

1. CATT-Acoustic

CATT-Acoustic ist eine international anerkannte Software zur Simulation von Raumakustik. Es wurde vom Softwareunternehmen CATT in Götteburg, Schweden, entwickelt. Seinen Ursprung hat das Programm in der Lichttechnik, die sich ebenfalls mit der mathematischen Berechnung von Reflexionen und mehrfach Reflexionen einer aus einer oder mehrer Quellen stammenden Welle beschäftigt. Mit Hilfe von CATT-Acoustic können für einen drei dimensional Raum Vorhersagen für die Schallausbreitung, Nachhallzeit, Lautstärke und somit die Hörsamkeit getroffen werden.

2. Grundlagen Schall in der Bauphysik

Im Anhang findet ihr ein ausführliches Skript der TU-Dresden von Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Häupl. In ihm werden von den Grundlagen der „Schallausbreitung im freien Raum“ über die für CATT-Acoustic relevante „Schallausbreitung im Innenraum – Raumakustik“ bis hin zur „Bauakustik“ alle Grundlagen erschöpfend erklärt und bedürfen wohl keiner Ergänzung.

3. Grundlagen Schall in CATT-Acoustic

Zur reinen Bedienung (Eingabe) in CATT-Acoustic sind kaum schalltechnische Kenntnisse erforderlich. Um jedoch mit Teilen der Eingabe und mit den Ergebnissen etwas anfangen zu können, soll hier auf einige relevante Abschnitte des Skriptes im Anhang hingewiesen werden.

Zum einen sollte aus Abschnitt 1 ein grundsätzliches Verständnis vorliegen, was Schall eigentlich ist und wie er entsteht.

Wichtig für die Eingabe in CATT-Acoustic ist hierbei das Thema Schallquellen.

Teil 2 „Raumakustik“ ist der Abschnitt, um den es bei CATT-Acoustic geht.

Hier werden die Grundlagen der Eingaben, die Formeln auf deren Grundlagen das Programm arbeitet und die vom Programm ausgegebenen Ergebnisse erläutert.

Wichtig für die Eingabe sind hierbei die Absorber und die Diffusion.

Das Thema Nachhall ist praktisch das Ergebnis der Acoustic Berechnungen.

Die Bauakustik im dritten Teil ist für CATT-Acoustic irrelevant, da sich das Programm ausschließlich mit der Raumakustik beschäftigt.

Der Vollständigkeit halber haben wir es jedoch beigefügt.

Bei Thema Resonanz stoßen wir an Grenzen des Programms, da CATT-Acoustic den Schall als einfachen Strahl ohne Wellenlänge betrachtet. Das heißt, stehende Wellen und Eigenfrequenzen werden nicht berücksichtigt. Dies kann besonders bei kleinen Räumen (z.B. Bädern) zu Problemen führen.

Weitere Probleme des Programms liegen in der Vereinfachung komplizierter Objekte, deren Eingabe schlichtweg zu aufwändig wäre (z.B. würde man bei einem Tisch nur die Fläche eingeben, nicht aber die Beine). Die hieraus resultierenden Fehler sind jedoch vernachlässigbar (Sind Flächen kleiner als die Wellenlänge so sind sie akustisch irrelevant. z.B. Breite der Tischbeine > ca. 3,5cm).

Auch setzt die Hardware dem Programm Grenzen. Eine 16 Bit Soundkarte die schränkt z.B. auf 96dB ein. Außerdem erzeugt die Soundkarte Eigenrauschen. → Sehr laute und sehr leise Geräusche werden nicht einwandfrei wiedergegeben.

Nicht zu unterschätzen ist weiterhin die individuelle Wahrnehmung.

Es ist das eine ein Geräusch über Kopfhörer im Vergleich zu anderen zu hören, etwas ganz anderes sie dann täglich in der eigenen Wohnung, auch während des Schlafes, wahrzunehmen.

4. How to start

Dann kann es ja losgehen.

4.1 Installation

Zur Installation einfach die exe. Datei ausführen und den Anweisungen am Bildschirm folgen. Das Programm und alle Verzeichnisse sowie sonstige Files werden in einem einzigen Ordner abgelegt (standardgemäß C:\CATT). Es ist empfehlenswert von vornherein auf eine klare Ordnerstruktur zu achten und für jedes Projekt einen eigenen Ordner anzulegen, da CATT auf die Ordnerstruktur von Windows zurückgreift.

Hardwareanforderungen

Als Mindestanforderung für die Hardware wird vom Hersteller ein 08386 DX für Windows 95 mit mathematischem Koprozessor empfohlen.

Wer solch ein Relikt besitzt, kann es also benutzen. Auf jedem heute gängigen PC sollte das Programm problemlos laufen. Ein vernünftiger Arbeitsspeicher ist jedoch empfehlenswert und ein Koprozessor ohnehin ein Traum.

4.2 Allgemeine Informationen zum Start

Zur Eingabe in CATT-Acoustic benötigen wir:

- Geometrie des Raumes
(am besten in Form eines Grundrisses und Wandansichten)
- Geometrie und Position der Objekte im Raum
- Schalltechnische Eigenschaften aller im Raum verwandten Materialien
(Absorption, Diffusität)
- Art und Position der Schallquelle/n im Raum
- Position der/des Empfänger/s

4.3 Bedienungsanleitung

In diesem Abschnitt gehen wir schrittweise die einzelnen Funktionen des Programms durch. Hierbei werden die Eingabeaufforderungen im einzelnen exemplarisch erläutert.

4.3.1 Allgemeine Bemerkungen

Allgemeine Bemerkungen und Empfehlungen sind hier „*kursiv*“ angelegt. Eingaben in das Programm sind „**fett**“ angelegt.

Die Eingabe in das Programm erfolgt über Textfelder. Es existieren auch plugins um z.B. AutoCad Dateien in das Programm zu laden. Diese sollen hier nur kurz erwähnt sein, es wird jedoch nicht näher auf sie eingegangen.

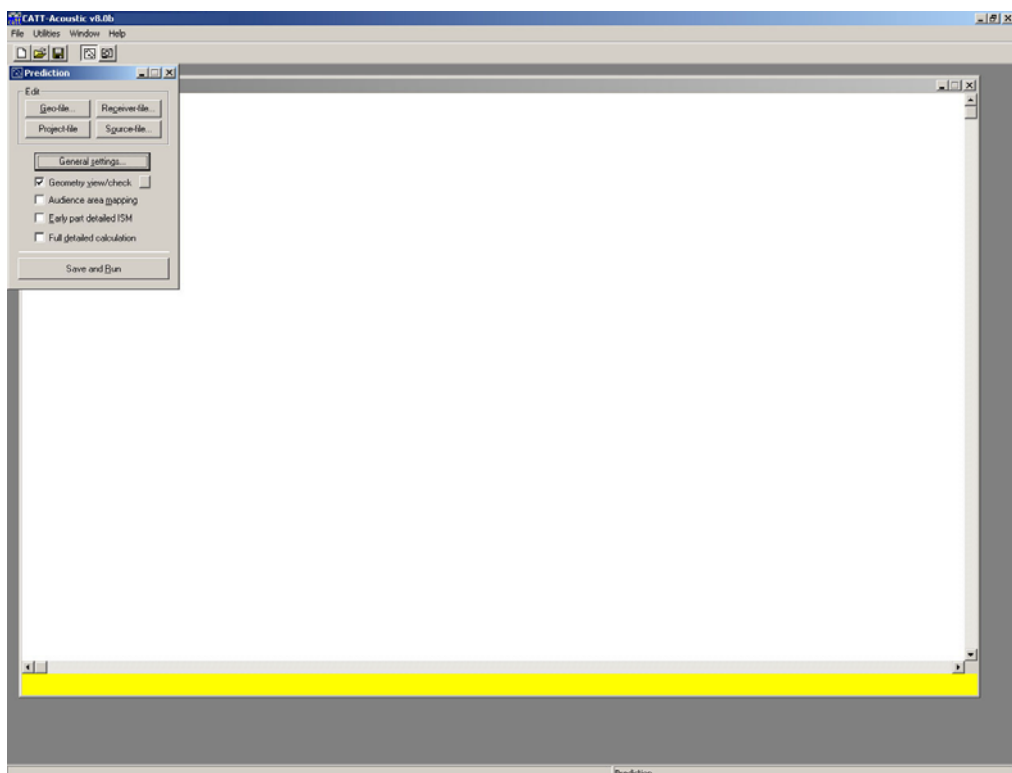
Für die Textfelder gilt:

; : Eingaben nach einem Semikolon werden vom Rechner nicht gelesen. Es wird benutzt um Anmerkungen im Textfeld zu machen, die keinen Einfluss auf das Programm haben sollen, sondern z.B. der Übersichtlichkeit dienen.

Wichtig: Das Auswählen eines Ordners im Programm ist nicht durch markieren erledigt. Erst durch Doppelklick, wenn dann „[...]“ erscheint ist man in dem Ordner.

4.3.2 Und so geht's

- 1.) Vor dem Start empfehlen wir der Übersicht halber, im CATT Ordner für das zu bearbeitende Projekt einen Ordner mit Namen des Projektes anzulegen.
(In unserem Fall „Test-Projekt“.)
- 2.) Das Programm mittels CATT32.exe starten.
→ Das CATT-Acoustik und das Prediction Fenster öffnen sich.



3.) Ein neues Projekt erstellen

Unter "Utilities" → "Create a New Project" auswählen.
→ das "Create a new project" Fenster erscheint.

"Browse" anklicken → den bereits erstellten
Projektordner (*Test-Projekt*) auswählen (*Doppelklick*,
„[...]“ *muss erscheinen!*) und mit „OK“ bestätigen.

*(Ist der Ordner nicht in der Liste, habt ihr ihn nicht
unter dem CATT-Ordner abgelegt.)*

*Habt ihr keinen Ordner angelegt, einfach einen über
„Create new folder“ anlegen. (Nachteil: Ihr verliert den
Überblick, wo das Projekt abgelegt wird.)*

*Da CATT-Acoustic auf die Ordnerstruktur von Windows
aufbaut ist es äußerst wichtig von vornherein auf eine
klare Struktur zu achten!*

*Alle später erstellten Eingaben werden unter diesem
Ordner abgelegt! Wer hier also Schmu macht wird es
später bitter bereuen.*

Jetzt sollte unter Folder der ausgewählte Ordner
erscheinen. Jetzt dem Kind noch einen Namen geben
und das Ganze mit „OK“ bestätigen.

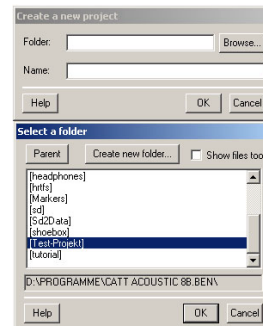
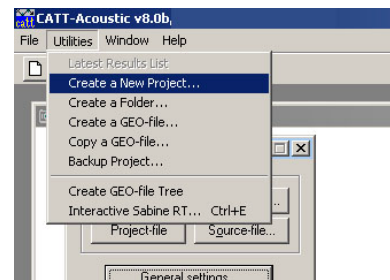
Die Nachfrage kontrollieren und bestätigen.

