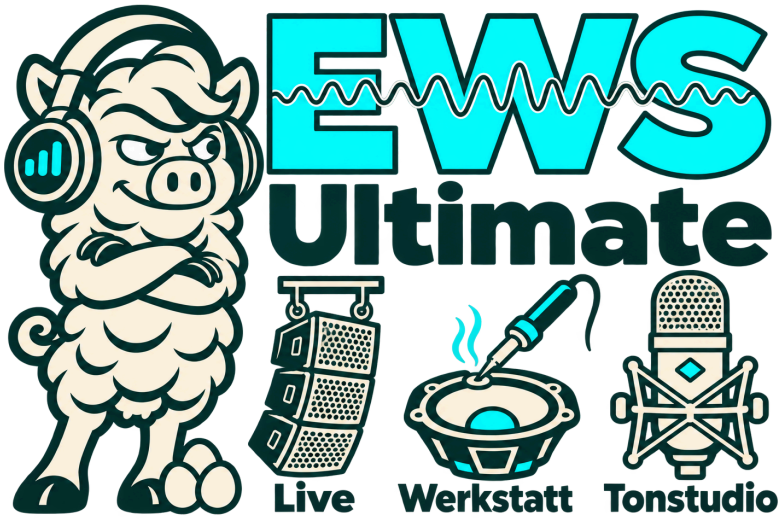

Bedienungsanleitung

eierlegende Wollmilchsau · Stand 26.11.2026

Inhalt

Kapitel 1 · Was EWS ist
- Die Ausgaben
- Was EWS bewusst nicht macht
- Was gebraucht wird
- Schnellstart im Tonstudio
- Installation und Freischaltung
- Aufbau dieser Anleitung

Kapitel 2 · Grundlagen und Einrichtung
- Programmfenster
- Projekt und Raum
- Hardware
- Einstellungen

Kapitel 3 · Messen, Auswerten, Optimieren, Bericht
- Messen
- Auswertung
- Optimieren
- Bericht
- Messdaten einlesen

Kapitel 4 · Lautsprecher, Messwerkzeuge und Werkstatt
- Lautsprecher
- Spezialmessungen
- Live-Analyzer
- Generator
- Oszilloskop
- Werkstatt

Kapitel 5 · Stimmen, Referenz und Lautheit, Spaß
- Instrumente stimmen
- Referenz und Lautheit
- Applausometer
- Gimmick

Kapitel 1 · Was EWS ist

EWS steht für „eierlegende Wollmilchsau".
Das Programm misst Räume, Lautsprecher und fertige Titel.
Es sagt in Klartext, was nicht stimmt und was zu tun ist.
Gebaut ist es für Praktiker im Tonstudio, auf der Bühne und in der Werkstatt.

EWS gibt es in vier Ausgaben.
Jede Ausgabe zeigt nur die Seiten, die für ihre Arbeit gebraucht werden.
Das Logo oben links zeigt, welche Ausgabe gerade läuft.

Die Ausgaben

Seite	Ultimate	Tonstudio	Live	Werkstatt
Projekt und Raum	✓	✓	✓	
Hardware	✓	✓	✓	✓
Messen	✓	✓	✓	
Auswertung	✓	✓	✓	
Lautsprecher	✓	✓	✓	✓
Spezialmessungen	✓	✓		
Live-Analyzer	✓	✓	✓	✓
Generator	✓	✓	✓	✓
Oszilloskop	✓	✓		✓

Werkstatt	✓			✓
Instrumente stimmen	✓	✓	✓	
Referenz und Lautheit	✓	✓		
Optimieren	✓	✓	✓	
Bericht	✓	✓	✓	
Einstellungen	✓	✓	✓	✓
Applausometer	✓		✓	
Gimmick	✓	✓	✓	✓

EWS Ultimate enthält alles.
EWS Tonstudio misst und optimiert Regieräume und Aufnahmeräume, vom leeren Raum bis zum fertigen Studio.
EWS Live misst Beschallungsanlagen und enthält das Pegelprotokoll.
EWS Werkstatt prüft Lautsprecher und Chassis und führt die Werkstatt-Datenbank.

Die Ausgabe wird oben links unter dem Logo gewählt.
Ein Klick auf den Namen der Ausgabe öffnet die Auswahl.
Beim Umschalten erscheint kurz das Startbild der Ausgabe.
Ein Klick schließt es sofort.

Was EWS bewusst nicht macht

EWS misst nur, was sich wirklich messen lässt.
Was nach Messung aussieht, aber auf Annahmen beruht, lassen wir weg.

Kopfhörer entzerren.
Ein Messmikrofon im Raum erfasst nicht, was ein Kopfhörer am eigenen Ohr erzeugt.
Kopfhörer werden auf einem Kunstkopf gemessen.
Dessen genormtes Ohr gilt nur bis 10 kHz.
Es bildet einen Durchschnittsmenschen nach.
Jeder Gehörgang ist anders geformt.
Über etwa 4 bis 5 kHz und im Bass weicht jedes Ohr deshalb deutlich vom Durchschnitt ab.
Der Bass hängt außerdem davon ab, wie der Kopfhörer sitzt und abdichtet.
Eine Korrektur nach Kunstkopf trifft deshalb einen Durchschnitt, nicht das eigene Ohr.
Wer seinen Kopfhörer anders hören möchte, stellt das besser am EQ nach Gehör ein.

Was gebraucht wird

- Ein Windows-Rechner.

- Ein Audio-Interface mit ASIO-Treiber für die Messung.
  Die Ausgabe kann auch über ein zweites Gerät laufen, zum Beispiel die Soundkarte des Rechners.
- Ein Messmikrofon am Interface, zum Beispiel Behringer ECM8000.
  Für genaue Werte die Kalibrierdatei des Mikrofons laden.
- Lautsprecher oder eine Anlage, die gemessen werden soll.

Ohne Audiogerät läuft EWS in der Simulation.
Dann lassen sich alle Seiten ansehen, gemessen wird ein gerechneter Raum.

Schnellstart im Tonstudio

1. Auf der Seite „Hardware“ das Interface, den Mikro-Eingang und die Ausgänge der Boxen wählen.
2. Auf der Seite „Projekt und Raum“ ein neues Projekt anlegen und den Raum mit seinen Wandlängen eintragen.
3. Boxen, Hörplatz und Messpunkte im Grundriss an die richtige Stelle ziehen.
4. Auf der Seite „Messen“ den ersten Messpunkt wählen, das Mikrofon dort aufstellen und messen.
   Danach Punkt für Punkt weiter.
5. Auf der Seite „Auswertung“ die Befunde lesen.
   Dort stehen auch die EQ-Vorschläge.
6. Auf der Seite „Bericht“ den Bericht als Datei schreiben.

Für einen fertigen Titel reicht die Seite „Referenz und Lautheit“.
Dort den Titel hineinziehen, dann zeigt EWS für jede Plattform, ob die Lautheit passt.

Installation und Freischaltung

Ohne Lizenz zeigt EWS beim Start die Seite „EWS freischalten“.
Dort gibt es zwei Wege.

Mit Lizenzschlüssel.
Den Schlüssel im Format EWS-XXXX-XXXX-XXXX-XXXX eintragen und auf „Freischalten“ klicken.
Dafür braucht der Rechner einmal Internet.
Danach läuft eine gekaufte Lizenz auch ohne Internet.
Freigeschaltet wird die gekaufte Ausgabe.
Die Auswahl unter dem Logo bietet nur die Ausgaben an, für die eine Lizenz besteht.
Live enthält das Pegelprotokoll.

Probezeit.
Ein Klick auf „Probezeit starten (14 Tage)“ öffnet alle Ausgaben für 14 Tage.
In der Probezeit sind Speichern und Bericht gesperrt.
Die Probezeit gibt es einmal je Rechner.

Jede Lizenz gilt für einen Rechner.
Umziehen auf einen anderen Rechner geht zweimal im Jahr selbst im Kundenbereich auf ews-ultimate.de.

Dort stehen auch alle eigenen Lizenzen.

Später findet sich alles unter „Einstellungen“ in der Karte „Lizenz“.
„Online prüfen“ gleicht die Lizenz mit dem Server ab.
„Rückmeldung senden“ schickt eine Nachricht an das EWS-Team.
Beta-Tester schreiben dort, was gut ist und was fehlt.

Wurde die Uhr des Rechners zurückgestellt, verlangt EWS bei Zeitlizenzen erst eine Prüfung über das Internet.

Aufbau dieser Anleitung

- Kapitel 2 · Grundlagen, Projekt und Raum, Hardware, Einstellungen
- Kapitel 3 · Messen, Auswertung, Optimieren, Bericht
- Kapitel 4 · Lautsprecher, Spezialmessungen, Live-Analyzer, Generator, Oszilloskop, Werkstatt
- Kapitel 5 · Instrumente stimmen, Referenz und Lautheit, Applausometer und Gimmick

Kapitel 2 · Grundlagen und Einrichtung

Dieses Kapitel zeigt das Programmfenster und die drei Seiten, mit denen jede Arbeit beginnt.
Auf „Projekt und Raum“ kommt der Raum ins Programm.
Auf „Hardware“ werden Audiogerät, Mikrofon und Mess-Sweep eingestellt.
Auf „Einstellungen“ steht, was zum Rechner gehört und nicht zum Projekt.

Programmfenster

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (mit Pegelprotokoll).

Wozu

Das Fenster ist in allen Ausgaben gleich aufgebaut.
Oben liegt die Menüleiste, links die Seitenleiste, rechts die gerade gewählte Seite.
Jede Seite hat oben eine Kopfzeile mit Titel, Projektname und zwei Knöpfen.

So geht's

1. Das Programm starten.

Es öffnet sich maximiert und zeigt kurz das Startbild der Ausgabe.

1. In der Seitenleiste die gewünschte Ausgabe prüfen und bei Bedarf umschalten.
2. Mit F1 die „Erste Schritte“ aufrufen, wenn der Ablauf noch neu ist.
3. Die Seiten der Reihe nach abarbeiten, also erst „Hardware“, dann „Projekt und Raum“, dann „Messen“.

Alle Bedienelemente

Ausgaben

Das Programm gibt es in mehreren Ausgaben.
Die Ausgabe legt fest, welche Seiten in der Seitenleiste stehen.
Umschalten geht jederzeit, das ist keine Sperre, sondern nur eine Ansicht.

Ausgabe	Seiten
EWS Ultimate	alle Seiten
EWS Tonstudio	alle Seiten außer „Werkstatt“
EWS Werkstatt	Hardware, Lautsprecher, Live-Analyzer, Generator, Oszilloskop, Werkstatt

EWS Live	Projekt und Raum, Hardware, Messen, Auswertung, Lautsprecher, Live-Analyzer, Generator, Instrumente stimmen, Bericht
Pegelprotokoll (gehört zu EWS Live)	Hardware, Live-Analyzer

„Einstellungen“, „Applausometer“ und „Gimmick“ sind in jeder Ausgabe dabei.
Der Fenstertitel trägt den Namen der laufenden Ausgabe.
Das Programm merkt sich die Ausgabe auf diesem Rechner und startet beim nächsten Mal wieder mit ihr.
Hat die neue Ausgabe die gerade offene Seite nicht, springt das Programm auf eine Seite, die es dort gibt.
In der Ausgabe Pegelprotokoll öffnet es den Live-Analyzer gleich mit dem Pegelverlauf.

Startbild

Beim Programmstart und bei jedem Umschalten der Ausgabe erscheint das Startbild über dem ganzen Fenster.
Es zeigt das Bild der Ausgabe, darunter ihren Namen und „eierlegende Wollmilchsau“.
Bei EWS Ultimate steht dort das Logo auf einer weißen Karte.
Nach knapp drei Sekunden blendet es aus.
Ein Klick schließt es sofort.

Seitenleiste

- Ganz oben steht das Logo der laufenden Ausgabe auf einem weißen Kasten.
- Darunter liegt der Wahlschalter der Ausgabe, der Name der Ausgabe mit einem kleinen Pfeil.

Ein Klick öffnet die Liste „EWS Ultimate (alles)“, „EWS Tonstudio (Studio einmessen)“, „EWS Werkstatt (Lautsprecher prüfen)“, „EWS Live (PA einmessen)“ und „Pegelprotokoll“.
Die laufende Ausgabe ist abgehakt.

- Darunter folgen die Seiten.

Die Arbeitsseiten tragen eine laufende Nummer.
Die Nummern zählen nur die Seiten, die es in der gewählten Ausgabe gibt.

- Unter einer Trennlinie stehen ohne Nummer „Optimieren“, „Bericht“, „Einstellungen“, „Applausometer“ und „Gimmick“, soweit die Ausgabe sie hat.
- Die gewählte Seite ist farbig hinterlegt und links mit einem Strich markiert.
- Neben „Messen“ steht ein grünes Schild mit gemessenen und allen Punkten, zum Beispiel „5/12“.

Es erscheint, sobald das Projekt Messpunkte hat.

- Ganz unten liegt der Knopf „Einklappen“.

Eingeklappt ist die Leiste schmal und zeigt nur Symbole.
Das Logo wird dann zur Sau allein.

Der Name einer Seite erscheint als Hinweis, wenn der Mauszeiger auf ihrem Symbol ruht.
Derselbe Knopf, jetzt mit dem Hinweis „Seitenleiste ausklappen“, klappt die Leiste wieder auf.

- Ob die Leiste eingeklappt ist, merkt sich das Programm auf diesem Rechner.

Der Wahlschalter der Ausgabe ist nur bei ausgeklappter Leiste zu sehen.
Eingeklappt geht das Umschalten über das Menü „Module“.

Kopfzeile jeder Seite

- Links steht groß der Titel der Seite.
- Daneben steht die Pille mit dem Namen des offenen Projekts.

Läuft die Simulation, steht dahinter „· Simulation ohne Hardware“.

- Manche Seiten setzen hinter die Pille eigene Schalter.
- Rechts liegt „Zweiter Monitor“.

Der Knopf öffnet ein eigenes Fenster nur mit Kurven, siehe unten.
Solange das Fenster offen ist, heißt der Knopf „Ein Monitor“ und schließt es wieder.

- Ganz rechts liegt „Bericht“.

Der Knopf springt auf die Seite „Bericht“.

Fenster „Zweiter Monitor“

Das Fenster legt sich auf den zweiten Bildschirm, wenn einer angeschlossen ist.
Ohne zweiten Bildschirm erscheint es etwas kleiner auf dem Hauptbildschirm.
Es läuft mit der Messung mit und zeigt nur Kurven.

- Oben rechts wählt ein Umschalter die Ansicht „Frequenzgang“, „Impulsantwort“, „Wasserfall“ oder „Phase“.

Die Impulsantwort ist die Antwort des Raums auf einen einzelnen Knall, aus ihr rechnet das Programm alle übrigen Kurven.

- Darunter stehen vier Kennzahlen.

„Letzter Punkt“ nennt den zuletzt gemessenen Punkt mit gültigen und verworfenen Sweeps.
„Abweichung zum Mittel“ sagt, wie weit dieser Punkt zwischen 200 Hz und 10 kHz vom Mittel aller Punkte abweicht.
Sie erscheint ab zwei gemessenen Punkten.
„Auffällig“ nennt eine Frequenz unter 300 Hz, die an mehreren Punkten überhöht ist, oder „nichts“.
„Laufzeit Box → Mikro“ nennt die Laufzeit des Schalls und vergleicht sie mit dem eingetragenen Abstand.
Sie braucht einen Loopback.

Mit der akustischen Zeitreferenz heißt die Karte „Laufzeit gegen die Bezugsbox“ und nennt, wie viel näher oder weiter weg die Box steht als die Bezugsbox.

- Darunter liegt die große Kurvenkarte mit Legende.

Das Fenster mit dem Kreuz zu schließen schaltet den zweiten Monitor aus.

Menüleiste

Ein Klick auf einen Menünamen öffnet das Menü.
Jeder Befehl steht nur an einer Stelle.
Befehle für Seiten, die es in der gewählten Ausgabe nicht gibt, stehen grau da.
Rechts neben einem Befehl steht sein Tastenkürzel.

Datei

- „Neues Projekt“ öffnet die Abfrage für ein neues Projekt, siehe Seite „Projekt und Raum“.
- „Projekt öffnen …“ öffnet einen Projektordner.
- „Speichern“ speichert das Projekt.
- „Speichern unter …“ speichert das Projekt in einen neuen Ordner.
- „Zuletzt geöffnet“ zeigt die letzten sechs Projektordner.

Ein Klick öffnet das Projekt und zeigt die Seite „Projekt und Raum“.
In die Liste kommen nur Projekte, die schon einen Ordner haben.

- „Messdaten für REW speichern …“ springt auf die Seite „Bericht“ und schreibt dort die Messdaten für REW.

REW ist das verbreitete Raummessprogramm „Room EQ Wizard“.

- „Impulsantwort einlesen (WAV) …“ liest eine fertige Impulsantwort als Messung ein, siehe unten.
- „Offline-Messung“ misst ohne Rechner am Messort, siehe unten.
- „Bericht“ springt auf die Seite „Bericht“.
- „Beenden“ schließt das Programm.

Die Projektbefehle sind grau, wenn die Ausgabe keine Seite „Projekt und Raum“ hat.

Impulsantwort einlesen

1. Unter „Datei“ auf „Impulsantwort einlesen (WAV) …“ klicken.
2. Die Datei wählen.

Erlaubt sind WAV und AIFF.

1. Im Fenster unter „Messpunkt“ den Punkt und unter „Lautsprecher“ die Box wählen.

Ist ein Punkt schon gemessen, steht „(gemessen, wird ersetzt)“ dahinter.

1. Auf „Einlesen“ klicken.

Die Messung steht danach in der Auswertung.
Hat das Projekt einen Ordner, speichert das Programm gleich mit.

Gibt es im Projekt noch keinen Messpunkt oder keinen Lautsprecher, meldet das Programm das und liest nichts ein.

Offline-Messung
Damit misst man an einem Ort, an dem kein Rechner mit dem Programm steht.
Der Sweep wird dort von einem beliebigen Gerät abgespielt und aufgenommen.
Ein Sweep ist ein Gleitton, der von tiefen zu hohen Frequenzen läuft.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

1. Unter „Datei", „Offline-Messung" auf „1. Mess-Sweep als Datei speichern …" klicken.
2. Die „Abtastrate" wählen, 44100 Hz bis 192000 Hz.

Sie muss zur späteren Aufnahme passen.

1. Auf „Speichern …" klicken und den Ort wählen.

Die Datei enthält den Sweep mit den Einstellungen dieses Projekts.

1. Die Datei über die Anlage abspielen und am Hörplatz mit einem Mikrofon aufnehmen.
2. Unter „Datei", „Offline-Messung" auf „2. Aufnahme des Sweeps einlesen …" klicken.
3. Erst die abgespielte Sweep-Datei wählen („Schritt 1 von 2"), dann die Aufnahme („Schritt 2 von 2").
4. Messpunkt und Lautsprecher wählen und auf „Einlesen" klicken.

Raum

- „Raum und Raster" öffnet die Seite „Projekt und Raum".
- „Lautsprecher und Aufstellung" öffnet die Seite „Lautsprecher".
- „Vorhandene Maßnahmen und Optimieren" öffnet die Seite „Optimieren".

Messen

- „Messen" öffnet die Seite „Messen".
- „Letzten Punkt wiederholen" öffnet die Seite „Messen" und misst den zuletzt gemessenen Punkt noch einmal.
- „Messplan (Raster, Punkte, Ortung)" öffnet die Seite „Projekt und Raum".
- „Spezialmessungen" öffnet die Seite „Spezialmessungen".

Auswertung
Jeder Eintrag öffnet die Seite „Auswertung" mit dem passenden Reiter.
Die Reiter heißen „Raumkarte", „Frequenzgang", „Wasserfall", „Nachhall", „Reflexionen", „Hörzone", „EQ-Vorschläge", „3D-Bild", „Raummoden" und „Abgleich zweier Boxen".

Werkzeuge

- „Live-Analyzer“, „Generator“, „Oszilloskop“, „Werkstatt (Lautsprecher prüfen)“ und „Instrumente stimmen“ öffnen die gleichnamige Seite.
- „Pegelprotokoll“ öffnet den Live-Analyzer mit dem Pegelverlauf.
- „Applausometer“ und „Gimmick (Spiele)“ öffnen die Gimmick-Seiten.
- „Zweiter Monitor“ schaltet das Kurvenfenster ein und aus.

Ist es an, steht ein Haken davor.

Module
Hier steht dieselbe Liste der Ausgaben wie im Wahlschalter der Seitenleiste.
Die laufende Ausgabe ist abgehakt.

Einstellungen

- „Audiogerät, Kanäle und Mikrofon“ öffnet die Seite „Hardware“.
- „Weitere Einstellungen“ öffnet die Seite „Einstellungen“.
- „Seitenleiste einklappen“ klappt die Seitenleiste ein oder aus.

Ist sie eingeklappt, steht ein Haken davor.

Hilfe

- „Erste Schritte“ zeigt den Ablauf in fünf Schritten.

Sie führen von der Hardware über Raum, Messen und Auswertung bis zu Optimieren und Bericht.

- „Über das Programm“ öffnet das Infofenster.

Es nennt den Namen der Ausgabe, die Firma Metronome Veranstaltungstechnik GmbH und Tag und Uhrzeit, an dem das Programm gebaut wurde.

Tastatur

Wo es die Funktion auch in REW gibt, liegt sie auf derselben Taste wie dort.
Strg steht für die Steuerungstaste, Umschalt für die Großschreibtaste.

Taste	Wirkung
F1	„Erste Schritte“
Leertaste	auf der Seite „Messen“ die Messung starten oder abbrechen
Strg+O	Projekt öffnen
Strg+S	Speichern
Strg+Umschalt+S	Speichern unter
Strg+M	Seite „Messen“
Strg+1 bis Strg+9	Reiter der Auswertung von „Raumkarte“ bis „Raummoden“

Strg+Umschalt+Q	Reiter „EQ-Vorschläge“
Strg+Umschalt+I	Impulsantwort einlesen
Strg+Umschalt+N	Aufnahme des Sweeps einlesen (Offline-Messung)
Strg+Umschalt+T	Live-Analyzer
Strg+Umschalt+O	Pegelprotokoll
Strg+Umschalt+R	Generator
Strg+Umschalt+C	Oszilloskop
Strg+Umschalt+E	Seite „Hardware“
Strg+0	Glättung aus
Strg+Umschalt+1, 2, 3, 6	Glättung 1/1, 1/2, 1/3, 1/6 Oktave
Strg+Umschalt+7, 8, 9	Glättung 1/12, 1/24, 1/48 Oktave
Strg+Umschalt+X	Glättung variabel
Strg+Umschalt+Y	Glättung gehörrichtig
Strg+Umschalt+Z	Glättung ERB

Glättung heißt, dass die Kurve über einen Frequenzbereich gemittelt wird, damit sie ruhiger und lesbarer ist.
Dieselbe Glättungstaste ein zweites Mal nimmt die Glättung wieder weg.
Die Glättung gilt für das ganze Projekt, auf jeder Seite.

Ergebnisse lesen

- Grau stehende Menübefehle gehören zu Seiten, die die gewählte Ausgabe nicht hat.
- Das grüne Schild neben „Messen“ zählt die gemessenen Punkte der gerade gewählten Abhöre.
- „· Simulation ohne Hardware“ in der Pille heißt, dass alle Messungen gerechnet sind und nicht gemessen.

Gut zu wissen

- Das Fenster lässt sich nicht kleiner ziehen als 1280 × 720 Bildpunkte.
- Tastenkürzel für Seiten wirken nur, wenn die Ausgabe die Seite hat.
- „Beenden“ schließt das Programm, ohne nach dem Speichern zu fragen.

Messungen speichert das Programm selbst, sobald das Projekt einen Ordner hat.
Änderungen am Raum sind erst nach „Speichern“ sicher.

Audiogerät im Hintergrund freigeben

Liegt das Programm fünf Sekunden lang im Hintergrund, gibt es das Audiogerät frei.
Damit ist es für andere Programme frei.

Das gilt nur, wenn keine Messung läuft.
Es gilt nicht auf den Seiten, die laufend mit Ton arbeiten.
Das sind „Live-Analyzer“, „Generator“, „Oszilloskop“, „Instrumente stimmen“, „Applausometer“ und „Gimmick“.
In der Simulation gibt das Programm nichts frei.
Kommt das Programm wieder nach vorn, öffnet es das zuletzt benutzte Audiogerät von selbst wieder.
Ein getrenntes Ausgabegerät wird genauso geschlossen und wieder geöffnet.

Projekt und Raum

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Hier kommt der Raum ins Programm, mit Grundriss, Höhe, Einbauten, Messraster, Hörplatz, Pult und Lautsprechern.
Aus diesen Angaben rechnet das Programm später Reflexionen, Raummoden und die Prüfung der Orte.
Ein Projekt ist ein Ordner mit der Datei projekt.json und den Impulsantworten als WAV.

So geht's

1. Auf „Neu“ klicken und „Vorhandenes Studio messen“ oder „Studio neu einrichten“ wählen.
2. Unter „Projektname“ einen Namen eintragen.
3. Bei „Wandlängen“ die vier Wände eintragen und am besten die Diagonale dazu.
4. „Lichte Höhe (m)“ eintragen.
5. In der Karte „Messraster und Mischplatz“ Spalten, Reihen und den Hörplatz eintragen.
6. In der Karte „Lautsprecher und Abhören“ die Boxen mit Ort und Ausgang eintragen.
7. Auf „Übernehmen“ klicken und in der Vorschau prüfen.

Boxen und Hörplatz lassen sich dort mit der Maus zurechtziehen.

1. Auf „Speichern“ klicken und einen Ordner wählen.

Ab jetzt speichert das Programm jede Messung selbst.

Alle Bedienelemente

Knopfleiste

- „Neu“ öffnet die Abfrage „Neues Projekt“ mit drei Knöpfen.

„Vorhandenes Studio messen“ ist für einen eingerichteten Raum.
Gemessen wird der Ist-Zustand, nach jeder Änderung kommt eine neue Stufe dazu.
„Studio neu einrichten“ führt von A bis Z in Stufen durch einen Neubau.
„Abbrechen“ lässt alles, wie es ist.
Ein neues Projekt beginnt mit einem Beispielraum von 6 × 8 m, 2,8 m hoch, mit den Boxen „Links“ und

„Rechts“ und der Abhöre „Hauptabhöre“.
Die echten Maße danach eintragen.

- „Öffnen“ öffnet einen Projektordner.

Gewählt wird der Ordner, nicht eine Datei darin.

- „Speichern“ speichert in den Ordner des Projekts.

Hat das Projekt noch keinen Ordner, fragt das Programm nach einem.

- „Speichern unter“ fragt immer nach einem neuen Ordner.

Vorgeschlagen wird der Projektname im Ordner für Projekte.

- „Übernehmen“ rechts übernimmt alle Eingaben der Seite und baut das Messraster neu.

Stufen eines Projekts

Jedes Projekt läuft in Stufen.
So zeigt der Bericht später den Weg von der ersten bis zur letzten Messung nebeneinander.

Beim vorhandenen Studio heißen die Stufen „Ist-Zustand“, dann „Nach Änderung 1“, „Nach Änderung 2“ und so weiter.
Auch eine Wiederholung nach Monaten ist eine neue Stufe.

Beim Studio, das neu eingerichtet wird, sind vier Stufen vorgesehen.

1. „Leerer Raum“, ohne Teppich, Absorber und Möbel, nur der Tisch mit den Boxen dort, wo sie nach Gefühl hinkommen.
2. „Nach den baulichen Maßnahmen“, wenn Absorber und Bassfallen eingebaut sind.
3. „Eingerichtet“, wenn Pult, Möbel und Technik stehen.
4. „Fertig“, mit Deko, Absorbern und Diffusoren.

Danach folgen „Nachbesserung 1“, „Nachbesserung 2“ und so weiter.

Abgeschlossen wird eine Stufe auf der Seite „Messen“ mit einem Klick auf die Karte der Stufe.
Das geht erst, wenn das Projekt gespeichert ist und mindestens eine Messung hat.
Die Messungen der Stufe kommen dann in einen eigenen Ordner „stufen“ im Projekt, gelöscht wird nichts.
Alle Punkte stehen danach wieder auf offen.
Jede Stufe an denselben Punkten, mit demselben Mikro und demselben Sweep-Pegel messen, sonst warnt das Programm, dass die Stufen nicht vergleichbar sind.

