Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Engineering

Thema: Erstellen einer Systembeschreibung und Konzeption von Anwendungen für VibeStation Designer.

Vorgelegt von: Christian Herrmann
geboren am: 27.01.1987
in: Borna

Themensteller: Széchenyi István University
H-9026 Győr,
Egyetem tér 1.,
Hungary

Erstprüfer: Dr. Wersényi György
Zweitprüfer: Dipl.-Phys.-Lehrer Michael Graf
Vorwort


# Vorwort
Hochschule für Telekommunikation Leipzig (FH) .................................................................................. 1

1. Einleitung ........................................................................................................................................ 1
1.1 Aufgabenstellung und Lösungsweg .............................................................................................. 2
   Aufgabenstellung Projektarbeit in Győr ............................................................................................ 2
   Aufgabenstellung Bachelorarbeit in Leipzig ..................................................................................... 2

1.2 VRSONIC Inc. .................................................................................................................................. 3
1.2.1 Produkte von VRSonic Inc. ......................................................................................................... 3
   Soundscape 3D ............................................................................................................................... 3
   ViBeWire ........................................................................................................................................... 4

1.3 physikalische Grundlagen ............................................................................................................. 4
1.3.1 akustische Lokalisation und Lateralisation .............................................................................. 4
1.3.1.1 Lokalisation ........................................................................................................................... 4
   Definition des Begriffs Lokalisation nach Jens Blauert, Räumliches Hören .................................. 4
   Die Bestimmung der seitlichen Einfallsrichtung des Schalls ......................................................... 5
   Die Bestimmung der medianen Einfallsrichtung des Schalls in der Medianebene ....................... 5

1.3.1.2 Lateralisation ......................................................................................................................... 6
1.3.1.3 Streitfall Lokalisation/Lateralisation .................................................................................... 6
1.3.1.4 Head-Related Transfer Funktion .......................................................................................... 7

2. VibeStudio Designer ....................................................................................................................... 8
2.1 Installation und Konfiguration ...................................................................................................... 8
2.1.1 ASIO-Treiber ........................................................................................................................... 8
2.1.2 Soundscape 5 und 6 .................................................................................................................. 10
2.1.3 VibeStation ............................................................................................................................. 11
   Installation ........................................................................................................................................ 11
   Konfiguration ..................................................................................................................................... 11

2.1.4 HRTF-Datenbank .................................................................................................................... 18
2.2 Systembeschreibung ................................................................................................................... 19
2.2.1 VibeStation ............................................................................................................................. 20
   Menüleiste ......................................................................................................................................... 20
   Ansicht .............................................................................................................................................. 23
   Positionierung und Orientierung ...................................................................................................... 24
   Szenensteuerelement ....................................................................................................................... 25
   Hauptsteuerung ............................................................................................................................... 25

2.2.2 Szenenelemente .......................................................................................................................... 26
   Emitter ............................................................................................................................................ 26
   Vibes ............................................................................................................................................... 28
   Paths ................................................................................................................................................. 28
   Analytic Models .............................................................................................................................. 29
   Zeitlinie ............................................................................................................................................ 31
3. Anwendungstest mit VibeStudio Designer ........................................................................ 34
3.1 Probandentest .................................................................................................................... 34
3.1.1 Szenenwahl .................................................................................................................... 34
3.1.2 Szeneigenschaften ........................................................................................................ 34
  Szene 1 .................................................................................................................................. 34
  Szene 2 .................................................................................................................................. 36
  Szene 3 .................................................................................................................................. 37
  Szene 4 .................................................................................................................................. 38
3.1.3 Probandenumfrage ......................................................................................................... 39
3.2 Auswertung der Probandentests ....................................................................................... 40
3.3.1 Probandendaten Kopfhörertest ................................................................................... 40
  Szene 1- Probandendaten .................................................................................................... 40
  Auswertung .......................................................................................................................... 42
  Szene 2- Probandendaten .................................................................................................... 47
  Auswertung .......................................................................................................................... 48
  Szene 3- Probandendaten .................................................................................................... 49
  Auswertung .......................................................................................................................... 50
  Szene 4- Probandendaten .................................................................................................... 52
  Auswertung .......................................................................................................................... 53
3.3.2 Auswertung Kopfhörertest .......................................................................................... 54
3.4.1 Probandendaten 5-Kanal-Lautsprecher ....................................................................... 55
  Szene 1- Probandendaten .................................................................................................... 55
  Auswertung .......................................................................................................................... 56
  Szene 2- Probandendaten .................................................................................................... 61
  Auswertung .......................................................................................................................... 62
  Szene 3- Probandendaten .................................................................................................... 63
  Auswertung .......................................................................................................................... 64
  Szene 4- Probandendaten .................................................................................................... 65
  Auswertung .......................................................................................................................... 66
3.4.2 Auswertung 5-Kanal-Lautsprechertest ......................................................................... 67
3.5 Fazit des Vergleichs .......................................................................................................... 67
3.6 Kritik VibeStation Designer ............................................................................................. 68
3.7 Zusammenfassung ............................................................................................................. 68
4. Literaturverzeichnis
1. Einleitung

Simulation ist das Nachbilden eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierfähigen Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind.\(^1\)

Virtualität ist die Eigenschaft einer Sache, nicht in der Form zu existieren, in der sie zu existieren scheint, aber in ihrem Wesen oder ihrer Wirkung einer in dieser Form existierenden Sache zu gleichen.\(^2\)


VibeStation Designer ist ein Programm, welches virtuelle Umgebungen und Atmosphären simulieren will, bei dem der Nutzer nicht nur Hörer, sondern gleichzeitig auch Designer ist. Diese wissenschaftliche Arbeit soll dem Leser die Anwendung und ihre Funktionen näher bringen. Weiterhin soll durch die Erprobung des Programms die Simulationsfähigkeit und Realitätsnähe späteren Anwendern als Einschätzung dienen.

---

\(^1\) VDI-Richtlinie 3633
\(^2\) VDI-Richtlinie 3638
1.1 Aufgabenstellung und Lösungsweg

Die Aufgabe besteht darin, eine Systembeschreibung und einen Funktionalitätstest für das Programm VibeStation Designer zu erstellen. Es werden Stärken, Schwächen, Anwendungs möglichkeiten und Funktionalität exakt erfasst und beschrieben.