So, ein neues Projekt ist erstellt.

Folgende Files wurden von Programm angelegt und können nun bearbeitet werden:

MASTRER.GEO	File mit allen Geometriedaten des Raumes
REC.LOC	Empfängerposition
GEO.PRD	Schallquellenposition und Daten
PROJEKT.TXT	Zusätzliche Anmerkungen zum Projekt

*(Tipp: sind Pfade angegeben z.B. im „Folder“-Eingabefeld. Besser mal reinklicken und
den Vollständigen Pfad überprüfen, sonst kann es böse Überraschungen geben, wenn
das ganze später einfach nicht laufen will.)*

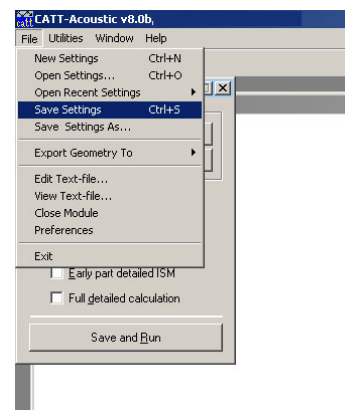


Parent: Übergeordneter Ordner

4.) Speichern und laden von Projekten

Gelegentliches Speichern nicht vergessen, hierzu unter
File in der Menüleiste im Hauptfenster auf „save settings“
klicken.

Um ein bereits existierendes bzw. erstelltes Projekt zu
laden, an gleicher Stelle „Open Settings“ klicken, den
GEO.PRD des Projektes auswählen und öffnen.
(Sollte sich direkt im Hauptordner des Projektes befinden.)



5.) Prediction-Fenster

Das Prediction-Fenster ist das Haupteingabefenster des Programms.

(Falls aus versehen geschlossen, unter Window → Prediction lässt es sich wieder öffnen.)

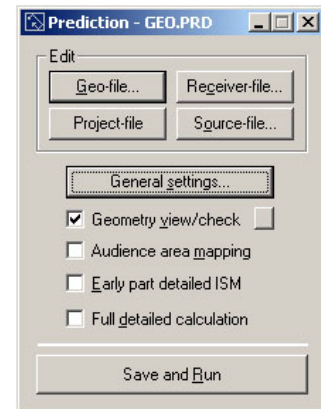
Unter „Edit“ lassen sich die einzelnen Eingabedateien aufrufen und bearbeiten.

Durch die Markierung der einzelnen Kästchen unter „General settings...“ lassen sich verschiedene Ausgabeformen auswählen.

Durch „Save and Run“ wird die Berechnung gestartet.
(Mehr dazu, wenn wir soweit sind.)

Erst einmal müssen wir definieren woher das Programm für dieses Projekt seine Daten beziehen soll.

Dazu „General settings...“ anklicken.



6.) General settings

In diesem Fenster definiert ihr, woher das Programm seine Daten beziehen soll, wohin es Daten ablegen soll und welche Daten (in welchem Ordner) ihr bearbeiten wollt. Seid ihr den Schritten wie bisher beschrieben gefolgt, sollte alles schon automatisch richtig angelegt sein.

(Hier beginnt das Programm jedoch komisch zu werden, daher auf jeden Fall die Richtigkeit der Eingaben überprüfen!!!)

Bei Project sollte euer Projektname stehen.

Im „Input folder“ sollte der Pfad vom CATT Ordner über eurem Projekt-Ordner bis zu einem Unterordner (INN) definiert sein.

Ist dies nicht der Fall, müsst ihr ihn über „Browse“ erstellen und auswählen! *(Man kann es nicht oft genug sagen, ausgewählt ist ein Ordner erst durch Doppelklick, wenn „[...]“ erscheint.)*

Das Gleiche gilt für den „Output folder“ bis zum Unterordner „OUT“.

Bei Master „GEO-file“ sollte „MASTER.GEO“ stehen. *(Der Master GEO-file ist der Eingabefile über den die gesamte Geometrie des zu betrachtenden Raumes eingegeben wird.)*

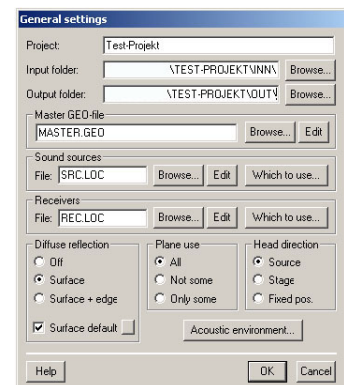
Bei „Sound sources“ sollte der File „SRC.LOC“ angegeben sein, *(Eingabefile der Schallquelle)* und bei „Receiver“ sollte „REC.LOC“ stehen. *(Eingabefile des Empfängers)*

Diese drei Dateien sind Eingabedateien, gehören somit als Unterdateien unter den Input folder! Dieses lässt sich über „Browse“ neben den jeweiligen Feldern kontrollieren.

Ist die nicht der Fall sollten sie in den entsprechenden Ordner verschoben werden!!!

(Sind dann üblicherweise in dem übergeordneten Ordner sprich direkt im Projektordner. Einfach markieren und per Ausschneiden und Einfügen in den richtigen Ordner verschieben. Oder über Arbeitsplatz in dem anfangs erstellten Ordner nachsehen und Master.geo, src.loc, und rec.loc in den INN Ordner verschieben. Da ist es doch nützlich, wenn man weiß, wo der liegt ☺)

Wie ihr die Ordner nennt ist eigentlich egal, solange ihr wisst, was was ist. Dies wird beispielsweise interessant, wenn ihr mehrere Schallquellen und/oder mehrere Empfänger habt. Dann könnt ihr unter „Which to use“ auswählen welche ihr für die jeweilige Berechnung aktivieren wollt.



Der Vollständigkeit halber noch die restlichen Buttons.

Unter „Edit“ lassen sich Eingaben bzw. Änderungen in der jeweiligen Datei vornehmen. *(Machen wir auf anderem, deutlicherem Wege.)*

Bei „Diffuse reflection“ *(was soll diffus reflektieren)*, „Plane use“ *(welche Ebenen berücksichtigt werden)*, bei „Head direction“ *(wohin „schaut“ der Empfänger, ausgehend von einem Menschlichen Kopf)* und bei „Acoustic environment“ *(Vorgaben für Luftfeuchte, Luftdruck, Temperatur, Absorption der Luft und Hintergrundgeräusche)* lassen sich Voreinstellungen für die Berechnung treffen.

Wenn ihr keine spezifischen Daten habt und die Berechnung nicht erst mal vereinfachen wollt, lasst die Eingaben wie sie sind.

Habt ihr alles eingegeben bzw. kontrolliert?
Das ganze mit „OK“ bestätigen und weiter.

Jetzt sind alle für eine Berechnung notwendigen Dateien erstellt. Nun müssen wir sie nur noch mit Inhalt füllen.

7.) Geometrie des Raumes

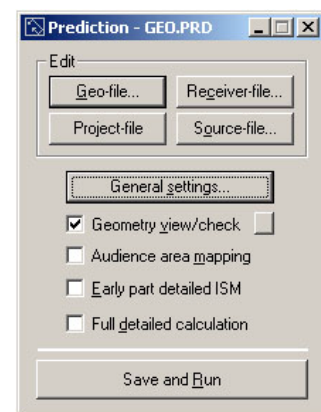
Der Bildschirm sollte wieder so aussehen wie am Anfang und das Prediction Fenster sollte geöffnet sein.

Durch die Buttons unter „Edit“ kann man auf die verschiedenen Ordner zugreifen und diese editieren sprich verändern.

Als erstes nehmen wir uns den „GEO-file...“ vor alias die Datei Master Geo.

Also, den „GEO-file...“ anklicken, den „MASTER.GEO“ auswählen und öffnen.

→ „CATT-Edit-MASTER.GEO“ Textfenster öffnet sich.



Wie schon anfangs erwähnt, sind Eingaben nach einem Semikolon für nicht für die Berechnung relevant. Sie dienen lediglich der Übersicht bzw. zum Einfügen von Anmerkungen.

In den ersten beiden Zeilen steht welcher Master.GEO von welchem Projekt bearbeitet wird. *(Beide sind ja bei der Erstellung eines neuen Projektes benannt worden.)*

„INCLUDE“ = beinhalten

Hierzu muss man wissen, dass man den GEO-File wie einen Baum aufbauen kann, wobei man mehrere „Äste“ (GEO-Files) zu dem „Stamm“ (gesamtes Projekt) zusammenführt.

So kann man beispielsweise einen GEO-File für einen Stuhl anlegen. Und diesen später einfach durch INCLUDE zu dem aktuellen Projekt hinzufügen.

Das macht das Ganze übersichtlicher und (eigentlich wichtiger) man muss die Ganzen Eingaben nicht wiederholen, wenn man ihn in einem anderen Projekt noch einmal braucht.

```
CATT-Edit - MASTER.GEO
File Edit Search Character Template Help
;MASTER.GEO
;PROJECT=Test-Projekt

;INCLUDE

;OFFSETCO
;OFFSETPL

;MIRROR co_add pl_add

;ABS absname <10 10 10 10 10 10> ;L <10 10 10 10 10 10>

CORNERS

;id x y z

PLANES

[id name / / absname ]
[id name / / (a / / a_abs) (b / / b_abs) ]
```


(Je größer und komplizierter ein Projekt inklusive der INCLUDE-Files ist, desto größer und somit zeitaufwändiger ist die Berechnung. Wer also einen Stuhl, bei dem wenn überhaupt die Sitz- und Rückenfläche akustisch relevant ist, in allen Einzelheiten darstellt, kann sein Bett vor dem Rechner aufbauen.)

OFFSETCO = Versatz Koordinaten
OFFSETPL = Versatz Ebenen

Hierzu muss man wissen, dass Ecken (Corners) und Ebenen (Planes) fortlaufend durchnummeriert werden müssen (*die sogenannte id.*). (Corners z.B. mit 10,11,12... und Planes mit 100,101,102...).

Um nun nicht jedes Mal 11, 12 u.s.w. eingeben zu müssen, sondern einfach 1,2, ... kann man OFFSETCO 10 eingeben. Dann fügt das Programm automatisch im Hintergrund die 10er Stellen zu.

Weiterer Vorteil, mit zweistelliger Zahl lassen sich maximal 99 Punkte definieren. Stelle ich bei der Arbeit fest, dass ich mehr Punkte habe, so muss ich die komplette Zahlengabe ändern. Habe ich OFFSET benutzt, so ändere ich einfach die 10 in 100 und sie 100 in 1000 und der Rechner macht den Rest.

