

ELACOMP

Electro Acoustic COMPensation eine Lösung zur Qualitätsoptimierung von elektroakustischen Systemen und deren Aufnahmen

Inhalt

Inhalt.....	2
Abkürzungen	4
Einleitung.....	5
ELACOMP_W	6
Bedienoberfläche	6
Klassisches Menü.....	6
Steuerung über GUI.....	7
Verfügbare Funktionen	7
AUTO	7
PeakLim	8
Limiter.....	8
Filter.....	8
Klang	8
Test	8
MUTE	8
Hilfs- Zusatzfunktionen.....	9
Kompensation des Messmikrofons	9
Klangfilter	10
AWAV	10
Nachverarbeitung von Aufnahmen	11
Importfunktion	12
Laufzeitausgleich	13
Sonstige SW-Funktionen	14
Softwareinstallation und Inbetriebnahme	15
Softwareinstallation:	15
Anschließen der Hardware:.....	15
Inbetriebnahme des Programms:.....	15
Hardwarelösungen	16
Betrieb mit ASIO Treiber:	17
Betrieb mit UR22	17

Betrieb mit UR242	18
Andere ASIO Soundkarten.....	19
Betrieb mit WINMM - Treiber:	20
Produktimplementierung und DSP Lösung:	21
Technische Daten	21
Bilder	21

Abkürzungen

ASIO	Audio Stream Input Output - für Mehrkanalsysteme
cof	Dateierweiterung für LRZ Filterkoeffizienten
CTR	Cochlea Transformation
ELACOMP	Electro acoustic compensation
emf	Dateierweiterung für Enhanced Meta Files (Vektorgraphik)
dBov	Pegel unter Vollaussteuerung
DSP	Digitale Signalverarbeitung
GUI	Graphical User Interface
IR	Impulse Response
LMB	Linke Maustaste (Left Mouse Button)
Lng	Dateierweiterung für Sprachdatei
LRZ	Lautsprecher - Raum - Zuhörer
mic	Dateierweiterung für Mikrofonfrequenzgang
RIFF	Resource Interchange File Format
RMB	Rechte Maustaste (Right Mouse Button)
SNR	Signal- Störabstand in dB
THD	Total Harmonic Distortion (in %)
tim	Dateierweiterung für Klangbeschreibungen
WINMM	Windows Multimedia

Einleitung

Die Impulsantwort eines Lautsprecher -Raum - Zuhörer (LRZ) Systems ist meist nicht ideal. Die Wiedergabe klingt dumpf, dröhnend oder zu grell, wodurch der Klang und die Verständlichkeit erheblich

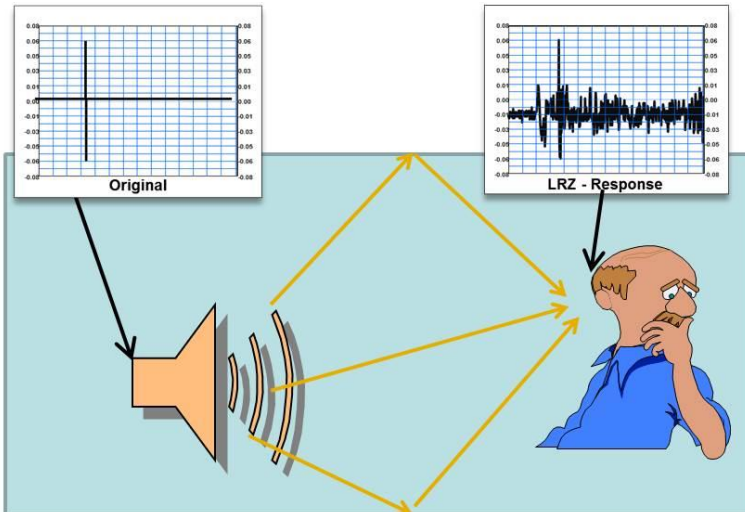


Bild 1: Impulsantwort eines LRZ - Systems

verschlechtert werden kann. Ursache hierfür ist das Übertragungsverhalten der LRZ -Strecke. Ein Impuls am Lautsprechereingang wird durch die Übertragungsfunktion des Lautsprechers und durch die Faltung im LRZ System am Zuhörerort als Serie von überlagerten Impulsen unterschiedlicher Phase, Polarität und Amplitude empfangen. (Bild 1).

ELACOMP ist ein von Sound acoustics entwickeltes Verfahren mit dem die Impulsantwort elektroakustischer Systeme kompensiert werden kann.

ELACOMP misst ein unbekanntes LRZ System aus und kompensiert den Fehler im Signalweg nahezu ohne Latenz und mit brilliantem Ergebnis.

Bässe klingen trocken, ein Musikstück kann kristallklar wiedergegeben werden und die Sprachverständlichkeit ist deutlich erhöht.

Die Korrektur des LRZ - Systems kann sowohl individuell für jeden Kanal getrennt, als auch für eine Lautsprechergruppe als Gesamtsystem durchgeführt werden.

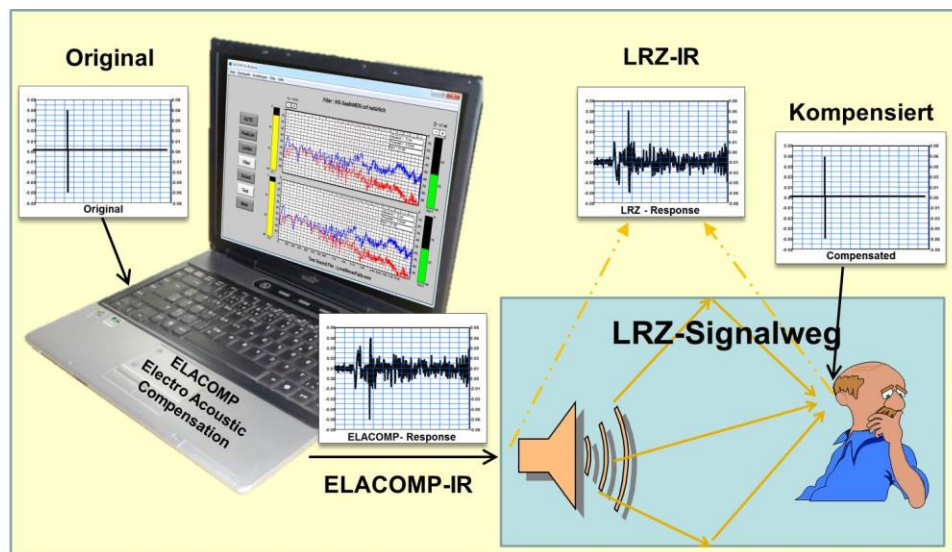


Bild 2: Impulsantwort eines LRZ - Systems

Das ELACOMP-Verfahren eignet sich für die Implementierung in bestehende Audiosysteme (Embedded Systems, DSP, ASIC) und steht auch als Softwarelösung (ELACOMP_W) für alle gängigen Windows-Betriebssysteme zur Verfügung.

ELACOMP_W

ELACOMP_W arbeitet sowohl mit Windows Multimedia Treibern für Onboard und USB Soundkarten als auch mit ASIO Treibern. Sie erkennt automatisch ASIO Treiber und ermöglicht bei nicht wahrnehmbarer Latenz die Kompensation eines LRZ-Systems mit einer fast idealen resultierenden Impulsantwort am Ort des Zuhörers. Durch diese universelle Lösung können verschiedene Hardwaresysteme realisiert werden. Die Software beinhaltet eine Onlinehilfe, welche über die Shortkey - Taste F1 der Tastatur aufgerufen werden kann. Die folgenden Beschreibungen sind nur ein Auszug aus den verfügbaren Funktionen.

Bedienoberfläche

Die Steuerung des Programms ist sowohl über ein klassisches Menü, als auch direkt über die grafische Oberfläche dieses Programms möglich.