Das konkrete Thema lautet:

Erstellen einer Systembeschreibung und Konzeption von Anwendungen für VibeStation Designer.

Aufgabenstellung Projektarbeit in Győr

- Erstellen eines Handbuchs zur Anwendung von VibeStudio Designer inklusive Fehlerbehebung.
- Anwendung von HRTF-Synthese für das Programm.
- Simulation und Design mit dem Programm zur Erstellung von akustischen Szenen.

Aufgabenstellung Bachelorarbeit in Leipzig

- Erprobung der 3D Darstellung mit Mehrkanaldateien(5.1)
- Test, Befragung sowie Auswertung der erstellten Szenen durch Probanden
1.2 VRSONIC Inc.


Ihr Ziel ist es durch das Einsetzen von neuen Technologien eine umfassende reelle Audioumgebung zu erstellen. VR Sonic Inc. bietet Hard- und Softwarelösungen für Tonstudios, Theater, Soundanlagen im gewerblichen und privaten Bereich, sowie für interaktive Simulationen.

Das Unternehmen will nicht nur Ergebnisse im akustischen Bereich präsentieren, sondern den Nutzer von der Erstellung der Umgebung oder des Sounds bis hin zum perfekten Sounderlebnis begleiten.


1.2.1 Produkte von VR Sonic Inc.


Soundscape 3D

SoundScape3D bildet eine Sammlung von raumbezogenen Audiotechnologien, welche durch VR Sonic Inc. über Jahre hinweg entwickelt wurden. Das Ergebnis ist eine Funktion, mit der die Modellierung und Darstellung von aufwendigen und einzigartigen akustischen Umgebungen erreicht werden kann.


Soundscape 3D bildet das technische Grundgerüst für die Anwendungen von VR Sonic Inc. und steht aktuell in der Version 6 zur Verfügung.
ViBeWire


1.3 physikalische Grundlagen


1.3.1 akustische Lokalisation und Lateralisation

1.3.1.1 Lokalisation

Definition des Begriffs Lokalisation nach Jens Blauert, Räumliches Hören.


Die akustische Lokalisation teilt sich in die Entfernungslokalisation und die Richtungslokalisation auf. Man versteht darunter die Fähigkeit des Menschen durch binaurales Hören die Entfernung und Richtung einer Schallquelle zu bestimmen. Zur örtlichen Bestimmung einer Schallquelle kann das Gehör unterschiedliche Mechanismen einsetzen.
Die Bestimmung der seitlichen Einfallsrichtung des Schalls.

Das Gehör wertet hierzu die Laufzeitdifferenzen und Pegeldifferenzen zwischen den Ohren aus.


Die Bestimmung der medianen Einfallsrichtung des Schalls in der Medianebene.


Durch diese beiden Mechanismen zur Bestimmung der seitlichen Einfallsrichtung und zur Bestimmung der medianen Einfallsrichtung lässt sich der Raumwinkel bestimmen, unter welchem der Schall einfällt.

Um die Entfernung einer Schallquelle zu erfassen wertet das Gehör Klangfarben und Reflexionsmuster auch aus der Erinnerung aus.
1.3.1.2 Lateralisation


1.3.1.3 Streitfall Lokalisation/Lateralisation


Das Kapitel „physikalische Grundlagen“ bezieht sich auf die Erkenntnisse und Forschungen von Jens Blaubert, aus dem Buch „Räumliches Hören“. Andere literarische Werke im Bereich der Akustik legen das Thema Lokalisation/Lateralisation wiederum anders aus.
1.3.1.4 Head-Related Transfer Funktion

Die HRTF-Funktion beschreibt die Schallübertragung zwischen Freifeld und einem Punkt am Eingang des Ohres für einen definierten Einfallswinkel des Schalls. In der deutschsprachigen Literatur findet man neben dem englischen Namen HRTF auch oft die Begriffe Außenohrübertragungsfunktion oder kopfbezogene Übertragungsfunktion.

HRTF’s werden genutzt um die Kunstkopftechnologie und die Kopfhörernutzung weiter zu entwickeln. Ein anderes wichtiges Anwendungsgebiet stellt die Nutzung von HRTF’s für die „virtuelle Realität“ dar. Dabei werden die binauralen Signale zur Simulation von Umgebungsakustik oder zum Beispiel für akustische Messungen bei Raumentwürfen verwendet.

2.0 VibeStudio Designer

In diesem Kapitel liegt das Augenmerk auf der korrekten Konfiguration und Anwendung von VibeStudio Designer. Das Ziel ist es durch eine ausführliche Beschreibung die Einarbeitung deutlich leichter und vor allem weniger zeitaufwendig zu gestalten.
Das Testsystem verwendet die Betriebssysteme Windows XP und Windows Vista jeweils in 32 bzw. in der 64 Bit-Variante
Neben den Programmpacket VibeStation Designer existieren noch andere vorausgesetzte und optionale Komponenten, auf die in diesem Kapitel eingegangen wird.

2.1 Installation und Konfiguration

Außerdem muss die Unterstützung von ASIO-Treiber durch die Soundkarte gegeben sein.
Die Mindestanforderungen wurden erfolgreich in Verbindung mit 32 bzw. 64-Bit Betriebssystem getestet.

2.1.1 ASIO-Treiber

Durch ASIO wird es der Software wie VibeStation ermöglicht auf Mehrkanalfähigkeiten vieler Sound- und Recordingkarten zuzugreifen. ASIO gewährleistet auch die für den professionellen Einsatz geforderten geringen Latenzziten. In günstigen Konfigurationen kann die Latenz bis auf wenige Millisekunden reduziert werden. ASIO wird von vielen Audio- und Midi-Sequenzern unterstützt. Viele Soundkartenhersteller stellen ASIO-Treiber für ihre Produkte bereit, so auch VRSonic Inc..
Die verwendete und aktuellste Version von ASIO ist 2.9 und unterstützt 64-Bit-Systeme und DSD (Direct Stream Digital) sowie Microsoft Windows Vista.