Gleiches gilt für die Ebenen mit OFFSETPL.

„MIRROR“ = Spiegeln

Nützliche Funktion für symmetrische Geometrien. Durch den Befehl MIRROR werden die definierten Ecken (Corners) und/oder Ebenen (Planes) an der x-Achse gespiegelt, wobei das Programm diesen als Fortlaufende Nr. (id) die des Ursprungs mit einer 1 davor zuweist. (z.B. 11 wird zu 111 oder 202 wird zu 1202)

Die Eingaben INCLUDE, OFFSET, und MIRROR, sind an dieser Stelle nur erwähnt, da sie im GEO-File vorgegeben werden. Sie spielen in dieser Anleitung und im anschließenden Beispiel jedoch keine weitere Rolle. Wenn ihr mehr darüber und über weitere Eingabemöglichkeiten wissen wollt, siehe Anhang „Eingabemöglichkeiten“ dieser Ausarbeitung oder in der „Help-Datei“ von CATT Acoustic.

Sprich, diesen Teil in der Vorgabe des Textfensters könnt ihr einfach ersatzlos löschen!

ABS = Absorber

Hier wird es interessant. Durch die Eingabe **ABS** werden die Absorptionseigenschaften von Materialien definiert, sprich die Absorption und Diffusität.

Eine Eingabe kann dann z.B. so aussehen:

ABS Holz = <15 13 10 9 8 7> L <30 30 30 30 30 30>

Im einzelnen. Durch **ABS** sage ich das ich Absorbereigenschaften definieren will. Durch **Holz** gebe ich dem Kind einen Namen (sind halt die Eigenschaften von Holz). Mit der Zahlenreihe <15 13 10 9 8 7> gebe ich die Reflexionswerte bei 125 250 500 1000 2000 4000 Hz an. Die zweite Zahlenreihe steht für die Diffusität im selben Frequenzbereich (*nehmt hier einfach Werte zwischen 10 und 30 an, sofern ihr nichts genaues habt. Die Einflussfaktoren auf die Diffusität sind zu komplex und der Einfluss auf die Berechnung zu gering als das es sich lohnen würde hier präziser zu werden*).

Mann kann diese Werte auch jeder einzelnen Ebene zuordnen, da sich Materialien jedoch wiederholen und zur Übersichtlichkeit ist eine generelle Definition sinnvoll.

Auch könnt ihr bei einer Vorabdefinition leicht und schnell die Eigenschaften der Absorber für das gesamte Projekt ändern bzw. Ebenen einfach andere Eigenschaften eines anderen Materials zuordnen.

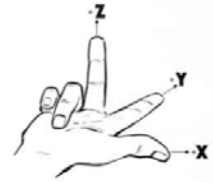
Keine Panik sieht kompliziert aus, sind jedoch einfach nur Tabellenwerte die ihr abtippen müsst. (siehe hierzu Anlage Materialeigenschaften)

Wichtig ist die Eingabeform (wie bei allen Eingaben).

Ein Freizeichen trennt die verschiedenen Eingaben (151310987 würde ja auch keinen Sinn machen oder) dabei ist die Zahl der Freizeichen egal! Nutzen der Tab Abstände erweist sich hier als günstig um eine gewisse Struktur einzuhalten. Wie schon gesagt Ordnung ist alles!

CORNERS = Ecken

Jetzt kommen wir endlich zur eigentlichen Geometrie des Raumes. Wichtig zu wissen ist hierbei, dass das Programm in mathematisch positiver Richtung arbeitet, sprich gegen den Uhrzeigersinn wobei die z-Achse aus der Ebene kommt (oder Rechte-Hand-Regel). Achtet bei der Nummerierung der Punkte in einer Ebene darauf, da die z-Achse die für die Berechnung relevante Richtung angibt (die „Rückseite“ ist nicht definiert) und dies natürlich in den Raum zeigen muss.



Die ist zwar etwas schwierig zu verstehen und noch umständlicher immer zu berücksichtigen, aber gleichzeitig eine der übelsten potentiellen Fehlerquellen!!!!!!

Die Eingabe der Ecken bzw. Eckpunkte sieht z.B. so aus:

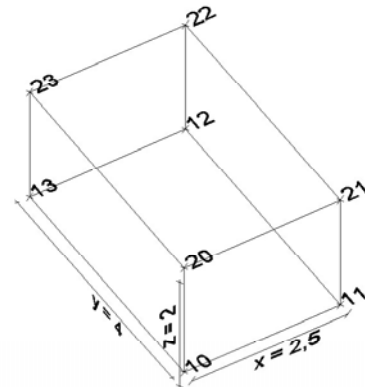
CORNERS

; Fußboden

10	0	0	0
11	2,5	0	0
12	2,5	4	0
13	0	4	0

; Decke

20	0	0	2
21	2,5	0	2
22	2,5	4	2
23	0	4	2



Hier sind beispielsweise die vier Ecken des Fußbodens und der Decke eines 2,5x4x2m großem Raumes eingegeben. ; Fußboden bzw. ; Decke ist eine Anmerkung, damit ich weiß was ich eigentlich definiere.

In der ersten Spalte sind die Punkte durchnummeriert (die id); in der zweiten Spalte sind die x-Koordinaten angegeben; in der dritten die y-Koordinaten; und in der vierten die z-Koordinaten.

Da später aus diesen Eckpunkten die Ebenen definiert werden ist es wichtig das alle für die Ebenen notwendigen Punkte definiert werden!

Achtung: Fußboden- und Deckeneckpunkte wiederholen sich bei Wänden, brauchen also nur einmal eingegeben werden.

Wie ihr seht, ist die Reihenfolge der Punkte beim Fußboden im Uhrzeigersinn → die z-Achse und somit die zur Berechnung relevante Richtung zeigt nach oben, in den Raum. Die Deckenpunkte liegen in der zweiten Ebene (daher id 20 ...) über dem jeweiligen Punkt in der Ersten Ebene (id 10 ...).

Die Reihenfolge der Punkte ist ebenfalls im Uhrzeigersinn → die z-Achse zeigt nach oben und somit aus dem Raum. Daher müssen wir darauf achten, dass wir bei der anschließenden Definition der Ebenen die Drehrichtung ändern!

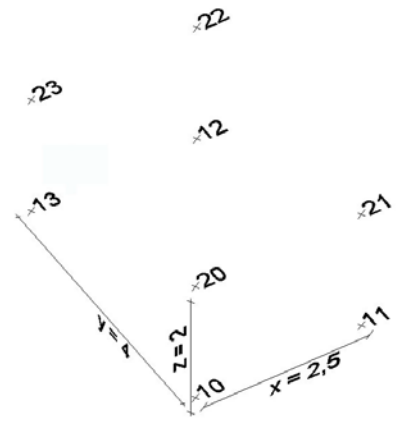
Der Koordinatenursprung liegt in diesem Fall unten links im Raum → wir bewegen uns nur im positiven Bereich. Will man durch den Befehl MIRROR mit Spiegeln eines symmetrischen Raumes arbeiten, so muss der Ursprung natürlich in der Symmetrieachse liegen. Wo man den Ursprung hinlegt ist Geschmackssache, nur logisch und verständlich sollte er sein. (Gern benutzte Alternative, in der Mitte des Raumes.)

Habt ihr mehr als 99 Punkte so nummeriert von vornherein von 100 aufwärts!
 (Hier kann OFFSET interessant werden um die 10er Potenz schnell zu wechseln, wenn man merkt das es doch zu viele Punkte werden.)
 (Generell sind die Eingaben in Metern. Ob man cm durch Komma oder Punkt trennt ist egal. Ist man an wiederkehrende Maße gebunden (z.B. Rastermaß) kann sich eine Vorabdefinition über LOCAL bzw. GLOBAL als nützlich erweisen. (Siehe Anhang „Eingabemöglichkeiten“).)

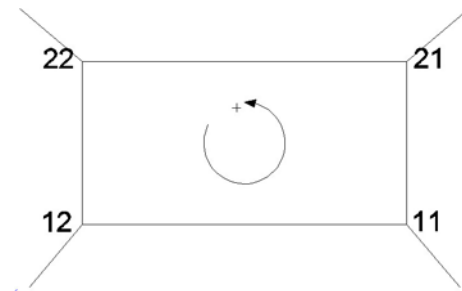
So alle Eckpunkte eingegeben?
 Dann kommen wir zu den

PLANES = Ebenen

Bisher haben wir keine Ebenen definiert, sondern nur die Eckpunkte.
 Um jetzt aus diesen Punkten den Raum entstehen zu lassen, müssen wir den Fußboden, die Decke und die vier Wände als Ebenen aus den eingegebenen Ecken definieren.
Besonderes Augenmerk auf die Rechte-Hand-Regel!



Vielleicht hilft es euch, euch vorzustellen ihr steht in dem Raum und betrachtet die Wand, die ihr als Ebene definieren wollt.
 Die Eingabe der Punkte muss im mathematisch positiven Sinn (sprich gegen den Uhrzeigersinn) erfolgen!
 Dabei ist es egal mit welchem Punkt ihr anfangt.
 Sprich z.B. 12 11 21 22



Das Gleiche gilt, wenn ihr auf den Fußboden und gegen die Decke schaut.

Die Eingabeform ist ähnlich wie bei den CORNERS:

PLANES

- ;Fußbodenflächen**
 [1000 Fußboden / 10 11 12 13 / Holz]
- ;Deckenflächen**
 [1001 Decke / 20 23 22 21 / Holz]
- ;Wandflächen**
 [1002 Wandrechts / 12 11 21 22 / Beton]
- ...

In der ersten Spalte stehen wiederum die ids. (Eingaben nach ; → nicht relevant. Nur Gruppierung zur besseren Übersicht.)
 In der zweiten die Namen der betrachteten Flächen.
 In der dritten bis sechsten (nach /) die vier Eckpunkte der Ebene, die wir vorher definiert haben. (Dann wieder ein /.)
 Und in der Letzten das Material des Bauteiles. (Der vorher definierte, relevante Absorber.)
 Die komplette Eingabezeile wird in eckige Klammern gesetzt.

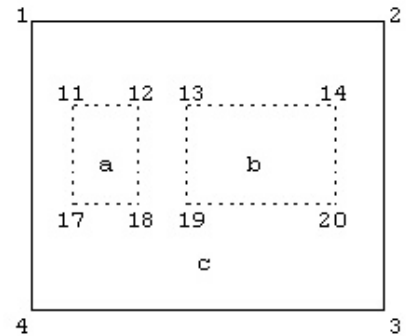
Wie ihr seht, ist die Reihenfolge der Punkte so gewählt, dass die aus ihnen resultierende z-Achse in den Raum zeigt. Entsprechend der oberen Erklärung.

(Alternativ könnte man die Absorberwerte direkt an der Stelle des Absorbernamens eingeben. Dies wäre jedoch recht aufwendig, unübersichtlich und daher unpraktisch.)