Karte „Raum“

- „Projektname“ ist der Name in der Pille und im Bericht.

Bleibt das Feld leer, heißt das Projekt „Projekt“.

- Der Umschalter „Wandlängen“ oder „Ecken als Zahlen“ wählt die Art der Eingabe.

Neue Projekte beginnen mit „Wandlängen“.

Eingabe über „Wandlängen“

Für vier Wände, so wie man sie mit dem Maßband misst.
Die Wände über alles messen, also bis in die Ecken, auch dort, wo eine Ecke abgeschrägt ist.

- „Frontwand (m)“, „Rechte Wand (m)“, „Rückwand (m)“ und „Linke Wand (m)“ tragen die vier Längen.

Jede muss mindestens 0,3 m lang sein.
Die Frontwand ist die Wand, auf die man vom Hörplatz aus blickt.

- „Diagonale vorne links → hinten rechts (m)“ legt die Winkel des Raums fest.

Ohne Diagonale gilt die Ecke vorne links als rechter Winkel.

- „Diagonale vorne rechts → hinten links (m, Probe)“ ist eine Probe.

Das Programm rechnet nach, ob sie zu den übrigen Maßen passt.

- Unter „Schräge in der Ecke“ stehen die Felder „vorne links“, „vorne rechts“, „hinten rechts“ und „hinten links“.

Dort kommt die Länge einer schrägen Wand in einer Ecke hinein, leer heißt keine Schräge.

- Darunter steht das Ergebnis in Klartext, siehe „Ergebnisse lesen“.

In diesen Feldern übernimmt die Eingabetaste sofort.
Das Mausrad verstellt sie ebenfalls sofort, siehe „Zahlen mit dem Mausrad“.

Eingabe über „Ecken als Zahlen“

Für Räume mit mehr als vier Wänden.

- „Ecken des Grundrisses in Metern, je Zeile „x; y“ (x nach rechts, y von der Frontwand weg)“ nimmt eine Ecke je Zeile.

Mindestens drei Ecken sind nötig.
Die Ecken der Reihe nach rund um den Raum eintragen.

- „Wandnamen, je Zeile eine Wand (Ecke 1→2, 2→3 …)“ gibt jeder Wand einen Namen.

Die erste Zeile gilt für die Wand von Ecke 1 nach Ecke 2.

Weitere Angaben

- Die Auswahl der Raumart bietet „Raumart: über der Erde“, „Raumart: Keller (im Erdreich, massive Wände)“ und „Raumart: Dachgeschoss (Dachschrägen unten eintragen)“.

Die Raumart wird im Projekt gespeichert.

- Die Auswahl der Genauigkeit legt fest, ab wann das Programm Mikro-Ort, Box-Ort und Raummaße anmahnt.

„Genauigkeit normal: Hinweise ab 10 cm Abweichung“ ist die Vorgabe.
„Genauigkeit hoch: Hinweise ab 5 cm, alle Maße samt Diagonalen nötig“ verlangt mehr Angaben und berichtigt genauer.
„Raummaße nicht prüfen: nimm nur, was ich eintrage (keine Berichtigungen)“ nimmt die Angaben, wie sie sind, und meldet keine falschen Orte.
Die Wahl gilt sofort, ohne „Übernehmen“.

- „Dachschrägen, je Zeile „Wand-Nummer; Kniestock in m; Winkel in Grad“ (leer = keine, Wand 1 = Ecke 1→2)“ nimmt eine Schräge je Zeile.

Der Kniestock ist die Höhe, bei der die Dachschräge an der Wand beginnt.
Der Kniestock muss unter der Raumhöhe liegen, der Winkel zwischen 1 und 89 Grad.
Zeilen außerhalb dieser Grenzen lässt das Programm weg.

- „Lichte Höhe (m)“ ist die Höhe vom Boden bis zur Decke, zwischen 1 und 30 m.
- „Temperatur (°C)“ bestimmt die Schallgeschwindigkeit, mit der das Programm Laufzeiten in Abstände umrechnet.
- „Luftfeuchte (%)“ dient nur der Dokumentation.
- „Einbauten, je Zeile „Name; x0; y0; x1; y1; Höhe; unten|oben“ (unten = Balken-Unterkante, oben = Pultfläche)“ nimmt waagerechte Flächen im Raum auf, zum Beispiel einen Deckenbalken.

x0 und y0 sind eine Ecke der Fläche, x1 und y1 die gegenüberliegende.
„unten“ heißt, die Unterseite spiegelt, wie bei einem Balken.
„oben“ heißt, die Oberseite spiegelt, wie bei einer Tischfläche.
Fehlt die letzte Angabe, gilt „unten“.

Karte „Messraster und Mischplatz“

Das Messraster sind die Punkte, an denen nacheinander gemessen wird.

- „Spalten“ und „Reihen“ legen die Zahl der Punkte fest.

Spalten gehen bis 26, Reihen bis 50.
Die Spalten heißen A, B, C von links nach rechts, die Reihen 1, 2, 3 von vorn nach hinten.
Punkte, die außerhalb des Raums liegen würden, lässt das Programm weg.

- „Raster um den Hörplatz (dreht mit der Blickrichtung)“ legt das Raster eng um den Kopf statt über den ganzen Raum.

Die Punkte heißen dann aus Sicht des Hörers, A vorn zum Tisch hin, 1 links.
In dieser Art gehen die Reihen nur bis 26.

- Ohne Raster um den Hörplatz stehen „Rand seitlich (m)“, „Rand vorne (m)“ und „Rand hinten (m)“ da.

Sie legen den Abstand des Rasters zu den Wänden fest.

- Mit Raster um den Hörplatz stehen „Abstand seitlich (m)“ und „Abstand vorne/hinten (m)“ da.

Sie legen den Abstand der Punkte zueinander fest, 0,1 bis 5 m.

- „Mikrohöhe (m)“ gilt für alle Punkte.
- „Blickrichtung (°, 0 = zur Frontwand, 90 = nach rechts, −90 = nach links)“ dreht den Kopf am Hörplatz.
- „Mischplatz = Hörplatz „x; y“ (m), das Pult liegt davor“ ist der Ort des Kopfs.
- „Pult Breite (m)“, „Pult Tiefe (m)“ und „Pult Höhe (m)“ beschreiben das Pult vor dem Kopf.

Seine Hinterkante liegt am Hörplatz, die Tiefe zeigt in Blickrichtung.
Es dreht sich mit dem Kopf.
Das Programm zeichnet und berechnet das Pult nur, wenn alle drei Maße über 0 liegen.

Karte „Lautsprecher und Abhören“

- „Lautsprecher, je Zeile „Name; x; y; z; Ausgang“ (Ausgang = Kanal am Audiogerät, ab 1)“ nimmt eine Box je Zeile.

z ist die Höhe der Box.
Zeilen mit weniger als fünf Angaben lässt das Programm weg.

- „Abhören, je Zeile „Name; Nummern der Lautsprecher“ (z. B. „A200; 1 2“)“ fasst Boxen zu einer Abhöre zusammen.

Die Nummer ist die Zeile in der Lautsprecher-Liste.

- „Zusatz: Boxen orten und Winkel prüfen (3–4 Mikros gleichzeitig)“ schaltet die Ortung mit mehreren Mikros dazu.

Erst dann erscheint das Feld „Weitere Mikros, je Zeile „Name; x; y; z; Eingang; Messmikro oder Gesang“ (verschiedene Höhen wählen)“.
Beim ersten Einschalten trägt das Programm „Mikro 2“ in 0,6 m und „Mikro 3“ in 1,8 m Höhe am Mischplatz vor.
Die echten Orte und Eingänge danach eintragen.
Beginnt die letzte Angabe mit G, gilt das Mikro als Gesangsmikro, sonst als Messmikro.

Karte „Vorschau“

Die Vorschau zeigt den Grundriss von oben.
Unter ihr steht ein Hinweisfeld mit der letzten Meldung.

- **Boxen ziehen.**

Eine Box mit der Maus anfassen und ziehen.
Sie rastet auf 5 cm ein und bleibt im Raum.
Beim Ziehen stehen Name und Ort daneben.
Beim Loslassen übernimmt das Programm den neuen Ort.

- **Hörplatz ziehen.**

Den Kopf oder das Pult anfassen und ziehen.
Er rastet ebenfalls auf 5 cm ein.

- **Kopf drehen.**

Am Hörplatz mit der rechten Maustaste ziehen oder mit gedrückter Umschalt-Taste.
Die Nase zeigt zum Mauszeiger, in Schritten von 5 Grad.
Das Raster um den Hörplatz und das Pult drehen mit.

- **Wand anklicken.**

Bei der Eingabe über „Wandlängen" wählt ein Klick auf eine Wand das passende Feld an.
Dann die Länge eintragen und die Eingabetaste drücken.
Bei „Ecken als Zahlen" nennt die Meldung, zwischen welchen Ecken der Liste die Wand liegt.

- **In den Raum klicken.**

Ein Klick auf eine freie Stelle trägt sie als Mischplatz ein.
Mit „Übernehmen" bestätigen.

- **Zoomen.**

Das Mausrad vergrößert die Stelle unter dem Zeiger, bis zum Zwölffachen.
Vergrößert lässt sich die Ansicht mit gedrückter Maustaste verschieben.
Ein Doppelklick zeigt wieder den ganzen Raum.

Zahlen mit dem Mausrad

In einem angewählten Zahlenfeld verstellt das Mausrad die Zahl an der Schreibmarke.
Ein Rastschritt ist 5 cm, mit gedrückter Umschalt-Taste 1 cm.
„Spalten" und „Reihen" springen um ganze Zahlen.
„Blickrichtung" springt um 5 Grad, mit Umschalt-Taste um 1 Grad.
In der Lautsprecher-Liste verstellt das Rad nur Ort und Ausgang, nicht den Namen.
Die Vorschau zieht sofort nach.
Steht die Schreibmarke nicht auf einer Zahl, blättert das Rad wie gewohnt.

Ergebnisse lesen

- Über der Karte „Raum" stehen Fläche in m^2 und Volumen in m^3.
- Über der Karte „Messraster und Mischplatz" stehen die Zahl der Punkte, ihr Abstand und „Karte bis … Hz".

Bis zu dieser Frequenz ist die Raumkarte zwischen den Punkten verlässlich.
Je enger das Raster, desto höher die Grenze.

- Bei der Eingabe über „Wandlängen“ steht das Ergebnis unter den Feldern.

Es nennt die Winkel der vier Ecken.
Ohne Diagonale steht dort „Rechter Winkel vorne links angenommen (keine Diagonale).“
Die Probe mit der zweiten Diagonale meldet „passt“, wenn sie auf 2 cm stimmt.
Sonst nennt sie die Abweichung in cm mit „bitte nachmessen“ und die Zeile wird gelb.
Mit Schrägen vorn nennt sie die Länge der Frontwand zwischen den Schrägen.

- Rote Meldungen beginnen mit „Nicht übernommen:“ und nennen den Grund.

Dann ist nichts übernommen.

- „Übernommen. … Messpunkte im Raster.“ bestätigt die Eingaben.

In der Vorschau bedeuten die Zeichen:

- Die Boxen der gewählten Abhöre sind violett, die übrigen grau.

Ein Strich zeigt, wohin die Box strahlt.

- Der Kopf am Hörplatz hat eine Nase in Blickrichtung und zwei Ohren.

Das Pult liegt als blaues Rechteck davor.

- Offene Messpunkte sind graue Kreise mit Namen.

Gemessene Punkte sind grün mit Haken.
Punkte zum Nachmessen haben einen gelben Rand.

- Spaltennamen stehen oben, Reihennummern links.
- Einbauten sind gestrichelt oder als Rechteck eingezeichnet, mit Name und Höhe.
- Unter einer Dachschräge ist ein Streifen abgedunkelt.

Die gestrichelte Linie zeigt, ab wo der Raum seine volle Höhe hat, mit Kniestock und Abstand von der Wand.

- Unten links steht ein Maßstab von 2 m.

Gut zu wissen

- Zahlen gehen mit Komma oder Punkt.
- Eingaben in den Feldern gelten erst nach „Übernehmen“, nach der Eingabetaste in einem Wandfeld oder nach einem Schritt mit dem Mausrad.
- „Neu“ und „Öffnen“ fragen nicht, ob das offene Projekt gespeichert werden soll.

Vorher speichern.

- Ein neues Raster behält den Stand der Punkte, deren Name gleich bleibt.

Ändern sich Spalten oder Reihen, können gemessene Punkte andere Namen bekommen.

- Typ, Bauart, Aufstellung und Bild einer Box stehen nicht in der Textliste.

Das Programm ordnet sie der Box nach der Zeilennummer zu.
Zeilen in der Lautsprecher-Liste deshalb nicht untereinander tauschen.

- Mit Schrägen in den Ecken zählen die Schrägen als eigene Wände.

Die Wandnummern für Dachschrägen verschieben sich dann.
Welche Nummer eine Wand hat, zeigt ein Klick auf die Wand bei gewählter Eingabe „Ecken als Zahlen".

- Die Projekt-Genauigkeit auf der Seite „Messen" steigt mit den Raumangaben.

Dort zählen alle vier Wände, die Diagonale, die zweite Diagonale als Probe und Pult oder Einbauten.

- Ohne Zeitbasis, also ohne Loopback oder akustische Zeitreferenz, kann das Programm die Orte von Mikro und Boxen nicht prüfen.

Die Genauigkeitswahl wirkt dann nicht.

Hardware

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (mit Pegelprotokoll).

Wozu

Hier wird festgelegt, über welches Audiogerät gemessen wird, an welchem Eingang das Mikro hängt und auf welchen Ausgängen die Boxen liegen.
Dazu kommen die Kalibrierung von Mikrofon und Interface, der Pegel und der Mess-Sweep.
Die Gerätewahl gilt für diesen Rechner, nicht fürs Projekt.

So geht's

1. „Simulation ohne Hardware (gerechneter Rechteckraum)" ausschalten.
2. Unter „Treiberart:" „ASIO" wählen und darunter das Interface.

ASIO ist der Treiber für Tonstudio-Interfaces mit kurzer Verzögerung.

1. In der Karte „Kanäle" den „Mikro-Eingang" wählen.
2. Unter „Zeitreferenz" den Loopback-Eingang wählen, wenn einer verkabelt ist.
3. Für jede Box den Ausgang prüfen.
4. In der Karte „Mikrofon" den Namen eintragen und die Kalibrierdatei laden.
5. Mit Kalibrator auf „Pegel mit Kalibrator einmessen (94 dB)" klicken.
6. In der Karte „Sweep und Auswertung" die Werte prüfen und „Übernehmen" klicken.

Alle Bedienelemente

Karte „Audiogerät“

- „Simulation ohne Hardware (gerechneter Rechteckraum)“ misst ohne Audiogerät.

Das Programm rechnet dann die Aufnahme aus einem gedachten Rechteckraum.
Beim ersten Start ist die Simulation an.
Solange sie an ist, steht in der Pille jeder Seite „· Simulation ohne Hardware“.

- „Boxen an einem anderen Gerät (z. B. PC-Soundkarte)“ schickt den Sweep über ein zweites Gerät, die Aufnahme bleibt am Messgerät.

Erst wenn der Schalter an ist, erscheint die Auswahl des Ausgabegeräts.
Sie zeigt die Geräte unter Windows Audio.
Von diesem Gerät nutzt das Programm die ersten beiden Ausgänge.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

- Darunter liegt die Gerätewahl.

Je nach Treiberart stehen dort „Treiberart:“, „Gerät:“ oder „Ausgabe:“ und „Eingabe:“, „Aktive Ausgänge:“, „Aktive Eingänge:“, „Abtastrate:“ und „Puffergröße:“.
„Treiber-Einstellungen“ öffnet das Einstellfenster des Treibers.
„Gerät neu starten“ ist manchmal nötig, wenn dort etwas geändert wurde.
„Testton“ spielt einen Testton über das gewählte Gerät.

Karte „Kanäle“

- „Mikro-Eingang“ wählt den Eingang des Messmikros.
- „Zeitreferenz: Loopback-Eingang oder Bezugsbox (für USB-Mikros)“ wählt die Zeitbasis der Messung.

„ohne Zeitreferenz“ misst ohne Laufzeit.
Ein Eingang aus der Liste ist der Loopback.
Ein Loopback ist ein Kabel, das einen Ausgang elektrisch auf diesen Eingang zurückführt.
Daraus kommt die genaue Laufzeit von der Box zum Mikro.
„Akustisch über Box „…“ (ohne Loopback)“ nimmt eine Box als Bezug, siehe unten.

- „Rückweg als Zeitreferenz nehmen“ erscheint nur, wenn das Interface einen internen Rückweg hat und noch keine Zeitreferenz gewählt ist.

Ein Klick stellt ihn als Zeitreferenz ein, ganz ohne Kabel.
Das Programm erkennt den Rückweg an den Eingängen „MON L“ und „MON R“.
Geprüft ist das bisher nur an der Apollo x8p.

- „Ausgang …“ steht einmal je Box aus der Lautsprecher-Liste.

Die Auswahl legt fest, auf welchem Kanal des Geräts die Box spielt.

- Die Pegelanzeigen „Mikro“ und „Loopback“ laufen mit.

Ohne Loopback steht bei „Loopback“ „ohne“.

Akustische Zeitreferenz

Für USB-Mikrofone, die keinen Rückweg haben.
Vor der Messung läuft ein kurzer hoher Gleitton über die gewählte Bezugsbox.
Die Laufzeit zählt dann gegen diese Box.
Die Box muss Höhen wiedergeben können.
Sie funktioniert auch, wenn die Boxen an einem anderen Gerät hängen.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

Karte „Mikrofon“

- „Name des Mikrofons“ steht im Projekt und im Bericht.
- Die Auswahl „Kalibrierdatei für: …“ erscheint nur mit dem Zusatz zur Ortung und weiteren Mikros.

Sie legt fest, für welches Mikro die nächste Kalibrierdatei gilt.

- „Mikrofon aus der Bibliothek wählen …“ lädt eine Kalibrierdatei aus der Mikrofon-Bibliothek.

Der Name des Mikrofons wird dabei zum Namen des Eintrags.
Die Auswahl ist grau, solange die Bibliothek leer ist.

- „Kalibrierdatei laden“ lädt die Kalibrierdatei des Mikros.

Eine Kalibrierdatei enthält den Frequenzgang des einzelnen Mikros, das Programm rechnet ihn aus jeder Messung heraus.
Erlaubt sind Dateien mit der Endung txt, cal und frd.

- „Datei in die Bibliothek aufnehmen“ legt die zuletzt geladene Datei unter dem Namen des Mikrofons in die Bibliothek.

Gute Namen sind „ECM-40 allgemein“ für einen Typ oder „ECM-40 SN 12345“ für ein einzelnes Mikro.

- „Pegel mit Kalibrator einmessen (94 dB)“ misst den Pegel mit einem Kalibrator.

Ein Kalibrator ist ein kleines Gerät, das auf das Mikro gesteckt wird und einen Ton mit genau 94 dB bei 1 kHz erzeugt.
Erst den Kalibrator aufstecken und einschalten, dann klicken.
Das Programm nimmt drei Sekunden auf.

- „Kalibrierdatei des Interface laden“ lädt den Frequenzgang des Interface selbst, vom Ausgang auf den Eingang.

Erlaubt sind txt, cal, frd und dat.
Das Programm zieht ihn vom Frequenzgang ab.

Nötig ist das nur, wenn das Interface selbst nicht gerade überträgt.

- „selbst einmessen“ misst diesen Frequenzgang mit einem Kabel, siehe unten.
- „entfernen“ nimmt die Kalibrierung des Interface wieder heraus.

Interface selbst einmessen

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

1. Ein Kabel vom Ausgang direkt auf den Eingang stecken.
2. Am Eingang die Phantomspeisung ausschalten.
3. Sicherstellen, dass der Eingang nicht über ein Monitoring auf den Ausgang zurückläuft.
4. Auf „selbst einmessen“ klicken.
5. „Ausgang mit dem Kabel“ und „Eingang mit dem Kabel“ wählen und auf „Messen“ klicken.

Gemessen wird ein Sweep von 5 Hz bis knapp zur halben Abtastrate.
Hängt an dem Ausgang auch eine Box, ist der Messton dort zu hören.

1. Die Meldung lesen und das Kabel wieder abziehen.

Das Programm übernimmt die Kurve sofort.
Es legt sie außerdem als Datei „Interface-Kalibrierung … Hz.txt“ in den Projektordner, damit sie sich in anderen Projekten wieder laden lässt.
Ohne Projektordner landet sie im Ordner für Projekte.
In der Simulation und mit getrenntem Ausgabegerät geht das Einmessen nicht.

Karte „Pegel schätzen ohne Kalibrator“

Ohne Kalibrator lässt sich der Pegel aus Datenblattwerten schätzen.
Das ist keine Kalibrierung, aber besser als nichts.

- „Zusatz: Pegel aus Datenblattwerten schätzen“ klappt die Felder auf.
- Die Auswahl des Interface bietet „Universal Audio Apollo x8p“, „Focusrite Scarlett 2i2 (4. Generation)“ und „Anderes Interface (Werte aus dem Handbuch eintragen)“.
- „Empfindlichkeit des Mikros (mV/Pa)“ steht im Datenblatt des Mikros.
- „Mikro-Gain am Interface (dB)“ am Interface ablesen.

Gain ist die Vorverstärkung des Mikro-Eingangs.

- „Pad am Mikro-Eingang ist eingeschaltet“ erscheint nur bei einem Interface mit Pad.

Ein Pad ist ein Abschwächer am Eingang.

- Bei „Anderes Interface“ erscheinen „Vollaussteuerung bei kleinstem Gain, ohne Pad (dBu)“ und „Kleinster Gain (dB)“.

Beide Werte stehen im Handbuch des Interface bei den technischen Daten des Mikro-Eingangs.

- „Schätzung übernehmen“ rechnet den Pegel aus.

Passt der Gain nicht zum gewählten Interface, nennt das Programm den möglichen Bereich.

Karte „Sweep und Auswertung“

Diese Werte gehören zum Projekt.

- „Sweep-Länge (s)“, 0,5 bis 30 s.

Ein längerer Sweep hebt die Messung weiter über das Grundrauschen.

- „Pegel (dBFS RMS)“, −60 bis 0.

dBFS zählt den Pegel ab der Vollaussteuerung des Wandlers.
Wie bei REW hat ein voll ausgesteuerter Sinus 0 dBFS.

- „von (Hz)“, 2 bis 1000 Hz, und „bis (Hz)“, 1000 bis 48000 Hz, legen den Frequenzbereich des Sweeps fest.
- „Nachlauf / IR-Länge (s)“, 0,3 bis 10 s, ist die Länge der Impulsantwort.

Sie sollte länger sein als der Nachhall des Raums.

- „Zeitsignal der akustischen Zeitreferenz gegen den Sweep (dB)“ gilt nur mit der akustischen Zeitreferenz.

Lauter stellen, wenn die Bezugsbox weiter weg steht, leiser, wenn sie näher steht.

- „Sweeps je Punkt“ wählt 1, 2, 3 oder 5 Sweeps.

Mehrere Sweeps erlauben dem Programm, gestörte Sweeps zu verwerfen.

- Unter „Glättung der Anzeige und Fenster“ liegen zwei Auswahlen.

Die erste wählt die Glättung, von „ohne Glättung“ über 1/48 bis 1/1 Oktave bis zu „variabel (für den EQ: unten fein, oben grob)“, „variabel, Bass ruhiger (unten 1/12 statt 1/48)“, „gehörrichtig (Spitzen zählen stärker)“ und „ERB (Bandbreite des Gehörs)“.
Die zweite wählt das Fenster.
Das Fenster schneidet späte Reflexionen ab, damit die Kurve mehr die Box zeigt als den Raum.
„Fenster fest (ganzer Raum)“ schneidet nichts frequenzabhängig ab.
„Fenster 15 Perioden (wirkt etwa wie 1/12 Oktave)“, „Fenster 8 Perioden (etwa 1/6 Oktave)“ und „Fenster 4 Perioden (etwa 1/3 Oktave)“ schneiden umso früher ab, je kleiner die Zahl ist.

- „Übernehmen“ übernimmt alle Werte dieser Karte.

Ohne Klick gelten sie nicht.

Ergebnisse lesen

- Die Pegelanzeigen zeigen links „RMS“, den Mittelwert, und „Spitze“ in dBFS.

Der Balken reicht von −60 bis 0 dBFS.
Die helle Marke ist die Spitze, ab −3 dBFS wird sie rot.

- Unter den Kalibrierknöpfen steht „Geladen: …“ mit Dateiname und Zahl der Werte.

Enthält die Datei einen Sens Factor oder eine Angabe in dBFS bei 94 dB, steht das in Klammern dahinter.
Sonst steht dort „Keine Kalibrierdatei geladen.“

- Beim Pegel bedeutet „Eingemessen: 0 dBFS entspricht … dB SPL“, dass der Pegel mit Kalibrator oder Kalibrierdatei gemessen ist.

dB SPL ist der echte Schalldruck im Raum.
„Geschätzt, nicht kalibriert: 0 dBFS entspricht etwa … dB SPL“ heißt, er stammt aus Datenblattwerten.
„Pegel nicht eingemessen, Ruhepegel wird in dBFS(A) angezeigt.“ heißt, es gibt keinen Pegel in dB SPL.

- Beim Interface steht „Interface: …“ mit Quelle und Zahl der Werte, oder dass keine Datei geladen ist.
- Nach dem Einmessen des Interface nennt die Meldung, um wie viel dB es zwischen 20 Hz und 20 kHz schwankt.

Sie nennt auch, ab welcher Frequenz es unten und oben mehr als 1 dB unter dem Wert bei 1 kHz liegt.

- Eine gelbe Meldung „Interner Rückweg als Zeitreferenz.“ mahnt, den Mikro-Kanal im Mischer des Interface stumm zu schalten.

Sonst gibt es Rückkopplung und die Messung stimmt nicht.

Gut zu wissen

- Mikro und Loopback müssen am selben Gerät hängen, damit beide im selben Takt laufen.
- Mit getrenntem Ausgabegerät laufen zwei Takte.

Ein Loopback geht dann nicht.
Das Programm misst die Taktabweichung zwischen beiden Geräten und rechnet sie heraus.
Dafür braucht es mindestens zwei Sweeps je Punkt.
Gestörte Sweeps erkennt es erst ab drei Sweeps.

- Die Zuordnung von Mikro-Eingang, Loopback, Simulation und Gerät merkt sich das Programm auf diesem Rechner.

Ausgänge der Boxen, Bezugsbox, Kalibrierungen und Sweep-Werte stehen im Projekt.

- Die Kanäle, die Mikro, Loopback und Boxen brauchen, schaltet das Programm am Gerät selbst ein.
- Kalibrator und „selbst einmessen“ gehen nur mit echtem Audiogerät.

In der Simulation meldet das Programm, dass die Simulation erst aus muss.

- Ein Pegel aus der Kalibrierdatei oder der Schätzung stimmt nur bei derselben Gain-Stellung am Vorverstärker.
- Eine Interface-Kalibrierung gilt nur für die Abtastrate, bei der sie gemessen wurde.

Bei einer anderen Abtastrate neu einmessen.

- Die Mikrofon-Bibliothek liegt im Ordner „daten\mikrofone“ neben dem Ordner für Projekte.

Gibt es unter dem Namen schon einen Eintrag, nimmt das Programm die Datei nicht auf.
Dann den Namen des Mikrofons ändern.

- Die Projekt-Genauigkeit auf der Seite „Messen“ steigt mit der Kalibrierdatei des Mikros, mit einer Zeitbasis und mit dem Pegel vom Kalibrator.

Ein geschätzter Pegel zählt dort nicht als eingemessen.

Einstellungen

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (mit Pegelprotokoll).

Wozu

Hier steht, was zum Rechner und zum Programm gehört und nicht zu einem Projekt.
Das ist vor allem der Ordner für Projekte.
Geräte, Kanäle und Mess-Sweep stehen auf der Seite „Hardware“.

So geht's

1. Auf „Anderen Ordner wählen“ klicken.
2. Den Ordner wählen, in dem die Projekte liegen sollen.
3. Der Pfad steht danach oben in der Karte.

