

Untersuchung zur Wahrnehmungsschwelle von Parametern musikalischer Klangbearbeiter

Dipl.-Ing. Christian-W. Budde

Motivation

- Welche Klangunterschiede sind wahrnehmbar?
 - Wahrnehmung → Psychoakustik
 - Kritische Schwelle („just noticeable differences“)
 - Teilweise bereits hinreichend gut untersucht
- Hier aber „musikalische Klangbearbeiter“
 - Filter (z.B. Equalizer)
 - Dynamikverarbeitung (z.B. Limiter)
 - Komplexere Algorithmen (Verstärkeremulation, Nachhall)

Einfluss der Musik

- Musik für viele Algorithmen notwendig
 - Dynamikverarbeitung benötigt dynamisches Signal
- Hörgewohnheiten
 - Frage nach „Was klingt gut?“ ist fast unmöglich
- Musik beeinflusst den Probanden bei Hörtests
 - Das Ohr lässt sich gerne täuschen

→ Erste Tests mit rosa Rauschen an einem EQ

Aufbau Hörversuche

- Erfassung statistischer Daten und der Erfahrungen der Probanden
- Doppelblind-ABX-Test
 - Darbietung von Original und Modifikation und „X“
 - „X“ kann entweder Original oder Modifikation sein
 - Benutzer muss in mehreren Tests das „X“ zuordnen
 - Statistisch ist eine Trefferquote von 50% geraten!
 - Mindestens 15 Durchführungen für signifikante Aussagen erforderlich

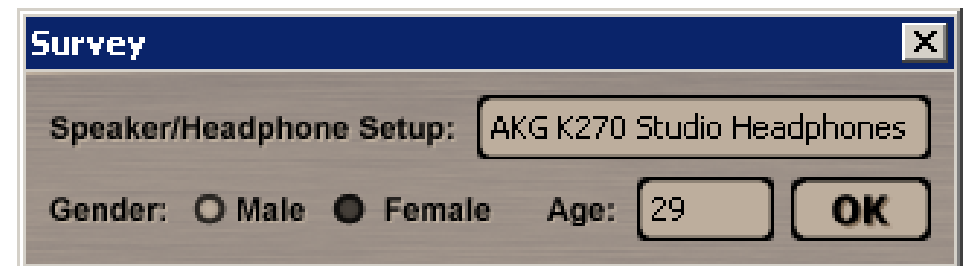
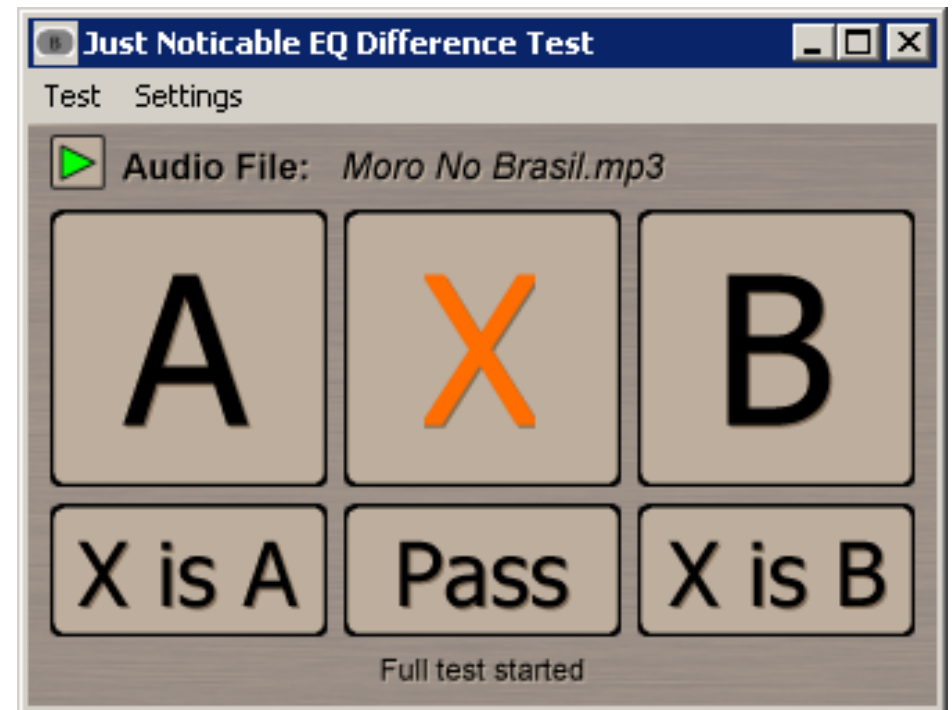
Aufbau Hörversuche