Klassisches Menü

Datei

Aufnahme öffnen	Ctrl+O	Öffnet Dialog zur Auswahl einer Audiodatei (Testsignal)
Aufnahme korrigieren		Nachverarbeitung von Aufnahmen
Aufnahme speichern	Ctrl+S	speichert eine Audiodatei
Lade Raumfilter	Ctrl+L	Öffnet Dialog zur Auswahl einer Filterdatei
Filter speichern unter	Ctrl+F	Speicherung der aktuellen Filterdatei unter eigenem Namen
Grafik speichern	Ctrl+G	Speicherung des angezeigten Fensters als EMF-Grafik
Beenden		Beendet ELACOMP

Signalquelle

Sinus	Shift+F4	Sinuston zur Prüfung und Ausgleich der Phasenlagen einzelner Kanäle
Rauschsignal	Shift+F5	weißes Rauschen zur Prüfung der Übertragungsfunktion
Test Sound	Shift+F6	Audiodatei wählbar über Ctrl+O zur Test und Hörtest
Original Eingang	Shift+F7	Übertragung des Eingangssignals (Normalbetrieb)

Einstellungen

Softlimiter	F9	ein/aus
Ausgänge	F6	ein/aus (Stummschaltung)
Adapt. Mikrofonpegel	F10	Anpassung der Mikrofonempfindlichkeit an Akustik
Mik. Frequenzgang		Kompensation des Messmikrofons
Klangfarbe Frequenzgang		Festlegung einer Klangfarbe
Bedientasten einblenden		Ein- und Ausblenden der Bedientasten der GUI
Optionale Einstellungen		
Farbe		individuelle Farbgestaltung der GUI
Sprache		Sprachauswahl aktuell Deutsch, Englisch - weitere Sprachen auf Anfrage

Filter

Filter an Aus	F8	Filter An/Aus bei An wird im Menü der aktuelle Filter angezeigt
Klang natürlich	F7	Umschaltung zwischen natürlichem und eingefärbtem Klang
Neue Messung	-	Aufruf und Start einer Abgleichprozedur im Untermenü
Alle Kanäle Differenz	F4	Getrennte Messung und Kompensation jedes einzelnen LP - Systems
Alle Kanäle - Summe		Messung und Kompensation aller angeschlossenen LP als Summensignal. Erhaltung des Ortsbezugs
Kanal 1		Getrennte Messung und Kompensation Kanal 1 .
Kanal 2		Getrennte Messung und Kompensation Kanal 2 .
Kanal 3		Getrennte Messung und Kompensation Kanal 3 .
Kanal 4		Getrennte Messung und Kompensation Kanal 4 .
Alle Kanäle - Gruppen Messung und Kompensation von zusammengefassten Gruppen 1+2 und 3+4 zur Erhaltung der Stereobasis.		

Hilfe

Über ...	-	öffnet Dialogfenster mit Angaben über SW-Version
Inhalt	F1	öffnet Onlinehilfebücher über ELACOMP

Steuerung über GUI

Die grafische Bedienoberfläche nutzt die Tastatur, selbst entworfene Schalter, Maus- und Touchpads zur Steuerung der Software mit eindeutigem Bezug zum System bei schnellem Zugriff auf gewünschte Funktionen.

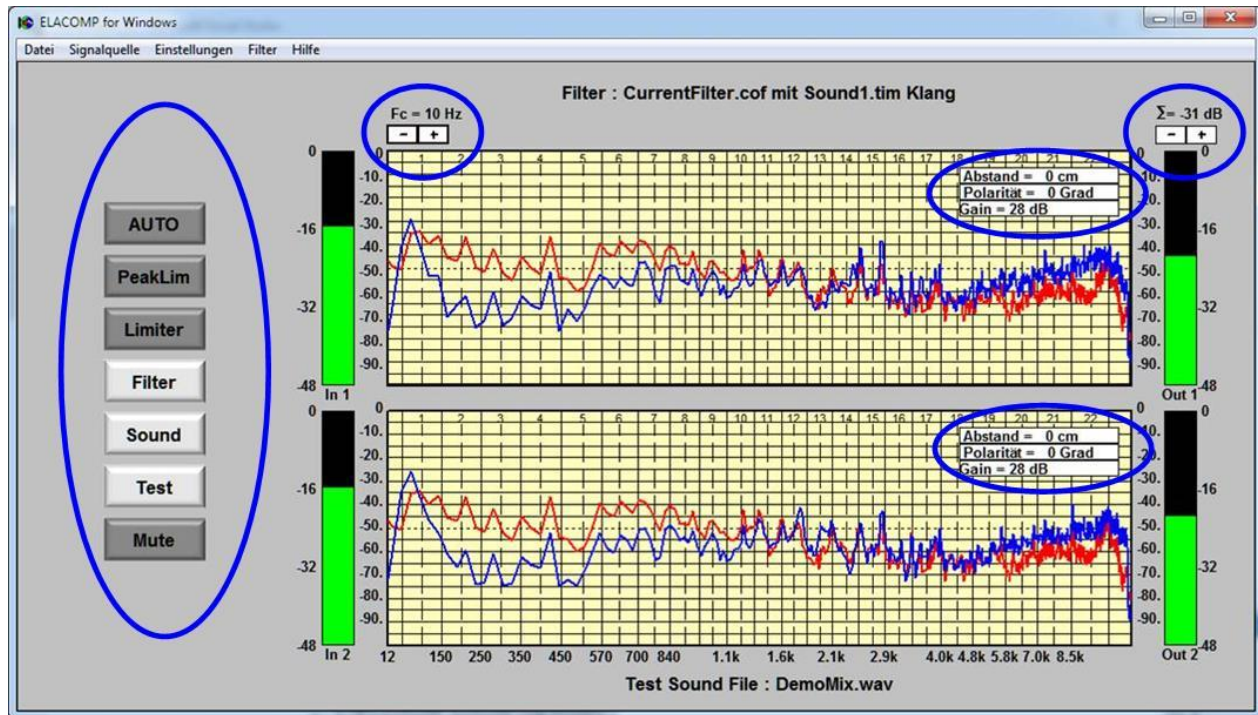


Bild 3: Bedienelemente der grafischen Oberfläche

Verfügbare Funktionen

AUTO

Die AUTO Taste wird zum Start von kanalgetrennten Messungen und LRZ Kompensationen verwendet. Nach dem Betätigen der AUTO Taste erfolgt eine Laufzeitmessung und die Ermittlung der Lautsprecher/Raum Kompensationsfilter. Die Messprozedur wird durch die leuchtende AUTO -Taste, durch einen blauen Hintergrund der Messfelder und durch akustische Messsignale angezeigt und benötigt ein paar Sekunden. Während dieser Zeit sollte die Messprozedur möglichst nicht durch fremde akustische Geräuschquellen gestört werden.

Nach der Ermittlung der Filterkoeffizienten erscheint das Messdisplay mit weißem Hintergrund und die Filtertaste leuchtet um anzuzeigen, dass die Filterberechnung fertig ist und das LRZ Filter ohne Klangzusatz aktiv ist. Durch den Abgleich wird die Ausgangsverstärkung (Σ) aller Filter automatisch auf einen vom Filter abhängigen Wert so eingestellt, dass bei Nominalaussteuerung keine Übersteuerung auftreten.

Hinweis: Die AUTO -Taste entspricht dem Menüpunkt „Alle Kanäle Differenz“ (F4). Die anderen Abgleichmethoden unterscheiden sich nur in dem LRZ-Weg durch die Verwendung unterschiedlicher Lautsprecher(-Kombinationen). Alle Methoden prüfen vor der Messung, ob ein Kanal elektroakustisch verwendet wird und betreiben alle nicht verwendeten Kanäle als Allpassfilter.

PeakLim

Mit aktivierter Taste werden selten vorkommende Übersteuerungsspitzen detektiert und zur Reduzierung der Ausgangsverstärkung (alle Kanäle) herangezogen, um bei allen Szenarien eine verzerrungsfreie Wiedergabe zu gewährleisten. Der im Display angegebene Pegel bezieht sich auf Vollaussteuerung 0 dBov. Seltene Übersteuerungsspitzen können dann auftreten, wenn ein bestimmter Frequenzbereich zur Kompensation stark angehoben werden muss und dieser Frequenzbereich in natürlichen Anregungssignalen nur gelegentlich vorkommt.