Dieser Treiber ist für die Nutzung von VibeStation Designer notwendig. Man kann ihn unter offizielle Website  http://www.asio4all.com/ downloaden.
Nach dem erfolgreichen Download der Setup-Datei muss diese manuell gestartet werden. Es folgt eine übliche Installationsabfolge. Das Installationsverzeichnis kann frei gewählt werden.

Nach der Aufnahme einer Szene mit VibeStation Designer ist es nicht möglich diese sofort mit einem anderen Programm zu bearbeiten (schneiden, wiedergeben). Diese Lösung ist zu umständlich für eine direkte Nachbearbeitung. Erst muss VibeStation Designer geschlossen werden, bevor der ASIO-Treiber die anderen blockierten Audioprogramme wieder frei gibt.

### 2.1.2 Soundscape 5 und 6


![Technology Required](image)

**Soundscape 3D-Meldung 1**

Ist eine Version von Soundscape vorhanden, wird diese falls nötig aktualisiert. Ansonsten wird das Programm komplett neu installiert.
2.1.3 VibeStation

Installation


Konfiguration

Die Konfiguration von VibeStation Designer 1 wird über das Desktopsymbol SS3DConfig gestartet. In der Version 2 befindet sich die gesamte Konfiguration in VibeStation selber. VibeStation, sowie die Konfiguration ist nur in englischer Sprache verfügbar.
Konfiguration VibeStation 1

Aufgrund der Übersichtlichkeit und der überarbeiteten Konfiguration wird die weitere Beschreibung unter dem Interface von VibeStation 2 folgen. Die Funktionsweise unterscheidet sich zwischen den Versionen 1 und 2 nicht. Unter dem Menüpunkt „Edit“ in der oberen Leiste findet man den Unterpunkt „Preferences“. Dieser Menüpunkt unterteilt sich wie folgt:

„General“

Konfiguration VibeStation 2

„Audi Device“

- **Az Azimut**: Ist ein im Uhrzeigersinn gemessener Winkel zwischen 0° und 359° in der horizontalen Ebene.

- **El Elevation**: Ist in diesem Fall gleichzeitig Höhen- und Tiefenwinkel in der Vertikalebene von 0° bis 359°.

- **Ra Range**: Reichweite des Hörzentrums zur ausgewählten Schallquelle

Der WiedergabebUTTON spielt jeweils einen Testton über den ausgewählten Kanal ab. Diese Funktion ist besonders bei der Anordnung und Ausrichtung von Lautsprechern sehr hilfreich.

„Recording“

In dieser Option wird festgelegt, wo und unter welchen Spezifikationen die Szenen abgespeichert werden. Als Dateitypen stehen WAV, AIFF, RAW und AU zur Verfügung.
- **WAV**
  Das WAVE-Dateiformat ist ein Containerformat zur digitalen Speicherung von Audiodaten, das auf dem Resource Interchange File Format (RIFF) aufsetzt, welches von Microsoft für das Betriebssystem Windows definiert wurde.

- **AIFF**
  ist ein Dateiformat (Containerformat) zum Speichern von LPCM-Audiodaten. Es wurde von der Firma Apple entwickelt und wird als Standard-Audioformat auf dem Macintosh eingesetzt. Nahezu identisch mit WAV.

- **RAW**
  Wavedateien ohne Header. Beim Laden muss die Samplingrate und Auflösung bestimmt werden.

- **AU**
  Ein Audiodateiformat unter UNIX, welches vorwiegend im Word Wide Web verwendet wird. Es handelt sich um ein nichtlinear quantisiertes Audioformat, das mit einer Abtastrate von 8 kHz gesampelt wird.


Die Bittiefe beschreibt die "Breite" eines Datenwortes. Man spricht auch von einer digitalen Auflösung, die die Qualität eines digitalen Abtastwertes bestimmt. Es stehen die Bittiefen 8, 16, 24 und 32 zur Verfügung.
„Paths“

Hier können die Zielverzeichnisse für Emitter- und Modellquellen festgelegt werden.

„InterfaceLinks“
Es wird dem Nutzer ermöglicht eine einfache Verbindung zwischen externen Kontrollgeräten und Szenenelementen von VibeStation zu erstellen. Alle externen Geräte, die mit VibeStation kompatibel sind werden automatisch in der Liste aufgeführt.

„Pipeline Editor“

Pipeline Editor 1

Zuerst wählt man die „Pipeline“, welche man bearbeiten möchte. In dieser Einstellung lassen sich verschiedene Optionen aktivieren oder auch deaktivieren.

- **FIR** = Finite Impulse Response / Filter mit endlicher Impulsantwort

VibeStation Designer

- **IIR** = Infinite Impulse Response / Filter mit endlicher Impulsantwort

Beim IIR-Modell, das mit Rückkopplung arbeitet, dehnt sich die Impulsantwort unendlich über die Zeitachse aus, was dem Verhalten eines analogen Filters entspricht. Bedingt durch die Rückkopplung ist jeder gefilterte Ausgangswert nicht nur vom Eingangsdatenstrom abhängig, sondern auch von den vorausgegangenen Filterausgangswerten. In der Option IIR findet sich die Eigenschaften Material Reflexion und Transmission, sowie Luftabsorption.

- **Delay** = Verzögerung

Beinhaltet die Option ITD. ITD bedeutet Interaural Time Difference. Diese Laufzeitdifferenz wird in der Akustik beim natürlichen Hören und in der Tontechnik bei Stereolautsprechern verwendet.

### 2.1.4 HRTF-Datenbank


unter folgenden Links finden sich weitere Informationen zu den in der Datenbank enthaltenen HRTF’s.

http://interface.cipic.ucdavis.edu/CIL_html/CIL_HRTF_database.htm
http://recherche.ircam.fr/equipes/salles/listen/

2.2 Systembeschreibung

Dieses Kapitel soll einen detaillierten Einblick in die Möglichkeiten von VibeStation Designer ermöglichen. Wie bei jeder Software wird man mit fortschreitender Anwendungszeit sicherer, schneller und entlockt dem Programm mehr Funktionen.
2.2.1 VibeStation

Nach der erfolgreichen Installation und dem Konfigurieren wichtiger Optionen kann man mit der Anwendung von VibeStation Designer beginnen.

Im vorrausgehenden Bild sieht man die grundlegende Arbeitsumgebung von VibeStation Designer. Man muss sich dies als eine Art Leinwand vorstellen, auf welchen das Geschehen festgehalten wird.