Plane sub-division = Unterebenen

Angenommen in einer Ebene (Wand c) liegen Ebenen mit anderen Absorbereigenschaften (z.B. Fenster a und b), so kann man die Flächen geometrisch zerlegen und die Einzelflächen eingeben.

Einfacher und schneller ist es jedoch durch „Plane sub-division“ Unterebenen zu definieren.



PLANES

```
[ 1000 Fensterwand / 1 4 3 2 /
  (a / 17 18 12 11 / Fenster)
  (b / 19 20 14 13 / Fenster)
  (c / 1 4 3 2 / Wand) ]
```

Die Eingabe entspricht im ersten Teil der, der Ebenen (Planes). Nur werden dieser Gesamtebene keine Absorbereigenschaften zugewiesen, da sie sich je nach Unterebene unterscheiden.

Ab der zweiten Zeile werden die Unterebenen mit Namen, Eckpunkten und Absorbereigenschaften definiert.

Tipp: Bei der Eingabe und besonders bezüglich der Eingabeform bietet CATT-Acoustic eine wichtige Hilfe.

Unter der Menüleiste des jeweiligen Eingabefensters findet ihr unter „Template“ verschiedene Eingabemöglichkeiten. Durch anklicken der gewünschten erscheint die Eingabeform an der Stelle des Cursors.

Eine weitere wichtige Hilfe bzw. Erleichterung ist die Möglichkeit die Drehrichtung bei der Ebenendefinition zu ändern.

```
[1000 Fußboden / 10 11 12 13 / Holz ]
(Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn, wie unter PLANES beschrieben)
```

ist das Gleiche wie

```
[1000 Fußboden \ 10 13 12 11 \ Holz ]
(Drehrichtung mit dem Uhrzeigersinn, bedingt durch Backslash statt Slash)
```

Dies ist vor allem hilfreich, wenn man bei der Kontrolle der Geometrien feststellt, dass man eine Fläche verkehrt herum eingegeben hat (siehe Beispiel Arbeitsraum „Ergebnisse“ – „Richtig“ „Falsch“).

Man muss dann nicht die gesamten Punkte noch einmal, in umgekehrter Reihenfolge eingeben, sondern kann einfach die „/“ in „\“ ändern.

So, damit wäre die Eingabe in den GEO-File vollständig.
Das Ganze speichern und Schließen.

Jetzt haben wir die Geometrie des Raumes eingegeben, die Flächen samt Richtung definiert und ihre schalltechnischen Eigenschaften angegeben.

Nun können wir uns um die akustischen Komponenten (Empfänger und Sender) kümmern.

8.) virtueller Empfänger

Um den Empfänger mit Position in unserem Raum eingeben zu können, klicken wir auf Receiver-file... im Prediction Fenster, wählen REC.LOC aus und öffnen ihn.

→ das CATT-Edit – REC.LOC Fenster öffnet sich.

In der ersten Zeile steht wiederum der Name unseres Projektes.

Durch **RECEIVERS** kündigen wir an, diesen zu definieren.

In der ersten Spalte steht wiederum die id (*könnten auch mehrere sein*), in der zweiten die x-Koordinate, in der dritten die y, und in der Vierten die z.

z.B.:

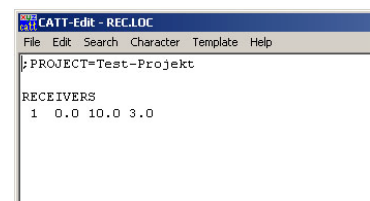
1 1,25 1 1,6

Dh. Wir haben einen Empfänger in der Mitte des Raumes, einen Meter von der vorderen Wand entfernt und in 1,6m Höhe (etwa Ohrhöhe einer stehenden Person).

Da von einem punktförmigen Empfänger ausgegangen wird, müssen wir über die Ausrichtung keine Angaben machen.

Das war es hier auch schon.

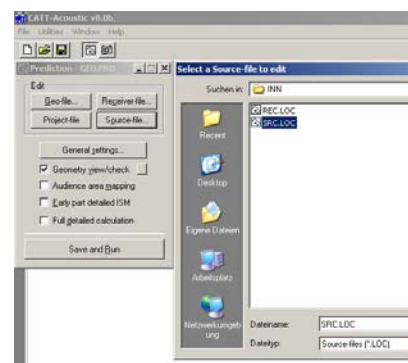
Das Ganze im Fenster unter „File“ → „Save“ speichern und schließen.



9.) virtueller Sender

Um jetzt den Sender mit Position und Ausrichtung im Raum einzugeben klicken wir auf Source-file... im Prediction Fenster wählen SRC.LOC aus und öffnen ihn.

→ das CATT-Edit – SRC.LOC Fenster öffnet sich.



In der ersten Zeile steht wieder der Name unseres Projektes.
Durch **SOURCEDEFS** kündigen wir an, dass wir jetzt die Schallquellen definieren.

In der Vorgabe sind drei verschiedene Arten von Schallquellen mit ihrer Eingabeform angegeben. Das würde den Rahmen dieser Anleitung sprengen. Wer mehr darüber erfahren will schaue bitte im entsprechenden Helpfile nach. Wir gehen von einer einfachen, kugelförmigen (OMNI) Schallquelle aus. (→ löscht das Ganze und gibt statt dessen das Folgende ein.)

```

CATT-Edit - SRC.LOC
File Edit Search Character Template Help
;PROJECT=Test-Projekt

SOURCEDEFS

; a natural source
;id position directivity aim-position [roll]
A0 0.0 3.0 1.7 OMNI 0.0 5.0 1.7
Lp1m_a = Lp_white 94 ; white spectrum, 94 dB at 1kHz

; an electro-acoustical source (syntax 1 specifying Gain_a)
B0 -2.0 3.0 3.7 CATT.SD0 0.0 7.0 1.7
Lp1m_a = Lp_voice_normal
Gain_a = <20 20 20 20 20> ; calculates Lp1m_ea
Delay_e = 0

; an electro-acoustical source (syntax 2 specifying Lp1m_ea)
B1 2.0 3.0 3.7 CATT.SD0 0.0 7.0 1.7
Lp1m_a = Lp_voice_normal
Lp1m_ea = <75 80 82 85 88 88> ; at 1m on source axis
Delay_e = 0
    
```

SOURCEDEFS

A 1,25 3 1,6 OMNI 1,25 2 1,6
Lp1m_a = Lp_white96

Die erste Spalte der ersten Zeile gibt wieder die id an (hier von A-Z. Gehören mehrere Schallquellen zu einer Beschallungssituation so kann man die Auflistung durch Zahlen erweitern z.B. A0, A1, ...).

Die zweite bis vierte die Position, die fünfte die Art der Schallquelle (OMNI ist eine vordefinierte, kugelförmige Schallquelle) und die sechste bis achte die Richtung (wird durch einen Punkt angegeben. *Ist bei einer kugelförmigen Schallquelle eigentlich ohne Belang*).

In der zweiten Zeile wird die Art des „Geräusches“ eingegeben (Lp_white 96 bedeutet ein weißes Rauschen mit 96dB bei 1kHz).

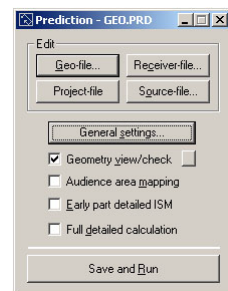
Das ganze im Fenster unter File → save speichern und schließen.

10.)Ergebnisse

Nachdem jetzt die Geometrie, der Empfänger und die Schallquelle eingegeben sind können wir uns die verschiedenen Ausgaben ansehen.

Hierzu können wir im Prediction-Fenster durch markieren der entsprechenden Kästchen wählen zwischen

- Geometrie view/check = Betrachten der Geometrie und Kontrolle der Eingabe
- Audience area mapping = Betrachten der Zuhörerebene (*haben wir nicht eingegeben*)
- Early part detailed ISM = Betrachten der direkten Reflektionswege
- Full detailed calculation = Vollständiges Schalltechnisches Ergebnis



Als erstes, bevor wir eine aufwendige Berechnung starten, empfiehlt es sich die Geometrie zu kontrollieren.

Also das erste Kästchen markieren und mit „Save and Run“ die Berechnung starten.

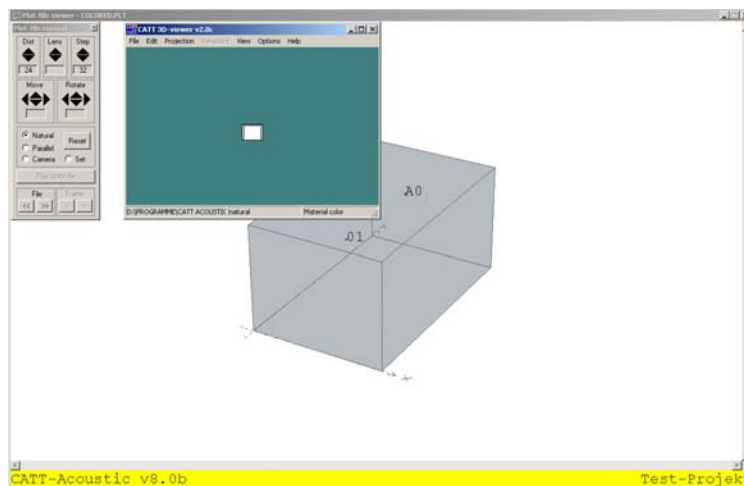
Geometrie view/check

→ CATT 3D viewer öffnet sich, und im Plot-file viewer erscheint der Raum.

Im Plot-file viewer kann man sich mittels gedrückter linker Maustaste den Raum im dreidimensionalen betrachten.

(Bei unserem leinen Beispiel wenig ergiebig. Können ihn also schließen.)

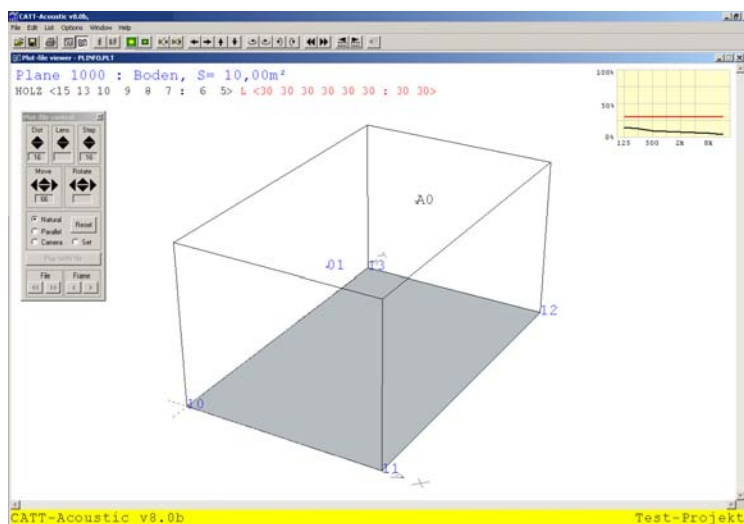
Mittels der Plot-file control lässt sich die Ansicht variieren.