- Zusätzliche „dynamische“ Modifikation
 - Inspiriert durch Hörschwellenmessmethoden
 - Größe des zu untersuchenden Parameters verändert sich
 - Wird kleiner bei richtiger Zuordnung
 - Wird deutlich größer bei falscher Zuordnung
 - Raten wird somit bestraft
 - statistische Auswertung schwieriger
 - Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit für einen richtigen Treffer

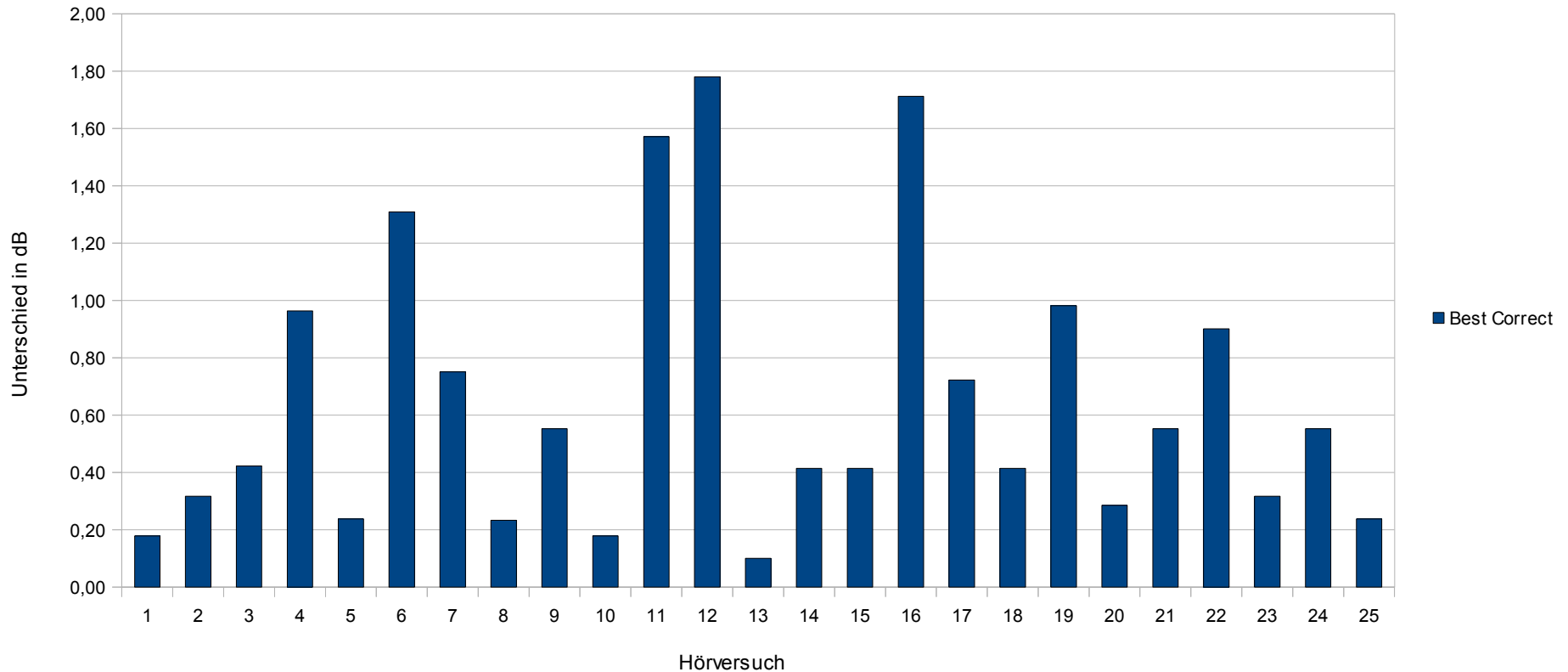
Aufbau Hörversuche (Beispiel)

„Peak EQ Filter“ Test

- Frequenz: 1 kHz
- Bandbreite 1 Oktave
- Verstärkung:
 1. Darbietung: 8 dB → erkannt
 2. Darbietung: 4 dB → erkannt
 3. Darbietung: 2 dB → erkannt
 4. Darbietung: 1 dB → nicht erkannt
 5. Darbietung: 3 dB → erkannt
 6. Darbietung: 1.5 dB ...