Die Funktion wird vorzugsweise nach neuem Filterabgleich mit eingeschaltetem Filter aktiviert. Die fixe Ausgangsverstärkung wird durch die PeakLim - Funktion automatisch so eingestellt, dass das Ausgangssignal auch bei Vollaussteuerung und extremer Raumfilterkompensation nicht übersteuert. Die Funktion weist daher im Gegensatz zum Limiter keine Kompression auf

Limiter

Zur Unterdrückung von Übersteuerung und damit Verzerrungen kann der Limiter aktiviert oder abgeschaltet werden. Bei aktivem Limiter leuchtet die Limitertaste und die Signale werden mit Hilfe einer Pegelüberwachung auf 3dB unter Vollaussteuerung begrenzt. Seltene Übersteuerungsspitzen können durch die Kompressorfunktion des Limiters zu hörbarem „Atmen“ führen.

Filter

Mit Hilfe der Filter - Taste kann der aktuell geladene Kompensationsfilter ein- und ausgeschaltet werden. Beim Einschalten der Filter leuchtet die Filtertaste auf und der Hintergrund des Messfensters wird von grau ohne Filter auf weiß bei natürlicher Kompensation umgeschaltet.

Klang

Mit der Klang - Taste wird eine individuell programmierte Klangfarbe erzeugt. Das Messfenster erscheint hellgelb eingefärbt. (Siehe [Klangfilter](#)).

Test

Mit Hilfe der Testtaste werden sämtliche Ausgänge mit dem Signal einer zuvor geladenen Aufnahmedatei gespeist, um über diese Wiedergabe eines bekannten akustischen Signals subjektive Hörtests durchführen zu können.

MUTE

Die Mute - Taste dient zum Stumm - und Einschalten der Signalausgänge. Bei abgeschaltetem Signalausgang leuchtet die Mutetaste.

Hilfs- Zusatzfunktionen

Kompensation des Messmikrofons

Kleine Elektret - Kondensatormikrofone sind wegen der geringen Baugröße sehr frequenzlinear und daher als Messmikrofon meist ohne Korrektur geeignet. Andere Mikrofone weisen teilweise starke Abweichungen vom Ideal ab und sollte entsprechend der im Datenblatt angegebenen Frequenzgangkurve korrigiert werden. Für eine einwandfreie LRZ Korrektur kann der Frequenzgang eines Mikrofons mit Hilfe des Menüpunktes Mik. Frequenzgang korrigiert werden.

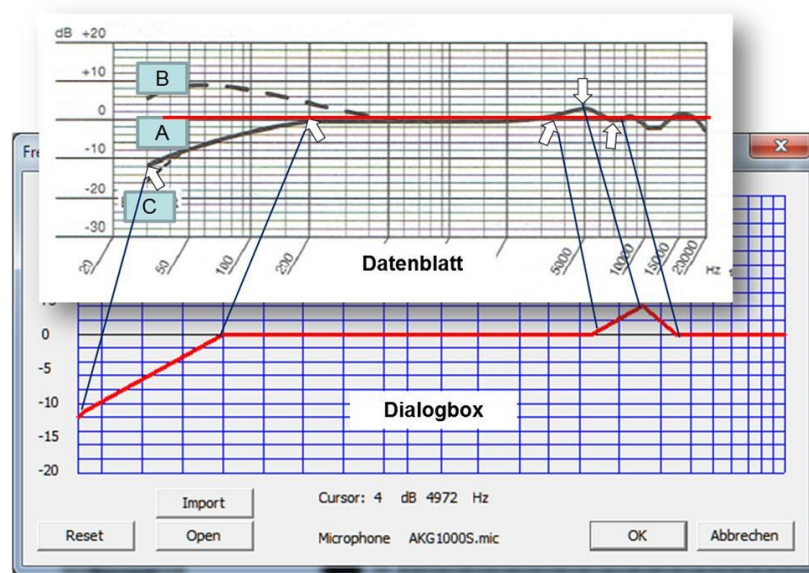


Bild 4: Korrektur des Messmikrofons nach Datenblatt

Die Eingabe der Frequenzpunkte kann sowohl direkt über die angezeigte grafische Darstellung erfolgen, oder als Tabelle importiert werden.

Klangfilter

Die LRZ Korrektur liefert eine exakte akustische Widergabe am Empfangsort des Zuhörers ohne jegliche Klangbeeinflussung (Idealfilter). Aufnahmen klingen mit dem Idealfilter genauso, wie ursprünglich aufgezeichnet.

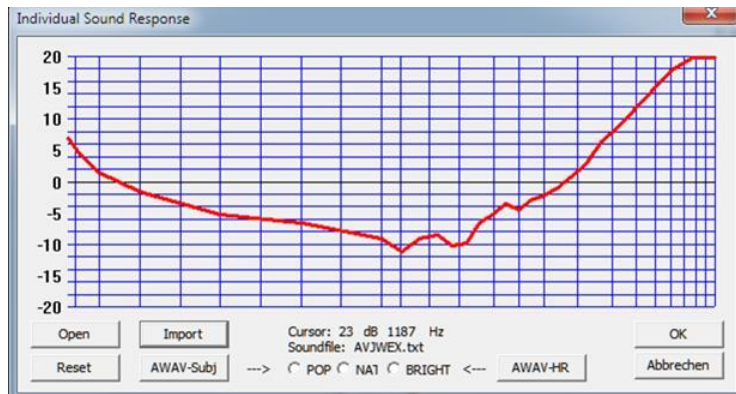


Bild 5: Festlegung einer individuellen Klangfarbe

Bei Konzerten kann jedoch ein eigenes Klangbild zum Beispiel zur Anhebung der Brillanz von Musikinstrumente (String, Gitarre, Klavier...) oder der Optimierung der Stimme eines Sängers, oder wegen der Musikrichtung (Pop, Klassik...) erhebliche Vorteile mit sich bringen.

Zu diesem Zweck wird parallel zur LRZ Korrektur ein individuell programmierbares Filter bereitgestellt, welches wahlweise mit der Klangtaste im Filterbetrieb aktiviert und deaktiviert

werden kann. D.h. der wesentliche Vorteil besteht darin, dass ein LRZ Kompensiertes Signal ohne Störstellen präzise eingefärbt werden kann. Die Eingabe der Frequenzpunkte kann sowohl direkt über die angezeigte grafische Darstellung erfolgen, oder als Tabelle importiert werden.

AWAV

PCM-Aufnahmen reflektieren die Qualität der Aufnahmetechnik und des Aufnahmeortes und können mit Hilfe der AWAV - Funktion zur Festlegung des Klangfilters herangezogen werden.

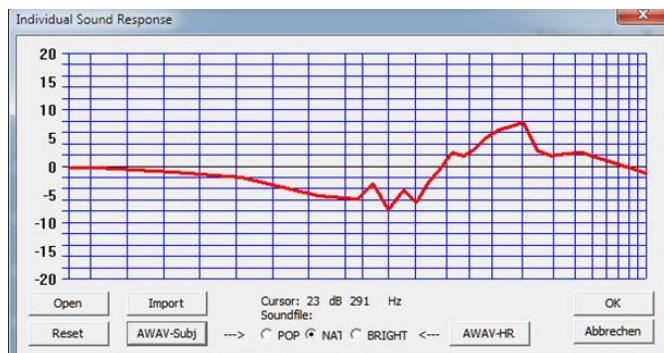


Bild 6: Mit AWAV ermittelte Kompensation für ein natürliches Klangbild

Mit betätigen einer der AWAV Tasten wird die für ein gewünschtes Klangbild erforderliche Kompensation aus der aktuell geladen Audiodatei berechnet, grafisch dargestellt und als Klangfilter verwendet.

Mit Hilfe der AWAV Funktionen kann eine indirekte Klangoptimierung auch bei Live Konzerten durchgeführt werden, wenn entsprechend aufgezeichnete Live Aufnahmen

zur Ermittlung der Kompensationswerte mit AWAV herangezogen werden.

AWAV-Subj verwendet bei der Klangkorrektur eine natürliche Bark Skala und AWAV-HR eine sehr hohe Auflösung. Die Designs nach der Bark Skala sind für die meisten Aufnahmen geeignet, wobei die natürliche Korrektur ohne Klangverfärbung sehr Nahe an eine hochwertige Aufnahme heran kommt. Bei Aufnahmen mit starken unerwünschten Resonanzeigenschaften bietet die Verwendung eines Designs mit hoher Auflösung eine höhere Resonanzunterdrückung, was bei normalen Standardaufnahmen nicht immer erwünscht ist.

