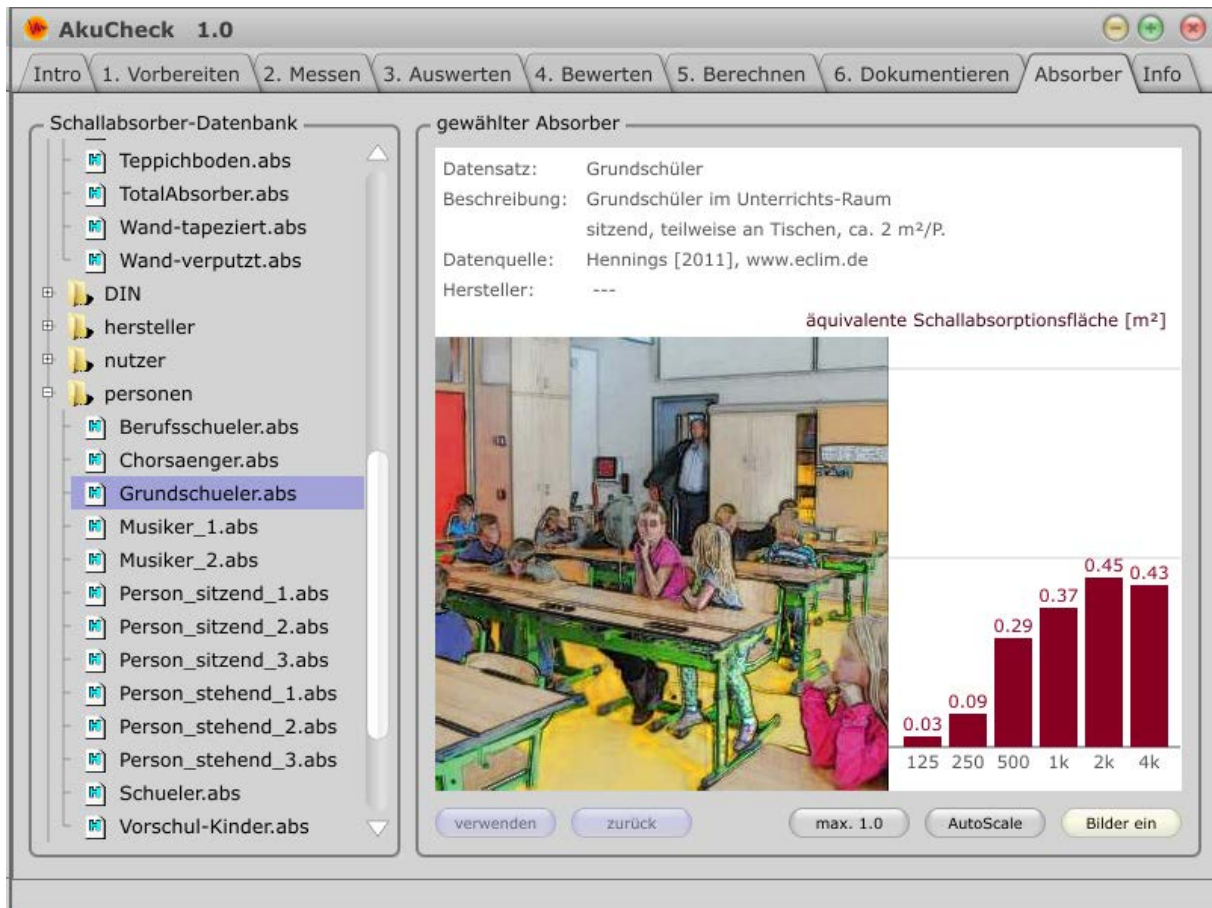


Bild 6: In der integrierten Schallabsorber-Datenbank können Absorber und verschiedenartige Personen für Berechnungen ausgewählt werden (Screenshot). © D. Hennings, 51065 Köln, www.eclim.de

### Kommunikation und Publikation

Im Verlauf des Projekts wurden zwei reguläre Projekt-Meetings abgehalten. Darüber hinaus fanden mehrere informelle Treffen mit den externen Beratern des Projekts statt.

Die Software wurde auf zwei Fach-Konferenzen (CESBP 2013 und DAGA 2014) vorgestellt und praktisch vorgeführt. Dabei zeigte sich reges Interesse an der Nutzung der Software und auch an einer zukünftigen Weiterentwicklung (für andere Betriebssysteme und weitere Sprachen).

### Fazit

Mit der neuen Software wurden wie geplant neue Möglichkeiten in der Ausbildung von Architekten und verwandten Berufen erschlossen. Die Studenten können nun auch bei knappem Stunden-Budget und mit geringem technischen Aufwand zum Thema Raumakustik eigene praktische Erfahrungen sammeln und so ein nachhaltiges Verständnis erlangen.

Die Meßergebnisse und die Genauigkeit Messungen sind gut geeignet um beispielsweise die akustische Qualität von Kommunikations- und Unterrichts-Räumen zu bewerten. Zudem besteht die Möglichkeit, Prognosen für die Wirkung raumakustischer Verbesserungsmaßnahmen zu berechnen und diese ebenfalls zu bewerten. Alle gesetzten Ziele des Projekts wurden erreicht.

## **Eckdaten**

---

Kurztitel: AkuMess

Forscher / Projektleitung: Dr. Detlef Hennigs / Prof. Dr.-Ing Karsten Voss

Gesamtkosten: 85.425,- €

Anteil Bundeszuschuss: 56.482 €

Projektlaufzeit: 1.8.2012 bis 1.8.2014