Alle Bedienelemente

Karte „Ordner für Projekte“

- Oben steht der Pfad des Ordners.

Über der Karte steht „selbst gewählt“ oder „Standard: neben dem Programm“.

- In diesem Ordner schlägt das Programm beim Öffnen und Speichern von Projekten vor.

Auch Reglerlisten, Klirr- und Impedanzmessungen landen zuerst hier.

- „Anderen Ordner wählen“ legt einen eigenen Ordner fest.
- „Im Explorer öffnen“ zeigt den Ordner im Windows-Explorer.

Fehlt er, legt das Programm ihn an.

- „Zurück auf den Standard“ hebt die eigene Wahl auf.

Der Knopf ist grau, solange der Standard gilt.

Karte „Sprache und Schreibweisen“

Sie nennt die festen Schreibweisen des Programms.
Die Sprache ist Deutsch, Zahlen stehen mit Komma.
Notennamen sind international, also B statt H und C# statt Cis.
Pegel in dBFS zählen wie bei REW, ein voll ausgesteuerter Sinus hat 0 dBFS.
Mit eingemessenem Mikro zeigt das Programm dB SPL.
Frequenzachsen tragen die 31 Frequenzen des Terzband-EQ.

Karte „Quellen und Lizenzen der Bilder im Programm“

Sie nennt Herkunft und Lizenz der Bilder auf den Seiten „Instrumente stimmen“, im Spiel 2027 und in der Lautsprecher-Bibliothek.

Ergebnisse lesen

- „selbst gewählt“ heißt, der eigene Ordner gilt.
- „Standard: neben dem Programm“ heißt, das Programm nimmt seinen Vorgabeordner.

Gut zu wissen

- Ohne eigene Wahl nimmt das Programm den Ordner „Projekte“ neben dem Programmordner.

Findet es den nicht, nimmt es „Raummess-Projekte“ im Ordner „Dokumente“.

- Gibt es den selbst gewählten Ordner nicht mehr, nimmt das Programm wieder den Standard.
- Die Mikrofon-Bibliothek liegt neben dem Ordner für Projekte.

Mit einem anderen Ordner für Projekte sucht das Programm sie also an einer anderen Stelle.

Kapitel 3 · Messen, Auswerten, Optimieren, Bericht

Dieses Kapitel beschreibt den Kern der Arbeit.
Erst wird gemessen, dann ausgewertet, dann verbessert.
Zum Schluss kommt der Bericht.
Wer am Ort nicht mit dem Rechner messen kann, liest fertige Messdaten ein.
Das steht im letzten Abschnitt „Messdaten einlesen“.

Messen

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Auf dieser Seite wird der Raum Punkt für Punkt gemessen.
Das Programm führt von Messpunkt zu Messpunkt und zeigt, wo das Mikro hin muss und wo man selbst stehen soll.
An jedem Punkt spielt jede Box der gewählten Abhöre einen Sweep, einen Gleitton von tief nach hoch.
Aus der Aufnahme rechnet das Programm die Impulsantwort, also die Antwort des Raums auf einen kurzen Knall, und daraus alle Kurven der Auswertung.

So geht's

1. Vorher auf der Seite „Hardware“ das Audiogerät, den Mikro-Eingang und die Ausgänge wählen.
   Auf der Seite „Projekt und Raum“ Raum, Lautsprecher und Messraster eintragen.
2. Die Seite „Messen“ öffnen, über die Seitenleiste, das Menü „Messen“ oder Strg+M.
3. In der Kopfzeile in der Auswahl „Abhöre: …“ die Abhöre wählen, die gemessen werden soll.
4. Auf „Pegel prüfen“ klicken.
   Den Rat in der Karte „Letzte Messung“ befolgen, bis dort „Passt.“ steht.
5. Die Messstange auf den Punkt stellen, den die Karte „Nächster Messpunkt“ nennt.
   Er leuchtet im Grundriss grün.
6. Auf „Messung starten“ klicken oder die Leertaste drücken.
7. Während des Countdowns aus der roten Zone gehen und still sein.
8. Nach der Messung springt das Programm von selbst zum nächsten offenen Punkt.
   Die Schritte 5 bis 7 wiederholen, bis alle Punkte gemessen sind.

Alle Bedienelemente

Kopfzeile

- Neben dem Titel „Messen“ steht der Name des Projekts.
  Steht dahinter „Simulation ohne Hardware“, kommen alle Kurven aus einem gerechneten Rechteckraum und nicht aus einer Messung.
- **„Abhöre: …“** wählt die Abhöre, also die Gruppe von Lautsprechern, die zusammen gemessen wird.
- **„Zweiter Monitor“** legt die Kurven auf einen zweiten Bildschirm.
  Danach heißt der Knopf „Ein Monitor“ und holt alles zurück auf einen Bildschirm.
- **„Bericht“** öffnet die Seite „Bericht“.

Kennzahl-Karten

Unter der Kopfzeile stehen fünf Karten nebeneinander.

- **Stufe.**
  Die Karte heißt „Stufe 1“, „Stufe 2“ und so weiter.
  Bei einem Projekt „Studio neu einrichten“ steht „Stufe 1 von 4“ dabei, mit einem Balken für den Fortschritt.
  Darunter steht der Name der Stufe, zum Beispiel „Leerer Raum“ oder „Ist-Zustand“.
  Ein Klick auf die Karte öffnet das Fenster der Stufe (siehe unten).
- **„Fortschritt“** zeigt, wie viele Punkte schon gemessen sind, zum Beispiel „5 von 12 Punkten“.
  Darunter steht die geschätzte Restzeit „noch ca. … Minuten“ oder „alle Punkte gemessen“.
- **„Abhöre“** zeigt den Namen der Abhöre, die Zahl der Boxen (Mono, Stereo oder Zahl der Lautsprecher) und ihre Ausgänge.
  Ein Klick öffnet die Seite „Projekt und Raum“.
- **„Mikrofon“** zeigt den Namen des Mikros und ob eine Kalibrierdatei geladen ist.
  Ein Klick öffnet die Seite „Hardware“.
- **„Genauigkeit Projekt“** zeigt in Prozent, wie vollständig die Angaben und Messungen sind.
  Darunter steht, was am meisten bringt, zum Beispiel „Am meisten bringt: Kalibrierdatei des Mikros laden“.

Fenster der Stufe

Ein Projekt wird in Stufen gemessen.
So lässt sich ein Raum vor und nach einer Änderung vergleichen.
Das Fenster öffnet sich mit einem Klick auf die Karte der Stufe.

- Oben steht, was in dieser Stufe zu tun ist.
  Beim Projekt „Studio neu einrichten“ heißen die vier Stufen „Leerer Raum“, „Nach den baulichen Maßnahmen“, „Eingerichtet“ und „Fertig“.
  Danach folgen „Nachbesserung 1“, „Nachbesserung 2“ und so weiter.
  Beim vorhandenen Studio heißt die erste Stufe „Ist-Zustand“, die folgenden heißen „Nach Änderung 1“, „Nach Änderung 2“ und so weiter.
- Weicht die laufende Stufe von der ersten ab, steht dort „Achtung, nicht vergleichbar mit der ersten Stufe“.

Darunter steht der Grund.
Das sind fehlende Punkte, ein anderes Mikro oder ein anderer Sweep-Pegel.

- **„Notiz zu dieser Stufe (was wurde gemacht?)“** nimmt einen freien Text auf, zum Beispiel „Bassfallen in den Ecken“.
- **„Stufe abschließen“** legt die Messungen dieser Stufe in einen eigenen Ordner im Projekt.
  Alle Punkte stehen danach wieder auf offen, und die nächste Stufe beginnt.
- **„Schließen“** schließt das Fenster, ohne etwas zu ändern.

Karte „Raum · Messpunkte“

- Der Grundriss zeigt alle Messpunkte, die Boxen und die Zonen für die laufende Messung.
- Ein Klick auf einen Punkt wählt ihn als nächsten Messpunkt.
  Das geht nur, solange keine Messung läuft.
- Die Legende darunter nennt die Farben „aktuell“, „gemessen“, „offen“, „Sperrzone“ und „hier stehen“.
- Oben rechts in der Karte steht der Abstand der Rasterpunkte, zum Beispiel „Raster 1,0 × 1,0 m“.

Karte „Frequenzgänge“

- Sie zeigt die Kurven aller schon gemessenen Punkte.
- Der zuletzt gemessene oder der gewählte Punkt ist grün.
  Das Mittel aller Punkte ist weiß gestrichelt.
  Die übrigen Punkte sind blass.
- In der Legende steht die eingestellte Glättung, zum Beispiel „Glättung 1/6 Oktave“.

Karte „Nächster Messpunkt“

- Oben rechts steht „Punkt … von …“.
- Groß steht der Name des Punkts, zum Beispiel „B3“.
  Daneben steht seine Lage im Raster und in Metern ab linker Wand und Frontwand.
- Drei Schritte sagen, was vor der Messung zu tun ist.
  1. „Messstange auf Kreuz … stellen“, mit der Höhe der Kapsel.
  2. „Mikro zeigt zur Mitte zwischen den Boxen“, mit der geladenen Kalibrierdatei.
  3. „Aus der roten Zone gehen“.
- **„Messung starten“** startet die Messung am gewählten Punkt.
  Ist der Punkt schon gemessen, heißt der Knopf „Neu messen“.
  Während Countdown und Messung heißt er „Abbrechen“.
  Die Leertaste wirkt genauso.
- **„Countdown“** wählt die Wartezeit vor dem Start mit „aus“, „10 s“ oder „30 s“.
  Die Zeit reicht, um aus der Zone zu gehen.
- **„Sweeps je Punkt“** zeigt, wie oft der Sweep je Box gespielt wird.
  Eingestellt wird die Zahl auf der Seite „Hardware“ in der Karte „Sweep und Auswertung“.
- **„Pegel prüfen“** spielt drei Sekunden rosa Rauschen über die erste Box der Abhöre.
  Das Rauschen ist so laut wie der Sweep.
  Das Ergebnis steht in der Karte „Letzte Messung“.

- **„Zurück zu …“** wählt den Punkt davor.
- **„Punkt überspringen“** wählt den Punkt danach, ohne zu messen.

Karte „Letzte Messung“

- Der Titel zeigt den Stand, zum Beispiel „Gleich geht es los · B3“, „Messung läuft · B3“ oder „Letzte Messung · B3“.
  Oben rechts steht, wie lange die letzte Messung her ist.
- Ein Streifen aus kleinen Balken zeigt jeden Sweep einzeln (Farben siehe „Ergebnisse lesen“).
- Ein Hinweisfeld zeigt Fehler, das Ergebnis der Pegelprüfung oder Gründe für verworfene Sweeps.
- Vier Pegelanzeigen zeigen den Stand in dBFS, Dezibel bezogen auf die Vollaussteuerung des Geräts.
  - **„Ausgang“** ist das, was gerade an die Box geht.
    Läuft der Sweep über ein zweites Gerät, heißt die Anzeige „Ausgang (PC)“.
  - **„Mikro …“** ist das Messmikro.
  - **„Loopback …“** ist der Rückweg des Sweeps vom Ausgang direkt zurück auf einen Eingang, die Zeitreferenz der Messung.
    Gibt es keinen, steht dort „ohne“.
  - **„Ruhepegel Raum“** ist das Grundgeräusch im Raum vor dem ersten Sweep.
- Darunter steht der Headroom, also der Abstand der lautesten Mikro-Spitze bis zur Vollaussteuerung. Während der Messung stehen dort auch „Sweep … von …“ und die Restzeit in Sekunden.
- Die letzte Zeile nennt Temperatur und Luftfeuchte.
  Die Temperatur geht in die Schallgeschwindigkeit ein, die Luftfeuchte steht nur zur Dokumentation da.

Zweiter Monitor

- Der Knopf „Zweiter Monitor“ oder das Menü „Werkzeuge“, Eintrag „Zweiter Monitor“, schaltet die Ansicht für zwei Bildschirme ein.
- Auf Monitor 1 bleiben Grundriss und Bedienung groß, damit sie beim Gang durch den Raum lesbar sind.
- Auf Monitor 2 öffnet sich das Fenster „Kurven“ mit dem Zusatz „mitlaufend zur Messung auf Monitor 1“.
  Dort lässt sich zwischen „Frequenzgang“, „Impulsantwort“, „Wasserfall“ und „Phase“ wählen.
- Vier Karten zeigen dort „Letzter Punkt“ mit der Zahl der gültigen und verworfenen Sweeps, „Abweichung zum Mittel“ von 200 Hz bis 10 kHz, „Auffällig“ und „Laufzeit Box → Mikro“.

Ergebnisse lesen

Sweep-Streifen

- Grau ist ein Sweep, der noch kommt.
- Blau, wachsend, ist der Sweep, der gerade läuft.
- Blau, blasser, ist ein gespielter Sweep, der noch ausgewertet wird.
- Grün ist ein gültiger Sweep.

- Rot ist ein verworfener Sweep.

Pegel und Headroom

- Die Pegelprüfung meldet Effektivwert, Spitze und Headroom am Mikro.
    - Unter 6 dB Headroom lautet der Rat „Zu laut: Gain am Vorverstärker senken oder leiser abspielen."
    - Über 40 dB Headroom lautet der Rat „Sehr leise: Lautstärke oder Mikro-Gain erhöhen."
    - Kommt fast nichts an, lautet er „Am Mikro kommt nichts an. Kanal, Phantomspeisung und Kabel prüfen."
    - Dazwischen steht „Passt.", und das Feld wird grün.
- Die Headroom-Zeile ist rot unter 6 dB mit „zu knapp", gelb über 40 dB mit „Pegel sehr niedrig" und sonst grün.
- Der Ruhepegel ist A-bewertet, also nach dem Gehör gewichtet.
  Ist der Pegel eingemessen, steht er in dB(A), sonst in dBFS(A).

Meldungen

- „Getrennte Geräte: …" erscheint, wenn der Sweep über ein anderes Gerät läuft als die Aufnahme.
  Die Meldung nennt das Ausgabegerät, die Zeitbasis, die Störprüfung und die Taktabweichung in ppm, also Millionstel.
- „Am Loopback-Eingang ist kein Sweep angekommen." heißt, dass diese Messung keine Zeitreferenz hat.
  Laufzeit und Abstand fehlen dann.
- „Ruhepegel nicht gemessen …" heißt, dass vor dem Sweep nur digitale Stille vom Mikro-Eingang kam.
- „…, Sweep 2 verworfen: Geräusch bei 3,2 s (15 dB über dem Rest)" nennt Zeitpunkt und Stärke einer Störung.
- „Zu wenige gültige Sweeps, wird automatisch wiederholt." heißt, dass die Box noch einmal gemessen wird.
- „Die gewählte Abhöre hat keine Lautsprecher. Unter „Projekt und Raum" zuordnen." verhindert den Start.
- „Am Mikro ist kein Sweep angekommen. Spielt die Box? …" nennt dazu die Mikro-Spitze während der Messung.
- „Mikro übersteuert (Spitze 0 dBFS). Gain am Vorverstärker senken." verwirft die Messung.
- „Abgebrochen: Mikro-Eingang stark übersteuert. …" bricht die Messung schon während des Sweeps ab.
- „Alle Sweeps gestört. Bitte Ruhe im Raum und noch einmal messen." verwirft die Messung.
- „Kein Audiogerät aktiv. Bitte unter Hardware ein Gerät wählen." und „Das Ausgabegerät ist nicht aktiv. Bitte unter Hardware prüfen." verhindern den Start.

Seitenleiste

Neben dem Eintrag „Messen“ steht ein grünes Schild mit gemessenen und vorhandenen Punkten, zum Beispiel „5/12“.

Gut zu wissen

- **Ablauf je Punkt.**
  Zuerst nimmt das Programm eine Sekunde Ruhe auf, daraus kommt der Ruhepegel.
  Dann spielen alle Boxen der Abhöre nacheinander ihre Sweeps.
  Nach dem letzten Lautsprecher gilt der Punkt als gemessen.
- **Störungsprüfung.**
  Ab drei Sweeps wird jeder Sweep gegen die anderen verglichen, in Stücken von 50 ms.
  Liegt ein Stück mehr als 12 dB über dem üblichen Unterschied, gilt der Sweep als gestört und wird verworfen.
  Bei einem oder zwei Sweeps gibt es keine Mehrheit, dann zählen alle.
  Bleiben bei drei oder mehr Sweeps weniger als zwei gültige übrig, misst das Programm diese Box einmal von selbst nach.
- **Getrennte Geräte.**
  Auf der Seite „Hardware“ lässt sich „Boxen an einem anderen Gerät (z. B. PC-Soundkarte)“ wählen.
  Dann laufen Wiedergabe und Aufnahme mit zwei Takten.
  Das Programm misst die Taktabweichung aus dem Abstand der Sweeps und rechnet sie heraus.
  Dafür braucht es mindestens zwei Sweeps.
  Die Störprüfung braucht auch hier mindestens drei Sweeps.
  Eine Zeitbasis gibt es dann nur über die akustische Zeitreferenz.
- **Akustische Zeitreferenz.**
  Ohne Loopback kann eine Bezugsbox vor jeder Messung einen kurzen Gleitton von 5 bis 20 kHz spielen.
  Die Laufzeit jeder Box zählt dann gegen diese Bezugsbox.
  Eingestellt wird das auf der Seite „Hardware“.
- **Neu messen ersetzt.**
  Eine neue Messung ersetzt die alte für denselben Punkt, dieselbe Abhöre und dieselbe Box.
- **Speichern.**
  Ist das Projekt schon gespeichert, speichert das Programm nach jedem Punkt von selbst.
- **Letzten Punkt wiederholen.**
  Im Menü „Messen“ wählt „Letzten Punkt wiederholen“ den zuletzt gemessenen Punkt wieder an.
  Gemessen wird erst mit „Messung starten“ oder der Leertaste.
- **Stufe abschließen** geht nur mit einem gespeicherten Projekt, in dem es schon eine Messung gibt.
  Sonst meldet das Programm „Bitte das Projekt zuerst speichern.“ oder „In dieser Stufe gibt es noch keine Messung.“
  Gelöscht wird beim Abschließen nichts.
  Die Messungen liegen danach im Projektordner unter „stufen“.
- **Vergleichbar bleiben.**
  Jede Stufe an denselben Punkten, mit demselben Mikro und demselben Sweep-Pegel messen.
  Sonst warnt das Fenster der Stufe, und der Bericht markiert den Vergleich als nicht vergleichbar.

- **Zusatz Ortung.**
  Ist im Messplan die Ortung der Boxen gewählt, nehmen die weiteren Mikros denselben Sweep gleichzeitig auf.
- **Pegel prüfen in der Simulation** ist nicht nötig, das Programm meldet das.
- **Restzeit.**
  Die Schätzung rechnet je Box eine Sekunde Ruhe plus Sweeps und Nachlauf, dazu den Countdown und 20 Sekunden für den Gang zum Punkt.

Auswertung

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Hier zeigt das Programm, was die Messung über den Raum sagt.
Zehn Reiter zeigen dieselben Messungen aus verschiedenen Blickwinkeln.
Die Texte in Klartext beantworten die wichtigste Frage.
Kommt ein Fehler vom Raum oder von der Box, und hilft ein EQ?

So geht's

1. Die Seite „Auswertung“ öffnen.
2. Oben rechts unter „Punkt:“ den Messpunkt wählen.
   Der Punkt am nächsten zum Hörplatz trägt den Zusatz „(Mischplatz)“.
3. Im Reiter „Raumkarte“ den Schieber durch die Frequenzen fahren.
   Wo rot oder blau steht, im Kasten rechts lesen, ob ein EQ hilft.
4. Im Reiter „EQ-Vorschläge“ das eigene Gerät wählen und die Einstellungen am Gerät vornehmen.
5. Mit „Nach dem Einstellen: Kontrollmessung am gewählten Punkt“ prüfen, ob der Eingriff wirkt.

Alle Bedienelemente

Kopfzeile, Reiter und Punkt

- Die Reiter heißen „Raumkarte“, „Frequenzgang“, „Wasserfall“, „Nachhall“, „Reflexionen“, „Hörzone“, „EQ-Vorschläge“, „3D-Bild“, „Raummoden“ und „Abgleich“.
- Die ersten neun Reiter öffnen sich auch mit Strg+1 bis Strg+9.
  Im Menü „Auswertung“ stehen alle zehn, der letzte als „Abgleich zweier Boxen“.
  Strg+Umschalt+Q öffnet „EQ-Vorschläge“.
- **„Punkt:“** wählt den Messpunkt für alle Reiter, die einen einzelnen Punkt zeigen.
  In der Liste stehen nur Punkte, an denen schon gemessen wurde.
- Alles bezieht sich auf die aktive Abhöre.

Kurvenbilder allgemein

- Die Maus über einer Kurve zeigt Frequenz und Pegel.
- Das Mausrad zoomt Frequenz und Pegel zugleich, die Stelle unter dem Zeiger bleibt stehen.
  Über der Pegelskala links zoomt es nur den Pegel, unter dem Bild nur die Frequenz.
  Mit gedrückter Umschalttaste zoomt es nur den Pegel.
- Ziehen mit der Maus verschiebt den Ausschnitt.
- Ein Doppelklick stellt den Ausschnitt zurück.

Reiter „Raumkarte“

- **Karte „Raumkarte · Abhöre …“** zeigt den Grundriss.
  Er ist eingefärbt nach dem Pegel bei der gewählten Frequenz.
- **Frequenz-Schieber** unter dem Grundriss wählt die Frequenz von 20 Hz bis 20 kHz.
  Der Wert steht grün über dem Schieber.
  Eine gestrichelte Marke zeigt, bis zu welcher Frequenz die Karte zwischen den Punkten rechnet.
- Beim ersten Öffnen stellt das Programm den Schieber auf die auffälligste Überhöhung unter 300 Hz.
- **Karte „Was die Karte bei … zeigt“** erklärt das Bild in Klartext.
  Oben steht, an wie vielen Punkten es zu viel, zu wenig oder passend ist.
  Darunter stehen der Wert am Mischplatz, die vermutete Ursache und die Streuung.
  Ein farbiger Kasten sagt, ob ein EQ hilft.
- **„Abhilfe im Optimierungsassistenten“** öffnet die Seite „Optimieren“.
- **Karte „Hörvergleich“** mit dem Zusatz „Messung und Gehör abgleichen“ führt durch einen Hörtest in zwei Schritten.
  1. „Geh zum Vergleichspunkt …“, dort passt die Frequenz am besten.
  2. „Geh zum Mischplatz“ und hören, ob es dort anders klingt.
- Der **Knopf mit dem Abspielzeichen** spielt Terzrauschen um die gewählte Frequenz über alle Boxen der Abhöre, mit −24 dBFS.
  Ein zweiter Klick stoppt es.
- Die beiden Antwortknöpfe heißen je nach Lage „Ja, mehr Bass“, „Ja, weniger Bass“, „Ja, lauter“, „Ja, leiser“ oder „Ja, klingt gleich“.
  Der zweite heißt „Kein Unterschied“ oder „Nein, klingt anders“.
  Die Antwort kommt ins Projekt.
- **Karte „Mischplatz gegen Vergleichspunkt …“** legt beide Kurven übereinander.
  Rot ist der Mischplatz, grau gestrichelt der Vergleichspunkt.

Reiter „Frequenzgang“

- **Karte „Frequenzgänge aller gemessenen Punkte“** zeigt alle Kurven.
- **Messliste links** hat je Punkt eine Zeile mit kleiner Kurve.
  Ein Klick auf die Zeile wählt den Punkt.
  Ein Klick auf den Farbpunkt blendet die Kurve ein oder aus.
- **„Einzelkurven“ oder „Mittel mit Spanne“** wählt die Darstellung.

- **„Pegel", „Pegel und Phase" oder „Pegel und Gruppenlaufzeit"** legt ein zweites Bild unter den Frequenzgang.
  Die Phase ist die zeitliche Lage jeder Frequenz in Grad.
  Die Gruppenlaufzeit ist die Verzögerung jeder Frequenz in Millisekunden.
- **„Phase am Stück" oder „Umbruch bei ±180°"** erscheint nur mit der Phase.
  „Phase am Stück" zeigt die Kurve ohne Sprünge und ist die Vorgabe.
- **Glättung** unten rechts wählt, wie stark die Kurven geglättet werden.
  Zur Wahl stehen „ohne Glättung", „1/48 Oktave" bis „1/1 Oktave", „variabel (für den EQ: unten fein, oben grob)", „variabel, Bass ruhiger (unten 1/12 statt 1/48)", „gehörrichtig (Spitzen zählen stärker)" und „ERB (Bandbreite des Gehörs)".
- **Fenster** daneben wählt das frequenzabhängige Fenster.
  Es blendet zu hohen Frequenzen hin immer mehr vom späten Raumschall aus, ähnlich wie das Ohr dort den Direktschall heraushört.
  Zur Wahl stehen „Fenster fest (ganzer Raum)", „Fenster 15 Perioden (wirkt etwa wie 1/12 Oktave)", „Fenster 8 Perioden (etwa 1/6 Oktave)" und „Fenster 4 Perioden (etwa 1/3 Oktave)".
- Glättung und Fenster gelten für das ganze Projekt, also auch für die anderen Reiter und den Bericht.

Reiter „Wasserfall"

Der Wasserfall zeigt, wie jede Frequenz nach dem Abschalten des Sweeps abklingt.

- **Karte „Wasserfall · …"** zeigt das Bild in einer drehbaren Ansicht.
  Links ziehen dreht und kippt, das Mausrad zoomt, die rechte Maustaste schiebt, ein Doppelklick stellt zurück.
  Die Maus rastet auf das Gitter ein und zeigt Frequenz, Zeit und Pegel.
- **„20 bis 200 Hz" oder „20 Hz bis 20 kHz"** wählt den Frequenzbereich.
- **„Scheiben" oder „Fläche"** wählt einzelne Kurven je Zeitpunkt oder eine geschlossene Fläche.
- **„400 ms", „800 ms" oder „1,5 s"** wählt die Länge der Zeitachse.
  Länger als die Impulsantwort geht es nicht.
- **Frequenz-Schieber** oben sucht eine Frequenz heraus.
  Ihre Linie wird weiß nachgezogen.
  Liegt die Frequenz über 200 Hz, schaltet das Bild von selbst auf den ganzen Bereich.
- **„mit den EQ-Filtern gerechnet"** zeigt den Wasserfall so, wie er mit den Filtern aus dem Reiter „EQ-Vorschläge" aussähe.
  So zeigt sich, ob ein Filter das Nachklingen verkürzt.
  Der Schalter ist nur bedienbar, wenn es dort Filter gibt.
- Rechts stehen die Karten „EQ-Vorschläge" und „Erste Reflexionen" in Kurzform.

Reiter „Nachhall"

Die Nachhallzeit ist die Zeit, in der der Schall im Raum um 60 dB leiser wird.

- **Karte „Nachhallzeit … je Oktave"** zeigt Balken je Band.
  Der Titel nennt die gewählte Art und die Bandbreite.

- **„Oktaven“ oder „Terzen“** wählt die Bandbreite.
- **„T30“, „Topt“, „EDT“ oder „T60M“** wählt, welcher Wert als Balken steht.
    - T30 rechnet aus dem Abfall von −5 bis −35 dB.
      Reicht die Dynamik nicht, nimmt das Programm T20 aus dem Abfall von −5 bis −25 dB.
    - Topt nimmt den geradesten Teil der Abklingkurve.
    - EDT, die frühe Abklingzeit, rechnet aus den ersten 10 dB des Abfalls.
    - T60M ist der Nachhall per Modell.
      Er braucht einige Sekunden zum Rechnen.
- **„Zielwert (s), 0 = nach Raumgröße“** nimmt einen eigenen Zielwert in Sekunden.
  Bei 0 oder leer rechnet das Programm ihn aus dem Raumvolumen.
  Der Wert gilt auch für die Raummoden und den Bericht.
- **Tabelle rechts** listet je Band „EDT“, „T20“, „T30“ und „Topt“, dazu „T60M“, sobald er gerechnet ist.
  Dazu kommen „C50“, „C80“ und „D50“.
  C50 und C80 sind das Verhältnis von früher zu später Schallenergie in dB, früh sind die ersten 50 oder 80 ms.
  D50 ist der Anteil der ersten 50 ms in Prozent.