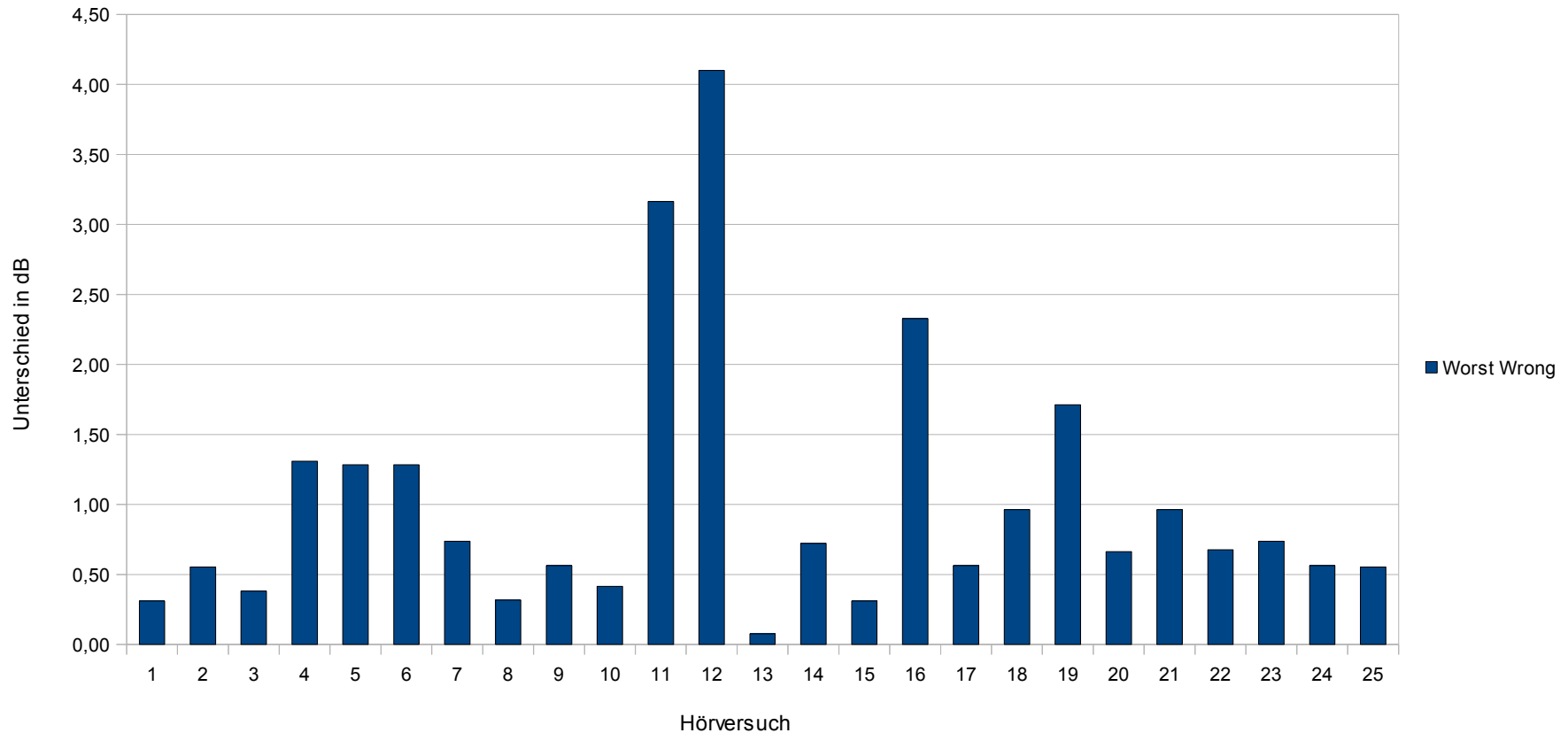


Ergebnisse „Peak EQ Filter“-Test