Zur Korrektur von Aufnahmen stehen folgende Designs zur Verfügung.

POP --> Korrektur mit Bass und Höhenanhebung
 NAT --> berechnet die Korrektur ohne Klangverfärbung
 BRIGHT --> Korrektur mit Höhenanhebung

Nach der Betätigung einer der AWAV Tasten muss die ermittelte Kurve mit OK bestätigt und abgespeichert werden, um bei der Wiedergabe mit Sound zur Verfügung zu stehen. Beim Abspeichern wird ein Name vorgeschlagen, der sich aus dem Namen der Aufnahme und dem gewählten Design zusammensetzt.

Nachverarbeitung von Aufnahmen

Die Qualität von Aufnahmen hängt von den verwendeten Mikrofonen und des Aufnahmerraumes ab und ist in vielen Fällen nicht optimal. Hier können Raumresonanzen oder partielle Frequenzauslöschungen zu drastischen Qualitätsminderungen führen.

Nach dem Öffnen einer Aufnahme kann diese mit Hilfe des Menüpunktes „Aufnahme korrigieren“ neu berechnet, abgehört und bei Bedarf über „Aufnahme Speichern“ gespeichert werden. Beim Speichern wird automatisch ein Name vorgeschlagen, der sich aus dem Original und dem verwendeten Klangmodell ergibt.

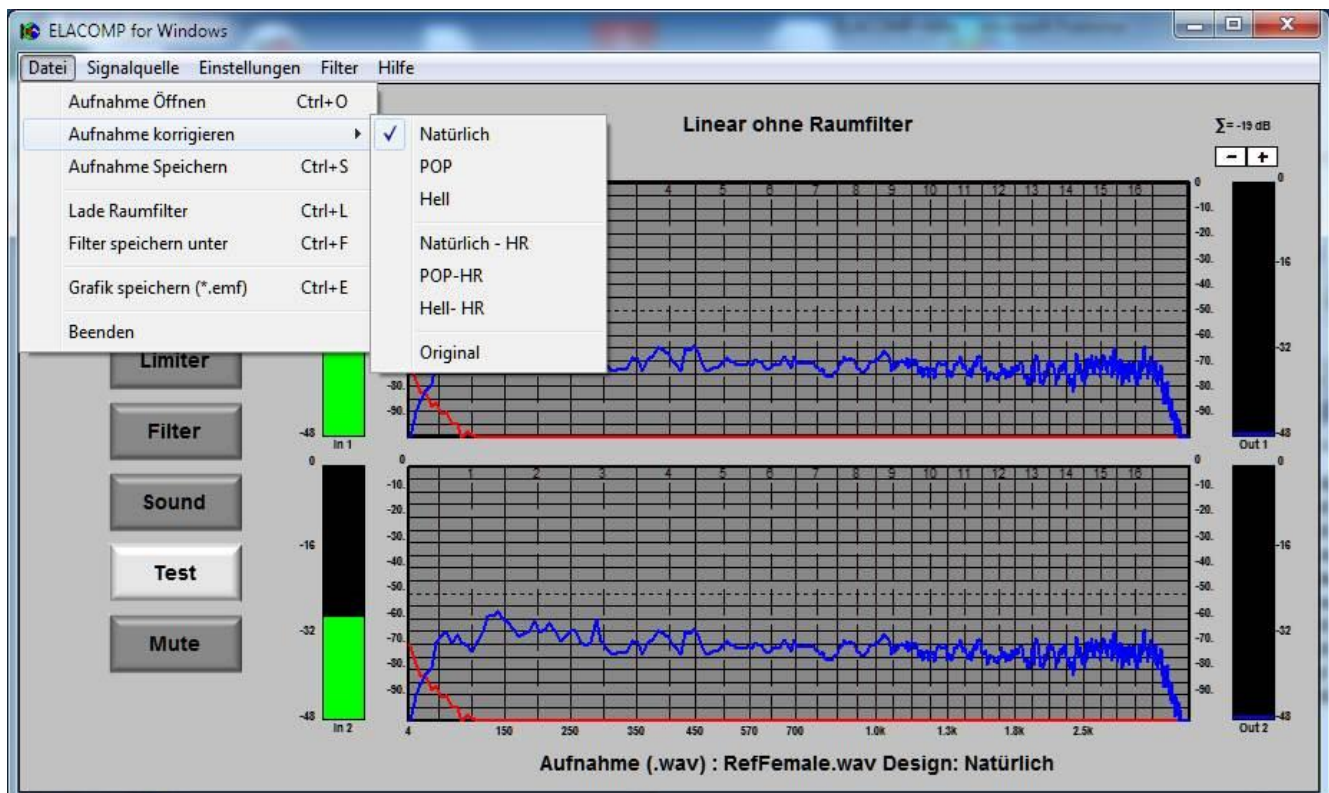


Bild 7: Korrektur von Aufnahmen

Zur Korrektur von Aufnahmen stehen folgende Klangmodelle (Designs) zur Verfügung.

- Natürlich --> berechnet die Korrektur ohne Klangverfärbung nach Bark Skala
- POP --> Korrektur mit Bass und Höhenanhebung nach Bark Skala
- Hell --> Korrektur mit Höhenanhebung nach Bark Skala
- Natürlich-HR --> berechnet die Korrektur ohne Klangverfärbung mit hoher Auflösung
- POP-HR --> Korrektur mit Bass und Höhenanhebung mit hoher Auflösung
- Hell-HR --> Korrektur mit Höhenanhebung mit hoher Auflösung

Beim Anklicken eines Design wird das Signal sofort neu berechnet und anschließend wiedergegeben. Ein gewähltes Design wird in der Grafik angezeigt. Die verschiedenen Klangdesigns ermöglichen eine individuelle Signalbearbeitung. Die Designs nach der Bark Skala sind für die meisten Aufnahmen geeignet, wobei die natürliche Korrektur ohne Klangverfärbung sehr Nahe an eine hochwertige Aufnahme heran kommt.

Bei Aufnahmen mit starken unerwünschten Resonanzeigenschaften bietet die Verwendung eines Designs mit hoher Auflösung eine höhere Resonanzunterdrückung, was bei normalen Standardaufnahmen nicht immer erwünscht ist.

Importfunktion

Sowohl der Frequenzgang der Mikrofonkompensation, als auch der Frequenzgang der Klangfarbe können über einen einfachen Texteditor festgelegt und mit Hilfe der Import-Taste geladen werden. Eine tabellarisch angelegte Frequenzliste muss als ANSI - Textfile abgespeichert werden.

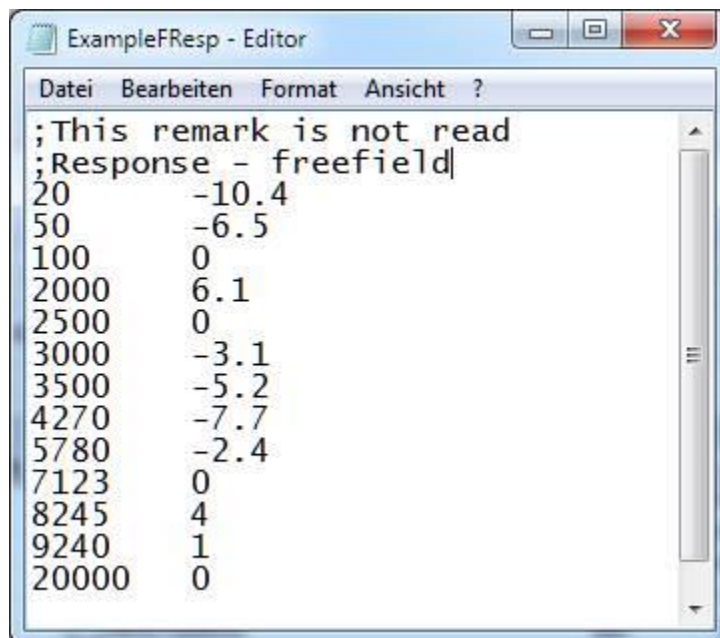


Bild 8: Einfache Textdatei zur Bestimmung eines Frequenzganges

Die nebenstehende ExampleFResp.txt Datei zeigt, wie eine Tabelle zur Bestimmung eines Frequenzganges aufgebaut ist.