**Menüleiste**

File Edit View Transport Help

Diese Leiste beinhaltet die grundlegenden Funktionen der Anwendung. Hinter einigen Funktionen stehen auch verfügbare Tastenkombinationen, um die Arbeitszeit zu verringern. Viele dieser Funktionen können ebenfalls von der Arbeitsfläche des Programms aufgerufen werden.
„File“

Hier lässt sich eine neue Arbeitsfläche aufrufen, erstellte Szenen speichern und laden oder VibeStation Designer schließen. Weiterhin ist es möglich erstellte Modelle oder Audio- und Videodateien in das Programm zu importieren.

„Edit“

Edit bietet die Möglichkeit Arbeitsschritte rückgängig zu machen oder diese danach auch wiederherzustellen. Unter „Preferences“ befinden sich die Kapitel 2.1.3 erläuterten Einstellungsmöglichkeiten. Auch die Funktionen Kopieren, Ausschneiden und Einfügen sind über diese Option wählbar.
„View“

Im View-Menü ist es möglich einzelne Arbeitsflächen ab- und zuzuschalten. Hierdurch kann ein großer Teil des Interfaces individualisiert werden.

„Transport“

Es handelt sich bei diesem Menü um die Szenensteuerung in VibeStation Designer. Mit dieser lässt sich eine Szene starten, pausieren, beenden und aufnehmen.
„Help“

<table>
<thead>
<tr>
<th>Help</th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Help...</td>
<td>F1.</td>
</tr>
<tr>
<td>Check For Updates...</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Registration...</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Report a Bug...</td>
<td>Shift-Ctrl-B</td>
</tr>
<tr>
<td>About...</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

In VibeStation Designer 2 erhält man im Gegensatz zu 1 eine detaillierte englischsprachige Hilfe, sowie Möglichkeiten nach Produktinformationen und neuen Updates für die Anwendung zu suchen.

Ansicht

Bild-Ansicht-3D.


Hiermit lässt sich die Ansicht auf die Arbeitsfläche ändern. Es stehen Draufsicht (von oben), Linksansicht, Frontansicht (von vorn) und 3D-Perspektive zur Verfügung.
Um die jeweilige Alternative zur Ansicht zu erhalten, muss man nach Auswahl einer Ansicht mit der linken Maustaste einen Doppelklick auf der Arbeitsfläche machen. Somit erhält man
Ansicht von unten (Vorauswahl oben), von rechts (Vorauswahl links) und von hinten (Vorauswahl vorne).

**Positionierung und Orientierung**

![Arbeitsfläche 1](image)

Der größte Bereich dieser Umgebung wird durch die Arbeitsfläche abgedeckt. Im Zentrum dieser Fläche befindet sich ein blau dargestellter Kopf. Dieser stellt den Nutzer bzw. den Hörer dar. Seine Position und Ausrichtung lässt sich durch die oberhalb befindliche Funktionsleiste beliebig verändern und in Profilen speichern.

Eine Alternative zur Positionierung mit Zahlenwerten bieten die beiden Buttons auf der oberen rechten Seite der Funktionsleiste.


Zur Feinabstimmung wird aber empfohlen Werte über die Zahleneinstellung in der Mitte vorzunehmen.


**Wichtig:**

Durch diese zwei Buttons lassen sich neben dem Kopf des Hörers auch alle verwendeten Emitter und Modelle in ihrer Position und Orientierung ändern. Auch während der
Wiedergabe einer Szene lässt sich die Position und Orientierung in der Arbeitsfläche befindlichen Objektes in Echtzeit verändern.

**Szenensteuerelement**

Über diese Steuerung lässt sich eine Szene komfortabel abspielen, pausieren oder beenden. Um eine Szene aufzunehmen muss vor der Wiedergabe die Aufnahmefunktion (rechter äußerer Button) betätigt werden. Die Szene wird während der Wiedergabe unter den im Kapitel 2.1.3 verwendeten Einstellungen gespeichert.

Wird die Szene als 2-Kanal-Kopfhörerwiedergabe oder als Stereo-Lautsprecherwiedergabe aufgenommen, hat der Nutzer die Wahl ob er sie als eine Stereodatei oder als 2 Monodateien für den jeweiligen Kanal speichert.

Wenn man 4, 5 oder 7 Lautsprecher verwendet, kann man sie entweder als eine Mehrkanaldatei (z.B.: als .wav) oder alle Lautsprecher jeweils als Monodateien speichern.

**Hauptsteuerung**

Dieses Bedienfeld enthält einen einzelnen Niveauregler für den Audioausgang von VibeStation. Über ihn wird die RMS (Root Mean Square, Vergleichswert für die Leistung eines Verstärkers oder eines Lautsprechers) und das Maximalniveau des gesamten Audioausgangs reguliert.
2.2.2 Szenenelemente

Emitter

Der Begriff Emitter kommt aus dem lateinischen Sprachgebrauch und bedeutet ausschicken. In VibeStation Designer können Emitter als akustische Sender angesehen werden. Sie bilden mit die wichtigsten Objekte zur Erstellung einer Szene.

Die „Emitterdatenbank“ befindet sich in einem separaten Ordner (Eigene Dateien/Soundfiles) und die Emitter werden in die Arbeitsfläche mittels Mausbewegung hineingezogen. Wird ein Emitter in die Szene hinzugefügt, blendet sich ein Eigenschaftsfenster unterhalb der Arbeitsfläche ein.
Die Menüleiste jedes Emitters besteht aus den Optionen „Properties“ (Eigenschaften) und „Values“ (Werte).


Weitere einstellbare Eigenschaften sind Tonhöhe, Übertragung auf externe Geräte, akustischer Hall-Effekt oder das Abspielen des Emitters in einer Schleife.

**Verwendung**

Wählt man im unteren Arbeitsbereich die Option „Emitters“ aus, so kann man über das rechtsgelegene Fenster auf die vorhandene Datenbank zugreifen.