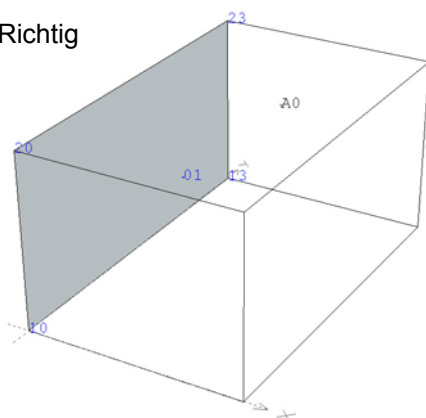
Um zur nächsten Ergebnisanzeige zu gelangen mittels des Doppelpfeiles einen weiter springen.

Die Einzelpfeile ermöglichen, soweit sie schwarz sind, die Unterergebnisse anzusehen z.B. in der Abbildung die einzelnen Ebenen (Planes).

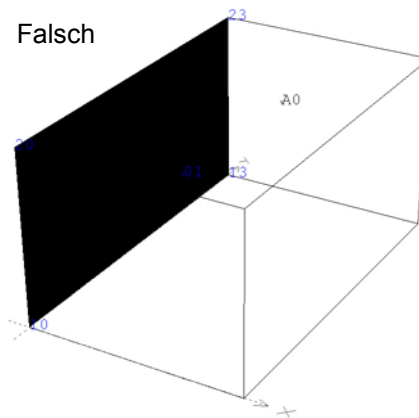
*Sollten dringend kontrolliert werden!
Wichtig ist hierbei, das die grau angelegte Fläche in den Raum zeigt.*



Richtig



Falsch



Im zweiten, falschen Beispiel ist die Rechte-Hand-Regel missachtet worden.
→ die z-Achse zeigt nicht in den Raum → die Oberfläche die in den Raum zeigt ist nicht mit akustischen Eigenschaften definiert → Falsches Ergebnis der akustischen Berechnung.

(Eckpunkte in umgekehrter Reihenfolge eingeben, oder einfach „/“ in „\“ ändern → Drehrichtung ändert sich.)

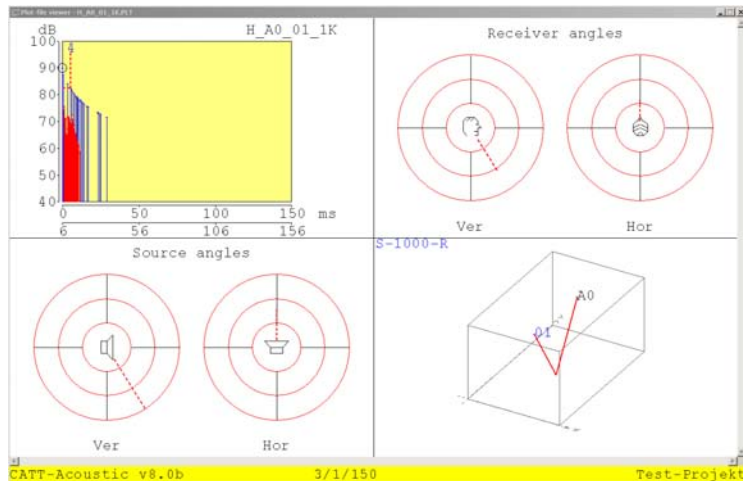
Die übrigen Ergebnisse des Geo-check einfach durchklicken, erklären sich selbst.

Ist die Geometrie korrekt, könnt ihr die akustischen Berechnungen starten.
 Sprich das entsprechende Kästchen markieren und starten.
 (Audience area mapping in unserem Beispiel nicht definiert → kein Ergebnis)

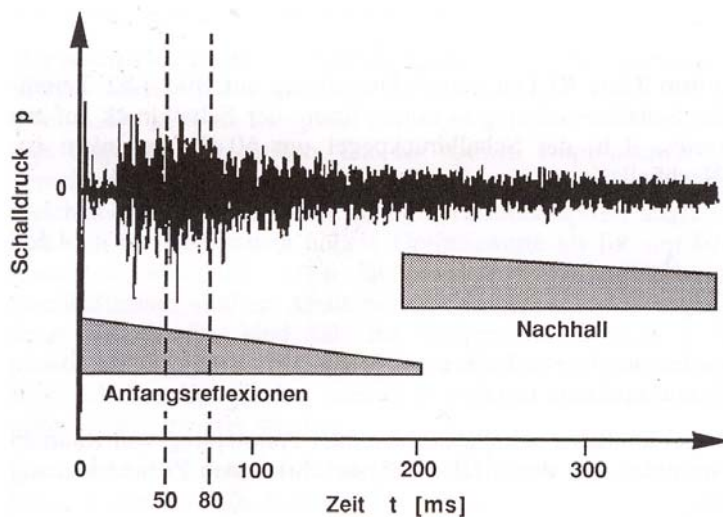
Early part detailed ISM

Hier werden die direkte Schallausbreitung und die Schallausbreitung nach einfacher Reflexion (Anfangsreflexion) dargestellt.

(Die untere Zeitleiste beginnt nachdem der direkte Schall den Empfänger erreicht hat. Hier nach 6ms → die Zeitleiste ist im Vergleich zur Oberen um 6ms verschoben.)



(Die Graphik rechts gehört nicht zu den Ergebnissen von CATT-Acoustic.
 Sie dient lediglich dem Verständnis wann und wie lange ich von Anfangsreflexion spreche und wann der Nachhall beginnt.)



Full detailed calculation

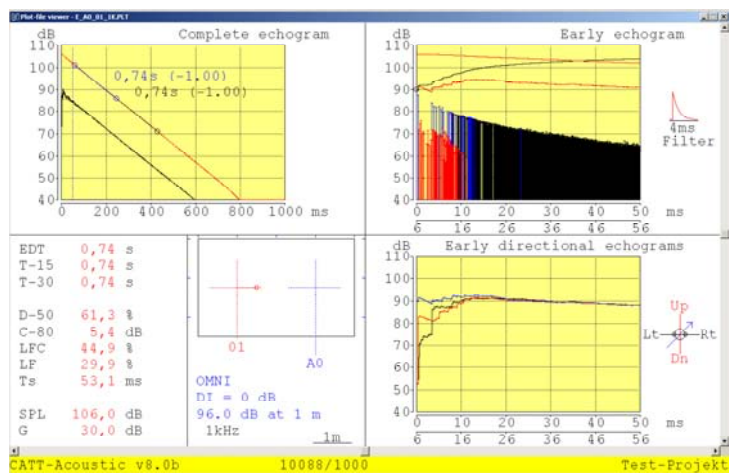
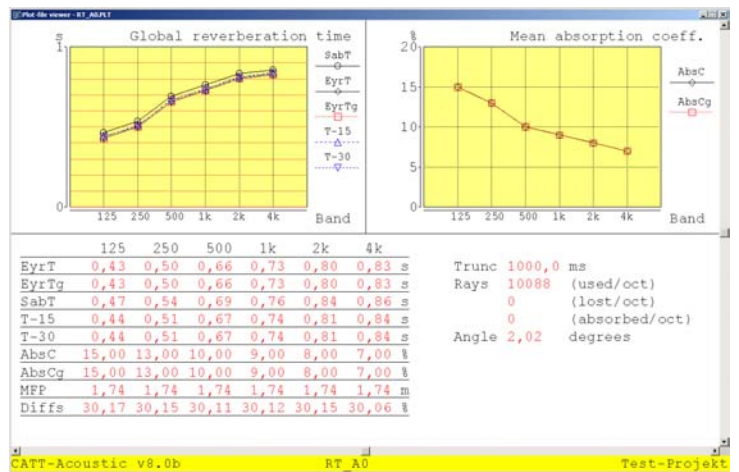
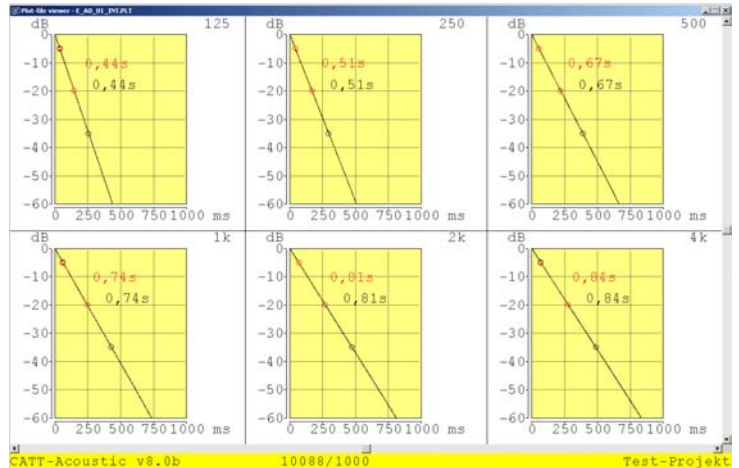
Dies ist der rechenaufwendige Teil und das wesentliche Ergebnis.

Hier werden die Nachhallzeiten und Absorptionen graphisch dargestellt.

Für den anfangs dargestellten kleinen Raum sollte das Ergebnis wie dargestellt aussehen.

(T15 bzw. T30 sind die aus der Abnahme um 15 bzw. 30 dB hochgerechneten Abnahmen um 60dB, da eine Abnahme um 60dB kaum im messbaren Bereich liegen kann. Dies würde bedeuten, dass bei einem Hintergrundgeräusch von ca. 30dB zu Beginn mindestens 90dB beim Empfänger ankommen müssten.

Bei großen Räumen könnt ihr euch wohl vorstellen was für eine mächtige Anlage dazu nötig wäre.)