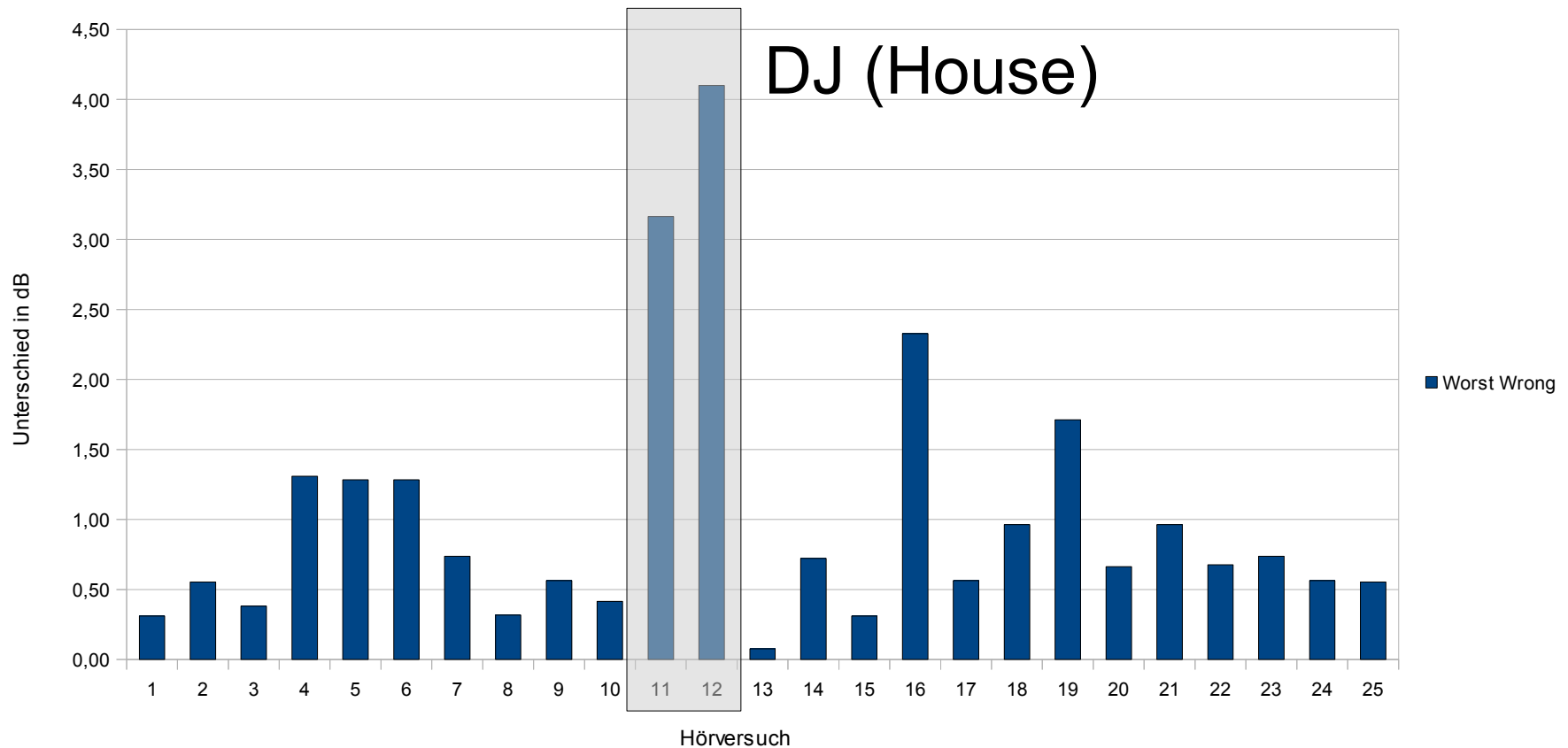
Niedrigster wahrscheinlich wahrnehmbarer Unterschied
(„geschulte Probanden“)