Aus dieser Datenbank ist es möglich einzelne Soundemitter aus den erstellten Ordnern oder direkt aus Inputstreams zu erhalten. Um den gewünschten Emitter in die Szene einzufügen wird dieser markiert und mittels Mausbewegung an die bevorzugte Position in der Arbeitsfläche gezogen. Nun erscheint auf der Arbeitsfläche ein Emittersymbol und im Optionsfeld darunter das dazugehörige Eigenschaftenfenster.
Anmerkung: Bei der Erstellung aufwendiger Szenen mit vielen Emittern ist es ratsam diese zur Unterscheidung mit markanten Namen zu versehen. Sonst droht besonders zwischen den Eigenschaftenfenstern unter der Szenenarbeitsfläche eine ausgeprägte Unübersichtlichkeit.

**Vibes**


Vibes eröffnen Sounddesignern die Möglichkeit akustische Kopien von Objekte zu erstellen (zum Beispiel von Autos, Hubschraubern usw.). Hierzu werden einzelne Audiodateien zusammen verbunden und ihr Verhalten aneinander angepasst.

Diese benutzerdefinierten Soundumgebungen ermöglichen dem Nutzer Soundatmosphären mit einstellbaren räumliche Eigenschaften und Frequenzen zu gestalten.

Anmerkung: Leider ist es nicht möglich näher auf die Anwendungen und Eigenschaften der Vibes einzugehen, da die Softwarewareversion von VibeStation Designer diesen Zusatz nicht enthält. VibeStation Professional beinhaltet die Anwendung VibeWorks, mit der sich solche Vibes erstellen lassen.

**Paths**

Paths bedeutet zu deutsch „Wege“. Davon gibt es in VibeStation Designer 3 Arten.

Path-Anwendung 1

**Analytic Models**


**Anwendung**


Zeitlinie


Zeitlinie 1

Ohne Benutzung der Zeitlinie würden alle Emitter sofort nach Betätigung des Wiedergabebutton ihr akustisches Signal senden. Deshalb ist ihre Funktion bei Erstellung einer komplexen Szene sehr wichtig.

Im Abschnitt über die Emitter wurden die „Script Events“ erläutert.

Anwendung


2.2.3 SS3D Profiler

Der SS3D Profiler hat die Aufgabe Kopfprofile von Nutzern zu erstellen. Diese Profile werden dann mit denen aus der optionalen HRTF-Datenbank verglichen. Das HRTF aus der Datenbank, welches die meisten Gemeinsamkeiten bzw. Ähnlichkeiten mit dem Nutzerprofil aufweist wird als verwendbares Kopfhörerprofil in VibeStation Designer vorgeschlagen.


2.2.4 Mehrkanalkonfiguration über externe Soundkarte


Für den Test der Mehrkanalfähigkeit wurde eine externe Soundkarte verwendet. Es handelt sich um die Aureon 5.1 USB MK II der Firma TerraTec. Um diese Soundkarte mittels VibeStation Designer zu benutzen, muss sie durch den ASIO-Treiber erkannt werden. Dazu wird die Standardsoundkarte deaktiviert.

externe Audiowiedergabe 1

In diesem Menü wird die interne Soundkarte in der Konfiguration deaktiviert und die externe Soundkarte (USB) aktiviert und als primäre Ausgabe festgelegt (grünes Haken). Nach einem Neustart von VibeStation Designer wird diese Änderung automatisch übernommen.


Bei Verwendung von 4-, 5- oder 7-Kanallautsprechern müssen Soundkarten über die dementsprechende Anzahl von Stereo-Line-Ausgängen (3,5 mm Klinke) verfügen. Um eine Wiedergabe komprimierter Signale korrekt auf allen Lautsprechern (5.1/6.1) zu ermöglichen, ist ein Dolby Digital/DTS-Hardware-Decoder erforderlich. S/PDIF-Passthrough ist die Bezeichnung für die Weiterleitung des komprimierten Digitaltons an einen externen Hardware-Decoder. VibeStation Designer unterstützt diese Technik nicht.
3.0 Anwendungstest mit VibeStudio Designer


3.1 Probandentest

Im Praktikum wurden die Richtlinien für die Test festgelegt. So sollten mit Hilfe von Szenen, welche durch VibeStation Designer erstellt wurden, Probanden diese Szenen testen und die Genauigkeit der Simulation definieren. Diese Tests galten anfänglich nur zur Untersuchung der Kopfhörerwiedergabe, wurden aber nach erfolgreicher Anwendung von Mehrkanalszenen auf ein 5-Kanal-Lautsprechersystem erweitert.

3.1.1 Szenenwahl


3.1.2 Szeneneigenschaften

Szene 1

Beschreibung:

Dies ist eine erstellte Szene zur Richtungsbestimmung. Es sind 8 Sounds nacheinander aus unterschiedlichen Richtungen zu hören. Als Emitter wurde ein Telefonklingeln gewählt. Dabei werden die horizontalen Bereiche 90°(vorne), 0°/360° (rechts), 180°(links), 45°(rechts-vorn), 135°(links-vorn), 225°(links-hinten), 315°(rechts-hinten) und 270° (hinten) abgedeckt. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, intuitiv die Richtung des akustischen Signals zu bestimmen. Es existieren zwei Versionen, welche sich lediglich in der abgespielten

Szenenabfolge:

<table>
<thead>
<tr>
<th>Emitter / Wiedergabeart</th>
<th>Kopfhörer</th>
<th>5-Kanal-Lautsprecher</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1.</td>
<td>Linksvorn</td>
<td>Vorn</td>
</tr>
<tr>
<td>2.</td>
<td>Rechts</td>
<td>Linkshinten</td>
</tr>
<tr>
<td>3.</td>
<td>Vorn</td>
<td>Rechtshinten</td>
</tr>
<tr>
<td>4.</td>
<td>Linkshinten</td>
<td>Hinten</td>
</tr>
<tr>
<td>5.</td>
<td>Rechtshinten</td>
<td>Links</td>
</tr>
<tr>
<td>6.</td>
<td>Links</td>
<td>Rechts</td>
</tr>
<tr>
<td>7.</td>
<td>Hinten</td>
<td>Linksvorn</td>
</tr>
<tr>
<td>8.</td>
<td>Rechtvorn</td>
<td>Rechtshinten</td>
</tr>
</tbody>
</table>

1. Szene 1
Szene 2

Beschreibung:


Um die akustische Reflexion, und somit den Größenunterschied zwischen den Räumen zu verdeutlichen wurden die Wände mit charakteristischen Reflexionswerten versehen. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, den Übergang zwischen den jeweiligen Raummodellen zu erkennen und anzuzeigen und festzustellen welcher der beiden simulierten Räume eine größere Beschaffenheit aufweist. Sowohl der Test mit Kopfhörer, als auch der Test mit Lautsprechern lief unter dem selben Konfigurationen mit dem identischen Emitter ab.