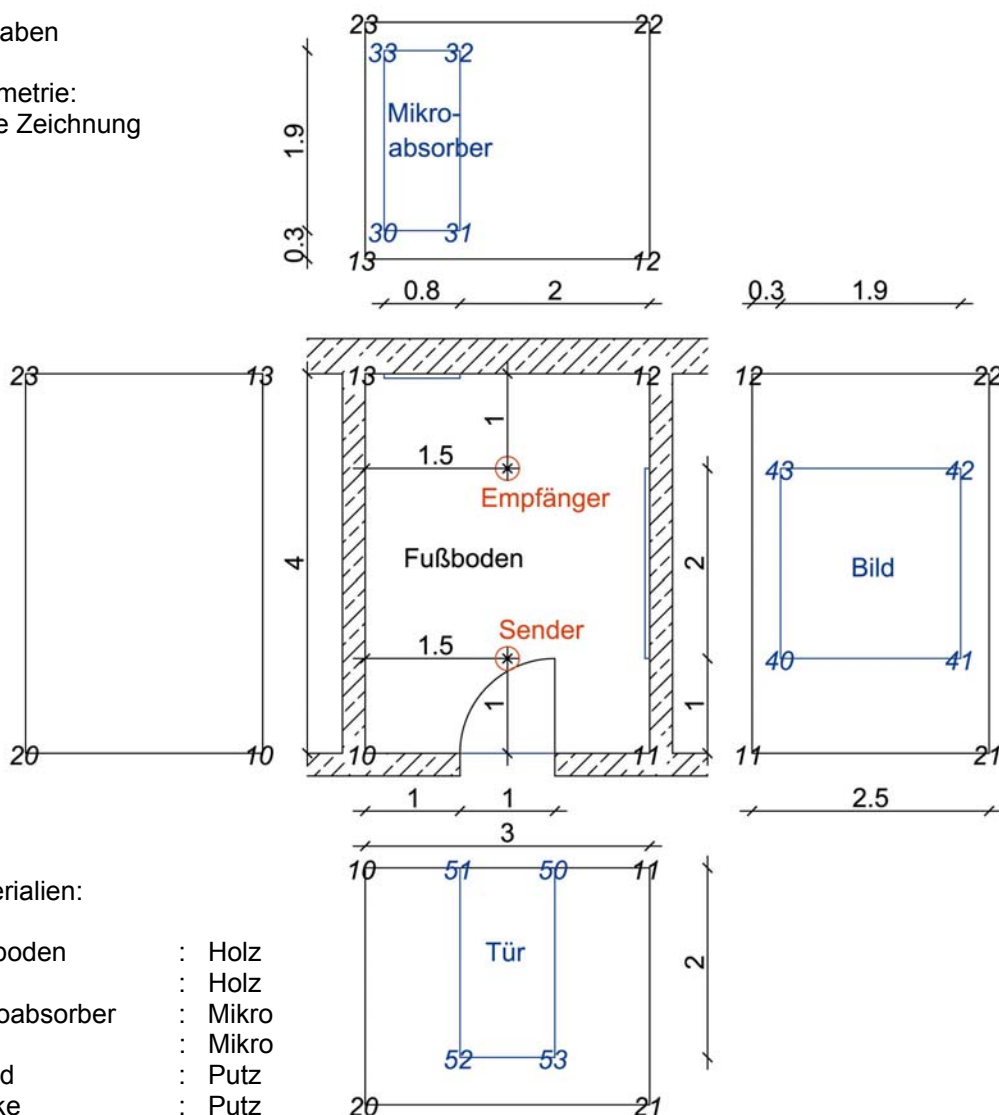
So jetzt könnt ihr das Ganze anhand des anschließenden Beispiels mal ausprobieren.

5. Beispiel „Arbeitsraum“

In diesem Abschnitt werden die einzelnen vollständig eingegebenen Files eines einfachen Arbeitsraumes als Beispiel aufgeführt.

1.) Vorgaben

Geometrie:
siehe Zeichnung



Materialien:

Fußboden : Holz
 Tür : Holz
 Mikroabsorber : Mikro
 Bild : Mikro
 Wand : Putz
 Decke : Putz

Eigenschaften:

ABS Holz = <15 13 10 9 8 7> L <30 30 30 30 30 30>
 ABS Mikro = <20 30 40 50 60 70> L <50 50 50 50 50 50>
 ABS Putz = <1 2 3 4 5 7> L <10 10 10 10 10 10>

Schallquelle: Kugelförmige Schallquelle
 Weißes Rauschen mit 96Bb bei 1kHz
 In 1,6m Höhe

Empfänger: In 1,6m Höhe

2.) Master.GEO

```

catt *CATT-Edit - MASTER.GEO
File Edit Search Character Template Help

;MASTER.GEO
;PROJECT=Arbeitsraum

;Materialeigenschaften

ABS Holz = <15 13 10 9 8 7> L <30 30 30 30 30 30>
ABS Mikro = <20 30 40 50 60 70> L <50 50 50 50 50 50>
ABS Putz = <1 2 3 4 5 7> L <10 10 10 10 10 10>

CORNERS
;id x y z
;Fußboden
10 0 0 0
11 3 0 0
12 3 4 0
13 0 4 0

;Decke
20 0 0 2,5
21 3 0 2,5
22 3 4 2,5
23 0 4 2,5

;Mikroabsorber
30 0,2 4 0,3
31 1 4 0,3
32 1 4 2,2
33 0,2 4 2,2

;Bild
40 3 1 0,3
41 3 1 2,2
42 3 3 2,2
43 3 3 0,3

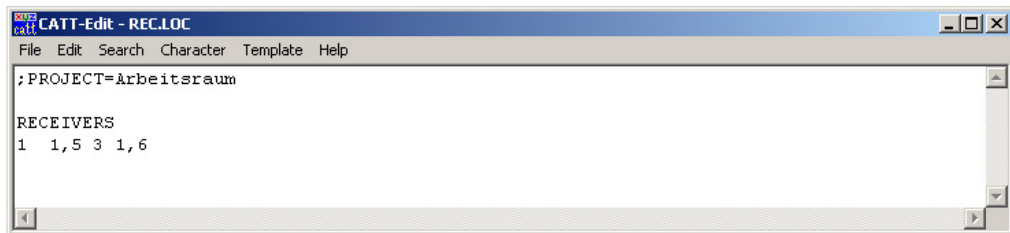
;Tür
50 2 0 0
51 1 0 0
52 1 0 2
53 2 0 2

PLANES
;[id name / / absname ]
[1000 Fußboden / 10 11 12 13 / Holz]
[1001 Decke / 20 23 22 21 / Putz]
[1002 WandTür / 10 20 21 11 / Putz )
( WandTür / 10 20 21 11 / Holz ) ]; Sub-Plane Tür
( Tür / 50 51 52 53 / Putz )
[1003 WandLi / 10 13 23 20 / Putz]
[1004 WandMikro / 12 22 23 13 / Putz)
( WandMikro / 12 22 23 13 / Mikro) ];Sub-Plane Mikroabsorber
( Mikroabsorber / 30 31 32 33 / Putz )
[1005 WandBild / 11 21 22 12 / Putz )
( WandBild / 11 21 22 12 / Mikro ) ];Sub-Plane Bild
( Bild / 40 41 42 43 / Putz )

```

3.) virtueller Empfänger

REC.LOC

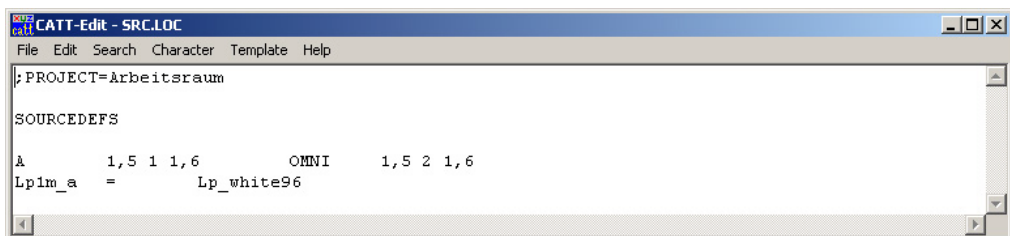


```
CATT-Edit - REC.LOC
File Edit Search Character Template Help
;PROJECT=Arbeitsraum

RECEIVERS
1 1,5 3 1,6
```