In jeder Zeile befinden sich die Koordinaten X mit der Angabe der Frequenz in Herz und Y mit der Angabe des dazugehörigen Pegels in dB. X und Y werden mit einem TAB getrennt, nach Y kommt eine neue Zeile. Die Eingabe der Frequenz X erfolgt ganzzahlig, die des dazugehörigen Pegels Y fraktional mit Punkt als Dezimaltrennzeichen.

Anmerkungen können zu Beginn einer Zeile erfolgen. Diese Zeilen sind mit Semikolon zu markieren und werden beim Einlesen übersprungen.

Beim Import von Frequenztabelle wird automatisch auf die Anzahl der festgelegten Frequenzpunkte adaptiert. Es können 2 bis maximal 2000 Frequenzpunkte festgelegt werden. Punkte zwischen Punkten werden beim Import linear interpoliert.

Laufzeitausgleich

Eine Phasen und Laufzeitkorrektur von Lautsprecherwegdifferenzen kann durch eine zusätzliche Verzögerung der nahen Schallquelle zur entfernteren Schallquelle erreicht werden. Hierbei soll das Lautsprechersignal mit der geringsten Entfernung zum Zuhörer so stark verzögert werden, dass die Abstandsdifferenz zu den entfernteren Lautsprechersystemen exakt ausgeglichen wird.

Eine korrekte Kompensation der Wegdifferenzen kann mit Hilfe des Messprogramms Bild 9, welches automatisch mit der Auswahl der Signalquelle Sinus im Programmmenü gestartet wird, erreicht werden.

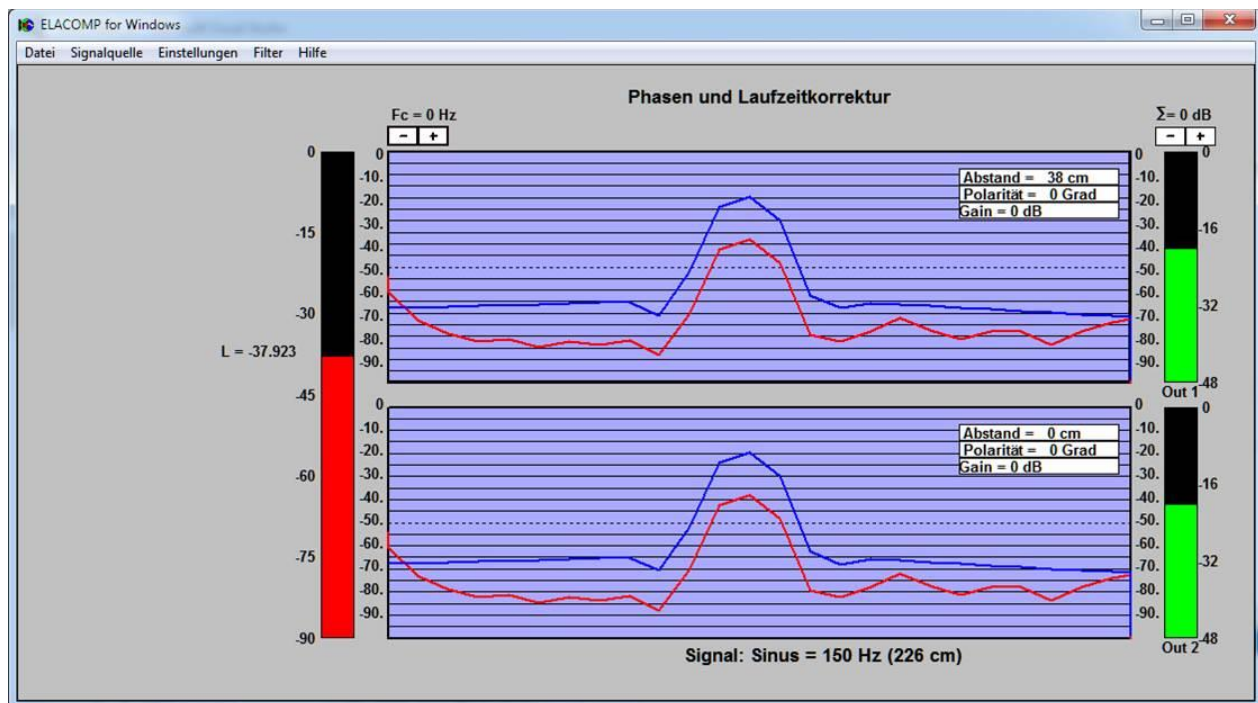


Bild 9: Phasen- und Laufzeitkorrektur

Abstand

Ein Abstandsunterschied zwischen den Lautsprechern zum Zuhörer, kann am Zuhörerort unerwünschte Klangunterschiede durch Phasenauslöschungen bewirken.

Mit Hilfe des am Zuhörerort gemessenen Mikrofonpegels L kann eine korrekte Phasenlage über die virtuelle Erhöhung des Abstandes des näheren Lautsprechers durch Maximalwertabgleich eingestellt werden.

Wird der Cursor auf das Feld Abstand bewegt, wechselt der Cursor von Pfeil auf NS - Pfeil und ermöglicht die zusätzliche Verzögerung des Nutzsignals im ausgewählten Kanal mit Hilfe des Mauseisens oder der + und -Tasten. Die Schrittweite der Abstandsänderung pro Mauseisendraster kann mit Hilfe der rechten Maustaste zwischen 1, 7, und 70 cm variiert werden.

Bitte beachten Sie: Die Sinusfrequenz ist einstellbar. Sie beträgt im Beispiel 150 Hz und entspricht einer Wellenlänge von 226 cm. Siehe [Signal](#).

Polarität

Wird der Cursor auf das Feld Polarität bewegt, wechselt der Cursor auf Hand und zeigt damit an, dass die Signalarität mit der linken Maustaste zwischen 0 Grad und 180 Grad umgeschaltet werden kann.

Gain

Wird der Cursor auf das Feld „Gain“ bewegt, kann die Kanalverstärkung mit dem Mousrad oder den + und - Tasten der Tastatur in jeder Betriebsart und jedem Kanal individuell eingestellt werden. Die Einstellung wird beim Schließen des Programms gespeichert und steht beim Laden des betreffenden Filters wieder zur Verfügung. Die kanalgetrennte Pegeleinstellung ermöglicht eine exakte „Ortskorrektur“.

Mit der linken Maustaste kann ein Kanal individuell Stumm geschaltet werden. Die individuelle Abschaltung eines oder mehrerer Kanäle ermöglicht gezielte Untersuchungen über den Einfluss der akustischen Überlagerung eines dazu geschalteten Lautsprechersystems.

Signal

Die Anregungsfrequenz kann bei Bedarf mit Hilfe des Mousrades oder der Tastatur (+ und -) variiert werden, wenn der Cursor über der angezeigten Frequenz (Bild 9: Sinus = 150 Hz) positioniert ist. Die Schrittweite der Frequenzänderung pro Mousradraster kann mit Hilfe der rechten Maustaste zwischen 1, 10, und 100 Hz variiert werden.

Sonstige SW-Funktionen

Es stehen weitere Funktionen, wie eine programmierbare Dialogbox zur Bestimmung des Soundkartenbetriebs oder alternativ eine automatische ASIO-Erkennung zur Verfügung. Diese Funktionen und Tipps für verschiedene Aufgaben stehen in der zur Software gehörenden Onlinehilfe.

ELACOMP_W unterliegt einer ständigen Softwarewartung. Die Onlinehilfe wird ebenfalls ständig mit jedem Softwareupgrade aktualisiert.

In Verbindung mit Entwicklungsaufträgen für spezielle Systemanpassungen können weitere Funktionen implementiert werden.