Reiter „Reflexionen“

- **Bild der Impulsantwort** links mit der Wahl „Energie (ETC)“, „Impuls“ oder „Sprungantwort“.
  Die ETC zeigt die Energie über der Zeit.
  Die Sprungantwort ist die laufende Summe der Impulsantwort.
- **Karte „Erste Reflexionen · …“** listet bis zu sechs Reflexionen aus den ersten 20 ms, die stärker als −20 dB sind.
  Jede Zeile nennt die Verzögerung in ms, die zugeordnete Fläche und den Pegel zum Direktschall.

Reiter „Hörzone“

- **Karte „Hörzone um den Mischplatz“** zeigt die Kurven aller gemessenen Punkte im Umkreis von 2 m um den Hörplatz.
- Jeder Punkt hat dieselbe Farbe wie in der Messliste im Reiter „Frequenzgang“.
  Der gewählte Punkt ist grün und liegt vorn.
- Darunter stehen die Namen der Punkte in ihren Farben und die größte Abweichung eines Punkts zum Mittel der Hörzone.

Reiter „EQ-Vorschläge“

Die Seite ist in drei Spalten geteilt.
Links steht, was zu korrigieren ist.
In der Mitte steht, wie es am eigenen Gerät eingestellt wird.
Rechts stehen die Kurven vorher und nachher.
Bei schmalem Fenster rutschen die Kurven unter die mittlere Spalte.

Karte „EQ-Vorschläge“ (links)

- **„Ziel, gegen das gerechnet wird“** wählt die Zielkurve.
  - „Gerade (überall gleich laut)“.
  - „Raumkurve: Bass etwas lauter, Höhen fallen leicht ab“.
    Dazu erscheinen die Felder „Bass-Anstieg unter (Hz)“, „bis hinunter zu (Hz)“, „dB je Oktave“, „Höhen-Abfall über (Hz)“ und „dB je Oktave“.
  - „Hauskurve aus einer Datei“.
    Dazu erscheinen „Hauskurve laden“, eine Zeile mit Name und Umfang der Datei und der Schalter „zwischen den Werten über dem Logarithmus der Frequenz rechnen“.
- **„Art der Box (wird je Abhöre gemerkt)“** wählt „Vollbereich“, „Kleine Box mit Bassmanagement“, „Subwoofer“ oder „Einzelnes Chassis hinter der Weiche“.
  Bassmanagement heißt, dass ein Subwoofer der kleinen Box den Bass abnimmt.
  Je nach Art erscheinen „Untere Grenze (Hz)“, „Trennfrequenz (Hz)“ und je eine „Flanke (dB/Okt.)“.
  Beim einzelnen Chassis heißen die Felder „Hochpass (Hz)“ und „Tiefpass (Hz)“.
- Unter der unteren Grenze schlägt das Programm keinen EQ vor.
- Passt die gewählte Art nicht zur Bauart der gemessenen Box in der Lautsprecher-Liste, erscheint ein gelber Hinweis.
- **Liste der Vorschläge** zeigt bis zu sechs Stellen.
  Grün mit Haken heißt „EQ sinnvoll“, mit Frequenz, Pegel und Güte.
  Rot mit Kreuz heißt „nicht in den EQ“, mit dem Grund.
  Die Güte, kurz Q, ist die Breite einer Glocke, je größer, desto schmaler.
- **„Als Reglerliste“** speichert das, was die mittlere Spalte zeigt, als Textdatei.
- **„An Controller senden“** sendet die Regler an ein Allen & Heath Qu.
  Der Knopf ist nur bedienbar, wenn als Gerät „Allen & Heath Qu-16, Qu-24, Qu-32 …“ gewählt ist.

Karte „So stellst du es an deinem Gerät ein“ (Mitte)

- **„Womit filterst du?“** wählt das eigene Gerät.
  - „Parametrischer EQ: Frequenz, Pegel und Güte frei (Pult, DAW, Controller)“.
  - „Halbparametrisch: Frequenz und Pegel frei, Güte fest“.
  - „Grafischer EQ mit 31 Bändern, Terzen (Outboard, extern)“.
  - „Grafischer EQ mit 15 Bändern, 2/3 Oktaven (Outboard, extern)“.
  - „Allen & Heath Qu-16, Qu-24, Qu-32: grafischer EQ im Mix (28 Bänder, lässt sich senden)“.
- **„Regelbereich ± (dB)“**, Vorgabe 12, und **„Kleinster Schritt (dB)“**, Vorgabe 0,5, beschreiben das Gerät.
- **„Feste Güte des Geräts“**, Vorgabe 1,4, erscheint nur beim halbparametrischen EQ.
- Beim Qu ist der Regelbereich fest ±12 dB.
  Dafür erscheinen **„IP-Adresse des Pults“** und **„Ausgang am Pult“**.
  Zur Wahl stehen „LR“, „Mix 1“ bis „Mix 4“, „Mix 5-6“, „Mix 7-8“, „Mix 9-10“, die Gruppen 1-2 bis 7-8 und „Matrix 1-2“ und „Matrix 3-4“.
  Gruppen und Matrix tragen den Zusatz „(nicht am Qu-16)“.
- **Liste der Einstellungen** zeigt die Werte in der Sprache des Geräts.
  Bei grafischen EQs steht dort zum Beispiel „Regler 63 Hz auf −4,5 dB“.
  Sonst stehen Frequenz, Pegel, Güte und die Breite in Oktaven da.
  Ab zwölf Einträgen steht der Rest in der Reglerliste.

- **„Eigene Filter, je Zeile: Frequenz in Hz; Pegel in dB; Güte; Art …“** nimmt eigene Filter auf.
  Beispiele sind die Zeilen `63; -6; 4` und `30; 0; 0,7; Hochpass`.
  Die Arten heißen „Glocke“ (ohne Angabe), „Tiefen“, „Höhen“, „Hochpass“, „Tiefpass“, „Kerbe“ und „Allpass“.
  „Tiefen“ und „Höhen“ sind Kuhschwanzfilter, die ab einer Frequenz alles darunter oder darüber anheben oder absenken.
  Das Mausrad verstellt die Zahl an der Schreibmarke, mit Umschalttaste in feinen Schritten.
  Sobald hier etwas steht, gelten die eigenen Filter statt der Vorschläge.
- **„Vorschläge als Startwerte eintragen“** schreibt die Vorschläge für das gewählte Gerät als Zeilen ins Feld.
- **„Eigene Filter leeren“** leert das Feld, dann gelten wieder die Vorschläge.
- **„Filterdatei laden“** liest eine Textdatei im Format von AutoEq und PipeWire ein.
- **„Filterdatei speichern“** schreibt die Filter in diesem Format.
- **„Nach dem Einstellen: Kontrollmessung am gewählten Punkt“** misst am gewählten Punkt noch einmal.
  Beim Qu heißt der Knopf kürzer „Kontrollmessung am gewählten Punkt“.
- **„Selbst nachziehen: senden, messen, nachstellen“** erscheint nur beim Qu (siehe unten).
- **Liste der Prüfung** zeigt das Urteil je Filter nach der Kontrollmessung.
  Vorher steht dort „Noch keine Kontrollmessung“.
- **Kleiner Grundriss** mit der Überschrift „Messpunkt anklicken“ wählt den Punkt für die Kontrollmessung, ohne die Seite zu wechseln.
  Er erscheint nur, wenn die Karte breit und hoch genug ist.

Karte „Vorher und nachher“ (rechts)

- Grau ist die Messung vor dem Eingriff.
- Blau gestrichelt ist die Rechnung mit der Einstellung.
- Grün ist die Kontrollmessung danach.
- Weiß gestrichelt ist das Ziel, wenn eine Zielkurve gewählt ist.
- Oben rechts steht der Punkt und das Datum der Kontrollmessung oder „noch keine Kontrollmessung“.

Senden an ein Allen & Heath Qu

1. Als Gerät „Allen & Heath Qu-16, Qu-24, Qu-32 …“ wählen.
2. Die IP-Adresse des Pults eintragen, zum Beispiel 192.168.1.50.
   Rechner und Pult müssen im selben Netz sein.
3. Den Ausgang am Pult wählen.
4. Auf „An Controller senden“ klicken.
5. Die Rückfrage lesen und mit „Senden“ bestätigen.
   Am Pult werden im gewählten Ausgang alle 28 Regler des grafischen EQ überschrieben, und der EQ wird eingeschaltet.
   Regler ohne Wert stehen danach auf 0 dB.

Danach meldet das Programm Modell, Firmware und MIDI-Kanal des Pults.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

Selbst nachziehen

1. Auf „Selbst nachziehen: senden, messen, nachstellen“ klicken.
2. Die Rückfrage mit „Starten“ bestätigen.
3. Das Programm sendet die Regler, wartet kurz und misst am gewählten Punkt.
4. Es vergleicht die gemessene Änderung mit der geplanten, je Terz.
   Weicht sie mehr als 1 dB ab, stellt es die Regler nach und misst wieder.
5. Nach höchstens fünf Messungen ist Schluss.

Je Durchgang steht eine Zeile in der Liste, mit dem größten Rest und dem Mittel über die Terzen.
Am Ende steht, was jetzt am Pult eingestellt ist.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

Reiter „3D-Bild“

Das 3D-Bild zeigt den Pegel über Frequenz und Zeit als farbige Fläche.

- **„1/3“, „1/6“ oder „1/12“** wählt die Bandbreite in Oktaven.
- **„10 ms“, „50 ms“, „300 ms“ oder „30 Perioden“** wählt die Zeitspanne.
  Unter der Farbskala steht, ab welcher Frequenz das Bild bei dieser Spanne etwas zeigt.
  - „10 ms“ zeigt erst ab 300 Hz.
  - „50 ms“ zeigt ab 100 Hz.
  - „300 ms“ zeigt den ganzen Raum ab 20 Hz mit gröberem Raster.
  - „30 Perioden“ gibt jeder Frequenz eine eigene Zeitachse in Schwingungen.
    Resonanzen gleicher Güte klingen dort gleich schnell ab.
- **„Prozent“ oder „dB“** wählt den Maßstab der Höhe.
- Die Maus bedient das Bild wie im Wasserfall.

Reiter „Raummoden“

Eine Raummode ist eine stehende Welle zwischen den Wänden.
Bei ihrer Frequenz ist es an manchen Stellen im Raum sehr laut und an anderen sehr leise.

- **Auswahlliste** nennt alle gerechneten Moden bis 300 Hz mit Frequenz und Art, zum Beispiel „Längsmode 1“ oder „tangential 1-1-0“.
- **„tiefere Mode“** und **„höhere Mode“** blättern durch die Liste.
- **„bis 100 Hz“, „bis 200 Hz“ oder „bis 300 Hz“** wählt den Suchbereich der gemessenen Resonanzen.
- **„0,3 s“, „0,5 s“ oder „1 s“** wählt das Stück der Impulsantwort, das untersucht wird.
- **Linienbild** zeigt jede Mode als Linie über der Frequenz, darüber die Messkurve am gewählten Punkt.
  Ein Klick auf eine Linie wählt die Mode.
- **Text unter dem Bild** beschreibt die gewählte Mode (siehe „Ergebnisse lesen“).
- **„Filter gegen lange Resonanzen in die eigene Filtertabelle“** erscheint nur, wenn starke Resonanzen zu lange nachklingen.

Der Knopf trägt passende Glocken in das Feld „Eigene Filter“ ein und wechselt zum Reiter „EQ-Vorschläge“.
- **Karte „Wo die Mode laut und leise ist“** zeigt den Raum von oben in Ohrhöhe.
  Die Boxen sind violette Kästchen, der Hörplatz ist ein weißer Kreis.

Reiter „Abgleich“

Hier werden zwei Boxen am selben Punkt aufeinander abgestimmt, zum Beispiel Subwoofer und Hauptbox.

- **Karte „Zwei Boxen am selben Punkt abgleichen“** zeigt die Kurven.
  Oben rechts wählt **„Summe“ oder „Unterschied“** die Darstellung.
- **Karte „Zweite Box einstellen“** enthält die Regler.
  - **„Erste Box (bleibt, wie sie ist)“** und **„Zweite Box (wird eingestellt)“** wählen die beiden Boxen.
    Zur Wahl stehen nur Boxen, die an diesem Punkt gemessen sind.
  - **„Pegel der zweiten Box (dB)“** reicht von −20 bis +20 dB.
  - **„Verzögerung der zweiten Box (ms), negativ = früher“** reicht von −50 bis +50 ms.
  - **„Feineinstellung der Verzögerung (ms)“** reicht von −2 bis +2 ms.
  - Ein Doppelklick auf einen Regler stellt ihn auf 0.
  - **„zweite Box umpolen“** dreht die Polung der zweiten Box.
  - **„Suchen von (Hz)“**, Vorgabe 30, und **„bis (Hz)“**, Vorgabe 300, legen den Bereich für die Suche fest.
  - **„Beste Verzögerung und Polung suchen“** findet die Einstellung mit der lautesten Summe in diesem Bereich.
  - **„Zurücksetzen“** stellt alles auf 0 und nimmt das Umpolen zurück.

Ergebnisse lesen

Raumkarte

- Grün heißt „passt“, also höchstens 3 dB Abweichung.
  Rot heißt „zu viel“, blau heißt „zu wenig“.
- Bis zur gestrichelten Marke am Schieber rechnet die Karte die Werte zwischen den Punkten.
  Darüber stehen die Werte nur an den Punkten.
  Die Grenze hängt vom Abstand der Rasterpunkte ab.
- „Mischplatz“ nennt den Wert am Hörplatz.
  Der Zusatz „(aus der Karte)“ oder „(nächster gemessener Punkt)“ sagt, woher er kommt.
- „Ursache“ nennt unter 300 Hz die nächste gerechnete Raummode, wenn eine im Umkreis von 5 % liegt.
  Sonst steht dort „keine Raummode in der Nähe (± 5 %), eher Box oder Aufstellung“.
  Über 300 Hz steht dort „über 300 Hz keine einzelne Raummode, eher Reflexionen oder Box“.
- Der Kasten zum EQ zeigt eines von vier Urteilen.
  - „Kein EQ.“
    Die Abweichung hängt vom Ort ab.

Ein EQ würde den Mischplatz verbessern und andere Stellen verschlechtern.
    - „EQ nur zum Teil."
      Es ist an allen Punkten zu laut.
      Absenken um den genannten Wert hilft überall, der Rest hängt vom Ort ab.
    - „EQ möglich."
      Die Abweichung ist an fast allen Punkten gleich und kommt eher von der Box.
    - „Bei dieser Frequenz ist nichts zu tun."
- Als ortsabhängig gilt eine Abweichung, wenn die Punkte mehr als 3 dB streuen oder es an manchen Punkten zu viel und an anderen zu wenig ist.
- Unter vier gemessenen Punkten steht „Noch zu früh."
  Ursache, EQ-Urteil und Hörvergleich erscheinen erst danach.

Frequenzgang

- Alle Kurven sind auf ihren Pegel von 500 Hz bis 2 kHz bezogen, dieser liegt bei 0 dB.
- Der gewählte Punkt ist grün und dick.
  Jeder andere Punkt hat seine Farbe aus der Messliste.
  Weiß gestrichelt ist das Mittel aller Punkte.
- In der Ansicht „Mittel mit Spanne" ist das graue Band der Bereich zwischen leisestem und lautestem Punkt.
  Blau und kräftig ist das Mittel, grün und dünn der gewählte Punkt.
- Im Phasenbild ist grün die gemessene Phase.
  Blau gestrichelt ist die Minimalphase, die allein aus dem Pegelverlauf folgt.
  Orange ist die Überschussphase, der Rest, der zum Beispiel aus Laufzeit kommt.
  Für die Gruppenlaufzeit gelten dieselben Farben.

Wasserfall

- Orange Marken mit „… Hz klingt lange nach" zeigen Frequenzen unter 300 Hz, die deutlich länger nachklingen als der Rest.
  Darunter steht dann „… klingt deutlich länger nach als der Rest. Das hört man als dröhnenden Bass."
- Die gestrichelte Linie vorn ist der „Störpegel der Messung".
- „Zu wenig Signal." heißt, dass die Messung in großen Teilen des Bereichs nur knapp über dem Störpegel liegt.
  Was dort liegen bleibt, ist Brummen oder Rauschen der Aufnahme und nicht der Raum.
- Zur gewählten Frequenz steht eine von vier Aussagen.
    - „nach … ms um 20 dB leiser".
    - „fällt so schnell, wie die Methode auflöst".
    - „fällt in der gezeigten Zeit nicht um 20 dB".
    - „Signal nur … dB über dem Störpegel, Abklingen nicht messbar".
      Das gilt unter 26 dB Abstand zum Störpegel.

Nachhall

- Das grüne Band „Zielbereich“ liegt 20 % unter bis 20 % über dem Zielwert.
- Grün liegt im Zielbereich.
  Gelb liegt darüber.
  Rot liegt mehr als 15 % über dem Zielbereich.
  Blau liegt darunter.
- Ein blasser Balken mit „?“ heißt, dass die Abklingkurve dort keine saubere Gerade ist.
  Der Wert ist dann unsicher.
- Ein Strich „–“ heißt, dass es für dieses Band keinen gültigen Wert gibt.
- Unter der Tabelle steht der Zielbereich mit Formel und Raumvolumen.
  Die Formel gilt laut Quelle erst ab 35 m^3, darauf weist die Zeile bei kleineren Räumen hin.

Reflexionen

- Gelbe Zeilen sind gefundene Reflexionen.
- „Fläche unklar“ heißt, dass keine Fläche aus der Raumeingabe zur Laufzeit passt.
- Ein grüner Haken mit „Keine Reflexion über −20 dB in den ersten 20 ms“ ist ein gutes Zeichen.

Hörzone

- Die Zeile „Größte Abweichung eines Punkts zum Hörzonen-Mittel (100 Hz–10 kHz)“ ist grün bis 3 dB und gelb darüber.
- Liegt kein gemessener Punkt im Umkreis von 2 m, rät das Programm zu einem feineren Raster um den Mischplatz.

EQ-Vorschläge

- Vorgeschlagen wird nur, was an allen Punkten gleich ist.
  Eine Stelle gilt als gleich, wenn die Punkte weniger als 2 dB streuen und mindestens 90 % der Punkte betroffen sind.
- Senken werden nie zum Anheben vorgeschlagen.
  Sie tragen den Grund „Senke: nicht mit EQ anheben (kostet Headroom, hilft am Ort kaum)“.
- Ortsabhängige Stellen tragen den Grund „ortsabhängig (Raum): nicht in den EQ, Abhilfe über Aufstellung und Akustik“.
- In Klammern steht, an wie vielen Punkten die Stelle auftritt.
- In der mittleren Spalte ist ein Absenken blau und ein Anheben orange.
- Steht dort „Zu klein für dieses Gerät“, liegt die Korrektur unter dem kleinsten Schritt.

Urteil der Kontrollmessung je Filter

- „passt“ mit grünem Haken.
- „etwas mehr, es fehlen noch … dB“.
- „zu viel, … dB zurück“.
- „Frequenz verschieben“ mit der Frequenz, an der der Eingriff wirklich wirkt.
- „Glocke breiter“ oder „Glocke schmaler“.
- „Eingriff nicht zu sehen“ mit der Frage „Ist der EQ im Signalweg und eingeschaltet?“.

- „Nebenwirkung bei … Hz“ zeigt eine Stelle außerhalb der Filter, die durch den Eingriff schlechter geworden ist.
- Die letzte Zeile nennt die Abweichung vom Ziel vorher und nachher, als Effektivwert von 20 Hz bis 16 kHz.
  Grün heißt besser geworden, rot heißt schlechter geworden.
- Bei Filtern, die keine Glocke sind, vergleicht das Programm nur, ob die Messung der Rechnung folgt.

Ende von „Selbst nachziehen“

- „Fertig nach … Messungen“ heißt, die gemessene Änderung liegt überall auf ±1 dB an der geplanten.
- „Abgebrochen: es wurde schlechter“ heißt, die beste Einstellung bisher geht zurück an das Pult.
- „Nach 5 Messungen noch nicht ganz im Ziel“ nennt den größten Rest, die beste Einstellung bleibt am Pult.
- „Mehr lässt sich nicht nachstellen“ heißt, die Regler stehen am Ende des Regelbereichs oder der Rest ist kleiner als ein Schritt.

3D-Bild

- Die Farbe zeigt den Pegel, die Farbskala steht rechts.
- Die Maus zeigt am Gitterpunkt Frequenz, Zeit und Pegel, bei „30 Perioden“ auch die Zeit in Perioden und Millisekunden.

Raummoden

- Im Linienbild sind Moden zwischen zwei Flächen orange und hoch.
  Moden über vier Flächen (tangential) sind blau und halb so hoch.
  Moden über alle sechs Flächen (schräg) sind grau und noch kürzer.
  Die gewählte Mode ist grün.
  Weiß ist die Messung am gewählten Punkt.
- Liegt eine Linie auf einer Spitze der Messkurve, ist diese Mode die wahrscheinliche Ursache.
- Der Text nennt für die gewählte Mode diese Angaben.
  - Zwischen welchen Flächen sie läuft.
  - Wie laut sie am Hörplatz ist.
    Unter 3 dB unter dem Höchstwert liegt der Hörplatz im Druckbauch, die Mode ist dort besonders laut.
    Mehr als 12 dB darunter liegt er nahe am Knoten, die Frequenz ist dort leise.
  - Wie weit die Messung am Punkt bei dieser Frequenz über oder unter dem Mittel liegt.
  - Die Abklingzeit bei dieser Frequenz.
    Ist sie mehr als doppelt so lang wie der Zielwert, steht dort „hier lohnt eine Bassfalle“.
  - Die gemessenen Resonanzen am Punkt, die längsten zuerst, mit Abklingzeit, Güte und Stärke.
- Im Grundriss rechts ist dunkelblau leise (Knoten, −30 dB) und rot laut (Bauch, 0 dB).

Abgleich

- Blau ist die erste Box, orange die zweite mit der Einstellung.
  Grün ist die Summe beider Boxen.
  Weiß gestrichelt ist die Summe ohne Phase zum Vergleich.
- Liegt die grüne Kurve unter der gestrichelten, löschen sich die Boxen dort teilweise aus.
- In der Ansicht „Unterschied" zeigt die grüne Kurve, um wie viel die zweite Box lauter (über 0) oder leiser (unter 0) ist.
- Nach der Suche steht dort, welche Box um wie viele ms zu verzögern ist und ob umzupolen ist.
  Mehr als +3 dB über der Summe ohne Phase geht bei gleich lauten Boxen nicht.
- „Keine Zeitreferenz." erscheint, wenn die beiden Messungen keine gemeinsame Zeitbasis haben.
  Die Summe ist dann nicht aussagekräftig.

Gut zu wissen

- Einzelne Punkte zeigen in den Reitern „Wasserfall", „Reflexionen", „3D-Bild", „Raummoden" und bei Phase und Gruppenlaufzeit die Messung der Box mit der kleinsten Nummer in der Lautsprecher-Liste.
- Die Kontrollmessung und das Nachziehen messen dieselbe Box am selben Punkt wie die erste Messung dort, mit denselben Sweep-Einstellungen.
  Vorher und nachher werden mit demselben Fenster, derselben Glättung und demselben Pegelbezug gerechnet.
- Die Kontrollmessung wird im Projekt gespeichert und ist nach dem nächsten Öffnen wieder da, mit Urteil.
- In der Simulation gibt es kein Gerät im Signalweg.
  Dort rechnet das Programm die Filter in die Kontrollmessung ein, damit der Ablauf zu sehen ist.
- Das Qu-16 hat keine Gruppen und keine Matrix.
  Wählt man dort einen solchen Ausgang, sendet das Programm nichts und sagt das.
- Das Pult lässt nur eine MIDI-Verbindung über das Netz zu.
  Läuft noch „A&H MIDI Control" oder ein anderes Programm mit dieser Verbindung, dort erst trennen.
- Erwartet wird ein Qu-16, Qu-24, Qu-32, Qu-Pac oder Qu-SB mit Firmware ab 1.9.
  Das neue Qu-5, Qu-6 und Qu-7 kann über sein Protokoll keinen EQ empfangen.
- Gesendet wird nur an den grafischen EQ, nicht an den parametrischen.
- Die Filterdatei kennt nur Glocke und Kuhschwanz.
  Hochpass, Tiefpass, Kerbe und Allpass meldet das Programm beim Speichern als nicht enthalten.
  Sie werden am Gerät von Hand eingestellt.
- Eine Hauskurve ist eine Textdatei mit mindestens zwei Zeilen aus Frequenz in Hz und Versatz in dB, die Frequenz steigend.
- Die Raummoden sind für einen Quader mit schallharten Wänden gerechnet.
  In Räumen mit schiefen Wänden, offenen Flächen oder viel Dämmung verschieben sich Frequenz und Ort.
  Es zählt die Messung.
- Die Filter gegen lange Resonanzen gelten für den gewählten Punkt.
  Danach an anderen Punkten nachmessen.

Das Programm trägt höchstens sechs Filter ein, mit höchstens 12 dB Absenkung.
- Die Glättung lässt sich auch mit Tasten wählen.
  Strg+0 schaltet sie ab.
  Strg+Umschalt+1, 2, 3, 6, 7, 8 und 9 wählen 1/1, 1/2, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24 und 1/48 Oktave.
  Strg+Umschalt+X wählt „variabel“, Strg+Umschalt+Y „gehörrichtig“ und Strg+Umschalt+Z „ERB“.
  Dieselbe Taste noch einmal nimmt die Glättung wieder weg.

Optimieren

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio.

Wozu

Hier wird eingetragen, was im Raum schon an Akustik vorhanden ist.
Das Programm vergleicht das mit der Messung und sagt, ob jede Maßnahme wirkt.
Dazu kommt ein Befund in Klartext über Aufstellung, Orte, Ausrichtung, Abgleich und Nachhall.

So geht's

1. Erst messen, was ist.
2. Die Seite „Optimieren“ öffnen, über die Seitenleiste oder das Menü „Raum“, Eintrag „Vorhandene Maßnahmen und Optimieren“.
3. Auf „Neu“ klicken.
4. Name, Art, Ort, Lage, Höhe, Dicke und Abstand eintragen.
5. Für jede weitere Maßnahme die Schritte 3 und 4 wiederholen.
6. Rechts in der Karte „Befund aus der Messung“ das Urteil lesen.

Alle Bedienelemente

Karte „Was im Raum schon gemacht ist“

- Die Liste zeigt jede Maßnahme mit Name, Art, Ort, Fläche und Tiefe.
  Ein Farbpunkt davor zeigt das Urteil.
- Ein Klick auf eine Zeile wählt die Maßnahme.
- **„Neu“** legt eine Maßnahme an.
  Sie steht zuerst 1,2 m breit an der linken Wand in Höhe des Hörplatzes.
- **„Löschen“** entfernt die gewählte Maßnahme.

Karte „Angaben zur Maßnahme“

- **„Name“**, frei wählbar.

- **„Art“** wählt „Poröser Absorber (Schaum, Mineralwolle, Faser)“, „Bassfalle porös (Ecke, Säule)“, „Membran- oder Plattenabsorber“, „Lochplatte / Helmholtz-Absorber“, „Diffusor“, „Teppich“ oder „Vorhang“.
- **„Ort“** wählt „Wand“, „Decke“, „Boden“ oder „Raumecke“.
- **„Lage im Grundriss von „x; y“ (m)“** und **„bis „x; y“ (m)“** nehmen zwei Ecken im Grundriss.
- **„Höhe über dem Boden „von; bis“ (m)“** nimmt die Unter- und Oberkante.
- **„Dicke des Materials (cm)“** und **„Abstand zur Wand oder Decke (cm)“** ergeben zusammen die Tiefe.
- Darunter stehen Fläche und Tiefe gesamt.
- Eingaben gelten mit der Eingabetaste oder beim Verlassen des Felds.
  Das Mausrad verstellt die Zahl in den Feldern, mit Umschalttaste in feinen Schritten.

Karte „Lage im Raum“

- Der Grundriss zeigt alle Maßnahmen.
  Die gewählte ist hervorgehoben.
- Maßnahmen lassen sich dort mit der Maus anklicken und verschieben.
  Boxen und Mischplatz bleiben auf dieser Seite fest.

Karte „Befund aus der Messung“

Der Befund steht in Abschnitten.
Jeder Abschnitt hat eine fette Überschrift.