4.) virtueller Sender

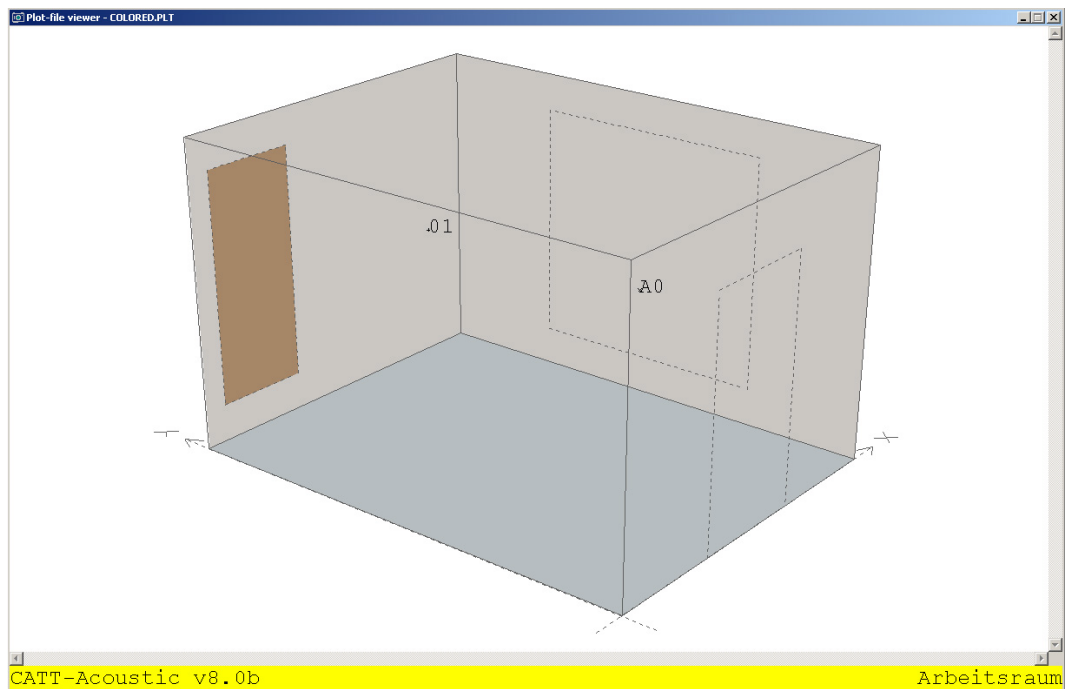
SRC.LOC

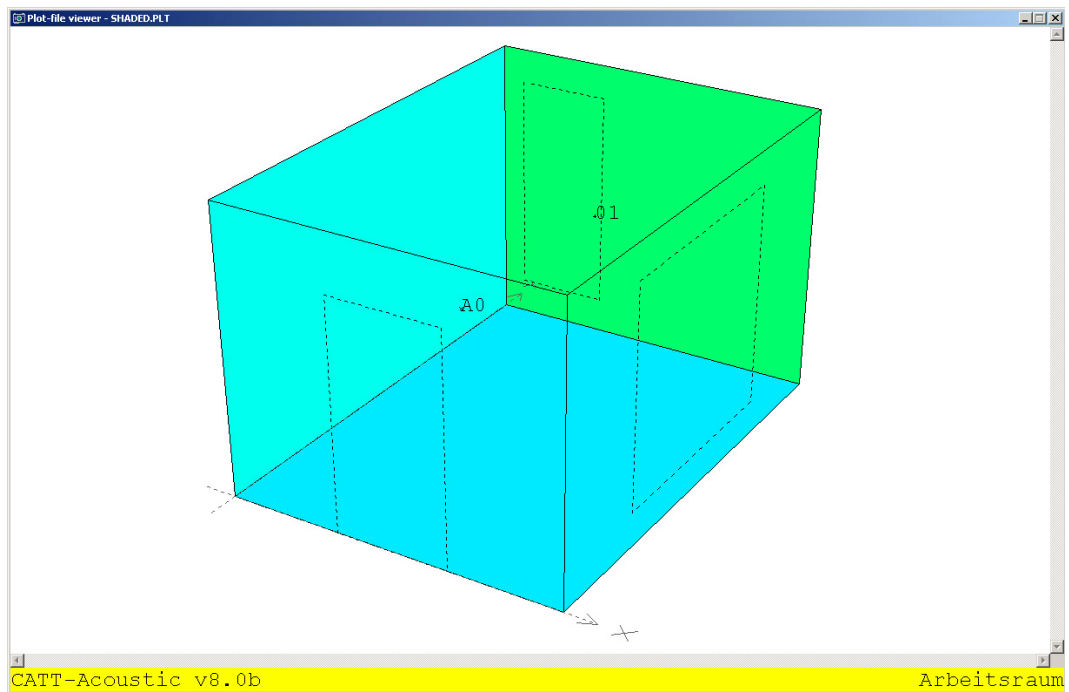
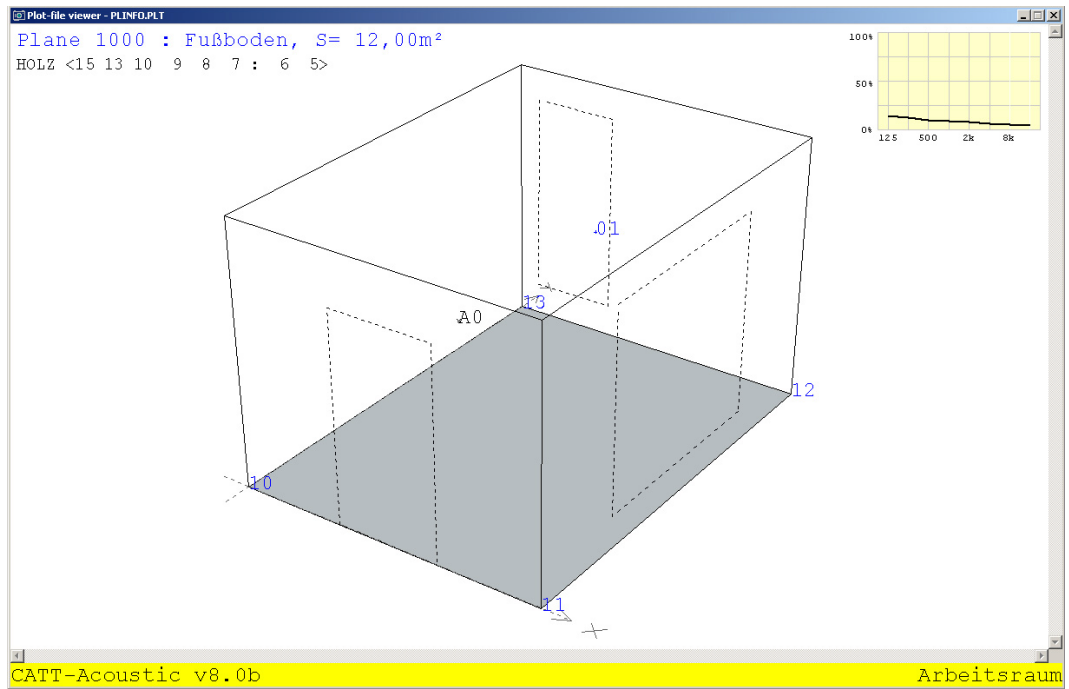


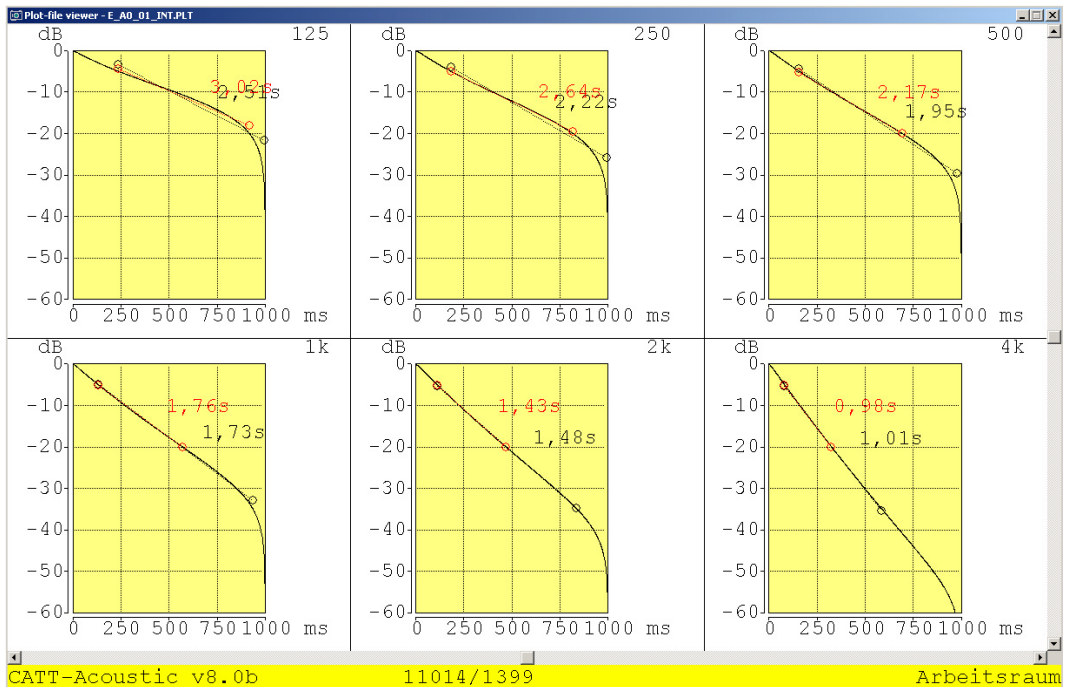
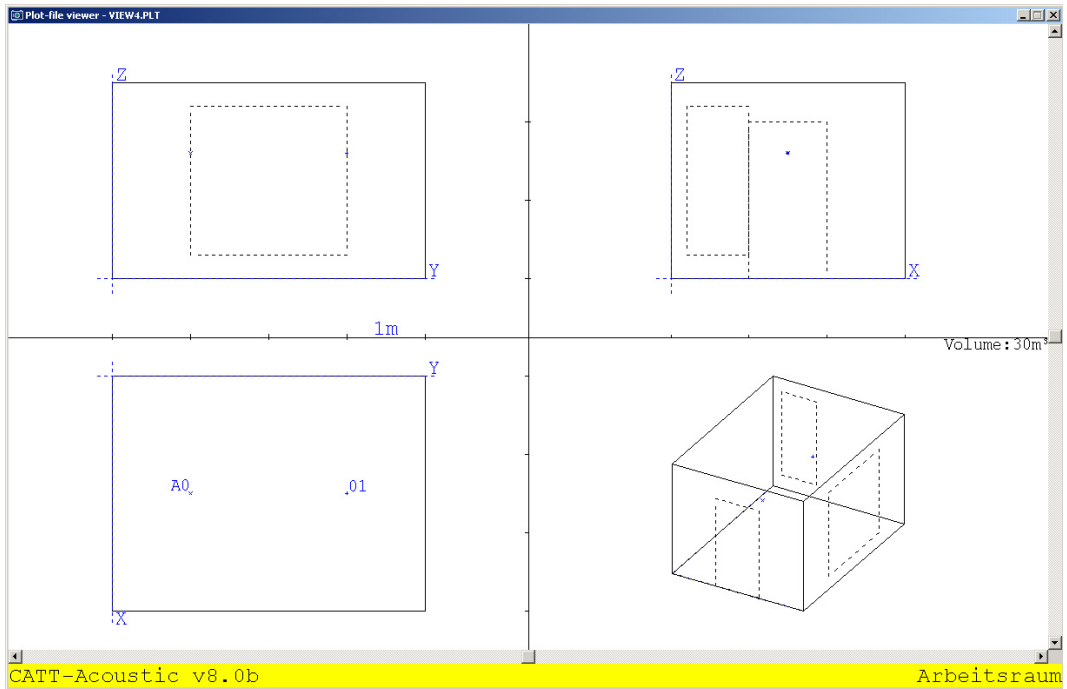
```
CATT-Edit - SRC.LOC
File Edit Search Character Template Help
;PROJECT=Arbeitsraum

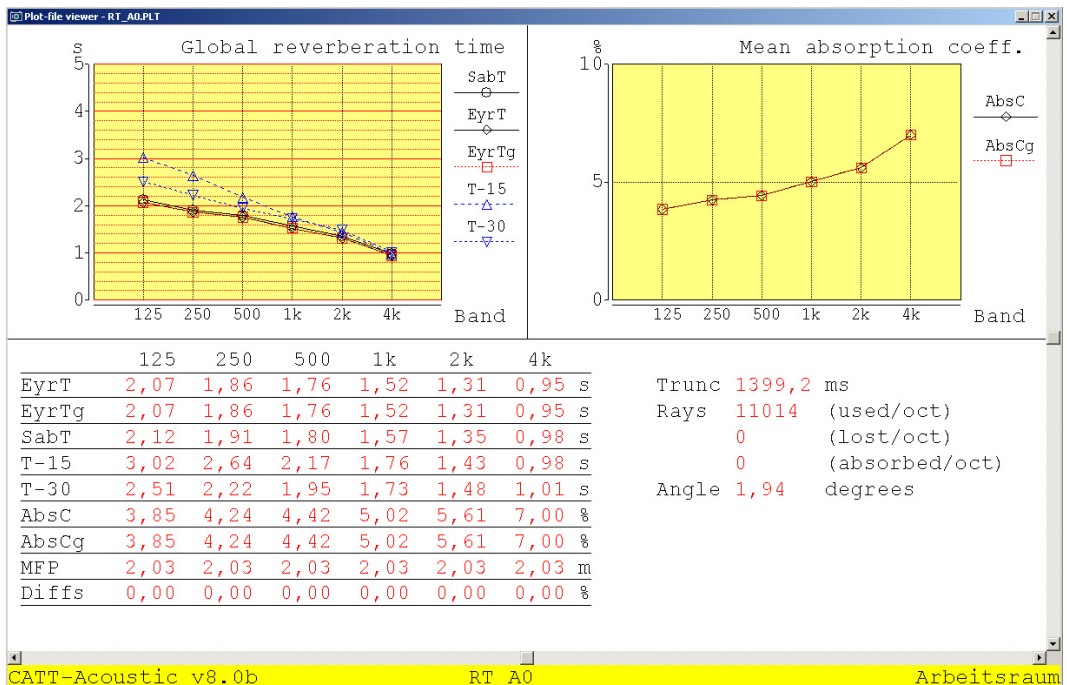
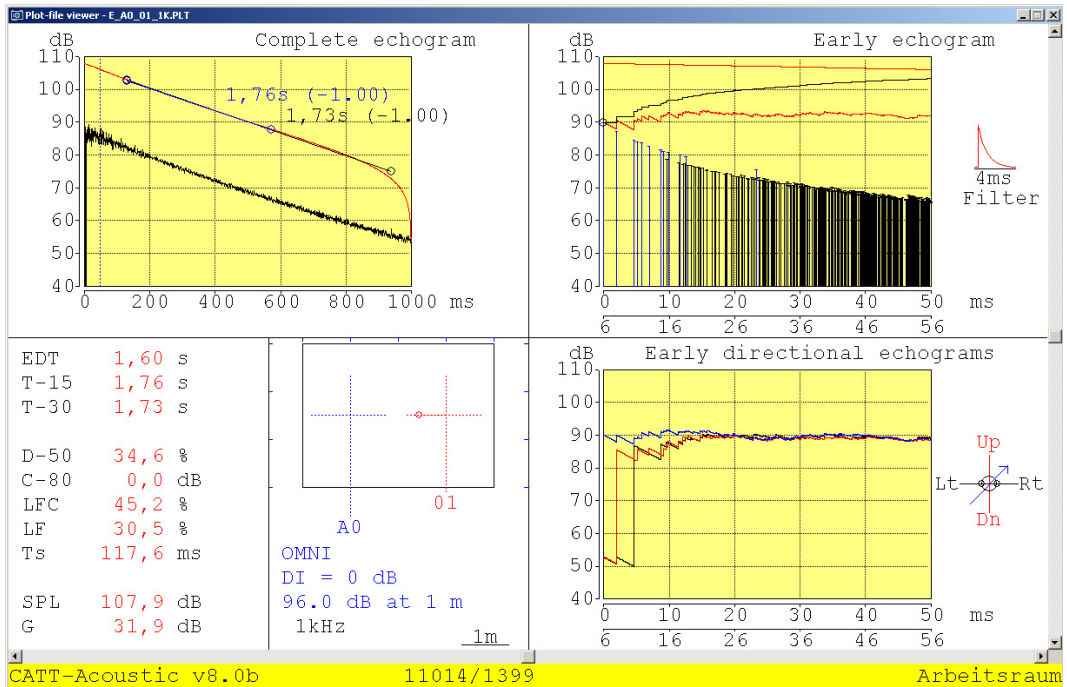
SOURCEDEFS
A      1,5 1 1,6      OMNI      1,5 2 1,6
Lp1m_a =      Lp_white96
```