Raumeigenschaften:

<table>
<thead>
<tr>
<th>-</th>
<th>Länge des Raumes</th>
<th>Breite des Raumes</th>
<th>Höhe des Raumes</th>
<th>Raummaterial für Dämpfung/Absorption</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Raum1</td>
<td>12</td>
<td>4,5</td>
<td>2</td>
<td>perfekter Reflektor</td>
</tr>
<tr>
<td>Raum2</td>
<td>20</td>
<td>20</td>
<td>10</td>
<td>perfekter Reflektor</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Szene 3

Beschreibung:


Der Abstand beträgt zwischen dem Proband und dem ersten Emitter 100%.
Der Abstand zwischen dem Proband und dem zweiten Emitter beträgt in Bezug auf den ersten Emitter nur noch 50%.
Der Abstand zwischen dem Proband und dem dritten Emitter beträgt in Bezug auf den zweiten Emitter noch 50% bzw. auf den ersten 25%.
Szene 4

Beschreibung:


Der Proband soll in dieser Szene den gesamten akustischen Verlauf deuten. Um dies für die Probanden zu vereinfachen enthalten diese eine Auswahl von Skizzen, die die möglichen Flugbewegungen darstellen.

Aus dieser Auswahl muss der Proband nach der Wiedergabe die Szene wählen. Es wurde ihm ermöglicht diese Szene mehrmals anzu hören. Die daraus resultierende Wiederholungsanzahl wurde ebenfalls dokumentiert.

Beim Kopfhörer wurde ein Flugzeug verwendet, welches von vorn kommt und eine Bewegung im Uhrzeigersinn um den Probanden macht. Dann fliegt es nach vorn weg.

Beim Lautsprecherwiedergabe wird ein Hubschrauberflug simuliert. Dieser kommt von rechts, macht eine Bewegung um den Probanden im Uhrzeigersinn und fliegt wieder nach rechts davon.
3.1.3 Probandenumfrage


Bei dieser Häufigkeitsbestimmung wird wie folgt unterschieden:

- sehr oft / täglich = 1
- oft / mehrfach pro Woche = 2
- wenig / paar mal im Monat = 3
- sehr selten / nie, jährlich = 4

Die Probandentests liefen unter Verwendung des Kopfhörers immer in selber Laptoplautstärke (50) unter Verwendung des Kopfhörermodells ATH-D40fs von audio-technica.

3.2 Auswertung der Probandentests

In diesem Unterkapitel werden zuerst die aufgenommenen Daten der Kopfhörertest und dann die Daten der Lautsprecherwiedergabe ausgewertet. Danach folgt ein Vergleich der beiden Testarten. Es soll verdeutlicht werden, wie gut das Programm die erstellten Szenen durch Kopfhörer- und Lautsprecherwiedergabe simuliert.

3.3.1 Probandendaten Kopfhörertest

Szene 1 - Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Kopfhörernutzung</th>
<th>1.</th>
<th>2.</th>
<th>3.</th>
<th>4.</th>
<th>5.</th>
<th>6.</th>
<th>7.</th>
<th>8.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>Kopfhörernutzung</td>
<td>1.</td>
<td>2.</td>
<td>3.</td>
<td>4.</td>
<td>5.</td>
<td>6.</td>
<td>7.</td>
<td>8.</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>------------------</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>5</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>44</td>
<td>28</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>45</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>46</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>47</td>
<td>53</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>48</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>49</td>
<td>43</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>50</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>51</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
<td>1</td>
<td>8</td>
<td>2</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Lösung: - - - 8 3 1 6 4 7 5 2
Auswertung

Signal „Links“, Emitter 7

66% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

34% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 20% für Emitter 8 und 14% für Emitter 6.
Signal „Vorn-Links“, Emitter 8

54% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

46% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 24% für Emitter 7, 18% für Emitter 6 und 4% für Emitter 1.

Signal „Hinten-Links“, Emitter 6

61% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

39% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 16% für Emitter 7 und 23% für Emitter 8.
Signal „Rechts“, Emitter 3

69% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

31% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 21% für Emitter 2 und 10% für Emitter 4.

Signal „Vorn-Rechts“, Emitter 2

52% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

48% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 34% für Emitter 3, 8% für Emitter 1 und 6% für Emitter 4.
Signal „Hinten-Rechts“, Emitter 4

61% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

39% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 19% für Emitter 3 und 20% für Emitter 2.

Signal „Vorn“, Emitter 1

80% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

20% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 12% für Emitter 2, und jeweils 4% für Emitter 5 und 8.
Signal „Hinten“, Emitter 5

53% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

47% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 43% für Emitter 5, und jeweils 2% für Emitter 2 und 4.


## Szene 2 - Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Kopfhörernutzung</th>
<th>Raumunterscheidung</th>
<th>Raumgröße</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Nein</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>Nein</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Auswertung

### Szene 3- Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Kopfhörernutzung</th>
<th>Annäherung 1</th>
<th>Annäherung 2</th>
<th>Meterabstand</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>ca. 15 bis 20m</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>50%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>25%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>25%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>ca. 15 bis 20m</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>25%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>Kopfhörernutzung</td>
<td>Annäherung 1</td>
<td>Annäherung 2</td>
<td>Meterabstand</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>------------------</td>
<td>--------------</td>
<td>--------------</td>
<td>-------------</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>25%</td>
<td>25%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>44</td>
<td>28</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>45</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>46</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>47</td>
<td>53</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>48</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>49</td>
<td>43</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>50</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>51</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>ca. 15 bis 20m</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Auswertung**