- **„Aufstellung“** prüft bei zwei Boxen das Stereodreieck.
  Bei mehr Boxen prüft es Winkel und Abstand jeder Box vom Hörplatz nach der Empfehlung ITU-R BS.775.
- **„Orte von Mikro und Boxen“** prüft aus den Laufzeiten, ob ein Mikro-Ort, ein Box-Ort oder die Raummaße nicht stimmen.
- **„Ausrichtung der Boxen, gemessen“** schätzt aus dem Pegel der Höhen je Punkt, wohin jede Box zielt.
  Bei zwei Boxen prüft er, ob beide spiegelgleich zielen.
- **„Abgleich am Hörplatz (Punkt …)“** nennt je Box den Abstand, die nötige Verzögerung und die Pegelkorrektur.
- **„Ortung der Boxen aus den Laufzeiten“** erscheint nur mit dem Zusatz Ortung und mehreren Mikros.
- **„Bassreihe an der Rückwand“** erscheint nur, wenn Boxen die Rolle „vordere Bassreihe“ und „hintere Bassreihe“ haben.
- **„Nachhallzeit“** vergleicht je Terz mit dem Sollwert.
- **„Vorhandene Maßnahmen“** bewertet jede eingetragene Maßnahme.
- Am Ende steht die Grundlage der Rechnung.

Ergebnisse lesen

Farben

- Im Befund ist grün gut, gelb ein Hinweis und rot ein Fehler.
  Grau und klein sind Grundlage und Grenzen.
- In der Liste der Maßnahmen heißt grün „passt“, gelb „reicht nicht“, rot „falscher Bereich“ und grau „nicht bewertet“.

Aufstellung

- Bei zwei Boxen nennt der Befund Basis, Abstände links und rechts und den Öffnungswinkel.
- „Das Stereodreieck ist annähernd gleichseitig.“ gilt bis 5 % Abweichung.
  Gleichseitig heißt 60° und Abstand gleich Basis.
- Steht eine Box näher am Hörplatz, nennt der Befund den Unterschied in cm und ms.
- Sitzt der Hörplatz nicht mittig zwischen den Seitenwänden, nennt er beide Abstände.
- Am Punkt nächst dem Hörplatz vergleicht er den Pegel links gegen rechts von 200 Hz bis 5 kHz.
  Über 1 dB Unterschied ist die Zeile gelb.
- Mit Loopback vergleicht er die Abstände aus der Laufzeit mit den eingetragenen Orten.
- Bei mehr Boxen nennt er Winkel und Abstand jeder Box.
  Stehen die Boxen nicht auf einem Kreis, nennt er den Laufzeitunterschied.
  Boxen namens „Links“ und „Rechts“ werden mit 30° verglichen, „Mitte“ oder „Center“ mit 0° und Boxen mit „Surround“ im Namen mit 100° bis 120°.
- Boxen mit festem Winkel in der Lautsprecher-Liste werden gegen die Richtung zum Hörplatz geprüft.

Orte von Mikro und Boxen

- Bei „Raummaße nicht prüfen“ gibt es hier keine Berichtigungen.
- Die Grenze ist 10 cm bei normaler und 5 cm bei hoher Genauigkeit.
- „Box … steht laut den Laufzeiten an … Punkten etwa … cm weiter … als eingetragen“ nennt dazu den geschätzten Ort.
- „Punkt …: Die Laufzeiten passen nicht zum eingetragenen Ort“ heißt, das Mikro stand dort vermutlich woanders.
  Dann diesen Punkt nachmessen.
- Ohne Loopback und ohne akustische Zeitreferenz lassen sich die Orte nicht prüfen.
- Aktive Boxen mit eigener Signalverarbeitung kommen später an und wirken dann weiter weg, als sie stehen.

Ausrichtung, gemessen

- Der Befund nennt die Strahlrichtung jeder Box laut den Höhen von 4 bis 10 kHz und die Richtung zum Hörplatz.
- Bis 5° Abweichung „zielt sie auf den Hörplatz“.
  Darüber zielt sie aus Sicht des Hörers nach außen oder innen vorbei.
- Bei zwei Boxen steht dort „Beide Boxen zielen spiegelgleich (Unterschied unter 5°).“ oder welche Box weiter nach außen zielt.

- Die Schätzung gilt nur, wenn an allen Punkten mit derselben Lautstärke und demselben Mikro gemessen wurde und das Mikro senkrecht nach oben zeigte.

Abgleich am Hörplatz

- Bezug ist die Box mit dem längsten Weg.
  Alle anderen werden verzögert.
- Beim Pegel ist die leiseste Box der Bezug.
  Alle anderen werden abgesenkt, gemessen von 200 Hz bis 5 kHz.
- Der Pegel eines Subwoofers wird hier nicht verglichen.
- Ohne Loopback, aber mit akustischer Zeitreferenz gelten die Laufzeiten nur gegeneinander.
  Für den Ausgleich am Controller reicht das.
- Ohne jede Zeitreferenz steht „Laufzeit unbekannt".

Bassreihe an der Rückwand

- Gibt es eine Einstellung mit mindestens 3 dB weniger Nachklingen, nennt der Befund Verzögerung, Pegel und Polung der hinteren Reihe.
- Die Werte gelten zusätzlich zu dem, was bei der Messung eingestellt war.
  Danach beide Reihen zusammen zur Kontrolle messen.
- Ohne Loopback lässt sich die Verzögerung nicht rechnen.

Nachhallzeit

- Der Befund nennt Sollwert und erlaubten Bereich, im Bass etwas mehr.
- „Zu lang bei …" nennt die Terzen und die fehlende Absorptionsfläche in m^2.
  Das ist eine grobe Rechnung und im Bass kleiner Räume nur ein Anhalt.
- „Zu kurz bei … Dort ist der Raum überdämpft." erscheint nur, wenn dort genug Signal war und der Wert sicher gemessen ist.
- „nicht beurteilbar" heißt, die Box gibt dort über 12 dB weniger ab als in den Mitten.
- „nicht sicher gemessen" heißt, die Abklingkurve ist keine saubere Gerade oder liegt zu nah am Störgeräusch.

Vorhandene Maßnahmen

- Bei porösen Absorbern nennt der Befund die Tiefe und ab welcher Frequenz er voll wirkt.
- „In diesem Bereich passt die Nachhallzeit." ist das gute Urteil.
- „In seinem Bereich ist der Nachhall noch zu lang" heißt, die Fläche ist zu klein oder der Ort ungünstig.
- „Zu lang ist es bei …" in Rot heißt, das Problem liegt unter seinem Wirkbereich.
  Der Befund nennt dann die Tiefe, die ein poröser Absorber dafür bräuchte.
- Bei Membran-, Platten- und Helmholtz-Absorbern lässt sich der Wirkbereich nicht verlässlich rechnen.
- Diffusoren werden nicht bewertet.

Gut zu wissen

- „Voll wirksam ab“ ist eine Abschätzung für senkrechten Schalleinfall und kein Messwert.
- Der Befund gilt für die aktive Abhöre.
- Ohne Messung steht beim Nachhall „Noch keine Messung. Sobald gemessen ist, steht hier der Vergleich je Terz.“
- Derselbe Befund steht auch im Bericht.
  In EWS Live gibt es die Seite „Optimieren“ nicht, dort steht der Befund nur im Bericht.

Bericht

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Der Bericht fasst die Messung für den Kunden oder die eigenen Unterlagen zusammen.
Er ist eine Seite für den Browser (HTML) mit Bildern.
Von dort lässt er sich drucken oder als PDF sichern.
Außerdem lassen sich hier die Messdaten für REW speichern, eine verbreitete Messsoftware.

So geht's

1. Die Seite „Bericht“ öffnen, über die Seitenleiste, den Knopf „Bericht“ oben rechts auf vielen Seiten oder das Menü „Datei“.
2. Auf „Bericht speichern“ klicken.
3. Ist das Projekt gespeichert, liegt der Bericht danach im Projektordner im Unterordner „Bericht“. Sonst fragt das Programm nach einem Ordner.
4. Ist „nach dem Speichern im Browser öffnen“ angehakt, öffnet sich der Bericht gleich im Browser.

Alle Bedienelemente

Karte „Raumbericht“

- Oben rechts steht, wie viele Punkte gemessen sind.
- Ein Text nennt den Inhalt des Berichts.
- **„Bericht speichern“** schreibt den Bericht.
- **„nach dem Speichern im Browser öffnen“** ist vorgewählt.
- Ein Hinweisfeld zeigt den Pfad der fertigen Datei oder einen Fehler.

Karte „Austausch mit REW“

- Oben rechts steht die Zahl der Messungen.
- **„Messdaten für REW speichern“** fragt nach einem Ordner.
  Je Messung der aktiven Abhöre entstehen zwei Dateien.
  Der Frequenzgang kommt als Text mit Frequenz und Pegel in 1/48 Oktave.
  Die Impulsantwort kommt als WAV mit 32 bit float.
- Der Knopf ist nur bedienbar, wenn es eine Messung gibt.
- Dasselbe macht das Menü „Datei“, Eintrag „Messdaten für REW speichern …“.

Ergebnisse lesen

Der Bericht hat diese Teile, in dieser Reihenfolge.
Teile ohne Daten fallen weg.

1. **Kopf** mit „Raumbericht · Projektname“ und Datum.
   Stammen die Messungen aus der Simulation, steht dort ein gelber Hinweis.
2. **„Raum und Messung“** als Tabelle.
   Sie nennt Grundfläche, lichte Höhe, Volumen, Messpunkte, Abhöre, Mikrofon mit Kalibrierdatei, Pegel, Sweep, Luft und „Genauigkeit des Projekts“.
3. **„Vollständigkeit der Angaben“** als Tabelle mit den Abschnitten „Raumangaben“, „Messung“ und „Auswertung“.
   Je Abschnitt stehen der erledigte Anteil in Prozent und was noch fehlt.
   Darunter steht die gewählte Genauigkeit.
4. **Grundriss** mit Boxen, Mischplatz und Maßnahmen.
5. **„Verlauf der Stufen“**, nur wenn es abgeschlossene Stufen gibt oder das Projekt „Studio neu einrichten“ ist.
   Ein Bild zeigt das Mittel aller Punkte je Stufe, die letzte Stufe grün.
   Eine Tabelle nennt je Stufe Datum, Notiz, Punkte, Hörzone und Nachhall bei 125 Hz, 500 Hz und 2 kHz.
   Die laufende Stufe steht als „laufend“ dabei.
   Ist eine Stufe nicht vergleichbar, steht dort „Nicht vergleichbar: …“ mit dem Grund.
6. **„Lautsprecher“** mit Bild, Name, Hersteller und Typ, Bauart, Aufstellung, Ort und Ausgang.
7. **„Frequenzgang“**.
   Grau sind die einzelnen Punkte, grün ist das Mittel.
   Darunter stehen Glättung und Fenster.
8. **„Nachhallzeit“** als Bild und Tabelle mit EDT, T20, T30 und Topt je Oktave.
   Ein Fragezeichen heißt wie in der Auswertung, dass der Wert unsicher ist.
9. **„Raumkarte“** bei der Frequenz, bei der sich die Punkte am stärksten unterscheiden.
   Sie erscheint ab drei gemessenen Punkten.
10. **„Erste Reflexionen“** am Punkt nächst dem Hörplatz.
11. **„Wasserfall“** an diesem Punkt, 20 bis 200 Hz und 0 bis 400 ms.
12. **„Resonanzen im Bass“** mit bis zu acht Resonanzen.
    Jede hat Frequenz, Abklingzeit, Güte, Stärke und eine Einordnung.
    Die Einordnung lautet „klingt lange nach, hier lohnt eine Bassfalle“, „etwas zu lang“ oder „im Rahmen“.

13. **„Impedanz“** und **„Klirr“**, wenn diese Messungen im Projekt sind.
14. **„EQ-Vorschläge“** mit bis zu zehn Zeilen, dazu Zielkurve und Art der Box.
15. **„Bassreihe an der Rückwand“**, wenn die Rechnung mindestens 3 dB weniger Nachklingen bringt. Dieser Teil ist gerechnet, nicht gemessen.
16. **„Befund“** mit denselben Abschnitten wie auf der Seite „Optimieren“.
17. **„Liste der Maßnahmen“**.

Gut zu wissen

- Der Bericht gilt für die aktive Abhöre.
  Für eine andere Abhöre diese erst auf der Seite „Messen“ wählen und den Bericht neu speichern.
- Ein neuer Bericht überschreibt den alten im Ordner „Bericht“.
- Der Bericht besteht aus der Datei „bericht.html“ und dem Ordner „bilder“.
  Beides gehört zusammen, wenn er weitergegeben wird.
- Die Genauigkeit in Prozent setzt sich aus Gewichten zusammen.
  Alle Punkte messen zählt 25, die Kalibrierdatei des Mikros 20, die vier Wände und eine Zeitbasis je 15.
  Der Hörvergleich zählt 10, Pult und Einbauten und der Pegel mit Kalibrator je 5.
  Die erste Diagonale zählt 4 und die zweite Diagonale 1.
  Ein Bericht mit 100 % geht nur mit allen Angaben.

Messdaten einlesen

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Messungen müssen nicht mit diesem Programm entstehen.
Eine fertige Impulsantwort aus einem anderen Programm lässt sich einlesen.
Bei der Offline-Messung spielt die Anlage eine Sweep-Datei ab, und ein beliebiges Gerät nimmt auf.
Die Aufnahme wird später eingelesen.
So lässt sich auch ohne Rechner am Ort messen.

So geht's

Impulsantwort einlesen

1. Im Menü „Datei“ auf „Impulsantwort einlesen (WAV) …“ klicken oder Strg+Umschalt+I drücken.
2. Die Datei wählen.
3. Im Fenster „Messpunkt“ und „Lautsprecher“ wählen.
4. Auf „Einlesen“ klicken.

Offline-Messung

1. Im Menü „Datei“, Untermenü „Offline-Messung“, auf „1. Mess-Sweep als Datei speichern …“ klicken.
2. Die „Abtastrate“ wählen, die das Aufnahmegerät später nutzt.
3. Auf „Speichern …“ klicken und den Speicherort wählen.
4. Die Datei über die Anlage abspielen und am Messpunkt aufnehmen.
5. Im Untermenü „Offline-Messung“ auf „2. Aufnahme des Sweeps einlesen …“ klicken oder Strg+Umschalt+N drücken.
6. Im ersten Dateifenster „Schritt 1 von 2: die Sweep-Datei, die abgespielt wurde“ die Sweep-Datei wählen.
7. Im zweiten Dateifenster „Schritt 2 von 2: die Aufnahme“ die Aufnahme wählen.
8. „Messpunkt“ und „Lautsprecher“ wählen und auf „Einlesen“ klicken.

Alle Bedienelemente

Fenster „Impulsantwort einlesen“ und „Aufnahme des Sweeps einlesen“

- Oben steht der Name der gewählten Datei mit der Frage „Zu welchem Messpunkt und welchem Lautsprecher gehört sie?“.
- **„Messpunkt“** listet alle Punkte des Projekts.
  Vorgewählt ist der erste offene Punkt.
  Schon gemessene Punkte tragen den Zusatz „(gemessen, wird ersetzt)“.
- **„Lautsprecher“** listet die Boxen der aktiven Abhöre.
  Hat die Abhöre keine, stehen alle Boxen des Projekts da.
- **„Einlesen“** übernimmt die Messung.
- **„Abbrechen“** schließt das Fenster ohne Änderung.

Fenster „Mess-Sweep als Datei speichern“

- **„Abtastrate“** wählt 44100, 48000, 88200, 96000, 176400 oder 192000 Hz.
  Vorgewählt ist die Rate des aktiven Audiogeräts.
- **„Speichern …“** öffnet die Dateiauswahl.
- **„Abbrechen“** schließt das Fenster.

Ergebnisse lesen

- Nach dem Einlesen meldet das Programm „Eingelesen als Messung am Punkt …. Sie steht jetzt in der Auswertung.“
- Der Punkt gilt danach als gemessen.
- Ist das Projekt gespeichert, speichert das Programm von selbst.
- Fehlermeldungen nennen den Grund.
  - „Die Datei lässt sich nicht als Tondatei lesen“.
  - „Die Datei ist leer“ oder „Die Datei enthält nur Stille“.

    - „Die Aufnahme ist kürzer als der Sweep. Sie muss den ganzen Sweep und den Nachhall danach enthalten."
    - „Aus der Aufnahme ließ sich keine Impulsantwort rechnen."
    - Eine Meldung zu unpassenden Abtastraten (siehe unten).

Gut zu wissen

- Eingelesene Messungen haben keine Zeitreferenz.
  Laufzeit und Abstand fehlen, und alles, was darauf aufbaut, bleibt leer.
  Das betrifft den Abgleich am Hörplatz, die Prüfung der Orte und die Bassreihe.
- Eine neue Messung ersetzt die alte für denselben Punkt, dieselbe Abhöre und dieselbe Box.
- Eine Impulsantwort wird bis knapp 22 Sekunden bei 48 kHz gelesen.
  Ist sie kürzer als eine Sekunde, füllt das Programm sie mit Stille auf.
- Gelesen werden WAV und AIFF.
  Von mehrspurigen Dateien nimmt das Programm die erste Spur.
- Die Sweep-Datei enthält eine halbe Sekunde Stille, den Sweep mit den Einstellungen des Projekts und Stille für den Nachlauf.
  Sie ist eine WAV mit 32 bit float.
- Sweep-Datei und Aufnahme brauchen dieselbe Abtastrate.
  Liegt die Rate der Aufnahme beim Doppelten, Vierfachen, Halben oder Viertel, rechnet das Programm sie um.
  Sonst den Mess-Sweep mit der Rate der Aufnahme neu speichern und noch einmal abspielen.
- Das Programm merkt sich die zuletzt gespeicherte Sweep-Datei und schlägt sie beim Einlesen vor.
- Die Einträge im Menü „Datei" sind nur bedienbar, wenn die Ausgabe die Seite „Auswertung" hat.

Kapitel 4 · Lautsprecher, Messwerkzeuge und Werkstatt

Dieses Kapitel beschreibt sechs Seiten.
„Lautsprecher“ verwaltet die Boxen eines Projekts.
„Spezialmessungen“ misst die Impedanz eines Chassis.
„Live-Analyzer“, „Generator“ und „Oszilloskop“ sind die Werkzeuge für laufende Signale.
„Werkstatt“ prüft einzelne Boxen gegen eine gute Box desselben Modells.

Alle sechs Seiten stehen in der Seitenleiste.
Lautsprecher ist Nummer 5, Spezialmessungen Nummer 6, Live-Analyzer Nummer 7, Generator Nummer 8, Oszilloskop Nummer 9, Werkstatt Nummer 10.
Im Menü „Raum“ heißt die Seite Lautsprecher „Lautsprecher und Aufstellung“.
Die Spezialmessungen stehen im Menü „Messen“.
Live-Analyzer, „Pegelprotokoll“, Generator, Oszilloskop und „Werkstatt (Lautsprecher prüfen)“ stehen im Menü „Werkzeuge“.

Tastenkürzel:

- Strg+Umschalt+T öffnet den Live-Analyzer.
- Strg+Umschalt+O öffnet den Live-Analyzer gleich mit dem Pegelverlauf.
- Strg+Umschalt+R öffnet den Generator.
- Strg+Umschalt+C öffnet das Oszilloskop.

Ein Begriff kommt auf allen Seiten vor.
dBFS heißt Dezibel bezogen auf die Vollaussteuerung.
EWS zählt wie REW.
Ein voll ausgesteuerter Sinus hat 0 dBFS.

Lautsprecher

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live.

Wozu

Hier stehen alle Boxen des Projekts mit Name, Typ, Bauart und Aufstellung.
Zu jeder Box lassen sich die Daten des Herstellers aus der eingebauten Bibliothek holen.
Eine Messkurve der Box allein, ohne Raum, lässt sich aus einer Datenbank im Netz oder aus einer Datei

laden.
Für Stereo und Surround stellt eine Vorlage die Boxen nach Norm um den Hörplatz.

So geht's

1. Auf „Neu“ klicken.
   Die Box erscheint in der Liste und ist gewählt.
2. Unter „Name im Projekt (links und rechts einzeln, z. B. „A200 links“)“ einen Namen eintragen.
3. Unter „Modell aus der Bibliothek“ das Modell wählen und auf „Für diese Box übernehmen“ klicken.
   Steht das Modell nicht in der Bibliothek, den Typ unter „Hersteller und Typ“ von Hand eintragen.
4. „Bauart (bestimmt das Piktogramm)“ und „Aufstellung“ wählen.
5. Für die zweite Seite auf „Gegenstück anlegen (links ↔ rechts)“ klicken.
   Die Kopie steht gespiegelt am Hörplatz.
6. Ort und Ausgang der Boxen auf der Seite „Projekt und Raum“ einstellen.
   Dort wird die Box auch einer Abhöre zugeordnet.

Für Stereo oder Surround geht es schneller.
In der Auswahl über „Boxen nach Vorlage aufstellen“ die Vorlage wählen und auf den Knopf klicken.

Alle Bedienelemente

Karte „Lautsprecher im Projekt“

Oben rechts steht die Zahl der Boxen.
Jede Zeile zeigt Bild, Name, Typ, Bauart, Aufstellung, Ausgang und Ort in Metern.
Steht noch kein Typ da, zeigt die Zeile „Typ noch nicht eingetragen“.
Ein Klick auf eine Zeile wählt die Box.

- Auswahl der Vorlage.
  Zur Wahl stehen „Vorlage: Stereo (2.0)“, „Vorlage: 5.1“, „Vorlage: 5.2 (zwei Subwoofer)“, „Vorlage: 7.1“, „Vorlage: 5.1.4 (vier Boxen oben)“ und „Vorlage: 7.1.4 (vier Boxen oben)“.
- „Boxen nach Vorlage aufstellen“ ersetzt die ganze Liste durch die Boxen der Vorlage.
  Die Boxen stehen auf einem Kreis um den Hörplatz.
  Der Radius ist der Abstand der ersten vorhandenen Box zum Hörplatz, sonst 2 m.
  Passt der Kreis nicht in den Raum, wird er kleiner, bis alle Boxen mindestens 30 cm von der Wand stehen.
  Stereo, 5.1 und 5.2 folgen den Winkeln nach ITU-R BS.775, 7.1 und die Vorlagen mit Boxen oben nach ITU-R BS.2051-3.
  Die oberen Boxen stehen unter 45° Höhenwinkel.
  Reicht die Raumhöhe nicht, sitzen sie knapp unter der Decke.
  Die Vorlage legt auch eine Abhöre mit dem Namen der Vorlage an und macht sie aktiv.
- „Neu“ legt eine Box an.
  Sie steht 2 m vom Hörplatz entfernt in 1,2 m Höhe und bekommt den nächsten freien Ausgang.

- „Gegenstück anlegen (links ↔ rechts)“ kopiert die gewählte Box.
  Die Kopie steht gespiegelt an der Linie durch den Hörplatz.
  Aus „links“ im Namen wird „rechts“ und umgekehrt.
  Ohne diese Wörter bekommt der Name den Zusatz „(Gegenstück)“.
  Die Kopie bekommt den Ausgang der Vorlage plus eins und kommt in dieselben Abhören.
- „Löschen“ entfernt die gewählte Box.

Karte „Angaben zur Box“

Links steht ein großes Bild der gewählten Box.

- „Name im Projekt (links und rechts einzeln, z. B. „A200 links“)“.
- „Hersteller und Typ“.
- „Bauart (bestimmt das Piktogramm)“.
  Zur Wahl stehen „Monitor 2-Wege“, „Monitor 3-Wege“, „Koaxial / Breitband“, „Kleinbox“, „Subwoofer“, „PA-Top mit Horn“, „Line-Array-Element“ und „Hornlautsprecher“.
- „Aufstellung“.
  Zur Wahl stehen „auf dem Stativ“, „auf dem Pult“, „auf dem Schreibtisch“, „auf dem Schrank“, „am Wandhalter“, „geflogen an Seilen“, „Wandeinbau (Vorsatzwand)“ und „auf dem Boden“.
- Auswahl der Rolle im Bass.
  Zur Wahl stehen „Bass: keine besondere Rolle“, „Bass: vordere Bassreihe“ und „Bass: hintere Bassreihe (löscht die Welle der vorderen aus)“.
  Mit diesen Rollen rechnet das Programm die Einstellung einer Bassreihe an der Rückwand.
  Dafür braucht die aktive Abhöre je eine Box mit „vordere Bassreihe“ und mit „hintere Bassreihe“.
- „zeigt auf den Hörplatz“.
  Ist der Haken gesetzt, zielt die Box auf den Hörplatz.
- „sonst Drehung in Grad (0 = gerade in den Raum, + = nach rechts)“.
  Das Feld gilt nur ohne Haken bei „zeigt auf den Hörplatz“.
  Das Mausrad verstellt den Wert um 1°, fein um 0,5°.
  Bei einer Box mit fester Drehung zeigt das Programm, wie weit sie am Hörplatz vorbei zielt.
- Zeile „Ort … · Ausgang … · einzustellen unter „Projekt und Raum““.
  Sie zeigt Ort und Ausgang nur an.
- „Eigenes Bild laden“ übernimmt ein Foto der echten Box (PNG oder JPG).
  Beim Speichern des Projekts wird das Bild in den Projektordner kopiert, Unterordner „bilder“.
- „Bild entfernen“ nimmt das eigene Bild wieder weg.

Eingaben in Name und Typ gelten sofort.

Karte „Messdaten der Box aus der Datenbank“

- „Liste laden“ holt die Liste der Boxen von spinorama.org aus dem Netz.
  Ohne persönlichen Schlüssel gibt es nur einen freien Demo-Satz von Boxen.
- Auswahl der Box aus dieser Liste.

- „Kurve aus der Liste“ lädt den Frequenzgang auf Achse („On Axis“) der gewählten Box.
  Hat die Box im Projekt noch keinen Typ, wird der Name aus der Liste übernommen.
- „Kurve aus Datei“ lädt eine Kurve aus einer Textdatei (.txt, .frd oder .dat).
  Je Zeile stehen Frequenz und Pegel, wie bei REW.
- „Kurve entfernen“ löscht die Kurve der Box.

Die Kurve erscheint in der Fläche darunter.
Darunter steht ihre Quelle.

Karte „Modell aus der Bibliothek“

Oben rechts steht die Zahl der Modelle.

- Auswahl „Modell wählen …“.
  Darunter stehen die Daten aus den Unterlagen des Herstellers.
- „Für diese Box übernehmen“ trägt das Modell als Typ der gewählten Box ein.
  Ist das Modell ein Subwoofer, wird die Bauart auf „Subwoofer“ gestellt.
- „Zuordnung lösen“ trennt die Box wieder vom Modell.

Die Bibliothek liegt im Ordner „daten\lautsprecher“ neben dem Ordner der Projekte.
Je Modell gibt es dort eine Datei.

Ergebnisse lesen

Das Bild einer Box kommt aus der ersten dieser Quellen, die es gibt.

1. Das eigene Bild der Box.
2. Das Produktbild des Herstellers aus der Bibliothek, auf weißem Grund.
3. Ein Piktogramm aus den Maßen und Chassis des Bibliotheksmodells.
4. Das Piktogramm der gewählten Bauart.

Die Daten der Bibliothek erscheinen je nach Modell unter diesen Überschriften.
„Art“, „Chassis“, „Trennfrequenz“, „Frequenzbereich“, „Höchster Pegel“, „Spitzenpegel“, „Verstärker“, „Maße (H × B × T)“, „Gewicht“, „Gebaut“, „Hinweis“, „Reparatur“, „Bild“ und „Quelle“.
Unter „Quelle“ steht, aus welchem Datenblatt die Angaben stammen, wenn möglich mit Seite.

Die Kurve aus der Datenbank ist violett.
Sie ist eine Messung der Box allein, ohne Raum.
Die Zeile darunter nennt Box, Messfassung und Lizenz.

Gut zu wissen

- Löschen geht nicht, solange es zu der Box Messungen gibt.
  Sonst würden die Messungen der falschen Box zugeordnet.
- Eine Vorlage lässt sich nur anwenden, solange das Projekt noch keine Messungen hat.
  Sie ersetzt die ganze Liste.