Softwareinstallation und Inbetriebnahme

Die Software steht auf der Downloadseite unserer Homepage www.sound-acoustics.eu zum Download als passwortgeschützte, verschlüsselte Datei ELACDesign.7z zur Verfügung.

Softwareinstallation:

Sie müssen für die folgende Installation als Administrator auf Ihrem PC angemeldet sein:

- Speichern Sie ELACDesign.7z lokal auf Ihrem Computer
- Entpacken Sie setupELACOMP.exe mit Hilfe des von Sound acoustics zur Verfügung gestellten Passwortes
- Starten Sie setupELACOMP.exe und folgen den Anweisungen.

Anschließen der Hardware:

- Verbinden Sie Ihre Soundkarte mit der USB Schnittstelle Ihres Computers, sofern Sie die Software nicht mit der Onboard soundkarte Ihres PCs betreiben wollen
- Installieren Sie bei Bedarf den für Ihre Soundkarte relevanten Treiber
- Verbinden Sie Kanal1 Ihrer Soundkarte mit einem Mikrofon
- Verbinden Sie die übrigen Schnittstellen (Ein- und Ausgänge) Ihrer Soundkarte mit Ihrer Audioanlage entsprechend der in der Onlinehilfe gezeigten Beispiele

Inbetriebnahme des Programms:

Starten Sie ELACOMP.exe . Im Display werden alle aktiven Kanäle der ausgewählten Soundkarte untereinander angezeigt. Die Software arbeitet mit bis zu vier Kanälen und kann bei Bedarf erweitert werden.

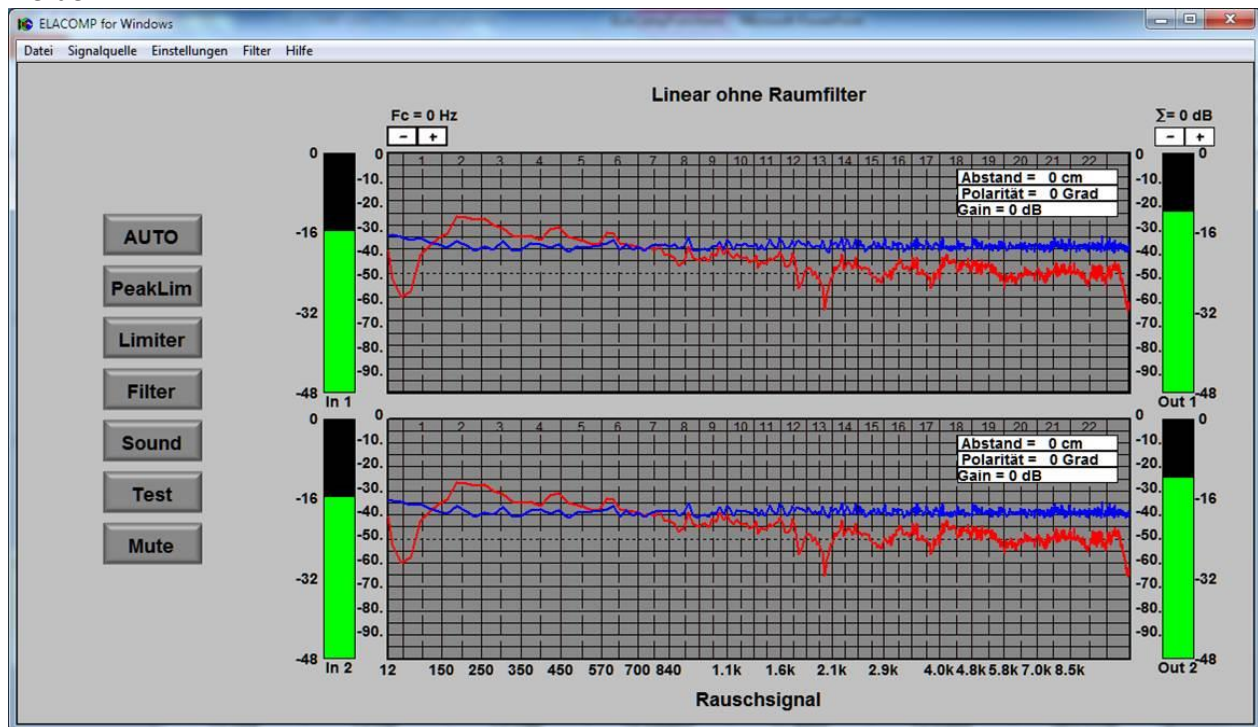


Bild 10: Zweikanalbetrieb mit Rauschsignal

Wählen Sie als Signalquelle „Rauschsignal“, schalten Sie Ihr Mikrofon ein und stellen Sie die erforderliche Empfindlichkeit in der Lautstärkesteuerung so ein, dass die Aussteuerung des rot angezeigten Mikrofonsignals ca. -16 dB beträgt. Ihr Mikrofon sollte im Bereich der Zuhörer platziert sein. Falls die Einstellung nicht über Ihre Soundkarte möglich ist, betätigen Sie zum automatischen Einpegeln des Mikrofon die F10 Taste. Schalten Sie das Rauschsignal aus.

Vor dem eigentlichen Abgleich kann jetzt mit der Auswahl der Signalquelle „Sinus“ die Polarität der angeschlossenen Lautsprechersysteme und Abstandsdifferenzen zwischen den Lautsprechersystemen überprüft und bei Bedarf korrigiert werden. Die für dieses Messprogramm erforderliche Vorgehensweise wird in der Onlinehilfe erklärt.

Starten Sie den Filterabgleich durch Betätigen der AUTO Taste und warten Sie bis die AUTO Taste erlischt.

Testbetrieb:

Öffnen Sie die beigelegte Audiodatei ELAC4.wav oder Ihre eigene Aufnahme mit Hilfe des Menüpunktes (Datei/Öffnen oder Tasten CTRL+O). Betätigen Sie die Test - Taste und stellen Sie mit dem wiedergegebenen Audiosignal Ihre gewünschte Wiedergabelautstärke ein. Die Kompensation und Klangfilterwirkung kann durch Ein- und Ausschalten der Filter getestet werden.

Normalbetrieb:

Im Normalbetrieb werden die Signale der Analogeingänge der Soundkarte kompensiert und auf die analogen Ausgänge übertragen. Die Auswahl des Normalbetriebs erfolgt über den Menüpunkt Signal/Original Eingang (Shift+F7).

Mit Hilfe der Filter- und Sound- Tasten kann auch in diesem Betrieb die gewünschte Filterwirkung eingestellt werden.

Es wird empfohlen die Wiedergabelautstärke der angeschlossenen Hardware (Mischer, Verstärker, Aktivlautsprecher...) so einzustellen, dass eine Übersteuerung der Signalschnittstellen verhindert wird.

Hardwarelösungen

ELACOMP_W kann auf allen Windows - Betriebssystemen installiert und mit verschiedenen Soundkarten betrieben werden. ELACOMP_W arbeitet sowohl mit Windows Multimedia als auch mit ASIO Treibern für Onboard und USB Soundkarten. Sie erkennt automatisch Steinberg ASIO Treiber und ermöglicht bei nicht wahrnehmbarer Latenz die Kompensation eines LRZ-Systems mit einer fast idealen resultierenden Impulsantwort am Ort des Zuhörers.

ELACOMP_W überprüft die Verfügbarkeit von ASIO -Treibern. Sind ASIO-Treiber installiert und die dafür relevante Soundkarte ist angeschlossen, wird das Streaming gestartet. Bei Standardkarten ohne ASIO-Treiber sucht ELACOMP_W nach verfügbaren Audiogeräten und öffnet zur Auswahl und Programmierung des gewünschten Audiotreibers eine Dialogbox.

Betrieb mit ASIO Treiber:

Aktuell werden Audiogeräte von Steinberg der UR-Serie eingesetzt welche mit ASIO Treiber ausgestattet sind.



Bild 11: UR22 mit angeschlossenem Mikrofon

Soundkarten mit ASIO - Treibern verfügen über eine erheblich geringere Latenz (<10 ms), als Standardsoundkarten für PC - Betriebssysteme (typ. $>> 10$ ms) und sind daher für den Betrieb in Echtzeitsystemen (Saalbeschallung, Livekonzert ...) geeignet.