Bei der Frage nach der Einschätzung der Entfernung vom zweiten Emitter ergab sich bei 30% der Probanden eine korrekte Einschätzung. Von den anderen 70% der Tester gaben 50% an, dass der Emitter deutlich weiter entfernt ist und 20% das er sich näher befindet.
<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Kopfhörernutzung</th>
<th>Flugbahn</th>
<th>Wiedergabewiederholung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>Kopfhörernutzung</td>
<td>Flugbahn</td>
<td>Wiedergabewiederholung</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>------------------</td>
<td>----------</td>
<td>-----------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>44</td>
<td>28</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>45</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>46</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>47</td>
<td>53</td>
<td>w</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>48</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>49</td>
<td>43</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>50</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>51</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>2</td>
<td>-</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Auswertung**

Die korrekte Flugbahn 2 wurde von 82% der Probanden erkannt. Dabei wurde diese Szene durchschnittlich 2 Mal wiederholt.
3.3.2 Auswertung Kopfhörertest


Bei der Bewegungserkennung der Szene 4 konnte ein Großteil der Tester (82%) die Bewegung richtig einschätzen. Verwechslungen traten mit der Darstellung 3 auf, weil das Objekt in beiden Varianten von Rechts bzw. von Rechtsvorne auf den Tester zu kommt. Bei der Wiederholungsrate zeigt wieder die Häufigkeit der Kopfhörerbenutzung einen starken Einfluss. Probanden mit seltener Benutzungshäufigkeit brauchten oft mehrere Wiederholungen um eine sichere Angabe machen zu können.
3.4.1 Probandendaten 5-Kanal-Lautsprecher

Szene 1 - Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>1.</th>
<th>2.</th>
<th>3.</th>
<th>4.</th>
<th>5.</th>
<th>6.</th>
<th>7.</th>
<th>8.</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>8</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>3</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>8</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>8</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>1.</td>
<td>2.</td>
<td>3.</td>
<td>4.</td>
<td>5.</td>
<td>6.</td>
<td>7.</td>
<td>8.</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
<td>----</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>7</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>3</td>
<td>8</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>4</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>2</td>
<td>6</td>
<td>3</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>2</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>6</td>
<td>1</td>
<td>5</td>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>7</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>1</td>
<td>7</td>
<td>2</td>
<td>4</td>
<td>4</td>
<td>6</td>
<td>8</td>
<td>4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Lösung: - - 1 6 2 5 3 7 8 4

**Auswertung**
Signal „Links“, Emitter 7

65% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

35% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 14% für Emitter 8 und 21% für Emitter 6.

Signal „Vorn-Links“, Emitter 8

75% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

25% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 11% für Emitter 7 und 14% für Emitter 1.
**Signal „Hinten-Links“, Emitter 6**

76% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

24% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 15% für Emitter 5 und 9% für Emitter 7.

**Signal „Rechts“, Emitter 3**

66% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

34% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 25% für Emitter 2 und 9% für Emitter 4.
**Signal „Vorn-Rechts“, Emitter 2**

78% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

22% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 14% für Emitter 3 und 8% für Emitter 1.

**Signal „Hinten-Rechts“, Emitter 4**

74% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

26% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 14% für Emitter 3 und 12% für Emitter 5.
Signal „Vorn“, Emitter 1

86% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

14% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 9% für Emitter 2, und 5% für Emitter 8.

Signal „Hinten“, Emitter 5

66% der Probanden erkannten diese Richtungsbestimmung richtig.

34% der Probanden lagen bei dieser Richtungsbestimmung falsch.

Davon entschieden sich 14% für Emitter 6, und 20% für Emitter 4.

## Szene 2- Porbandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Raumunterscheidung</th>
<th>Raumgröße</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>Nein</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>Nein</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>Nein</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>Raumunterscheidung</td>
<td>Raumgröße</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>--------------------</td>
<td>-----------</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>Ja</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>Ja</td>
<td>1</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Auswertung**

### Szene 3- Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Annäherung 1</th>
<th>Annäherung 2</th>
<th>Meterabstand</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>50%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>50%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>50%</td>
<td>25%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>25%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>25%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>25%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>ID</td>
<td>Alter</td>
<td>Geschlecht</td>
<td>Annäherung 1</td>
<td>Annäherung 2</td>
<td>Meterabstand</td>
</tr>
<tr>
<td>----</td>
<td>-------</td>
<td>------------</td>
<td>--------------</td>
<td>--------------</td>
<td>--------------</td>
</tr>
<tr>
<td>38</td>
<td>27</td>
<td>w</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>39</td>
<td>37</td>
<td>w</td>
<td>50%</td>
<td>100%</td>
<td>20</td>
</tr>
<tr>
<td>40</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>25%</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>41</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>42</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>25%</td>
<td>25%</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>43</td>
<td>23</td>
<td>m</td>
<td>100%</td>
<td>100%</td>
<td>50</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>100%</td>
<td>50%</td>
<td>100</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Auswertung**


Beim zweiten Versuch sind die Emitter deutlich näher (10m und 20m) zum Probanden aufgestellt. Bei Annäherung 1 bestehen die Abstände aus 20 und 40 Metern.

Bei der Frage nach der Einschätzung der Entfernung vom zweiten Emitter ergab sich bei 18% der Probanden eine korrekte Einschätzung. Von den anderen 82% der Tester gaben 54% an, das der Emitter deutlich weiter entfernt ist und 28% das er sich näher befindet.
## Szene 4- Probandendaten

<table>
<thead>
<tr>
<th>ID</th>
<th>Alter</th>
<th>Geschlecht</th>
<th>Flugbahn</th>
<th>Wiedergabewiederholung</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>3</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>1</td>
<td>21</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>44</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>27</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>44</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>23</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>19</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>47</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>52</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>17</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>48</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>25</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>26</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>31</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Lösung</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>3</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>45</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>33</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>37</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>26</td>
<td>26</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>27</td>
<td>29</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>28</td>
<td>21</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>29</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>30</td>
<td>22</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>31</td>
<td>22</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>1</td>
</tr>
<tr>
<td>32</td>
<td>38</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>33</td>
<td>32</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>34</td>
<td>18</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>3</td>
</tr>
<tr>
<td>35</td>
<td>19</td>
<td>m</td>
<td>3</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>36</td>
<td>24</td>
<td>m</td>
<td>2</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>37</td>
<td>25</td>
<td>w</td>
<td>3</td>
<td>1</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Auswertung

Die korrekte Flugbahn 3 wurde von 74% der Probanden erkannt. Dabei wurde diese Szene durchschnittlich wie beim Kopfhörertest 2 Mal wiederholt. Im Vergleich zum Kopfhörertest schnitt die Bewegungseinschätzung etwas schlechter ab.
3.4.2 Auswertung 5-Kanal-Lautsprechertest


Die Szene 4 mit dem Bewegungsablaufes eines Objektes konnten knapp zwei Drittel der Probanden korrekt beantwortet, aber immer hin 10% weniger als bei dem Kopfhörertest.