- Für den Subwoofer gibt die Norm keinen Ort vor.
  Die Vorlage stellt ihn trotzdem auf, Orte und Ausgänge danach unter „Projekt und Raum“ anpassen.
- Die Kurven von spinorama.org stehen unter der Lizenz CC BY-NC-SA 4.0 und sind nur für nicht kommerzielle Zwecke frei.
- „Liste laden“ braucht eine Internetverbindung.
  Ohne Verbindung meldet die Seite „Keine Liste erhalten. Besteht eine Internetverbindung?“.
- Die Aufstellung soll später in Körperschall und frühe Reflexionen einfließen.

Spezialmessungen

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio.

Wozu

Die Seite misst die Impedanz eines Chassis, also seinen Wechselstromwiderstand über der Frequenz.
Aus der Kurve rechnet sie die Kennwerte des Chassis nach Thiele und Small.
Damit lässt sich ein Chassis prüfen oder ein Ersatz-Chassis vergleichen.
Unten auf der Seite stehen weitere Spezialmessungen, die geplant und noch nicht gebaut sind.

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

So geht's

Der Aufbau ist eine Kette.
Der Ausgang des Interface geht über einen Messwiderstand an das Chassis.
Ein Eingang misst vor dem Widerstand, der zweite Eingang direkt am Chassis.

1. Beide Eingänge auf denselben Gain stellen.
   Die Phantomspeisung ausschalten.
2. Unter „Ausgang zum Messwiderstand“, „Eingang vor dem Widerstand (Bezug)“ und „Eingang am Chassis“ die Kanäle wählen.
3. Den genauen Wert des Messwiderstands unter „Messwiderstand (Ohm)“ eintragen.
4. Die Messleitungen offen lassen und auf „Leerlauf einmessen (Messleitungen offen)“ klicken.
5. Für mehr Genauigkeit die Enden der Messleitungen verbinden und auf „Kurzschluss einmessen (Leitungen verbunden)“ klicken.
6. Für noch mehr Genauigkeit einen bekannten Widerstand anklemmen, seinen Wert unter „Bezugswiderstand (Ohm)“ eintragen und auf „Bezugswiderstand einmessen“ klicken.
7. Das Chassis anklemmen, frei aufstellen und für Ruhe sorgen.
8. Auf „Impedanz messen“ klicken.
   Die Messung dauert 10 s.

Die Schritte 5 und 6 sind freiwillig.
Die Reihenfolge Leerlauf, Kurzschluss, Bezugswiderstand ist wichtig, weil jeder Abgleich auf dem vorigen aufbaut.

Alle Bedienelemente

Karte „Impedanz und Kennwerte eines Chassis“

Zahlenfelder in der ersten Zeile:

- „Messwiderstand (Ohm)“, Vorgabe 100.
  Ein induktionsarmer Widerstand zwischen Ausgang und Chassis.
  Sein genauer Wert geht eins zu eins in das Ergebnis ein.
  Am Kopfhörerausgang passen 100 Ohm.
- „Messleitungen (Ohm)“, Vorgabe 0.
  Widerstand der Messleitungen.
  Er wird von der Messung abgezogen.
  Nach einem Kurzschluss-Abgleich zählt dieses Feld nicht mehr.
- „Eingangswiderstand (Ohm, 0 = unbekannt)“, Vorgabe 0.
  Der Eingangswiderstand des Interface liegt parallel zum Chassis.
  Bei 0 wird er nicht berücksichtigt.
- „Gleichstromwiderstand des Chassis (Ohm, 0 = unbekannt)“, Vorgabe 0.
  Mit einem Ohmmeter gemessen und eingetragen, rechnet die Seite mit diesem Wert.
  Bei 0 wird er aus der Kurve geschätzt.
- „Pegel des Sweeps (dBFS)“, Vorgabe −12.
  Erlaubt sind −60 bis −3 dBFS.
- „Bezugswiderstand (Ohm)“, Vorgabe 10.
  Genauer Wert des bekannten Widerstands für den dritten Abgleich.
  Er sollte in der Größe der Impedanzen liegen, die gemessen werden.

Kanäle und Knöpfe in der zweiten Zeile:

- „Ausgang zum Messwiderstand“.
- „Eingang vor dem Widerstand (Bezug)“.
- „Eingang am Chassis“.
- „Impedanz messen“ startet die Messung.
- „Als Textdatei speichern“ schreibt die Kurve in eine Textdatei.
  Oben stehen Datum und Kennwerte, darunter je Zeile Frequenz in Hz, Impedanz in Ohm und Phase in Grad, mit Strichpunkt getrennt.

Die drei Abgleiche in der dritten Zeile:

- „Leerlauf einmessen (Messleitungen offen)“ gleicht den Unterschied der beiden Eingänge aus.
- „Kurzschluss einmessen (Leitungen verbunden)“ misst die Impedanz der Messleitungen.
  Sie wird danach von jeder Messung abgezogen.

- „Bezugswiderstand einmessen“ vergleicht die Messung mit dem bekannten Widerstand.
  Daraus folgt je Frequenz ein Korrekturfaktor.
  Er gleicht auch einen unbekannten Eingangswiderstand aus.

Unter den Knöpfen steht eine Zeile mit dem Stand der Abgleiche.
Solange es keine Messung gibt, steht dort ein Kasten mit der Anleitung zum Anschluss.

Ergebnisse lesen

Das obere Bild zeigt die Impedanz in Ohm als grüne Kurve.
Die Achse beginnt bei 0 Ohm.
Das untere Bild zeigt die Phase in Grad als blaue Kurve.
Gemessen wird von 10 Hz bis 20 kHz.

Über den Bildern steht die Zeile mit den Kennwerten.

- Re ist der Gleichstromwiderstand der Schwingspule.
- fs ist die Resonanzfrequenz, an der die Impedanz ihre Spitze hat.
- Zmax ist die Impedanz bei fs.
- Qms ist die mechanische Güte, also wie stark die Aufhängung bremst.
- Qes ist die elektrische Güte, also wie stark Antrieb und Schwingspule bremsen.
- Qts ist die Gesamtgüte aus beiden.
- Zmin ist die kleinste Impedanz oberhalb der Resonanz, mit ihrer Frequenz.
- Induktivität ist die Induktivität der Schwingspule bei der Frequenz, an der die Impedanz auf das 1,41-Fache von Zmin gestiegen ist.

Findet die Seite keine ausgeprägte Resonanz, meldet sie „Keine ausgeprägte Resonanz gefunden“.
Das ist bei einem Chassis hinter einer Weiche oder bei einem Widerstand so.
Die Kurve gilt trotzdem.

Die Zeile mit dem Stand der Abgleiche sagt zum Beispiel, wann der Leerlauf eingemessen wurde und wie weit die Eingänge bei 1 kHz auseinander lagen.
Ohne Abgleich steht dort „ohne Leerlauf-Abgleich gemessen“.

Gut zu wissen

- Die Kennwerte stimmen nur für ein Chassis in freier Luft, also ausgebaut und frei aufgestellt.
- Masse, Nachgiebigkeit, VAS und Bl gibt es nicht.
  Dafür bräuchte es eine zweite Messung mit Zusatzmasse oder geschlossenem Gehäuse.
- Das Chassis wirkt bei der Messung wie ein Mikrofon.
  Geräusche im Raum stören deshalb.
- An einer Endstufe die Eingänge mit einem Spannungsteiler schützen.
- Ausgang und beide Eingänge müssen am selben Gerät liegen.
  Mit getrenntem Ausgabegerät lehnt die Seite die Messung ab.
- Die beiden Eingänge müssen verschieden sein.

- Liegen die Eingänge im Leerlauf zwischen 100 Hz und 5 kHz mehr als 2 dB auseinander, wird der Leerlauf-Abgleich verworfen.
  Dann Anschlüsse und Gain prüfen.
- Misst der Kurzschluss bei 1 kHz mehr als 5 Ohm, wird er nicht übernommen.
- Misst der Bezugswiderstand bei 1 kHz weniger als die Hälfte oder mehr als das Doppelte des eingetragenen Werts, wird er nicht übernommen.
  Dann stimmt der Widerstand nicht, oder die Eingänge sind vertauscht.
- Sind die Eingänge vertauscht, liegt die Kurve etwa um den Wert des Messwiderstands zu hoch.
- Ein neuer Leerlauf-Abgleich löscht Kurzschluss und Bezugswiderstand.
  Beide dann neu einmessen.
- Die Abgleiche gehören zum Messaufbau, nicht zum Projekt.
  Sie bleiben über einen Neustart erhalten, in der Datei „daten\impedanz-abgleich.json".
  Sie gelten nur für die Abtastrate, mit der sie gemessen wurden.
  Bei einer anderen Abtastrate werden sie verworfen.
- Die letzte Impedanzmessung wird im Projekt gespeichert und erscheint im Bericht.
- Ohne Audiogerät rechnet die Seite ein erfundenes Chassis und schreibt „Simulation: gerechnetes Chassis, keine Messung" dazu.
- Geplant und noch nicht gebaut sind „Schalldämmung zwischen Räumen", „Scheppersuche (Sinus-Gleitton mit Klirr-Erkennung)", „Körperschall" und „Raummoden im schiefen Raum (Finite Elemente)".

Live-Analyzer

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (dort auch als Pegelprotokoll).

Wozu

Der Live-Analyzer zeigt laufend, was am Messmikro ankommt.
Er misst den Pegel wie ein Schallpegelmesser und schreibt ihn auf Wunsch mit.
Er vergleicht ein Bezugssignal mit dem Mikro, auch während Musik läuft.
Er misst den Klirr einer Box Ton für Ton und hilft beim Suchen von Scheppern.

So geht's

1. Auf der Seite „Hardware" ein echtes Audiogerät und den Mikro-Eingang wählen.
2. Auf „Analyzer starten" klicken.
3. Oben die Ansicht wählen.
   „Spektrum", „Pegelverlauf", „Übertragung" oder „Klirr".
4. Für einen Test der Abhöre den Haken bei „Rosa Rauschen auf die Abhöre" setzen.
   Vorher den Pegel leise wählen.
5. Zum Beenden auf „Analyzer anhalten" klicken.

Alle Bedienelemente

Kennzahlen oben

- „Pegel Fast“ oder „Pegel Slow“ ist der bewertete Pegel mit der gewählten Zeitbewertung.
  Darunter steht, ob der Pegel „mit Kalibrator eingemessen“, nur geschätzt oder „nicht eingemessen, Anzeige in dBFS“ ist.
- „Mittelungspegel Leq“ ist der Mittelwert der Schallenergie seit dem Start oder dem letzten Zurücksetzen.
- „Höchster Pegel“ seit dem letzten Zurücksetzen.
  Darunter steht der leiseste Wert.
- „Eingang Spitze“ ist die höchste Spitze am Mikro-Eingang in dBFS.
  Ab −1 dBFS steht dort „übersteuert: Gain senken“.

Karte „Analyzer“ rechts

- „Analyzer starten“ und „Analyzer anhalten“.
- „Auflösung (Oktave)“ mit „1/1“, „1/3“, „1/6“, „1/12“, „1/24“ und „1/48“.
  Vorgabe ist 1/3, die Terz.
- „Zeitfenster (fein = mehr Frequenzen im Bass, träger)“ mit „schnell“, „mittel“, „fein“ und „sehr fein“.
  Das sind etwa 0,7 s, 1,5 s, 3 s und 6 s Signal je Analyse.
  Längere Fenster trennen tiefe Frequenzen feiner, die Anzeige folgt aber langsamer.
- „Tempo der Balken“ mit „sofort“, „schnell“, „mittel“, „langsam“ und „Mittel“.
  „schnell“ folgt in etwa 0,25 s, „mittel“ in 1 s, „langsam“ in 4 s.
  „Mittel“ bildet den Mittelwert seit dem Zurücksetzen.
- „Bewertung Pegel“ mit „A“, „C“ und „Z“.
  A bewertet wie das Ohr bei leisen Pegeln, C fast gerade mit wenig Abfall an den Rändern, Z gar nicht.
  Die Bewertung gilt für die Pegelzahlen, nicht für das Spektrum.
- „Zeitbewertung“ mit „Fast“ (125 ms) und „Slow“ (1 s).
- „Hold: lautester Pegel bleibt stehen“, Vorgabe an.
  Der lauteste Wert je Frequenz bleibt als Strich stehen.
- „Hold löschen“ löscht diese Striche.
- „Zurücksetzen“ startet Mittelwerte, Höchstwerte und Pegelverlauf neu.
- „Kurve merken“ friert das aktuelle Spektrum als gestrichelte Linie ein.
  Danach heißt der Knopf „Gemerkte Kurve löschen“.

Karte „Pegelprotokoll“ rechts

- „Grenzwert für den Mittelungspegel Leq (leer = keiner)“.
  Das Mausrad verstellt den Wert um 1 dB, fein um 0,5 dB.
- Ampel neben dem Feld.
  Grün bis 3 dB unter dem Grenzwert, gelb darüber, rot ab dem Grenzwert.
- „Pegel mitschreiben (eine Datei je Tag)“.
  Jede Sekunde kommt eine Zeile in die Datei.

Darunter steht, in welche Datei geschrieben wird.

Karte „Rauschgenerator“ rechts

- „Rosa Rauschen auf die Abhöre“ spielt rosa Rauschen über alle Boxen der aktiven Abhöre.
  Rosa Rauschen hat in jeder Oktave dieselbe Energie und liegt im Spektrum deshalb waagerecht.
- „Pegel (dBFS RMS)“ mit „−40“, „−30“, „−20“ und „−12“.
  Vorgabe ist −30.
  RMS heißt Effektivwert.

Große Fläche, Ansicht „Spektrum“

Die Balken zeigen den Pegel je Band.
Bis 1/6 Oktave erscheinen Balken, bei feinerer Auflösung eine Linie.
Unten stehen immer die 31 Frequenzen eines Terzband-EQ von 20 Hz bis 20 kHz.
Fährt die Maus über das Bild, steht dort Frequenz und Pegel des nächsten Bandes.

Über dem Bild steht eine Zeile mit drei Werten.

- „Leq letzte Minute“.
- „letzte 10 Minuten“.
- „Schalldosis SEL“, der Pegel, den dieselbe Schallenergie in einer einzigen Sekunde hätte.

Große Fläche, Ansicht „Pegelverlauf“

Die Kurve zeigt den Pegel über der Uhrzeit.
Je Viertelsekunde zählt der lauteste Wert.
Die blaue Linie ist der Leq seit dem Start.
Ein gelber Punkt markiert den lautesten Moment mit Uhrzeit.
Ein eingetragener Grenzwert erscheint als rote gestrichelte Linie.

- Zeitraum oben rechts mit „1 min“, „5 min“, „15 min“, „1 Std“ und „alles“.
  Vorgabe ist 5 min.
  „alles“ zeigt die ganze Zeit seit dem Zurücksetzen.

Fährt die Maus über das Bild, stehen dort Uhrzeit, Pegel und Leq an dieser Stelle.

Große Fläche, Ansicht „Übertragung“

Die Übertragungsfunktion vergleicht ein Bezugssignal mit dem Mikro.
Bezug ist zum Beispiel die Pultsumme.
So zeigt sie, was Box und Raum aus dem Signal machen, auch während Musik läuft.

- Auswahl „Bezug: …“ wählt den Eingang mit dem Bezugssignal.
  Vorgabe ist der Eingang der Zeitreferenz von der Seite Hardware.

- „Laufzeit neu suchen“ sucht die Verzögerung zwischen Bezug und Mikro neu.
  Das ist nach dem Umstellen von Mikro oder Box nötig.
- „Kohärenz“ oder „Phase“ wählt, was das untere Bild zeigt.
  Kohärenz sagt, welcher Anteil des Mikrosignals wirklich vom Bezug stammt.
- „4“, „16“ oder „64“ wählt, über wie viele Blöcke gemittelt wird.
  Vorgabe ist 16.

Große Fläche, Ansicht „Klirr“

Klirr sind Oberwellen, die die Box selbst dazu erzeugt.
Die Klirrmessung spielt nacheinander einzelne Sinustöne über die erste Box der aktiven Abhöre und misst je Ton den Klirr.
Das heißt Stufen-Sinus.
Je nach Punkten dauert es 1 bis 7 Minuten.

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

- „über die Frequenz“ oder „über den Pegel“.
  Über die Frequenz zeigt, wo die Box verzerrt.
  Über den Pegel zeigt, ab welcher Lautstärke sie verzerrt.
- „von (Hz)“, Vorgabe 20, und „bis (Hz)“, Vorgabe 20000.
  Bei „über den Pegel“ heißt das erste Feld „Frequenz (Hz)“ und steht auf 1000.
- „Punkte je Oktave“ mit „3“, „6“, „12“ und „24“.
  Vorgabe ist 6.
- „Pegel des Tons (dBFS)“ mit „−30“, „−20“, „−12“ und „−6“.
  Vorgabe ist −12.
  Bei „über den Pegel“ heißt die Zeile „höchster Pegel (dBFS)“.
  Gemessen wird dann in zwölf Stufen zu je 3 dB bis zu diesem Pegel.
- „Klirrmessung starten“.
  Während der Messung heißt der Knopf „Abbrechen“.
- „Als Textdatei speichern“ schreibt alle Stufen in eine Textdatei.
- „Scheppern suchen: Dauerton … Hz“ erscheint nur, wenn die Klirrmessung eine auffällige Frequenz gefunden hat.
  Siehe unten unter „Scheppern suchen“.

Ergebnisse lesen

Spektrum

Die Balken gehen von Blau bei leisen Bändern nach Grün bei lauten.
Der helle Strich über einem Balken ist der Hold-Wert.
Die violette gestrichelte Linie ist die gemerkte Kurve.
Ohne Einmessung des Pegels steht die Achse in dBFS, mit Einmessung in dB SPL.

Überwiegt am Eingang ein einzelner Ton, erscheint über dem Bild eine gelbe Zeile.
Sie nennt die Frequenz des Tons, den Klirr (THD) und den Klirr mit Rauschen (THD+N).
THD ist die Summe aller Oberwellen im Verhältnis zum Grundton.
THD+N rechnet zusätzlich alles Rauschen und alle anderen Störanteile mit.
Dazu kommen die 2. bis 5. Oberwelle einzeln in Prozent.

Laufen zwei Töne gleichzeitig, etwa ein Zweiton aus dem Generator, zeigt die Zeile die Intermodulation (IMD).
Das sind Störtöne, die aus dem Zusammenspiel der beiden Töne entstehen.
Je nach Abstand der Töne stehen dort die Seitenbänder oder der Differenzton 2. Ordnung, die 3. Ordnung und die Verzerrung mit Rauschen (TD+N).

Steht die Auflösung auf „1/1" und ist der Pegel eingemessen, erscheint eine Zeile mit den Lärmkurven.
Lärmkurven bewerten das Ruhegeräusch eines Raums mit einer Zahl.
Die Zeile nennt NR (Noise Rating), NC (Noise Criterion) und PNC (Preferred Noise Criterion) mit dem Band, das die Zahl bestimmt.
Als Richtwert für Tonstudios nennt sie höchstens NR 25 und NC 15 bis 20.
Im Bild erscheinen die getroffene NC-Kurve, die getroffene NR-Kurve und gestrichelt „NR 25 Richtwert".
Ist der Pegel nur geschätzt, steht „Pegel nur geschätzt" dabei.

Übertragung

Das obere Bild zeigt den Pegel der Strecke.
Kräftig grün sind die Abschnitte mit einer Kohärenz ab 60 %, dort ist die Messung verlässlich.
Dünn und grau ist der Rest.
Das untere Bild zeigt die Kohärenz in Prozent oder die Phase in Grad.
Eine Kohärenz nahe 100 % heißt verlässlich.
Nahe 0 misst man dort Raumhall, Störlärm oder gar nichts.

Die Zeile darüber nennt die Laufzeit in ms und den Schallweg in Metern bei 343 m/s.
Kommt das Mikro vor dem Bezug an, fragt sie, ob die Eingänge vertauscht sind.
Geglättet wird auf 1/6 Oktave.

Klirr über die Frequenz

Gelb ist der Klirr gesamt (THD).
Blau ist die 2. Oberwelle, grün die 3. Oberwelle.
Grau gestrichelt ist „Rauschen und Rest (N)".
Alle Werte stehen in dB unter dem Grundton.
−40 dB sind 1 %, −60 dB sind 0,1 %, −80 dB sind 0,01 %.

Die Zeile darüber nennt den höchsten Klirr mit Frequenz, die Zahl der ausgewerteten Stufen, den Pegel und die Box.
Liegt „Rauschen und Rest" bei einzelnen Frequenzen mindestens 10 dB über dem Üblichen, steht dort „Auffällig (Scheppern oder Störgeräusch?) bei …".

Lose Teile, eine schleifende Schwingspule oder mitklingende Gegenstände erzeugen genau solche Anteile, und zwar nur bei bestimmten Tönen.
Dafür braucht es mindestens fünf gültige Stufen.

Klirr über den Pegel

Waagerecht steht der gemessene Pegel des Grundtons am Mikro.
Senkrecht steht der Klirr in dB unter dem Grundton, links mit Prozent daneben.
Die Zeile darüber nennt, ab welchem abgespielten Pegel der Klirr 1 %, 3 % und 10 % erreicht.
Bleibt er überall darunter, steht dort „bleibt unter 1 %".

Scheppern suchen

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

1. Eine Klirrmessung über die Frequenz machen.
2. Meldet sie eine auffällige Frequenz, auf „Scheppern suchen: Dauerton … Hz" klicken.
   Ein Dauerton auf dieser Frequenz läuft über die erste Box der aktiven Abhöre, im selben Pegel wie die Klirrmessung.
   Der Analyzer startet und wechselt auf das Spektrum mit der gelben Klirr-Zeile.
3. Mit dem Mikro nah an Regale, Scharniere und Gehäuse gehen.
   Wo der Störanteil steigt, schwingt etwas mit.
4. Auf „Dauerton aus" klicken.

Der Klick auf den Knopf startet den Ton.
Ohne diesen Klick spielt nichts.

Gut zu wissen

- Analyzer und Rauschgenerator brauchen ein echtes Audiogerät.
  In der Simulation meldet die Seite, dass unter „Hardware" die Simulation auszuschalten ist.
- Die Klirrmessung läuft auch in der Simulation.
  Dann rechnet sie eine erfundene Strecke ohne Ton und schreibt „Simulation, gerechnete Strecke ohne Ton" dazu.
- Beim Verlassen der Seite hält der Analyzer an.
  Der Rauschgenerator geht dabei aus.
  Für ein langes Pegelprotokoll deshalb auf der Seite bleiben.
- „Analyzer anhalten" beendet auch den Dauerton der Scheppersuche.
- Die Klirrmessung schaltet den Rauschgenerator aus, bevor sie startet.
- Die Klirrmessung braucht eine Box in der aktiven Abhöre.
  Sonst meldet sie „In der aktiven Abhöre ist keine Box eingetragen (Seite Lautsprecher)".
- Ist der Mikro-Eingang stark übersteuert, bricht die Klirrmessung ab.
  Dann den Gain am Vorverstärker senken oder einen leiseren Pegel wählen.
- Vor der Klirrmessung immer leise anfangen.

- Die Klirrmessung über die Frequenz wird im Projekt gespeichert und erscheint im Bericht.
  Die Messung über den Pegel wird nicht gespeichert.
- Hängen Ein- und Ausgabe am selben Gerät, ist das rosa Rauschen genau so lang wie das Zeitfenster.
  Dann stehen die Balken ohne Mittelung ruhig.
  Mit „Tempo der Balken“ auf „sofort“ folgt die Anzeige einem Dreh am EQ ohne Verzögerung.
- Abweichungen des rosa Rauschens von der Waagerechten kommen von Box und Raum.
- Die Mitschrift liegt im Ordner der Projekte im Unterordner „Pegelprotokoll“.
  Die Datei heißt „Pegel_“ mit dem Datum, zum Beispiel „Pegel_2026-11-26.csv“.
  Die Spalten sind „Uhrzeit;Pegel;Leq;Max;Einheit;Zeitbewertung;Grenzwert;Projekt;Leq 1 min;Leq 10 min;SEL“.
  Strichpunkt trennt die Spalten, Komma ist das Dezimalzeichen, so öffnet Excel die Datei direkt.
- Hat eine Tagesdatei noch eine ältere Spaltenfolge, schreibt die Seite in eine zweite Datei mit „_b“ am Ende.
- Die Ampel vergleicht den Leq seit dem Start mit dem Grenzwert, nicht den Augenblickspegel.
- Der Pegelverlauf hält rund 14 Stunden.
  Danach fällt das älteste Viertel weg.
- Die Übertragung braucht an beiden Eingängen dasselbe Signal, den Bezug am gewählten Eingang und das Mikro vor der Box.
  Bis die Laufzeit gefunden ist, steht dort „Suche die Laufzeit“.
  Gesucht wird bis 300 ms, das sind rund 100 m Schallweg.
- Die Bewertungen A und C folgen der IEC 61672.
- Die Lärmkurven erscheinen nur bei ganzen Oktaven und eingemessenem Pegel.
  Eingemessen wird der Pegel auf der Seite „Hardware“.

Generator

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live.

Wozu

Der Generator gibt Prüfsignale auf einen Ausgang.
Zur Wahl stehen Töne, mehrere Töne zugleich, Rauschen, Gleittöne und kurze Tonstöße.
Jedes Signal läuft als nahtlose Schleife.
Es spielt nur nach einem Klick auf „Starten“.

Tonburst, CEA-2010-Burst, Dreiton und Mehrton sind noch nicht mit echtem Ton erprobt.

So geht's

1. Oben die Signalart wählen.
   „Töne“, „Mehrton“, „Rauschen“, „Gleitton“ oder „Burst“.

2. Frequenz und weitere Angaben eintragen.
3. Unter „Pegel (dBFS RMS)“ einen leisen Pegel eintragen, zum Beispiel −30.
4. Unter „Ausgang“ wählen, wohin das Signal geht.
5. Auf „Starten“ klicken.
6. Zum Beenden auf „Stoppen“ klicken.

In jedem Zahlenfeld verstellt das Mausrad den Wert.
Mit gedrückter Umschalt-Taste geht es feiner.
Die Eingabe gilt nach Enter oder beim Verlassen des Feldes.

Alle Bedienelemente

Karte „Signal“, Reiter „Töne“

- „Sinus“, „Rechteck“ oder „Sägezahn“.
- „Frequenz (Hz)“, Vorgabe 1000.
- „Terz tiefer“ und „Terz höher“ springen auf die nächste Terz-Frequenz.
- „Tastverhältnis (%)“, nur bei „Rechteck“.
  Das ist der Anteil der oberen Halbwelle, Vorgabe 50.
- „Nur Oberwellen unter der halben Abtastrate (sauberer Klang, leichtes Überschwingen)“, nur bei Rechteck und Sägezahn.
  Vorgabe an.

Karte „Signal“, Reiter „Mehrton“

- „Zweiton“, „Dreiton“ oder „Viele Töne“.

Bei „Zweiton“:

- Auswahl der Vorgabe.
  Zur Wahl stehen „SMPTE (60 Hz und 7 kHz, 4:1)“, „DIN (250 Hz und 8 kHz, 4:1)“, „CCIF (19 kHz und 20 kHz, 1:1)“, „AES-17 MD (41 Hz und 7993 Hz, 4:1)“, „AES-17 DFD (18 kHz und 20 kHz, 1:1)“, „TDFD Bass (41 Hz und 89 Hz, 1:1)“, „TDFD akl (13586 Hz und 19841 Hz, 1:1)“, „TDFD Phono (3005 Hz und 4462 Hz, 1:1)“ und „Eigene Werte“.
  Vorgabe ist DIN.
- „Erster Ton (Hz)“, „Zweiter Ton (Hz)“ und „Pegelverhältnis erster zu zweiter (z. B. 4 für 4:1)“.
  Die Felder lassen sich nur bei „Eigene Werte“ ändern.

Bei „Dreiton“:

- Auswahl der Vorgabe.
  Zur Wahl stehen „Borberly (9000, 19030 und 20000 Hz)“, „Cordell (9000, 10050 und 20000 Hz)“, „Klingelnberg (10504, 19027 und 19997 Hz)“ und „Eigene Werte“.
- „Erster Ton (Hz)“, „Zweiter Ton (Hz)“ und „Dritter Ton (Hz)“.
  Die Felder lassen sich nur bei „Eigene Werte“ ändern.

Alle drei Töne sind gleich laut.