Für andere Applikationen wie Playbackbetrieb, bzw. das Abspielen von Aufnahmen werden keine hohen Ansprüche an die Latenz gestellt, weswegen bei der Wahl der Hardware mehr Spielraum gegeben ist.

Es ergeben sich folgende Betriebsmöglichkeiten mit Soundkarten, die mit ASIO -Treibern ausgestattet sind:

Betrieb mit UR22

Die UR22 (Bild 12) verfügt über zwei symmetrische Ein- und Ausgangsschnittstellen.

Eingangsschnittstellen (Input1 und Input2) sind mit Kombibuchsen ausgestattet, die wahlweise den Betrieb von Mikrofonen mit und ohne Phantomspeisung oder die Einspeisung einer externen Audioquelle ermöglicht. Die Eingangsempfindlichkeit kann über Potentiometer für jeden Kanal getrennt eingestellt werden.

Zum Einmessen eines LRZ-Systems muss ein Mikrofon an Input1 angeschlossen sein. Eine Erweiterung für zwei Mikrofone ist vorgesehen, aber in dieser SW-Version nicht implementiert. Die Ausgangsschnittstellen (1/L und 2/R) sind mit Schnittstellen zu den Lautsprechersystemen (beispielsweise Endverstärker - Eingang) zu verbinden. Anschließend kann eine LRZ - Raumkorrektur durchgeführt und anschließend mit der Test-Funktion überprüft werden. Bei der Testfunktion werden die Eingangsschnittstellen nicht verwendet.

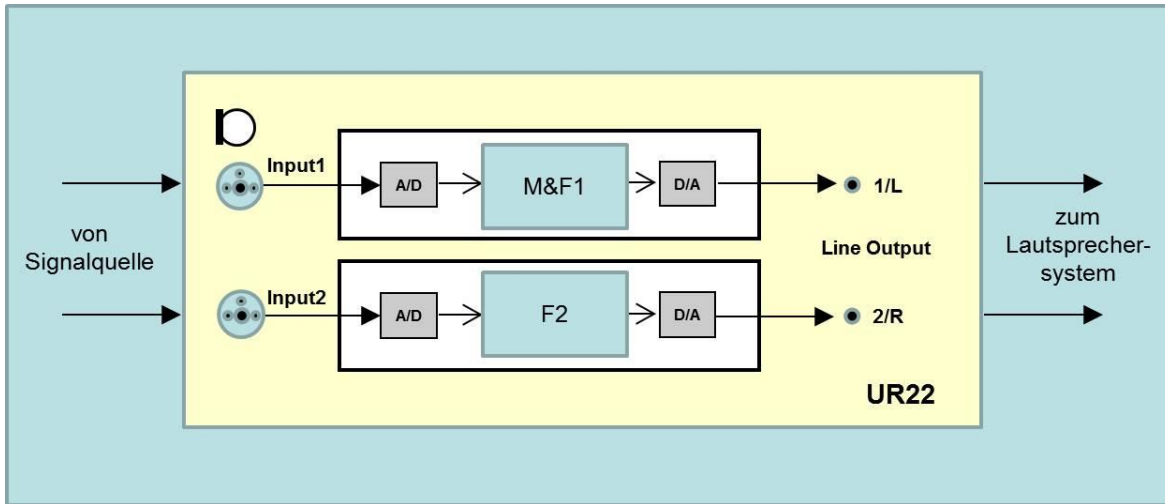


Bild 12: Betrieb mit UR22

Der „Standardbetrieb“ mit beliebigen Signalquellen über Input1 und Input2 wird per Software mit der Auswahl der Signalquelle „Original Eingang“ eingestellt. Da das Mikron nur zum Einmessen benötigt wird, kann Input1 wie Input2 für den Standardbetrieb zur Filterung und Wiedergabe von beliebigen Signalquellen verwendet werden. Hierzu kann die Schnittstelle „von Signalquelle“ beispielsweise mit einem stereophonen Mischpultausgang oder einer Heimstereoanlage verbunden werden. Ebenso kann ein zweites Mikrofon angeschlossen werden um Mikrofonsignale über die LRZ-Filter zu betreiben.

Wichtiger Hinweis: Die Ein- und Ausgangsschnittstellen der UR22 müssen mit geschirmten Leitungen und einwandfreien Kontakten an die „externen“ Schnittstellen angeschlossen und mit angepasstem Pegel betrieben werden.

Betrieb mit UR242

Die UR242 (Bild 13) verfügt über zwei symmetrische Ein- und Ausgangsschnittstellen (Line Input 3 und 4) und zusätzlich über zwei Eingangsschnittstellen (Input1 und Input2) mit Kombibuchsen für den Betrieb von Mikrofonen mit und ohne Phantomspeisung. Die Eingangsempfindlichkeit kann über Potentiometer für jeden Kanal getrennt eingestellt werden.

Zum Einmessen eines LRZ-Systems muss ein Mikrofon an Input1 angeschlossen sein. Eine Erweiterung für zwei Mikrofone ist vorgesehen, aber in dieser SW-Version nicht implementiert. Die Ausgangsschnittstellen (1/L und 2/R) sind mit Schnittstellen zu den Lautsprechersystemen (beispielsweise Endverstärker - Eingang) zu verbinden. Anschließend kann eine LRZ - Raumkorrektur durchgeführt und anschließend mit der Test-Funktion überprüft werden. Bei der Testfunktion werden die Eingangsschnittstellen (Line 3 und 4) nicht verwendet.

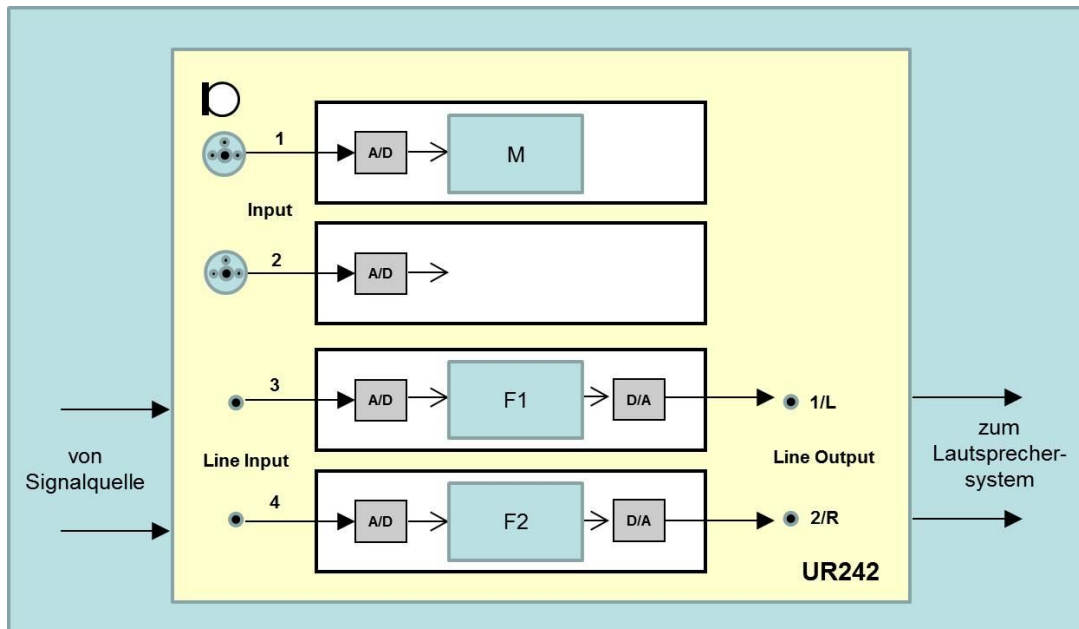


Bild 13: Betrieb mit UR242

Der „Standardbetrieb“ mit beliebigen Signalquellen über Line Input wird mit Hilfe des Menüpunktes **Signalquelle/Original Eingang** oder kurz mit Shift+F7 der Software eingestellt.

Line Input kann zur Filterung und Wiedergabe von beliebigen Signalquellen verwendet werden. Hierzu kann die Schnittstelle „von Signalquelle“ beispielsweise mit einem stereophonen Mischpultausgang oder einer Heimstereoanlage verbunden werden.

Wichtiger Hinweis: Die Ein- und Ausgangsschnittstellen der UR242 müssen mit geschirmten Leitungen und einwandfreien Kontakten an die „externen“ Schnittstellen angeschlossen und mit angepasstem Pegel betrieben werden. Der Betrieb der UR242 kann zusätzlich über den zur UR gehörenden Softwremischer dspFxMix beeinflusst werden. Sämtliche Einstellungen des Mischers müssen hierbei so gewählt werden, dass weder Effekte, noch Signalmischungen erfolgen und nur die in der Onlinehilfe angezeigten Einstellungen wirken.

Andere ASIO Soundkarten

Audiogeräte mit ASIO-Treibern von Steinberg (UR...) werden immer automatisch geöffnet, wobei die oben gezeigten vorprogrammierten Hardwarebeschaltungen für den ASIO - Betrieb relevant sind. Da immer nur eine Soundkarte mit einem ASIO Treiber betrieben werden kann, soll auch immer nur eine Soundkarte mit ASIO Treiber mit dem PC verbunden sein.

Sind andere Soundkarten mit ASIO-Treibern angeschlossen, kann es zu Startproblemen kommen. In diesem Fall kann Sound acoustics kontaktiert werden, um ggf. eine Softwareerweiterung für anderen Soundkarte zu erhalten.

Betrieb mit WINMM - Treiber:

ELACOMP_W überprüft die Verfügbarkeit von ASIO -Treibern. Ist keine ASIO Soundkarte angeschlossen, sucht ELACOMP_W nach verfügbaren Audiogeräten, die mit Windows Multimediatreibern arbeiten und öffnet bei Erfolg zur Auswahl und Programmierung des gewünschten Audiotreibers folgende Dialogbox.

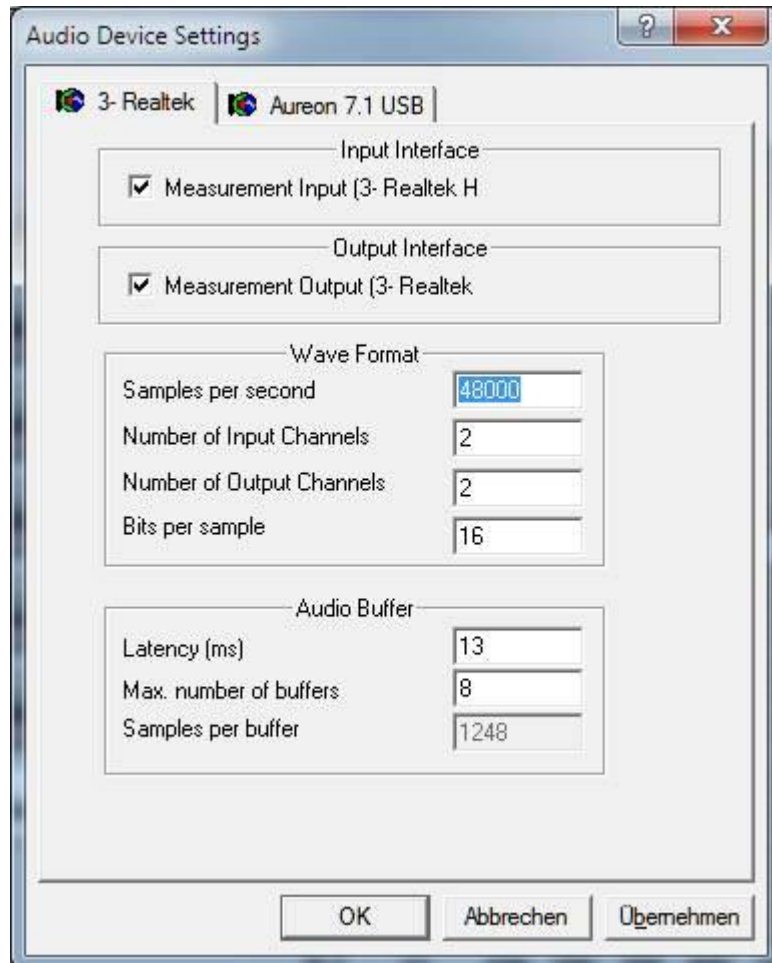


Bild 14: Dialog zur Auswahl einer Soundkarte

Es wurden im Beispiel (Bild 14) folgende WINMM Geräte gefunden: Eine Onboard - Soundkarte (Realtek) und eine Aureon7.1 USB.

Mit der Markierung der Checkbox Measurement Input und Output wird die gewünschte Soundkarte ausgewählt.

Die Einstellungen des Wave Format müssen den Windowseinstellungen Systemsteuerung\Hardware und Sound\Sound - Aufnahme und Wiedergabe entsprechen.

Mit Hilfe der Latenzvorgabe kann die gewünschte Latenz vorgegeben werden, wobei die WMM-Treiber ggf. den gewünschten Anforderungen je nach Betriebssystem nicht genügen und eine größere Latenz erforderlich sein kann.

Die minimal mögliche Latenz ist hardwareabhängig und muss durch Erproben ermittelt werden.

Die Dialogbox der Audiogeräteauswahl und Einstellungen öffnet sich automatisch, wenn WINMM Geräte vorhanden, aber keine Audiogeräte ausgewählt sind. Nach der Auswahl wird das Programm immer mit den gewählten Einstellungen geöffnet. Ändert sich die Hardware, muss neu festgelegt werden.

Eine Hardwareauswahl ist in der Regel nur einmal nach der Softwareinstallation erforderlich, oder wenn eine neue Hardware angeschlossen und verwendet werden soll. Die Dialogbox kann bei Bedarf über die Tastenkombination STRG+ALT+A geöffnet werden, um eine andere Soundkarte auszuwählen oder andere Einstellungen vorzunehmen.

Produktimplementierung und DSP Lösung:

Das ELACOMP - Verfahren ist Modular aufgebaut, auf optimale Rechenleistung konzipiert und eignet sich für die Implementierung auf DSP, ASIC oder andere PC - Plattformen.

Pro Kanal werden für ein Kompensationsfilter ca. 20 MIPS bei einer Abtastrate von 48 kHz benötigt. Der Speicherbedarf beträgt ca. 30 Kbyte zuzüglich ca. 30 Kbyte Programmspeicher.

Exakte Angaben über notwendige Ressourcen lassen sich nur mit entsprechenden Produktspezifikationen und gezielten Hardwarevorgaben machen.

Technische Daten

Die Software eignet sich für die Anwendung verschiedener Abtastraten, arbeitet mit 16 und 24 Bit Zahlenauflösung und unterstützt sowohl ASIO - Treiber, als auch das WMM-Streaming für den Betrieb von USB- und Onboard-Soundkarten. Die technischen Daten zu den Hardwareschnittstellen ergeben sich aus der gewählten Soundkarte und sind applikationsabhängig. Für die ELACOMP_W Software ergeben sich folgende Werte:

Betriebssystem:	Windows Vista ... Windows 10
Signal-Störabstand:	typ. >120 dB
Abtastrate:	alle gängigen Abtastraten
Latenz:	<1ms
Frequenzgang:	typ. 20Hz - 20kHz (abtastratenabhängig)

Bilder

Bild 1:Impulsantwort eines LRZ - Systems	5
Bild 2:Impulsantwort eines LRZ - Systems	5
Bild 3: Bedienelemente der grafischen Oberfläche.....	7
Bild 4: Korrektur des Messmikrofons nach Datenblatt	9
Bild 5: Festlegung einer individuellen Klangfarbe	10
Bild 6: Mit AWAV ermittelte Kompensation für ein natürliches Klangbild	10
Bild 7: Korrektur von Aufnahmen.....	11
Bild 8: Einfache Textdatei zur Bestimmung eines Frequenzganges	12
Bild 9: Phasen- und Laufzeitkorrektur	13
Bild 10: Zweikanalbetrieb mit Rauschsignal	15
Bild 11: UR22 mit angeschlossenem Mikrofon	17
Bild 12: Betrieb mit UR22	18
Bild 13: Betrieb mit UR242	19
Bild 14: Dialog zur Auswahl einer Soundkarte	20