3.5 Fazit des Vergleichs


Die Raumerkennung gilt bei beiden Testarten als gelungen. Eine große Mehrheit der Tester konnte die Raumwechsel und die unterschiedlichen Raumgröße ohne Mühe sofort erkennen. Bei den allgemeinen Gesprächen über die Tests deuteten die Probanden aber daraufhin, dass die Größenerkennung bei der Lautsprecherwiedergabe im Vergleich zum Kopfhörer schwerer war.

3.6 Kritik VibeStation Designer

Der ASIO-Treiber reserviert die Audioausgänge nur für ASIO-kompatible Programme. Eine direkte Nachbearbeitung der aufgenommenen Szenen parallel zur Benutzung von VibeStation Designer ist nicht möglich.
Bei VibeStation 1 bestand die Möglichkeit die HRTF’s der Datenbank nicht nur bei der Kopfhörerbenutzung, sondern auch bei der Lautsprecherwiedergabe zu verwenden. Diese Funktion ist nicht nutzlos, sondern sie kann Einsteigern auch ein falsches Bild der physikalischen Grundlagen liefern. Dieses Problem wurde VR Sonic Inc. geschildert und besteht in der Version 2 nicht mehr.
Das Konfigurationsprogramm von VibeStation Designer 1 befindet sich in einer separaten Anwendung (SS3D config). Um Einstellungen vorzunehmen und anzuwenden, muss die Hauptanwendung geschlossen werden. In VibeStation Designer 2 ist dieses Konfigurationsmenü im Programm integriert und ermöglicht eine komfortable Anwendung. Szenen die während des Projektes mit VibeStation Designer 1 erstellt worden konnten nicht in VibeStation Designer 2 geladen werde.
Zu bemängeln ist weiterhin die nicht vorhandene Emitterdatenbank. In beiden Versionen des Programms befanden sich jeweils nur 2 Testtöne. Somit muss sich der Nutzer im Internet oder anderen Programmen auf die Suche nach Emettern machen.
Die Interfacegestaltung ist übersichtlich und nach kurzer Zeit auch verständlich. Lediglich eine optimale Farbgebung hätte dem Programm zu noch mehr Übersichtlichkeit verhelfen können.
Der Support seitens der Firma VR Sonic Inc. war hervorragend. Auf jede gestellte Frage wurde binnen kürzester Zeit fachgerecht geantwortet.
3.7 Zusammenfassung

4. Literaturverzeichnis

Bücher:


Internet:


http://www.sengpielaudio.com/LokalisationUndOrtung.pdf (Stand 22.07.2009)

http://www.sengpielaudio.com/EcholotUndOrtung.pdf (Stand 18.07.2009)

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir an der Hochschule für Telekommunikation Leipzig (HfT) eingereichte Abschlussarbeit zum Thema

Erstellen einer Systembeschreibung und Konzeption von Anwendungen für VibeStation Designer.

vollkommen selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.


Christian Herrmann
Anlage 1-Probandenumfrage

Umfrage VibeStudio Designer


Durchführung: Folgende Parameter sind bei der Aufnahme der Daten zu beachten.

- stets den gleichen Kopfhörrertyp verwenden (audi-technica ATH-D40fs)
- HRTF-Auswahl auf „default“
- Signalpegel stets beibehalten (Lautstärke 65)
- vorzugsweise kleiner/mittlerer Raum
- keine aktiven zusätzlichen Schallquelle in der direkten Umgebung
- Proband vorzugsweise sitzend

Probandendaten: ID -ersetzt Name/automatisch ermittelt
Alter -mindestens 18
Geschlecht - männlich, weiblich

Kopfhöhrerwiedergabe - sehr oft/täglich = 1
- oft/mehrfach pro Woche = 2
- wenig/paar mal im Monat = 3
- sehr selten/nie, jährlich = 4
Szene 1 Richtungsbestimmung von Emittern.


Nutze dazu die folgende Darstellung um die Richtung zu bestimmen.
Szene 2 Raumsimulation

Aufgabe: Sie werden von einem Musikstück begleitet, während Sie virtuell durch unterschiedliche akustische Bereiche gehen. Ihre Aufgabe besteht darin dem Tester zu signalisieren wann sich die akustische Umgebung ändert. Weiterhin sollen Sie nach Ablauf der Szene sagen, welcher der beiden Räume (nicht die Freiräume) der größere war.

Hinweis: Die Szene läuft zwischen Freiraum-Raum-Freiraum-Raum ab.

Welcher Raum war größer? Der 1. oder der 2.?

Szene 3 Entfernungssimulation

Aufgabe: In einem gewissen Abstand werden Sie das Signal einer Autohupe vernehmen. Die Aufgabe des Probanden besteht darin, zu erkennen ob sich das Signal nähert oder entfernt.

Als 2. Aufgabe soll der Proband angeben in welchem Abstand sich es nähert.

1.Signal
2.Signal 100%-Veränderung/doppelt so nah
50%-Veränderung/etwas näher
25%-Veränderung/wenig näher
0%-Veränderung/gleich nah,
wie das 1. Signal.
3. Signal 100%-Veränderung/doppelt so nah
50%-Veränderung/etwas näher
25%-Veränderung/wenig näher
0%-Veränderung/gleich nah, wie das 2. Signal.

Szene 4 Bewegungssimulation

Aufgabe: In dieser Szene wird der Proband ein Flugzeug hören. Seine Aufgabe besteht darin, die Flugbahn dieses Flugzeugs zu erkennen und mitzuteilen.

Welches der unten aufgeführten Skizzen trifft auf die Szene zu.

Hinweis: Die Pfeile geben die Richtung des Flugzeuges an.