Bei „Viele Töne“:

- „Abstand der Töne (Oktave) und Verteilung der Pegel“ mit „1/1“, „1/3“, „1/6“ und „1/12“.
  Vorgabe ist 1/3.
- „Rosa“ oder „Weiß“.
  Bei Rosa werden die Töne nach oben leiser, bei Weiß sind alle gleich laut.
- „von (Hz)“ und „bis (Hz)“, Vorgabe 20 bis 20000.

Karte „Signal“, Reiter „Rauschen“

- „Rosa“ oder „Weiß“.
  Weißes Rauschen hat bei jeder Frequenz dieselbe Energie und klingt hell.
- Auswahl des Bereichs.
  Zur Wahl stehen „Ganzer Bereich (20 Hz bis 20 kHz)“, „Subwoofer (30 bis 80 Hz)“, „Lautsprecher (500 bis 2000 Hz)“, „Oktave um die Mittenfrequenz“, „Terz um die Mittenfrequenz“ und „Eigener Bereich“.
- „Mittenfrequenz (Hz)“ mit „Terz tiefer“ und „Terz höher“, nur bei Oktave und Terz.
- „von (Hz)“ und „bis (Hz)“, nur bei „Eigener Bereich“.

Karte „Signal“, Reiter „Gleitton“

Ein Gleitton läuft einmal von der Start- zur Endfrequenz, dann folgt eine Pause.

- „logarithmisch“ oder „linear“.
  Logarithmisch verweilt in jeder Oktave gleich lang.
- „Start (Hz)“ und „Ende (Hz)“, Vorgabe 20 bis 20000.
- „Dauer (s)“, Vorgabe 5,5.
- „Pause bis zur Wiederholung (s)“, Vorgabe 1.

Karte „Signal“, Reiter „Burst“

Ein Burst ist ein kurzer Tonstoß mit Stille danach.

- „Tonburst“ oder „CEA-2010“.
  CEA-2010 ist ein genormter Burst mit 6,5 Schwingungen und weichem Ein- und Ausblenden.
- „Hann-Fenster“ oder „hart ein und aus“, nur bei „Tonburst“.
  Hann-Fenster blendet weich ein und aus.
- „Frequenz (Hz)“, Vorgabe 50, mit „Terz tiefer“ und „Terz höher“.
- „Schwingungen im Burst (0,5 bis 100)“, Vorgabe 10, nur bei „Tonburst“.
- „Wiederholung alle (s)“, Vorgabe 1.

Unter den Feldern steht in jedem Reiter eine Zeile, was genau läuft.

Karte „Wellenform“

Sie zeigt den Anfang der Schleife.
Bei Tönen sind es fünf Schwingungen, bei Rauschen 50 ms, beim Gleitton der ganze Durchlauf.

Karte „Pegel“

- „Pegel (dBFS RMS)“, Vorgabe −20.
  Beim Gleitton heißt das Feld „Pegel der Spitze (dBFS)“, beim Burst „Pegel des Tons im Burst (dBFS)“.
- Kennzahl „Effektivwert“ oder „Pegel des Tons im Burst“.
- Kennzahl „Spitze“.
- „Vollaussteuerung des Ausgangs in dBu (leer = keine Angabe in Volt)“.
  Der Wert steht im Handbuch des Interface als „Maximum Output Level“.
  Mit dieser Angabe zeigt die Karte den Pegel am Ausgang auch in dBu, dBV und Volt.
  dBu und dBV sind Spannungspegel, bezogen auf 0,775 V und 1 V.

Karte „Ausgabe“

- „Ausgang“.
  „Abhöre des Projekts (alle Boxen)“ spielt über alle Boxen der aktiven Abhöre.
  Darunter stehen die einzelnen Ausgänge des Geräts.
  Bei einem getrennten Ausgabegerät stehen dort dessen linker und rechter Kanal.
- „Starten“ und „Stoppen“.
- „Als WAV speichern“ speichert eine Schleife als WAV-Datei, einkanalig mit 24 Bit.
- Anzeige „Ausgang (Spitze)“ und „Mikro“.
- „Stoppen, wenn der Mikro-Eingang übersteuert“, Vorgabe an.
- „Pegelgrenze am Mikro in dB SPL (leer = keine, braucht eingemessenen Pegel)“.
  Liegt der Pegel am Mikro darüber, stoppt der Generator.
  Gemessen wird unbewertet über 125 ms.
  Ohne eingemessenen Pegel ist das Feld gesperrt.

Ergebnisse lesen

„Effektivwert“ ist der Pegel des Signals in dBFS, wie bei REW gezählt.
„Spitze“ ist der höchste Wert der Schleife.
Steht darunter „Pegel gesenkt, damit die Spitze unter 0 dBFS bleibt“, war der gewünschte Pegel zu hoch und wurde verringert.

Die Zeile unter den Feldern im Reiter „Töne“ beginnt mit „Frequenz genau“, wenn die Frequenz exakt stimmt.
Steht dort „Bei dieser Abtastrate möglich“, folgt die tatsächlich gespielte Frequenz.

Beim Burst hat ein Burst mit −20 dBFS denselben Scheitel wie ein Dauersinus mit −20 dBFS.

Gut zu wissen

- Der Generator braucht ein echtes Audiogerät.
  In der Simulation lässt er sich nicht starten.
- Er spielt weiter, wenn eine andere Seite geöffnet wird, zum Beispiel der Live-Analyzer.
- Eine Messung oder das Rauschen des Live-Analyzers beendet ihn.
  Während einer Messung startet er nicht.
- Wird der Mikro-Eingang übersteuert, stoppt er und meldet „Gestoppt“.
- Die Spitze bleibt immer unter 0 dBFS.
- Rauschen wiederholt sich nahtlos als Schleife.
- Bei „Viele Töne“ liegt jeder Ton genau auf einer Linie einer FFT mit der Länge der Schleife.
  Ein Analyzer mit dieser Länge trennt sie ohne Fenster sauber.
  Die Phasen sind zufällig.

Oszilloskop

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt.

Wozu

Das Oszilloskop zeigt das Zeitsignal am Mikro-Eingang, also die Schwingung selbst.
Damit sieht man, ob ein Ton sauber ist, ob er abgeschnitten wird oder ob Störungen darauf sitzen.
Die Seite gibt selbst nichts aus.

So geht's

1. Auf der Seite „Hardware“ ein echtes Audiogerät und den Mikro-Eingang wählen.
2. Auf der Seite „Generator“ einen Ton starten.
3. Zum Oszilloskop wechseln.
4. Unter „Zeit je Teilung in ms (10 Teilungen)“ so wählen, dass einige Schwingungen im Bild stehen.
5. Für ein stehendes Bild den Haken bei der Auslösung gesetzt lassen.
6. Mit „Standbild“ das Bild anhalten.

Alle Bedienelemente

Karte „Einstellung“

- „Zeit je Teilung in ms (10 Teilungen)“ mit „0,1“, „0,2“, „0,5“, „1“, „2“, „5“, „10“, „20“ und „50“.
  Vorgabe ist 1.
- „Höhe des Bildes in Prozent der Vollaussteuerung“ mit „Auto“, „100 %“, „50 %“, „10 %“ und „1 %“.
  „Auto“ passt die Höhe an die Spitze an.
- „Auslösung auf steigende Flanke (Bild steht bei einem gleichmäßigen Ton)“, Vorgabe an.
  Das Bild beginnt immer an der Stelle, an der das Signal die Schwelle von unten nach oben kreuzt.

- „Schwelle der Auslösung in Prozent der Vollaussteuerung (0 = Nulldurchgang)“, Vorgabe 0.
- „Standbild“ hält das Bild an.
  Danach heißt der Knopf „Weiter“.

Kennzahlen darunter:

- „Spitze“ in dBFS und in Prozent der Vollaussteuerung.
- „Effektivwert“ in dBFS.
- „Frequenz“ aus den Nulldurchgängen.

Ergebnisse lesen

Das Bild hat 10 Teilungen waagerecht und 8 senkrecht.
Unten steht die Zeit in ms, links der Wert in Prozent der Vollaussteuerung.
Der Auslösepunkt liegt eine Teilung vom linken Rand.
Die gelbe gestrichelte Linie ist die Schwelle.

Über dem Bild steht die Abtastrate.
„ausgelöst“ heißt, das Bild steht.
„keine Flanke gefunden, Bild läuft frei“ heißt, das Signal kreuzt die Schwelle nicht.

Die Frequenz gilt für einen einzelnen Ton.
Bei einem ungleichmäßigen Signal steht dort „kein gleichmäßiges Signal“.

Gut zu wissen

- Das Oszilloskop braucht ein echtes Audiogerät.
  In der Simulation zeigt es „Kein Signal“ und einen Hinweis.
- Gezeigt wird immer der Mikro-Eingang von der Seite Hardware.
- Die Frequenz wird nur bei genug Pegel über dem Rauschen bestimmt.
- Eine Schwelle über der Spitze des Signals löst nie aus.

Werkstatt

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Werkstatt.

Wozu

Die Werkstatt prüft eine einzelne Box, bevor man sie aufschraubt.
Jedes Chassis wird einzeln von nah gemessen, dazu die ganze Box aus einem Abstand.
Das Ergebnis wird mit einer guten Box desselben Modells verglichen, der Referenz.
Jede geprüfte Box bekommt eine Akte mit allen Prüfungen, auch vor und nach einer Reparatur.

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

So geht's

1. Unter „1 · Box beschreiben“ das Modell aus der Bibliothek wählen oder von Hand eintragen.
2. Die Höhe jedes Chassis an der Box nachmessen und eintragen.
3. Unter „3 · Messen“ die Reihe „Referenz (gute Box)“ wählen.
4. Die gute Box anschließen, unter „Ausgang, an dem die Box hängt“ den Ausgang wählen.
5. Jeden Schritt aus „Schritt“ wählen, das Mikro nach dem Messplan stellen und auf „Diesen Schritt messen“ klicken.
6. Auf „Referenz speichern“ klicken.
7. Die Reihe „Geprüfte Box“ wählen, die zu prüfende Box mit demselben Aufbau anschließen und alle Schritte genauso messen.
8. Das Urteil unter „4 · Urteil“ lesen.
9. Unter „5 · Prüfprotokoll“ die Seriennummer eintragen oder „Freie Nummer“ klicken.
10. Auf „Prüfung ins Protokoll“ klicken.

Ist die Referenz schon gespeichert, reicht nach Schritt 2 ein Klick auf „Referenz laden“.
Dann weiter bei Schritt 7.

Alle Bedienelemente

Karte „1 · Box beschreiben“

- Auswahl „Modell aus der Bibliothek übernehmen …“.
  Sie füllt Modell, Chassis und Trennfrequenzen aus der Bibliothek der Seite Lautsprecher.
  Neben den Chassis erscheint das Produktbild.
- „Modell (frei, bestimmt den Namen der Referenzdatei)“.
- „Chassis, je Zeile: Rolle; Größe in Zoll; Höhe der Mitte über der Unterkante der Box in cm“.
  Beispiel für eine Zeile ist „Bass; 8; 15“.
  Rollen, die mit „Hoch“ beginnen, gelten als Hochtöner, mit „Mit“ als Mitteltöner, alle anderen als Tieftöner.
- „Trennfrequenzen in Hz, mit Strichpunkt getrennt“, Vorgabe 2200.
- „Höhe von Box und Mikro über dem Boden (m)“, Vorgabe 1,0.
- „Größter Winkel neben der Chassis-Achse (Grad)“, Vorgabe 10.
- „Abstand der Nahmessung (cm)“, Vorgabe 5.

Die Angaben gelten nach Enter oder beim Verlassen des Feldes.

Karte „2 · Messplan“

Je Chassis gibt es einen Schritt „… nah“.
Hat die Box mehr als ein Chassis, kommt der Schritt „Gesamt“ dazu.
Gemessene Schritte tragen einen Haken.

Bei einer Nahmessung steht dabei, wie weit das Mikro vor der Mitte des Chassis steht und in welchem Bereich verglichen wird.
Bei Konus-Chassis steht zusätzlich, bis zu welcher Frequenz die Nahmessung als Frequenzgang gilt und wie viel dB der Abstand kostet.
Bei der Gesamtmessung steht der Abstand des Mikros und ab welcher Frequenz die Messung frei von der Bodenreflexion ist.

Karte „3 · Messen“

- „Geprüfte Box“ oder „Referenz (gute Box)“.
- „Schritt“.
- „Ausgang, an dem die Box hängt“.
  Vorgabe ist der Ausgang der ersten Box im Projekt.
- „Diesen Schritt messen“.
  Während der Messung zeigt der Knopf den Fortschritt in Prozent.
- „Referenz speichern“ speichert die gemessenen Schritte der gewählten Reihe als Referenz dieses Modells.
- „Referenz laden“ lädt die Referenz zum eingetragenen Modellnamen.

Karten „Frequenzgang“ und „Klirr“

Sie zeigen den gewählten Schritt.

Karte „4 · Urteil“

Sie bewertet jeden Schritt und am Ende die ganze Box.

Karte „5 · Prüfprotokoll“

- „Seriennummer der Box (vom Gerät oder selbst vergeben)“.
- „Freie Nummer“ vergibt die nächste freie Nummer für dieses Modell, also „0001“, „0002“ und so weiter.
- „Notiz zur Prüfung (z. B. was getauscht wurde: Bass, Weiche, Horn)“.
- „Prüfung ins Protokoll“ speichert das aktuelle Urteil mit Datum, Auffälligkeiten, Notiz und den Messkurven in der Akte der Box.
- Auswahl der geprüften Boxen dieses Modells.
  Jeder Eintrag nennt Nummer, Zustand, Datum der letzten Prüfung und Zahl der Prüfungen.
  Darüber steht, wie viele Boxen in Ordnung, auffällig, wahrscheinlich defekt oder ohne Vergleich gemessen sind.
- Darunter steht die Geschichte der gewählten Box, die neueste Prüfung oben.
- „Protokoll öffnen“ schreibt das Prüfprotokoll der Box als Seite für den Browser und öffnet sie.
- „Übersicht aller Boxen“ schreibt eine Seite mit dem Zustand aller Boxen aller Modelle und öffnet sie.

Ergebnisse lesen

Im Frequenzgang ist die geprüfte Box grün und die Referenz grau.
Beide Kurven sind auf ihr Mittel im Vergleichsbereich gelegt.
Ein anderer Mikroabstand oder Gain stört den Vergleich deshalb nicht.

Im Klirr ist die geprüfte Box gelb und die Referenz grau.
Die Werte stehen in dB unter der Grundwelle.
−40 dB sind 1 %, −20 dB sind 10 %.

Das Urteil vergleicht je Terz.
Eine Terz ist ein Drittel einer Oktave.

- Weicht ein Bereich im Mittel um 2 dB oder mehr ab, heißt es „Auffällig".
- Erreicht die Abweichung dort 4 dB, heißt es „Defekt wahrscheinlich".
- Ist der Klirr doppelt so hoch wie bei der Referenz, wird er gemeldet.
  Ab dem Vierfachen heißt es „Deutlich".
- Unter 0,3 % Klirr wird nichts bemängelt.

Diese Schwellen sind Vorgaben der Software, keine Normwerte.
Vor dem Vergleich wird der mittlere Pegelunterschied der beiden Messungen abgezogen.
Die Zeile „Pegelunterschied der beiden Messungen … dB (vor dem Vergleich abgezogen)" nennt ihn.

Gibt es Auffälligkeiten und steht das Modell in der Bibliothek, folgen „Hinweise zur Reparatur dieses Modells".

Im Prüfprotokoll hat jede Prüfung eines von vier Urteilen.
„in Ordnung", „auffällig", „Defekt wahrscheinlich" oder „ohne Vergleich gemessen".
„ohne Vergleich gemessen" heißt, es gab keine Referenz.

Gut zu wissen

- Erst die gute Box als Referenz messen und speichern, dann die geprüfte Box mit demselben Aufbau.
- Gemessen wird nur nach einem Klick auf „Diesen Schritt messen".
- Die Höhen der Chassis aus der Bibliothek sind nur ein Vorschlag.
  Sie an der Box nachmessen.
- Der Abstand der Gesamtmessung ist so gewählt, dass jedes Chassis höchstens im eingestellten Winkel neben seiner Achse liegt.
  Er ist mindestens 30 cm.
  Das ist eine Festlegung der Software.
- Das Mikro der Gesamtmessung steht auf halber Höhe zwischen den Chassis.
- Die Gesamtmessung wird erst ab der Frequenz verglichen, ab der keine Bodenreflexion mehr stört.
- Die Nahmessung folgt bei Konus-Chassis dem Frequenzgang nur bis zu einer Grenzfrequenz, nach Keele (1974).
  Darüber taugt sie nur noch für den Vergleich mit der Referenz.
  Der wirksame Membranradius wird aus dem Nennmaß geschätzt.

- Für Hochtöner und Hörner gilt diese Grenze nicht.
  Dort zählt nur der Vergleich mit der Referenz bei gleichem Mikrofonplatz.
- Gemessen wird mit dem Sweep aus den Einstellungen des Projekts.
  Der Klirr kommt aus demselben Sweep.
- Der Klirr kann nie kleiner erscheinen als das Rauschen der Messung.
- Ohne Audiogerät meldet die Seite „Kein Audiogerät“.
  In der Simulation misst sie einen gerechneten Raum.
- Ändert sich der Messplan, bleiben Messungen erhalten, deren Schritt denselben Namen hat.
- Für das Protokoll braucht es einen Modellnamen und eine Seriennummer.
  Die geprüfte Box muss in mindestens einem Schritt gemessen sein.
- „Freie Nummer“ braucht vorher den Modellnamen, die Nummern zählen je Modell.
- Ablage der Referenzen ist der Ordner „daten\werkstatt“ neben dem Ordner der Projekte, eine Datei je Modell.
- Ablage der Akten ist „daten\werkstatt\boxen“, ein Ordner je Modell und eine Datei je Seriennummer.
  Die Messkurven jeder Prüfung liegen daneben in eigenen Dateien.
- Das Prüfprotokoll liegt neben der Akte und endet auf „_Protokoll.html“.
  Die Übersicht heißt „Uebersicht.html“ und liegt im Ordner „daten\werkstatt\boxen“.

Kapitel 5 · Stimmen, Referenz und Lautheit, Spaß

Dieses Kapitel beschreibt vier Seiten.
„Instrumente stimmen“ ist ein Stimmgerät für Saiteninstrumente, freie Töne, Akkorde und das Schlagzeug.
„Referenz und Lautheit“ vergleicht den eigenen fertigen Titel mit einem Vorbild und prüft ihn für Spotify, Apple Music und andere Ausspielwege.
„Applausometer“ und „Gimmick“ sind Spaß-Seiten für Publikum und Pausen.

Instrumente stimmen

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Live.

Wozu

Gitarre, Bass, Ukulele und Banjo über das Messmikro oder einen beliebigen Eingang stimmen.
Für Bläser, Stimme und Klavier gibt es eine freie Einstellung, die jeden Ton erkennt.
Dazu kommen eine Akkord-Erkennung und ein Stimmvorschlag für das ganze Schlagzeug, auf Wunsch Schraube für Schraube.
Die Seite gibt selbst keinen Ton aus.

So geht's

Saiteninstrument stimmen

1. Auf der Seite „Hardware“ ein echtes Audiogerät wählen und die Simulation ausschalten.
2. Rechts in der Karte „Was wird gestimmt“ den Schalter „Stimmen“ wählen.
3. In der ersten Auswahlliste die Quelle wählen, meist „Quelle: Messmikro“.
4. Unter „Instrument (hier aufklappen und wählen)“ das Instrument wählen, darunter unter „Stimmung“ die Stimmung.
5. Eine Saite anschlagen und klingen lassen.
6. Die Software erkennt selbst, welche Saite klingt, und zeigt Notenname und Abweichung.
7. Am Wirbel drehen, bis die Anzeige grün ist und je ein Winkelzeichen von links und von rechts auf die Mitte zeigt.
8. Mit der nächsten Saite weitermachen.

Schlagzeug stimmen

1. Den Schalter „Schlagzeug“ wählen.
2. Die Durchmesser von Bassdrum, Snare und Toms in Zoll eintragen.

3. Im Bild „Schema von oben“ die Trommel anklicken, die gestimmt werden soll.
4. Das Messmikro über das Fell halten und auf die Mitte richten.
5. Einmal in die Fellmitte schlagen.
6. Gemessenen Ton und Abweichung vom Soll ablesen, nachstimmen, wieder schlagen.

Eine Trommel Schraube für Schraube angleichen

1. Erst den Grundton der Trommel messen, wie oben beschrieben.
2. „Feinstimmen: gewählte Trommel Schraube für Schraube“ einschalten.
3. Unter „Zahl der Stimmschrauben (am Kessel abzählen)“ die Zahl der Schrauben eintragen.
4. Das Fell etwa 2,5 cm vom Rand vor der markierten Schraube anschlagen.
5. Die Markierung springt danach zur nächsten Schraube.
6. Alle Schrauben anschlagen, dann die abweichenden nachstellen, bis alle grün sind.

Alle Bedienelemente

Karte „Was wird gestimmt“

- **„Stimmen“, „Akkorde“, „Schlagzeug“** wählen die Betriebsart.

Je Betriebsart erscheinen nur die passenden Felder.

- **Quelle** (Auswahlliste ganz oben) legt fest, welcher Eingang gemessen wird.

„Quelle: Messmikro“ nimmt den Mikro-Eingang aus der Seite „Hardware“, mit Nummer und Name des Eingangs.
„Quelle: Eingang N (Name)“ nimmt einen anderen Eingang des Audiogeräts, zum Beispiel das Signal vom Pult oder einen Tonabnehmer.
Der Eingang wird am Gerät bei Bedarf selbst dazugeschaltet.

- **„Vergleich mit zweitem Eingang: aus“** steht nur bei „Stimmen”.

Mit „Vergleich mit Eingang N (Name)“ wird ein zweiter Eingang gleichzeitig gemessen.
So lässt sich vergleichen, was am Messmikro ankommt und was am Tonabnehmer anliegt.

- **Pegelbalken** zeigen je gemessenem Eingang, wie laut das Signal ankommt.

Bei eingeschaltetem Vergleich gibt es zwei Balken.

- **„Instrument (hier aufklappen und wählen)“** bietet E-Gitarre, Akustikgitarre, 12-saitige Gitarre, Bass mit 4, 5, 6 und 7 Saiten, Ukulele, Banjo mit 5 Saiten und „Frei: jeder Ton (Bläser, Stimme, Klavier)“.
- **„Stimmung“** bietet die Stimmungen des gewählten Instruments.

E-Gitarre und Akustikgitarre haben „Standard: E A D G B E“, „Drop D: D A D G B E“, „Einen Halbton tiefer: D# G# C# F# A# D#“, „Offen D: D A D F# A D“, „Offen G: D G D G B D“, „Offen E: E B E G# B E“ und „DADGAD“.
Die 12-saitige Gitarre hat „Standard: die tiefen vier Chöre in Oktaven“.
Die Bässe haben je eine Standardstimmung, beim 4-Saiter „Standard: E A D G“, beim 5-Saiter „Standard: B E

A D G“, beim 6-Saiter „Standard: B E A D G C“, beim 7-Saiter „Standard: B E A D G C F“.
Bei der Ukulele wählt man über die Stimmung auch die Größe, also Sopran, Sopranino, Konzert, Tenor oder Bariton, jeweils mit hohem oder tiefem G, wo es das gibt.
Das Banjo hat „Offen G: G D G B D“.
„Frei“ hat „ohne Vorgabe“ und zeigt den nächstgelegenen Ton.

- **„Kammerton A in Hz (üblich 440)“** legt den Bezugston fest.

Erlaubt sind 400 bis 480 Hz.
Ein Wert außerhalb oder ein leeres Feld gilt als 440 Hz.

- **„3 Sekunden mitschneiden“** speichert die letzten drei Sekunden der gewählten Quelle als WAV-Datei.

Die Datei liegt unter Dokumente im Ordner „EWS-Projekte\Mitschnitt“ und heißt „stimmen-“ mit Datum und Uhrzeit.
Sie dient der Fehlersuche, wenn die Anzeige nicht nachvollziehbar ist.

Nur bei „Schlagzeug“

- **„Bassdrum, Durchmesser in Zoll (leer = keine)“**, vorbelegt mit 22.
- **„Snare, Durchmesser in Zoll (leer = keine)“**, vorbelegt mit 14.
- **„Toms, Durchmesser in Zoll mit Strichpunkt getrennt (1 bis 8, z. B. 10; 12; 14; 16)“**, vorbelegt mit 10; 12; 14; 16.

Die Reihenfolge ist egal, die Software sortiert von klein nach groß.

- **„Eigener Zielton für die gewählte Trommel in Hz (leer = Vorschlag). Auch für Rototom, Conga, Bongo.“** ersetzt den Vorschlag für die gewählte Trommel.

Beim Wechsel auf eine andere Trommel wird das Feld geleert.

- **„Messwerte löschen“** löscht alle gemessenen Trommeltöne.

Bei eingeschaltetem Feinstimmen löscht es nur die Schraubenwerte, die Grundtöne bleiben.

- **Schema von oben** zeigt das Schlagzeug, wie der Schlagzeuger es vom „Hocker“ aus sieht.

Bassdrum in der Mitte, Snare links, Toms im Bogen vom kleinsten links oben bis zum Standtom rechts.
Ein Klick auf eine Trommel wählt sie.
An der gewählten Trommel ist der Platz des „Messmikro“ eingezeichnet.

- **Kasten „Stimmvorschlag.“** erklärt, woher die Solltöne stammen und wie die Toms zueinander stehen.
- **„Feinstimmen: gewählte Trommel Schraube für Schraube“** schaltet auf das Fell mit seinen Stimmschrauben um.
- **„Zahl der Stimmschrauben (am Kessel abzählen)“** erscheint beim Feinstimmen.

Erlaubt sind 3 bis 16, sonst gilt 8.

- **Fell mit Schrauben** zeigt jede Schraube als nummerierten Kreis.

Ein Klick auf eine Schraube wählt sie direkt als nächste.

Karte „Stimmgerät“

- **Bild des Instruments** steht bei Saiteninstrumenten oben.

Es zeigt ein Foto mit den Saiten, rechts daneben je Saite ein Schild mit Notenname und Sollfrequenz.
Ein Klick auf eine Saite oder ihr Schild wählt diese Saite fest.
Ein zweiter Klick auf dieselbe Saite gibt die Wahl wieder frei, dann erkennt die Software die Saite wieder selbst.

- **Große Anzeige** mit Notenname, Skala, Zeiger und Winkelzeichen, beschrieben unter „Ergebnisse lesen“.

Ergebnisse lesen

Kopfzeile der Anzeige.
Ganz oben steht klein, was gestimmt wird, zum Beispiel „E-Gitarre · Standard: E A D G B E“.

Notenname.
Groß in der Mitte steht der Sollton der erkannten Saite, zum Beispiel E2.
Notennamen sind international, also B statt H und C# statt Cis.
Die Farbe zeigt, wie nah der Ton am Soll liegt.

Zeile darunter.
„gemessen … Hz · Soll … Hz“.
Steht dahinter „letzter Wert, bleibt stehen“, klingt die Saite nicht mehr.
Der letzte Wert bleibt dann zum Ablesen stehen.

Winkelzeichen.
Sie zeigen die Richtung, in die gestimmt werden muss.
Nach rechts heißt zu tief, also höher stimmen.
Nach links heißt zu hoch, also tiefer stimmen.
Ein Zeichen heißt fast dran, zwei heißen im gelben Bereich, drei heißen im roten Bereich.
Zeigt je ein Zeichen von links und von rechts auf die Mitte, ist der Ton getroffen.

Skala.
Ein Farbbalken von Rot über Gelb nach Grün in der Mitte und wieder über Gelb nach Rot.
Links steht „zu tief“, rechts „zu hoch“, in der Mitte „Cent“.
Ein Cent ist ein Hundertstel Halbton.
Beim Saitenstimmen reicht die Skala von −50 bis +50 Cent.
Der grüne Zielbereich ist ±3 Cent breit und in der Skala gedehnt, damit man ihn gut trifft.

Er leuchtet hell, sobald der Ton darin liegt.
Der weiße Zeiger steht auf der gemessenen Abweichung, darüber der Wert in Cent.

Farbgrenzen beim Saitenstimmen.
Bis 3 Cent grün, bis 10 Cent fast dran, bis 25 Cent gelb, darüber rot.
Diese Grenzen sind eine eigene Festlegung der Software.

Saite im Bild.
Die klingende Saite leuchtet im Foto.
Grün heißt stimmt, blau heißt zu tief, rot heißt zu hoch.
Eine fest gewählte Saite ist blau nachgezogen, ihr Schild blau umrandet.

Pegelbalken.
Grau heißt zu leise für die Erkennung, weniger als 4 dB über dem Ruhepegel.
Gelb heißt reicht.
Grün heißt gut, ab 10 dB über dem Ruhepegel.
Rot heißt kurz vor der Übersteuerung, über −3 dBFS.
Der dünne helle Strich zeigt den Ruhepegel im Raum.
In der Kopfzeile der Karte stehen Pegel und Ruhepegel als Zahl, zum Beispiel „Pegel −32 dBFS · Ruhe −58 dBFS".

Vergleich.
Ist ein zweiter Eingang gewählt, steht unter der Anzeige eine blaue Zeile, zum Beispiel „Eingang 3: E2 +1,2 Cent · Unterschied zur Anzeige 0,4 Cent".
Der Unterschied erscheint nur, wenn beide Eingänge dieselbe Saite erkennen.

Akkorde.
Bei „Akkorde" steht der erkannte Akkord groß in Violett da, zum Beispiel „A-Moll (Am)".
Erkannt werden Dur, Moll, Dominantsept (7), große Sept (maj7), Mollsept (m7) und Quartvorhalt (sus4) auf jedem Grundton.
Ein Akkord erscheint erst, wenn er dreimal hintereinander erkannt ist.
Er bleibt stehen, bis ein anderer sicher erkannt ist oder etwa eine Sekunde Ruhe herrscht.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

Schlagzeug.
Jede Trommel im Schema trägt Name, Größe und „Soll" mit Notenname und Frequenz.
Nach dem Schlag kommt der gemessene Ton mit der Abweichung in Cent dazu.
Der Rand der Trommel wird grün, wenn sie höchstens 10 Cent neben dem Soll liegt, blau bei zu tief, rot bei zu hoch.
Die große Anzeige reicht hier von −300 bis +300 Cent.
Ihre Farbgrenzen sind 10, 33 und 83 Cent.
Der letzte Schlag bleibt stehen, bis der nächste kommt.
Ohne Zielton zeigt die Anzeige den nächstgelegenen Ton und Abstand dazu.

Feinstimmen.
In der Mitte des Fells steht „Mittel" mit dem Durchschnitt aller gemessenen Schrauben, darunter „größter

Unterschied“.
Neben jeder Schraube stehen ihr Ton in Hz und der Abstand zum Mittel.
Grün mit „passt“ heißt höchstens 2 Hz neben dem Mittel.
Blau mit „anziehen“ heißt tiefer als das Mittel.
Rot mit „lösen“ heißt höher als das Mittel.
Der weiße Punkt vor der umrandeten Schraube zeigt, wo als Nächstes angeschlagen wird.
Die große Anzeige zeigt „Nr.“ der zuletzt gemessenen Schraube und ihre Abweichung vom Mittel.
Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

Gut zu wissen

- Das Stimmgerät braucht ein echtes Audiogerät.

In der Simulation erscheint ein Hinweis, die Anzeige bleibt leer.

- Im Signalweg liegt kein Filter.

Das Instrument wird so gemessen, wie es klingt.

- Nach dem Anschlag klingt eine Saite kurz etwas zu hoch und fällt in rund einer halben Sekunde auf ihren Ton.

Die Anzeige wartet das ab.
Der Zeiger folgt dem Ton, solange die Saite klingt, auch beim Drehen am Wirbel.

- Bei einem Instrument mit Stimmung bleibt der letzte Wert 20 Sekunden stehen.

Bei „Frei“ sind es fünf Sekunden.

- Die Software sucht jede Saite nur in der Nähe ihres Solltons, etwa anderthalb Halbtöne darüber und darunter.

Liegt eine Saite weiter daneben, die Saite im Bild anklicken.
Dann sucht die Software bis vier Halbtöne um den Sollton.

- Zeigt die Anzeige nichts, den Pegelbalken prüfen.

Ist er grau, näher ans Mikro gehen oder lauter spielen.

- Der Vergleich mit einem zweiten Eingang arbeitet nur, wenn ein Instrument mit Stimmung gewählt ist.

Bei „Frei“ erscheint keine Vergleichszeile.

- „Frei“ sucht den Grundton zwischen 27 und 1200 Hz.
- Die Stimmungen der Saiteninstrumente stammen aus Wikipedia, die Stimmtöne fürs Schlagzeug aus der Anleitung des tune-bot.
- Stimmvorschlag Schlagzeug.

Für die Bassdrum nennt die Quelle je Größe zwei bis drei Töne, genommen wird der mittlere.
Für die Snare nennt sie nur 14 Zoll mit E3 bis A#3, genommen wird G3.
Steht eine Tom-Zusammenstellung in der Tabelle des tune-bot, nennt der Kasten die Abstände, zum Beispiel Quarten oder große Terzen.
Sonst nimmt die Software je Tom den Ton seiner Größe aus der Spalte für sechs Toms.
Größen, die nicht in der Quelle stehen, sind eine eigene Fortsetzung und im Kasten so gekennzeichnet.
Alle Töne lassen sich gemeinsam ein paar Halbtöne höher oder tiefer legen, ohne die Abstände zu ändern.

- Rototom, Conga und Bongo haben keinen Vorschlag.

Den Zielton im Feld „Eigener Zielton …“ selbst eintragen.
Der Kasten nennt die Bereiche von Remo für Rototoms und den Hinweis, dass Congas untereinander auf Terz, Quarte oder Quinte gestimmt werden.

- Den Platz des Mikros, 10 bis 20 cm über dem Fell und auf die Mitte gerichtet, schlägt die Software selbst vor.

Noch nicht mit echtem Ton erprobt.

- Gemessen wird nach einem deutlichen Pegelsprung, also nach einem klaren Schlag.

Die Software sucht den Ton im Bereich um den Zielton.
Ohne Zielton sucht sie zwischen 35 und 450 Hz.

- Beim Feinstimmen wird der erste Schraubenton 30 bis 100 % über dem Grundton gesucht, alle weiteren ±18 % um den ersten.

Darum zuerst den Grundton messen.
Die Grenze von 2 Hz für „passt“ ist eine eigene Festlegung.

Referenz und Lautheit

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio.

Wozu

Den eigenen fertigen Mix mit einem Vorbild vergleichen, das so klingt, wie es klingen soll.
Die Seite misst Lautheit, Spitzen und Dynamik beider Titel, vergleicht die Klangbalance in sechs Bereichen und sagt in Klartext, was anders ist.
Beide Titel lassen sich im Wechsel an derselben Stelle anhören, auf Wunsch gleich laut.
Für jeden Ausspielweg wie Spotify, Apple Music oder CD zeigt die Seite, ob die Lautheit passt.

So geht's

1. Bei „Referenztitel“ eine Audiodatei in das Feld ziehen oder auf „Datei wählen“ klicken.

Als Referenz einen fertigen Titel nehmen, der so klingt, wie der eigene klingen soll.

1. Bei „Dein Titel“ den eigenen fertigen Mix genauso laden.
2. Warten, bis „Wird gelesen und gemessen …“ verschwindet und die Kennzahlen dastehen.
3. In der Karte „Ergebnis“ lesen, was anders ist.
4. In der Karte „Klangbalance …“ sehen, in welchem Frequenzbereich der Unterschied liegt.
5. In der Karte „Abhören“ abwechselnd „Referenz“ und „Dein Titel“ klicken und vergleichen.
6. In der Karte „Ausspielwege“ prüfen, ob der Titel für die gewünschten Plattformen passt.

Für die Plattform-Prüfung reicht der eigene Titel allein.

Alle Bedienelemente

Felder „Referenztitel“ und „Dein Titel“

- **Datei hineinziehen** lädt den Titel.

Beim Ziehen leuchtet der Rand des Felds blau.

- **„Datei wählen“** öffnet die Dateiauswahl.

Lesbar sind WAV, AIFF, FLAC, MP3 und OGG.

- Nach dem Laden stehen im Feld Dateiname, Format, Bittiefe, Abtastrate, Kanäle und Länge.

Bei MP3 und OGG steht statt der Bittiefe „verlustbehaftet“.

- Darunter stehen die vier Kennzahlen „Lautheit“, „True Peak“, „Lautheitsumfang“ und „Spitze zu Lautheit“.
- Das Referenzfeld hat links einen violetten Streifen, das Feld für den eigenen Titel einen blauen.

Diese Farben gelten auch in den Kurven.

Karte „Abhören“

- **„Referenz“** spielt die Referenz.
- **„Dein Titel“** spielt den eigenen Titel.

Beim Umschalten geht es an derselben Stelle weiter.
Der laufende Titel ist am grünen Knopf zu erkennen.

- **„Stopp“** hält an.
- **„Auf gleiche Lautheit bringen (Klang vergleichen, nicht die Lautstärke)“** ist eingeschaltet.

Dann wird der lautere Titel so weit leiser gemacht, dass beide gleich laut klingen.
Lauter gemacht wird nie.

So hört man nur den Klang und lässt sich nicht von der Lautstärke täuschen.
Das Umschalten wirkt sofort, auch während der Wiedergabe.

- Darunter steht, was gerade spielt, an welcher Stelle, und um wie viel dB angeglichen wurde, zum Beispiel „Spielt: dein Titel · 1:12 von 3:40 · −2,3 dB angeglichen".

Karte „Klangbalance: dein Titel minus Referenz (bei gleicher Lautheit)"

Zeigt, wo der eigene Titel mehr oder weniger Energie hat als die Referenz.
Beide Titel werden dafür rechnerisch auf gleiche Lautheit gebracht.

Karte „Lautheit über die Zeit (3-s-Mittel)"

Zeigt die Lautheit beider Titel über die Laufzeit.

Karte „Ergebnis"

Fasst den Vergleich in Klartext zusammen, das Wichtigste zuerst.

Karte „Ausspielwege"

Listet je Plattform einen Haken, einen Hinweis oder ein Kreuz mit Begründung.
Geprüft wird der eigene Titel.
Ist nur die Referenz geladen, wird die Referenz geprüft.
Oben steht „Geprüft:" mit dem Dateinamen.

Ergebnisse lesen

Die vier Kennzahlen

Lautheit in LUFS.
LUFS ist die Lautheit, wie das Ohr sie empfindet, gemittelt über den ganzen Titel.
Leise Stellen wie Pausen zählen dabei nicht mit.
Die Zahl ist negativ, je näher an null, desto lauter.
−14 LUFS ist der Zielwert von Spotify.
Gemessen wird nach der Norm ITU-R BS.1770-5, so wie die Plattformen messen.

True Peak in dB TP.
True Peak ist die echte Spitze zwischen den Samples.
Sie entsteht erst beim Wandeln und kann höher sein als das höchste Sample.
Über 0 dB TP kann es beim Wandeln verzerren.
Die Plattformen empfehlen höchstens −1 dB TP.
Liegt der Wert darüber, steht er orange.

Lautheitsumfang in LU.
Der Lautheitsumfang zeigt, wie weit leise und laute Teile des Titels auseinanderliegen.
LU heißt Lautheitseinheit, 1 LU entspricht 1 dB.
Ein kleiner Wert heißt, der Titel ist durchgehend etwa gleich laut.
Gemessen nach EBU Tech 3342.

Spitze zu Lautheit in dB.
Das ist der Abstand zwischen True Peak und Lautheit.
Ein kleiner Abstand heißt stark komprimiert und limitiert.
Ein großer Abstand heißt viel Dynamik, die Schläge haben Platz.

Klangbalance

Die Kurve teilt das Spektrum in sechs Bereiche.
Tiefbass 20 bis 60 Hz, Bass 60 bis 200 Hz, untere Mitten 200 bis 800 Hz, Mitten 800 bis 3000 Hz, Präsenz 3 bis 8 kHz, Höhen 8 bis 20 kHz.
Je Bereich zeigt ein Balken den Unterschied in dB.
Ein Balken nach oben heißt, der eigene Titel hat dort mehr als die Referenz.
Ein Balken nach unten heißt weniger.
Grün heißt unter 1,5 dB Unterschied, orange unter 3 dB, rot 3 dB und mehr.
Die dünne blaue Linie zeigt denselben Unterschied fein aufgelöst in Terzbändern.
Die Skala reicht von −8 bis +8 dB.

Lautheit über die Zeit

Die violette Linie ist die Referenz, die blaue der eigene Titel.
Jeder Punkt ist die Lautheit der letzten drei Sekunden.
Die waagerechte Linie in der Farbe des Titels zeigt seine Gesamtlautheit.
Die gestrichelte grüne Linie markiert −14 LUFS, den Zielwert von Spotify.
So sieht man, ob ein Titel durchgehend gleich laut ist oder Strophe und Refrain auseinanderliegen.

Ergebnis

Die Zeilen sagen in Klartext, was anders ist, zum Beispiel:

- „Dein Titel ist 2,4 dB leiser als die Referenz (…)", ab 1 dB Unterschied.

Darunter heißt es „Lautheit passt zur Referenz".

- „etwas mehr Bass als die Referenz (…)" ab 1,5 dB Unterschied, „deutlich" ab 3 dB.

Liegen alle Bereiche innerhalb 1,5 dB, heißt es „Klangbalance passt zur Referenz".

- „Stärker komprimiert als die Referenz" oder „Weniger komprimiert als die Referenz", wenn der Abstand Spitze zu Lautheit um 2 dB oder mehr abweicht.
- „Lautheitsumfang kleiner" oder „größer als bei der Referenz" ab 3 LU Unterschied.

- „Stereobild schmaler“ oder „breiter als bei der Referenz“ ab 3 dB Unterschied im Seitensignal.
- „Achtung: … Stellen mit Übersteuerung“, wenn mindestens drei Samples in Folge auf Vollaussteuerung liegen.

Die Schwellen sind eine eigene Festlegung der Software.

Ausspielwege

Jede Zeile hat ein Zeichen.
Ein grüner Haken heißt passt.
Ein oranges „i“ ist ein Hinweis, der Titel geht, aber es gibt etwas zu bedenken.
Ein rotes Kreuz heißt Problem.

Der Text nennt, was die Plattform mit dem Titel macht, zum Beispiel „Wird 4,2 dB leiser gedreht.“ oder „Wird 1,5 dB angehoben, passt.“

Neben dem Namen steht bei einigen Plattformen „Zielwert inoffiziell“.
Diese Anbieter nennen keinen Zielwert in ihrer Hilfe.
Die Zahl stammt aus Fachartikeln.
Nur Spotify und SoundCloud nennen ihren Zielwert selbst.

Die Werte im Programm:

Ausspielweg	Ziel	Leise Titel werden angehoben	Spitzen höchstens	Zielwert
Spotify	−14 LUFS	ja, soweit die Spitzen es zulassen	−1 dB TP, bei Titeln über −14 LUFS −2 dB TP	offiziell
SoundCloud	−14 LUFS	steht nicht in der Hilfe	−1 dB TP, bei Titeln über −14 LUFS −2 dB TP	offiziell
Apple Music	−16 LUFS	ja, lauter und leiser laut Apple	−1 dB TP	inoffiziell
YouTube	−14 LUFS	nein, nur leiser laut Fachartikeln	−1 dB TP	inoffiziell
Amazon Music	−14 LUFS	nicht bekannt	−2 dB TP	inoffiziell, Fachartikel nennen auch −9 bis −13
Tidal	−14 LUFS	nein, nur leiser laut Fachartikeln	−1 dB TP	inoffiziell

Deezer	−15 LUFS	nicht bekannt	−1 dB TP	inoffiziell, Auskunft im Deezer-Forum
CD	keine Lautheitsnorm	entfällt	−1 dB TP Reserve	entfällt

So entsteht das Zeichen:

- Liegt der Titel höchstens 0,5 dB neben dem Ziel, gibt es einen Haken mit „Lautheit passt".
- Ist der Titel lauter als das Ziel, gibt es einen Haken mit „Wird … dB leiser gedreht."

Ab 3 dB über dem Ziel wird daraus ein Hinweis mit „Weniger Limiter wäre klanglich besser, es kommt ohnehin leiser heraus."

- Ist der Titel leiser und die Plattform hebt an, gibt es einen Haken mit „Wird … dB angehoben, passt."

Lassen die Spitzen nicht genug Anhebung zu, gibt es einen Hinweis mit „Bleibt … dB zu leise".

- Ist der Titel leiser und die Plattform hebt nicht an, bleibt er dort leiser als die anderen Titel.

Bei offiziellem Zielwert wäre das ein Kreuz.
Bei inoffiziellem Zielwert gibt es nur einen Hinweis, weil die Zahl nicht belegt ist.

- Ist nicht bekannt, ob die Plattform anhebt, gibt es ab 1 dB unter dem Ziel einen Hinweis mit dem Rat, den Titel lauter zu machen.
- Liegt der True Peak über der Grenze, kommt ein Hinweis dazu.

Liegt er über 0 dB TP, wird es ein Kreuz.

- Bei der CD zählen nur die Spitzen.

Übersteuerte Stellen geben ein Kreuz, weniger als 1 dB Reserve einen Hinweis.

Gut zu wissen

- **Ein zu lauter Titel ist kein Fehler.**

Die Plattformen drehen ihn einfach leiser, bis er so laut ist wie alle anderen.
Lauter als die anderen klingt er dort also nicht.
Ab 3 dB über dem Ziel gibt es einen Hinweis, weil weniger Limiter dann klanglich besser wäre.
Ein Kreuz gibt es dafür nie.

- **Ein zu leiser Titel kann ein Problem sein.**

Plattformen, die nur leiser drehen, heben ihn nicht an.
Er klingt dort leiser als die Titel davor und danach.
Auch Spotify hebt nur so weit an, wie die Spitzen es zulassen.
Bei SoundCloud, Amazon Music und Deezer ist nicht bekannt, ob sie anheben.

- WAV ist am genauesten.

MP3 und OGG gehen, sind aber verlustbehaftet und können eine leicht andere Spitze zeigen.

- Titel länger als 30 Minuten werden nicht geladen.

Dann erscheint „Länger als 30 Minuten, bitte einen einzelnen Titel nehmen."

- Ist eine Datei zu kurz oder still, erscheint „Zu kurz oder still: keine Lautheit messbar."
- Dateien mit bis zu sechs Kanälen werden gemessen, die Surround-Kanäle mit dem Gewicht der Norm.

Die Klangbalance rechnet nur mit den ersten beiden Kanälen.

- Die Klangbalance rechnet mit der Mitte aus linkem und rechtem Kanal.

Stille Abschnitte unter −60 dBFS zählen nicht mit.

- Abhören braucht ein echtes Audiogerät.

In der Simulation erscheint „Abhören braucht ein echtes Audiogerät: auf der Seite Hardware die Simulation ausschalten."

- Die Titel laufen in Schleife über die ersten zwei Lautsprecher der gewählten Abhöre im Projekt.

Sind dort weniger als zwei Lautsprecher, laufen sie über die Ausgänge 1 und 2.
Hängen die Boxen an einem anderen Gerät („Boxen an einem anderen Gerät" auf der Seite „Hardware"), spielen die Ausgänge 1 und 2 dieses Geräts.

- Wird ein Titel neu geladen, während er spielt, hört die Wiedergabe auf.

Applausometer

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (auch Pegelprotokoll).

Wozu

Misst bei einem Wettbewerb, wie laut das Publikum für jeden Kandidaten klatscht.
Jeder Kandidat bekommt eine Runde gleicher Länge.
Am Ende steht die Rangfolge mit Punkten, der Sieger gelb auf Platz 1.

So geht's

1. Auf der Seite „Hardware" ein echtes Audiogerät und das Messmikro wählen, die Simulation ausschalten.

2. Unter „Wer tritt an? Je Zeile ein Name“ die Namen eintragen, je Zeile einen.
3. Unter „Dauer einer Runde“ 5, 10 oder 15 Sekunden wählen.
4. Links in der Liste den ersten Kandidaten anklicken.
5. Auf „Runde für …“ klicken und das Publikum klatschen lassen.
6. Nach Ablauf der Zeit springt die Auswahl selbst zum nächsten Kandidaten ohne Wertung.
7. Wieder auf „Runde für …“ klicken, bis alle dran waren.

Alle Bedienelemente

Karte „Abstimmung“

- **„Wer tritt an? Je Zeile ein Name“** nimmt bis zu zwölf Namen auf.

Vorbelegt sind „Kandidat 1“ bis „Kandidat 3“.
Ergebnisse bleiben bei ihrem Namen, auch wenn Namen dazukommen oder die Reihenfolge wechselt.
Während einer Runde werden Änderungen erst danach übernommen.

- **„Dauer einer Runde“** mit „5 s“, „10 s“ und „15 s“.
- **„Runde für …“** startet die Runde für den gewählten Kandidaten.

Während der Runde heißt der Knopf „Runde abbrechen“.
Eine abgebrochene Runde zählt nicht.

- **„Neu beginnen“** löscht alle Ergebnisse, die Namen bleiben.

Karte „Applausometer“

- **Gesicht** lacht umso breiter, je lauter es ist, ganz oben mit offenem Mund.
- **Restzeit** zeigt „Noch … s“ während der Runde, sonst „Bereit“.
- **Balken „Lautstärke jetzt“** zeigt die laufende Lautstärke am Messmikro.
- **Liste der Kandidaten** mit Platz, Name, Balken, Punkten und dem mittleren Pegel in dBFS.

Ein Klick auf einen Kandidaten wählt ihn für die nächste Runde.
Der gewählte Kandidat ist blau umrandet, der gerade gemessene grün.

Ergebnisse lesen

Gewertet wird der mittlere Pegel der ganzen Runde, nicht ein einzelner Schrei.
100 Punkte entsprechen der Vollaussteuerung des Mikro-Eingangs, 0 Punkte liegen 60 dB darunter.
6 dB weniger sind 10 Punkte weniger.
Der Platz vor dem Namen zählt nur fertige Runden.
Der Sieger steht gelb auf Platz 1, sobald mindestens zwei Runden fertig sind.
Noch nicht gemessene Kandidaten tragen „noch nicht gemessen“.

Gut zu wissen

- Mikro und Verstärkung zwischen den Runden nicht verändern, sonst sind die Runden nicht vergleichbar.
- Eine Runde lässt sich wiederholen.

Den Kandidaten anklicken und noch einmal starten.
Das alte Ergebnis wird dabei ersetzt.

- Ohne echtes Audiogerät startet keine Runde.

Dann erscheint ein Hinweis, auf der Seite „Hardware“ die Simulation auszuschalten.

- Die Punkteskala ist eine eigene Festlegung der Software.
- Die Ergebnisse werden nicht gespeichert.

Gimmick

Enthalten in: EWS Ultimate, EWS Tonstudio, EWS Werkstatt, EWS Live (auch Pegelprotokoll).

Wozu

Drei Spiele für die Pause oder das Publikum.
„Lärm-Tennis“ wird mit der Stimme oder mit Lärm gespielt, „2027“ und „Brummjäger“ mit der Tastatur.
Die Spiele geben keinen Ton aus und ändern nichts an Messungen.

So geht's

1. Rechts in der Karte „Einstellung“ das Spiel wählen.
2. Bei „Lärm-Tennis“ die Eingänge für die Spieler wählen.
3. Auf „Starten“ klicken, ins Spielfeld klicken oder die Leertaste drücken.
4. Für das große Bild auf „Vollbild“ klicken.
5. Mit Esc anhalten.

Ein zweites Esc schließt das Vollbild.

Alle Bedienelemente

Karte „Einstellung“

- **„Lärm-Tennis“, „2027“, „Brummjäger“** wählen das Spiel.
- **„Spieler links“** wählt den Eingang des linken Spielers, vorgegeben ist „Messmikro“.

Nur bei „Lärm-Tennis“.

- **„Spieler rechts“** wählt den Eingang des rechten Spielers.

Bei „Computer“ spielt rechts der Computer.
Nur bei „Lärm-Tennis“.

- **„So viel lauter als die Ruhe im Raum ist „ganz oben““** mit „20 dB“, „30 dB“ und „40 dB“, vorgegeben ist 30 dB.

Ein kleiner Wert macht das Spiel leichter, ein großer verlangt mehr Lautstärke.
Nur bei „Lärm-Tennis“.

- **„Starten“** startet das Spiel.

Während des Spiels heißt der Knopf „Anhalten“.

- **„Vollbild“** zeigt das Spiel bildschirmfüllend.

Ein zweiter Klick oder Esc holt es zurück.

- **„Im kleinen Fenster spielen“** öffnet „2027“ oder „Brummjäger“ in einem kleinen Fenster, das über allen anderen liegt.

So läuft das Spiel neben einer Messung.
Ein zweiter Klick oder das Schließen des Fensters beendet es.

- **Spielregeln** stehen im Kasten unter den Knöpfen.
- **„Bestenliste“** zeigt die fünf besten Wertungen des gewählten Spiels mit Datum.

In der Kopfzeile der Karte steht „Lautstärke links … %“ oder „ohne Audiogerät“.

Die Spiele

Lärm-Tennis.
Wer lauter ist, hebt seinen Schläger höher.
Wird es leise, sinkt er wieder.
Der Schläger bewegt sich ab etwa 6 dB über der Ruhe im Raum.
Gespielt wird bis sieben Punkte.
Nach zehn Ballwechseln wird der Ball mit jedem Schlag deutlich schneller.
Rechts spielt der Computer, bis dort ein zweiter Eingang gewählt ist.
In die Bestenliste kommt der längste Ballwechsel.

2027.
Ein Fliegerspiel von oben.
Die Pfeiltasten bewegen das Flugzeug, die Leertaste schießt.
Die Umschalt-Taste fliegt eine Ausweichrolle, eine Sekunde unverwundbar, drei je Level.
Der Vorrat an Rollen steht unten links.
Jedes Level beginnt mit dem Start vom Flugzeugträger und endet mit der Landung darauf.
Ein Treffer kostet ein Leben, den Vierling und die Begleitflieger.

Wer einen goldenen Verband vollständig abschießt, bekommt vom letzten Flugzeug ein Sammelstück.
Das ist Vierling, zwei Begleitflieger, Blitz, Leben, Rolle, Feuerpause oder Punkte.
Es gibt 15 Level in fünf Gebieten, Koralleninseln, Nordmeer, Abendküste, Nachtflug und Sturmfront.
Im dritten Level jedes Gebiets wartet ein Endgegner.
Am Levelende geben Trefferquote und übrige Rollen Punkte.
Ein Zusatzleben gibt es bei 40 000 Punkten und danach alle 100 000.
Nach dem letzten Level läuft ein Abspann, die Leertaste überspringt ihn.

Brummjäger.
Pfeil links und rechts drehen das Schiff, Pfeil hoch schiebt an, die Leertaste schießt.
Eine getroffene Brummschleife zerfällt in zwei der nächsten Oberwelle, 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz.
Die großen 50-Hz-Schleifen bringen 20 Punkte, die 100-Hz-Schleifen 50, die 200-Hz-Schleifen 100.
Es gibt drei Leben.
Am Rand geht es auf der anderen Seite weiter.

Ergebnisse lesen

Nach dem Spielende steht das Ergebnis im Spielfeld.
Bei „Lärm-Tennis“ zum Beispiel „Links gewinnt 7 : 4 · längster Ballwechsel 12“.
Bei „2027“ Punkte und erreichtes Level, nach dem letzten Level Punkte und Trefferquote.
Bei „Brummjäger“ Punkte und erreichte Welle.
Jede Wertung über null kommt in die Bestenliste, behalten werden die fünf besten je Spiel.

Gut zu wissen

- „Lärm-Tennis“ braucht ein echtes Audiogerät.

Ohne Gerät bewegt sich der linke Schläger nicht.

- Die Ruhe im Raum misst die Software laufend mit.

Sie folgt sofort nach unten und steigt nur langsam.
Dauerlärm im Raum hebt sie darum nur allmählich an.

- „Anhalten“ und Esc beenden das laufende Spiel.

Ein neuer Start beginnt von vorn.
Ein abgebrochenes Spiel kommt nicht in die Bestenliste.

- Während eines Spiels gehören die Pfeiltasten dem Spiel und lösen im Programm nichts anderes aus.
- Alle Spiele sind eigene Entwürfe mit eigenem Namen und eigenen Bildern.