5.) Ergebnisse









6. Anhang

6.1 Eingabemöglichkeiten

- CORNERS** : Eingabe der Eckpunkte
id x y z
- PLANES** : Definition der Ebenen
[id Name / Ecke1 Ecke2 Ecke3 Ecke4 / ABS]
Wobei für ABS die Eigenschaften des Absorbers direkt eingegeben werden können oder ein vordefinierter Absorber angegeben werden kann.
- ABS** : Absorbereigenschaften definieren
ABS Name <0,125 0,25 0,5 1 2 4> L <0,125 0,25 0,5 1 2 4>
Wobei die Zahlenreihe 0,125 ... 4 für die Frequenzen (in kHz) steht, für die die jeweiligen Werte eingegeben werden müssen.
Die erste Zahlenreihe steht für die Reflektion, die zweite für die Diffusionseigenschaften.
- INCLUDE** : Beinhaltete GEO-files
INCLUDE NAME
Name ist der des hinzuzufügenden GEO-files.
- SCALE** : Skalieren
SCALE x-Faktor y-Faktor z-Faktor
Wobei für x-,y-,z-Faktor nur die Zahl eingegeben wird.
Diese können auch variieren.
- OBJECT** : definiert einen GEO-file als Objekt.
OBJEKT
Das Objekt erhält ein eigenes, lokales Koordinatensystem, welches bei Rotation, Spiegelung, u.s.w. beibehalten wird.
- ORIGIN** : Ursprung
ORIGIN x y z
Hat man OBJECT verwendet und will nun dieses um einen Punkt außerhalb des objekteneigenen Koordinatensystems drehen (spiegeln, ...) so definiert man mittels ORIGIN einen neuen Ursprung im aktuellen Koordinatensystem.
- TRANSLATE** : Übersetzen
TRANSLATE x y z
Gibt an, an welcher Stelle im Koordinatensystem ein Objekt eingesetzt werden soll. (Ausgehend vom Nullpunkt des Objektkoordinatensystems.)
- ROTATE** : Drehen
ROTATE r_x r_y r_z
Für r_x, ... werden die Gradzahl der Drehung um die entsprechende Achse angegeben. (Positiver Wert → im Uhrzeigersinn!)
- OFFSETPL** : Setze id der Ebenen
OFFSETPL 1000
Setzt die id der Ebene auf 1000 → die Nummerierung kann von 1 aufwärts erfolgen ohne jeweils die 10er Potenz eingeben zu müssen.

- OFFSETCO** : Setze id der Ecken
OFFSETCO 10
Setzt die id der Ebene auf 10 → die Nummerierung kann von 1 aufwärts erfolgen ohne jeweils die 10er Potenz eingeben zu müssen.
- FROMFRONT** : Von Vorn; Hinten
FROMBACK
Dreht die z-Achse um 180°.
(Nützlich wenn man die Ecken im Uhrzeigersinn eingegeben hat.)
- MIRROR** : Spiegeln
MIRROR Ecken und/oder Ebene
Spiegelt entlang der y-Achse alle Punkte oder Ebenen die angegeben werden. (Durch ein anschließendes EXCLUDE kann man z.B. von Ebenen Punkte abziehen, die nicht gespiegelt werden sollen.)
- COPY** : Kopieren
COPY Ecke Ebene original_x,y,z neu_x,y,z Drehung_x,y,z
Kopiert Ecken und/oder Ebenen von einer original Position zu einer neuen Position mit einer angegebenen Drehung.
- GLOBAL** : Global
GLOBAL Name = Definition
Hiermit lassen sich Definitionen treffen, die im aktuellen GEO-file und allen beinhalteten GOE-files gelten.
z.B.: GLOBAL h = 10
- LOCAL** : Lokal
LOCAL Name = Definition
Hiermit lassen sich Definitionen treffen, die im aktuellen GEO-file gelten.
- GETGLOBAL** : Wird Global
GETGLOBAL Name = Definition
Siehe **GLOBAL**
- GETLOCAL** : Wird Lokal
GETLOCAL Name = Definition
Siehe **LOCAL**
- NOROOM** : kein Raum
NOROOM
Wird benutzt, wenn ein GEO-file keinen Raum, sondern eine Ansammlung von Ecken und Ebenen darstellt, die nur zum kopieren in einen anderen GEO-file bestimmt sind.
In diesem Fall werden keine Sender- und Empfänger-Daten benötigt.

6.2 Verschiedene Absorbereigenschaften

Für die Diffusität nehmen wir einen Wert zwischen 10 und 30 jeweils für den gesamten Frequenzbereich an, da nicht nur das Material sondern auch dessen Geometrie Einfluss auf dessen Eigenschaften bezüglich der Diffusität haben. Eine genauere Definition ist daher nicht möglich und aufgrund des geringen Einflusses auf das Ergebnis, auch nicht nötig. Es wird hier also im Einzelnen offen gelassen!

Kursiv gedruckte Schriften sind Kommentare bzw. Anmerkungen und gehören nicht in die Eingabe!

Schallabsorptionsgrad α_s wird in vollen Prozent ohne Kommastellen angegeben.
Dh. $\alpha_s = 0,03 \rightarrow$ Eingabe 3

Mineralische Oberflächen

ABS Putz (<i>rau</i>)	=	<3 3 4 4 5 6>	L	<	>
ABS Sichtbeton	=	<1 1 1 2 3 3>	L	<	>
ABS Akustikputz (<i>d=12mm</i>)	=	<4 15 26 41 69 89>	L	<	>
ABS Fliesen	=	<1 1 2 2 2 3>	L	<	>

Nichttextile Fußböden

ABS Linoleum (<i>PVC</i>)	=	<1 1 2 2 3 3>	L	<	>
ABS Parkett (<i>versiegelt</i>)	=	<2 2 3 4 5 5>	L	<	>
ABS Parkett (<i>unversiegelt</i>)	=	<4 4 6 12 14 17>	L	<	>

Textile Fußbodenbeläge

ABS Nadelfilz (<i>d = 4-6mm</i>)	=	<4 4 6 12 14 17>	L	<	>
ABS Velours (<i>d= 7-8mm</i>)	=	<4 4 6 12 14 17>	L	<	>

Abgehängte Unterdecken

ABS Gipskartonplatte (<i>ungelocht</i>)	=	<25 12 10 5 5 10>	L	<	>
ABS Holzspanplatte (<i>d = 10-12mm</i> <i>300mm Deckenabstand</i>)	=	<42 28 49 78 58 62>	L	<	>
ABS Lochblechplatte (<i>Lochung 20%</i> <i>Mit Mineralwolle 30mm belegt,</i> <i>300mm Deckenabstand</i>)	=	<41 54 56 64 69 64>	L	<	>

Fenster, Türen

ABS Fenster (<i>geschlossen</i>)	=	<10 15 10 5 3 2>	L	<	>
ABS Tür (<i>geschlossen,</i> <i>Sperrholz lackiert</i>)	=	<12 10 8 5 5 5>	L	<	>

Verkleidungen

ABS Gipskartonplatte (<i>d = 10mm</i> <i>ungelocht, Wandabstand 50mm,</i> <i>Hohlraum mit Mineralwolle</i>)	=	<4 4 6 12 14 17>	L	<	>
ABS Gipskartonplatte (<i>d = 10mm</i> <i>gelocht, Lochanteil 15%,</i> <i>Wandabstand 50mm,</i> <i>Hohlraum mit Mineralwolle</i>)	=	<4 4 6 12 14 17>	L	<	>
ABS Sperrholzplatte (<i>auf Holzlatten,</i> <i>Wandabstand 50mm</i>)	=	<18 28 12 7 4 4>	L	<	>

7. Quellenverzeichnis

- Hauptquelle und Dank an Helgo Heuer.
- Hilfstemen CATT-Acoustic
- Manual zur Demoversion von CATT-Acoustic
- „Schallschutz + Raumakustik in der Praxis“
W. Fasold / E. Veres
HUSS-MEDIEN GmbH
Verlag Bauwesen
- Vorlesungsskript „Bauphysik 2006 Schall“
von Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Häupl TU-Dresden