Ergebnisse „Peak EQ Filter“-Test



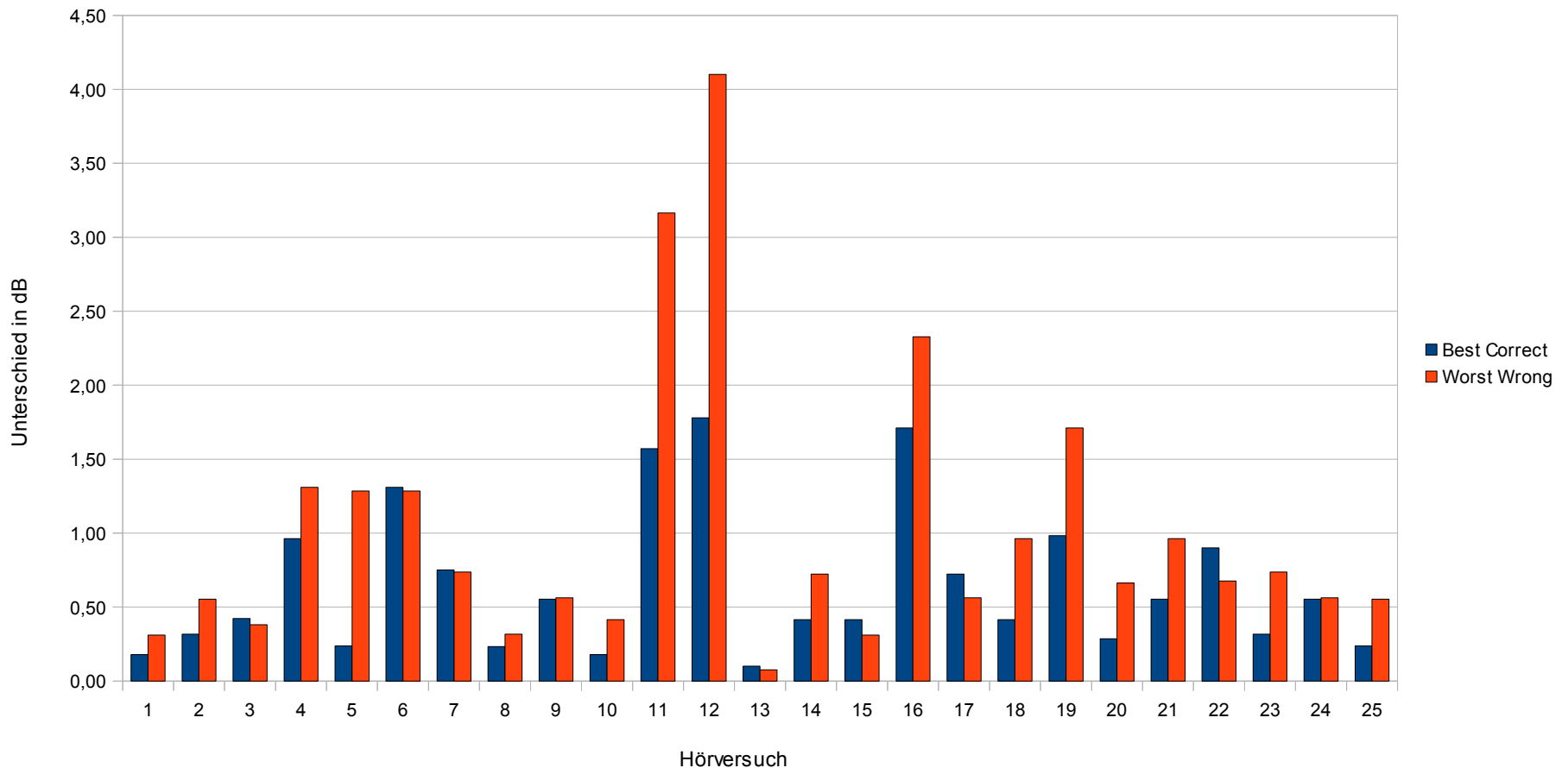
Schlechtester nicht mehr wahrnehmbarer Unterschied
(„geschulte Probanden“)

Ergebnisse „Peak EQ Filter“-Test



Schlechtester nicht mehr wahrnehmbarer Unterschied
(„geschulte Probanden“)

Ergebnisse „Peak EQ Filter“-Test



Wahrnehmbarer vs. nicht wahrnehmbarer Unterschied
(„geschulte Probanden“)

Weitere Resultate

- Kein Einfluss des Alters der Probanden erkennbar
 - Alter: 23-57 Jahre (Durchschnitt: 33 Jahre)
- Hörversuche mit Kopfhörer geringfügig besser
 - Insbesondere der Median
- Deutlicher Unterschied zu ungeschulten Probanden
 - Aber: Lerneffekt deutlich erkennbar

Weitere Resultate

- Dauer des Test ist kritisch!
 - Kurze Testdauer (unter 2 Minuten) hat die größte Varianz (raten!)
 - Ermüdungserscheinung bei sehr lange Testdauer (über 10 min)
- Bester Proband hörte Unterschiede bis 0,1 dB
 - Durchgeführt mit Kopfhörern (ATH-AD700)
 - Geringe Differenz zwischen gehört und nicht gehört
 - Testdauer 4 min, nach vorigem Training
 - Weitere Tests des Probanden mit Sony MDR-7506
 - Schlechteres Ergebnis (0,5 dB), aber auch nicht ideal
 - Kopfhörer wurde von anderen Probanden auch als problematisch empfunden
 - Guter Test auch mit Lautsprechern (0,3 dB, geringe Differenz)

Ausblick

- Wiederholung des Test
 - mit einer anderen Bandbreite
 - bei einer anderen Frequenz
 - Durchführung für
 - andere Filtertypen
 - andere Parameter
 - Hörversuche für andere Klangbearbeiter
- teilweise bereits durchgeführt
aber statistische Signifikanz zu gering!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit