Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Magisterprüfung an der
Philosophischen Fakultät der Universität zu Köln

Musikwissenschaftliches Institut

Klangverbessernde Kabelverbindungen in der High-Fidelity – Eine experimentelle Hörstudie mit Musikbeispielen über verschiedene NF-Leitungen

vorgelegt von

Olaf Henning Sturm
Metzer Str. 19
50677 Köln

Matrikel-Nr.: 2687135

Oktober 2001

Inhaltsverzeichnis

1. Einführender Teil 3
   1.1. Einleitung 3
   1.2. Das Phänomen und die darauf bezogene Forschung 6
      1.2.1. Das Phänomen 6
      1.2.2. Die aktuelle Forschungslage 7

2. Die Hypothesen 13

3. Experimenteller Teil 14
   3.1. Versuchsgrundlagen 14
      3.1.1. Der Versuchsort 14
      3.1.2. Die Versuchspersonen 14
      3.1.3. Apparate und Materialien 15
   3.2. Physikalische Parameter der variablen Komponenten 17
      3.2.1. Das Dielektrikum 18
      3.2.2. Die Leitfähigkeit 18
      3.2.3. Die Kapazität 18
      3.2.4. Der Kabelwiderstand 19
      3.2.5. Die Induktivität 19
   3.3. Der Versuchsplan 20
   3.4. Die Durchführung 22
   3.5. Der Fragebogen 23
   3.6. Versuchsanweisung 26

4. Die Ergebnisse 28
   4.1. Allgemeine empirische Daten 28
   4.2. Die Resultate des Versuchsdurchgangs A 30
      4.2.1. Abhängigkeit der Antwort von der Hörerfahrung 33
      4.2.2. Abhängigkeit der Antwort vom Sitzplatz 34

4.3. Die Resultate des Versuchsdurchgangs B 35
4.3.1. Abhängigkeit der Antwort von der Hörerfahrung 38
4.3.2. Abhängigkeit der Antwort vom Sitzplatz 39
4.4. Diskussion der Daten 40
4.4.1. Durchgang A 40
4.4.2. Durchgang B 42

5. Überprüfen der Hypothesen 44

6. Zusammenfassung 46

7. Literaturverzeichnis 47

8. Danksagung 49

9. Anhang 50

1. Einführender Teil

1.1. Einleitung

Musik in all ihren facettenreichen Darbietungsformen zu genießen, ist ein menschliches Grundbedürfnis. Für viele stellt sie den Wert eines unverzichtbaren „Lebensmittels" dar. Ganz unabhängig davon, ob selber ein Instrument gespielt wird, ein Konzert besucht oder die Klänge über eine Musikanlage wahrgenommen werden.

Bei der Reproduktion über eine HiFi-Anlage wird die Musik von einer gespeicherten Vorlage abgerufen, verstärkt und mit Hilfe von Lautsprechern wiedergegeben. Die dafür benötigten Komponenten werden unter der Überschrift „Unterhaltungselektronik" (UE) oder – globaler ausgedrückt – „Consumer Electronics" (CE) zusammengefasst. Innerhalb dieses Segments hat sich ein Bereich entwickelt, der als „High-End-Audio" bezeichnet wird. Dahinter verbergen sich Geräte und Zubehörteile, die von den Entwicklern mit dem Ziel der höchsten Wiedergabetreue konstruiert worden sind. Dabei muß die Art der Umsetzung nicht in direkter Relation zum Verkaufspreis stehen.[1] Der High-End-Bereich beschränkt sich nicht nur auf typische Bauteile einer Anlage, wie beispielsweise Signalquelle, Verstärker oder Lautsprecher. Vielmehr werden alle relevanten Bestandteile optimiert. Der dabei verfolgte Grundgedanke wird mit der These umschrieben: Die Kette ist nur so gut wie ihr schwächstes Glied. Auch die Verbindungskabel zwischen den Komponenten haben durch diese Sichtweise an Bedeutung gewonnen. Damit sind sowohl Netz-, Kleinsignal- als auch Lautsprecherleitungen gemeint. Inzwischen sind sie in

---

[1] S. z. B.: BROCKMANN, C. (2000): Vier kleine Vollverstärker, in: image hifi 2/2000, S. 61: „Da sich der Begriff ‚High-End' keineswegs über den Preis, sondern über die kunstvolle Umsetzung von Ingenieursideen in eine Musikmaschine definiert, kann auch etwas Preisgünstiges durchaus gut klingen."

allen Preisklassen erhältlich und im allgemeinen gilt der Grundsatz: Je höher der Preis, desto besser[2] der Klang.

Genau hier setzt die vorliegende experimental-psychologische Untersuchung ein. Herauszufinden ist, ob die Probanden in einem Doppelblindtest zwischen zwei unterschiedlichen Kleinsignalkabeln einen Unterschied hören, und ob sie diesen einer Kategorie „besser klingend" zuordnen können.

Bedingt durch den Umstand, daß gerade mit diesen Zubehörteilen ein nicht unbeträchtlicher Teil des Umsatzes in der HiFi-Branche erzielt wird, bekommen die Ergebnisse besondere Brisanz. Sieht man sich die Fachzeitschriften und Internetforen[3] an, die sich dieser Thematik widmen, wird man Zeuge eines Richtungsstreits, der mit erheblichem sprachlichen Aufwand geführt wird. Diese gegensätzlichen Meinungen entstehen dadurch, daß sich hörbare und auch wahrgenommene Klangunterschiede einer einfachen physikalischen Deutung entziehen.

Nach heutigem Erkenntnisstand gibt es keine wissenschaftliche Untersuchung des Segments, die sich mit klanglichen Unterschieden beschäftigt. Präzisiert wird diese Aussage von ZACHARIAS, der sich wie folgt äußert:

> „Da die Anzahl der potentiell unterschiedlichen Einsatzbedingungen unendlich ist und zudem nicht alle Parameter, die für einen bestimmten und reproduzierbaren klanglichen Effekt verantwortlich

---

[2] Oftmals wird die adjektivische Konotation „besser" mit „näher am natürlichen Klang" übersetzt. Allerdings wird selten angemerkt, daß „besser" ganz individuell bei einem Vergleich verwendet wird. Beispielsweise wenn die Tieftonwiedergabe ob ihrer Lautstärke der natürlichen weniger entspricht, der Kunde es aber als „besser" beschreibt. Siehe dazu: ZACHARIAS, C.: Gründungs- und Wachstumschancen in der HiFi-/High-End-Branche – Vor- und Nachteile strategischer Allianzen in einem Nischenmarkt, hrsg. v. ZACHARIAS, C., BIEK, Michael, Lohmar, Köln: Eul., S. 5.

[3] Beispiele für Internetforen, in denen über Kabel diskutiert wird: www.audiomap.de, www.clockwork.de, www.highendaudio.de.

> zeichnen können, bekannt sind, basiert die Arbeit von Herstellern, Händlern und Fachzeitschriften auf plausiblen Vermutungen."[4]

Fragwürdig sind die von Herstellern verwendeten Mittel, welche für die Argumentation ihrer Produkte genutzt wird. So findet sich der folgende Auszug in einer als „wissenschaftlich" deklarierten Information des englischen Kabelherstellers QED:

> „In der Praxis [...] ist fast jeder Zuhörer in der Lage, Klangdifferenzen unterschiedlicher Kabel zu erkennen und zu bewerten. Nur unerfahrene Stimmen leugnen noch das Vorhandensein von klanglich bestimmenden Faktoren, resultierend aus Kabelmaterial und Kabelaufbau. Wir alle wissen, daß ein Baustein das analoge Musiksignal auf dem Transport keinesfalls verbessern, sondern nur verändern oder verschlechtern kann. Also lautet die größtmögliche Anforderung an ein Kabel: Verlustfreie Signalübertragung vom CD-Spieler zum Verstärker und weiter zum Lautsprecher."[5]

Deutlich, aber unbelegt, wird in diesem Zitat die Unterstellung ausgesprochen, daß derjenige, der keine Unterschiede bei Kabeln hört, unerfahren ist. Daß es klangliche Unterschiede gibt, ist gegenüber der Frage, ob diese in der Kategorie „besser" oder „schlechter" einzuordnen sind, nur sekundär. Dennoch werden beide Fragen, die sich gegenseitig bedingen, in der vorliegenden Arbeit geklärt.

Ziel ist es, im Bereich der Kleinsignalkabel mit Hilfe eines Hörtests herauszufinden, ob wahrnehmbare Unterschiede zwischen zwei technisch unterschiedlichen Kabeln so wahrgenommen werden, daß die physikalisch als hochwertiger einzustufende Verbindung auch als die besser klingende eingestuft wird.

---

[4] ZACHARIAS, C.: Gründungs- und Wachstumschancen, S. 6. Inhaltlich wird diese Aussage in Kontroversen genutzt, um den eigenen Standpunkt aufrecht zu halten.

[5] Dieser Auszug stammt aus einer Abhandlung über Kabel vom britischen Kabelproduzenten QED. Veröffentlicht in einem Prospekt und gleichlautend im Internet: www.qed.co.uk.

1.2. Das Phänomen und die darauf bezogene Forschung

1.2.1. Das Phänomen

Ausgangspunkt für diese Magisterarbeit ist ein vom Verfasser beobachteter Vorgang, der in einem Einzelhandelsgeschäft für Unterhaltungselektronik stattfand.[6] Während des Probehörens eines Lautsprecherkabels[7] beschwerte sich der Kunde beim Verkäufer, dem Verfasser dieser Arbeit, über die mangelhaften klanglichen Qualitäten der Leitung. Er machte seine Klage an dem Umstand fest, daß er den Rest der Musikanlage bereits gekauft hatte und jetzt nur noch das Lautsprecherkabel hinzufügen wollte. Folglich kam für ihn nur diese Leitung als Verursacher der unzureichenden Klangqualität in Frage. Insbesondere monierte er schlechte Hochtonauflösung und einen zu voluminösen Tieftonbereich. Im Gegensatz dazu stand die Erfahrung des Beraters, der genau dieses Kabel ausgewählt hatte, weil es sich seiner Meinung nach homogen in die Kette einfügte. Außerdem beachtete er eine gängige Regel, die besagt, daß das gesamte Zubehör einer HiFi-Anlage etwa zehn Prozent des Anschaffungspreises der Geräte ausmachen sollte.

Auf die Beschwerde reagierte er daraufhin mit einem riskanten Versuch: Er entfernte das Kabel ruppig aus Verstärker- und Lautsprecherterminals und verließ anschließend den Raum. Nach kurzer Zeit kam er mit derselben Lautsprecherleitung wieder zurück, der Kunde bemerkte diesen Umstand nicht. Mit deutlich gesenkter Stimme erklärte er dem Kunden, daß er für ihn etwas ganz Exquisites gefunden habe. Mit großer Gestik wurde das Kabel wieder in die Kette integriert. Der Kunde erhielt die Fernbedienung für den angeschlossenen

---

[6] Euphonia-HiFi-Studios, Hohenzollernring 12, 50672 Köln.

[7] Es handelte sich um ein Kabel der amerikanischen Firma Cardas-Audio, Typ Crosslink.

CD-Spieler mit der Aufforderung, den Abspielvorgang zu aktivieren. Nach circa drei Minuten bekam der Verkäufer die folgende Aussage zu hören: „Unabhängig davon, was dieses Kabel kostet – das werde ich kaufen. Es klingt viel besser als vorher!"

Die absolut gegensätzlichen Aussagen über ein und dasselbe Kabel ließen den Verfasser stutzen. Die klangliche Wirkung des Kabels auf den Hörer war maßgeblich und rein psychologisch durch den Verkäufer beeinflußt worden. Da sich die verschiedenen Kabel in ihren technischen Eigenschaften allerdings erheblich unterscheiden, entstand die Idee, ein wissenschaftliches Experiment durchzuführen, um zu beweisen oder zu widerlegen, ob es tatsächlich eine nachvollziehbare Gesetzmäßigkeit zwischen Reiz und Reaktion gibt.

1.2.2. Die aktuelle Forschungslage

Neben der physikalischen Erklärung der unterschiedlichen Parameter eines Kleinsignalkabels steht die Psychophysik im Vordergrund. In psychophysikalischen Untersuchungen haben sich die Experimentatoren bemüht, Empfindungsurteile zu skalieren und einen Zusammenhang zwischen Reiz und Reaktion herzustellen.

Gustav Theodor FECHNER erkannte bereits im 19. Jahrhundert als erster die Problematik, daß Empfindungen nicht direkt meßbar sind, weshalb er sich der ebenmerklichen Empfindung als Einheit der Sinneserlebnisse bediente. „Die Einheit – die ebenmerkliche Empfindung – ist psychisch. Das Maßmittel – nämlich der Reiz – ist physisch", faßt HAJOS[8] FECHNERS Vorgehen zusammen. „Von vorn herein und im Allgemeinen kann nicht bestritten werden, daß das Geistige überhaupt quantitativen Verhältnissen unterliegt" hatte FECHNER

---

[8] HAJOS, A. (1972): Wahrnehmungspsychologie: Psychophysik und Wahrnehmungsforschung, Stuttgart: Kohlhammer, S. 27.

1860 a priori festgestellt.[9] Und: „In der That wird sich zeigen, wie unser psychisches Mass principiell auf nichts anderes herauskommt als das physische, auf eine Summirung eines Soundsovielmal des Gleichen."[10] Damit war die Grundlage der metrischen Orientierung in der Psychophysik gelegt. Ferner findet sich in diesem Kontext die These, daß sich Empfindungen in Proportionalskalen überführen lassen:

> „Principiell also wird unser Mass der Empfindung darauf hinauskommen, jede Empfindung in gleiche Abteilungen, d. s. die gleichen Incremente, aus denen sie vom Nullzustande erwächst, zu zerlegen [...]."[11]

Das Ergebnis seiner Bemühungen gipfelt in der als FECHNERsches Gesetz bekannt gewordenen Formel:

$$E = k \times \log I + C$$

E steht dabei für Empfindungsintensität, I für die Reizgröße. C und k sind Konstanten.[12]

HAJOS verbalisiert diesen psychophysischen Zusammenhang folgendermaßen: „Nimmt die Intensität des Reizes logarithmisch zu, so nimmt die Intensität der Empfindung linear (arithmetisch) zu."[13]

Im Zuge weiterer Forschung stellte sich heraus, daß direkt beurteilte Größenverhältnisse eher durch einen exponentiellen Zusammenhang charakterisiert werden. Das von PLATEAU zuerst beschriebene – und fälschlicherweise STEVENS zugeordnete – Exponentialgesetz trägt diesem Umstand Rechnung:

---

9 nach: HAJOS (1972), S. 55.
10 nach: EBDA., S. 56.
11 nach: EBDA., S. 60.
12 CAMPENHAUSEN, C. v. (1993): Die Sinne des Menschen, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, New York: Thieme, S. 15.
13 HAJOS (1972), S. 27.

$$\psi = k\phi^n$$

mit	ψ	:	subjektive Größe
	ϕ	:	meßbare Reizgröße
	k	:	Proportionalitätskonstante
	n	:	Exponent

Es beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Logarithmus des Reizes und dem Logarithmus der Empfindung als linear, während beim FECHNERschen Gesetz die Funktion zwischen dem Logarithmus des Reizes und Empfindung linear ist.

Auch wenn HAJOS mit seiner Überlegung, die Geltungsbereiche der beiden Gesetze lösten sich ab[14], eine sehr elegante Lösung gelungen ist, so fallen doch bei Durchsicht der Literatur die Widersprüchlichkeiten verschiedener Befunde zu den Gesetzmäßigkeiten auf.[15] Es mehren sich Zweifel daran, ob der Zusammenhang zwischen Reiz und Wahrnehmung beziehungsweise Empfindung überhaupt auf eine Formel oder Funktion zu reduzieren ist.

In den meisten Synopsen zum Stand der Wahrnehmungsforschung findet sich heute die Einsicht, daß die bisher gefundenen funktionalen Zusammenhänge methodenabhängig sind.

So faßt z. B. HAJOS die Diskussion verschiedener Gesetzmäßigkeiten wie folgt zusammen:

> „Zur Vorsicht sollte eigentlich von vornherein mahnen, daß die durch die verschiedenen Methoden gewonnenen Skalen [...] zu verschiedenen Ergebnissen führen; der Unterschied ist nicht nur zwischen der STEVENSchen und FECHNERschen, sondern je nach Methode auch zwischen der Kategorien- und Verhältnisskala vorhanden. Hieraus läßt sich schon der Schluß ziehen, daß die verschie-

---

[14] HAJOS (1972), S. 110: „Das Sinnessystem verfügt über ein Einstellsystem, das die Beiwerte des Systems so verändert, daß aus einer anfänglich linearen Beziehung zwischen Reiz und Wahrnehmung eine durch Potenzfunktionen beschreibbare und im Endstadium eine logarithmische Beziehung wird."

[15] Hierzu GESCHEIDER, G. A. (1988): Psychophysical scaling, in: Annual Review of Psychology, Vol. 39, S. 169-200.

denen Skalen wohl durch die Art der Methode mindestens mitbedingt sind."[16]

Auch GESCHEIDER hält fest: „[...] we need to consider MARKS' suggestion that the underlying psychological representation – the scale – may in many circumstances depend on the task [...]."[17]

Viele experimentell bedingte Reaktionstendenzen konnten gefunden werden. Mit Blick auf die vorliegende Magisterarbeit und dem zugrunde liegenden Fach Musikwissenschaft werden keine sogenannten Bias-Phänomene aufgezählt. Einzig BIRNBAUMS Hinweis soll berücksichtigt werden, daß der Versuch sinnlos sei, solche Effekte als Störvariablen eliminieren zu wollen, da Urteile und Einschätzungen im wirklichen Leben ja immer in einem Reizkontext gemacht werden.[18]

Bezeichnenderweise war es E. H. WEBER – er begründete die Annahme einer konstanten Beziehung zwischen Reizunterschied und Bezugsreiz –, der 1846 darauf hinwies, daß die Empfindungen in Abhängigkeit von der Reizgeschichte in der vorangegangenen Situation stehen. Sehr anschaulich demonstrierte er das mit seinem Dreischalenversuch. Das so umschriebene Phänomen der Adaption – einer allgemeinen Eigenschaft der Sinnessysteme – reicht hin bis zur komplexen Transformation der Umwelt. Diese Transformationsleistungen können „von einigen Sekunden Dauer bis zu Wochen, Monaten, ja sogar über Jahre andauern [...]."[19]

Gerade diese individuellen Anpassungsleistungen sind auf der Suche nach einem konstanten überindividuellen Zusammenhang eher störend und wurden deshalb unzulässigerweise vernachlässigt. Dabei waren schon die Gestaltpsychologen der Konstanzannahme mit

---

[16] HAJOS (1972), S. 92.
[17] GESCHEIDER (1988), S. 193.
[18] BIRNBAUM, M. H. (1982): Controversies in psychological measurements, in: Social attitudes and psychological measurement, hrsg. v. WEGENER, B., Hills Dale: Erlbaum, S. 401-485.
[19] nach: HAJOS (1972), S. 101.

dem trivialen Hinweis begegnet, „daß Erfahrung und Stimmung – neben dem Lokalreiz – wesentlich bestimmen, was erlebt wird."[20] Der vom Verfasser dieser Arbeit für den Versuch erarbeitete Fragebogen soll diesem Umstand weitestgehend gerecht werden.

Solange aber die große Kunst der Wahrnehmungsexperimente darin besteht, „solche Ebenen zu wählen, die nicht weit ‚hinten' im kognitiven, emotionalen – also komplexen Strukturbereich liegen"[21], wird man sich nicht wundern dürfen, wenn man zwar feste Funktionen erhält, diese aber

- im Widerspruch zueinander stehen;
- keinen praktischen Nutzen haben, weil das Ergebnis aufgrund der starken Verkürzung der Realität im Experiment ein Kunstprodukt ist.

So werden die Gruppenwerte der Versuchspersonen zum Beispiel wie selbstverständlich gemittelt. SIXTL (1982) hat aber mit Recht auf die Fragwürdigkeit eines solchen Vorgehens hingewiesen. Werden die Werte verschiedener Versuchspersonen gemittelt, findet man oft einen mittleren Wert, der aber keinesfalls das Verhalten der Mehrzahl der Versuchspersonen widerspiegeln muß.

> „So fanden PRADHAM & HOFFMAN (1963), daß bei der Beurteilung von Gewichten die Exponentialfunktion [...] auf die Mehrzahl der Individuen nicht zutraf, obwohl sie die Gruppendaten recht gut repräsentierte. [...] Die Exponentialfunktion ergibt sich in diesem Fall als Artefakt der Gruppierung."[22]

In der Schlußfolgerung des Übersichtsartikels von GESCHEIDER (1988) findet sich in Anbetracht der Schwierigkeiten der modernen Wahrnehmungsforschung mit ihrem Hauptproblem Methodenabhän-

---

[20] KATZ, D. (1969): Gestaltpsychologie, 4. Auflage, Basel: Schwabe & Co., S. 17.
[21] EBDA.
[22] SIXTL, F. (1982): Meßmethoden der Psychologie, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Weinheim: Belz, S. 124.

gigkeit der Ergebnisse die Hoffnung, eine Lösung für das Nebeneinander der schon bestehenden Skalen zu finden.[23]

So stellt sich die Frage, was sich auf einem bestimmten Gebiet der Wahrnehmung – nämlich der akustischen Wahrnehmung stereophon mit unterschiedlichen Kabeln von einer HiFi-Anlage wiedergegebener Musik – überhaupt abspielt. Die graphische Darstellung der Resultate erfolgt mit prozentual angelegten Skalen. Die zusätzlich gewonnenen Daten werden in phänomenologischer Präsentation gezeigt.

Die Bildung der notwendigen Hypothesen war von dem Wunsch begleitet, eine Abhängigkeitsfunktion zu finden, die der bei Saiteninstrumenten entspricht und die von CAMPENHAUSEN folgendermaßen beschrieben wird:

> „Es war eine große und für die Psychophysik grundlegende Entdekkung, daß zwischen einer physikalisch meßbaren Größe – der Saitenlänge – einerseits und subjektiven Empfindungen, wie Tonhöhe oder musikalischer Harmonie – andererseits Beziehungen bestehen, die sich durch Zahlenverhältnisse beschreiben lassen. Bis heute wird die Bezeichnung ‚harmonisch' in der Musik und in der Umgangssprache für Eigenschaften von Wahrnehmungen, in der Physik dagegen für die Ganzzahligkeit der Frequenzteilungen der Oberwellen verwendet."[24]

Um sicherzustellen, daß die Ergebnisse des Versuchs eine hohe Genauigkeit aufweisen, ist als Methode ein Doppelblindversuch gewählt worden, den HUBER wie folgt erklärt:

> „Wenn nicht nur der VL, sondern auch die Vp ‚blind' ist in bezug auf die experimentelle Gruppe, zu der die Vp gehört, handelt es sich um einen Doppelblindversuch. Der Doppelblindversuch spielt z. B. in der Pharmakoforschung eine wichtige Rolle, weil er es auch erlaubt, Placeboeffekte zu isolieren."[25]

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren wurde das der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Experiment durchgeführt.

---

[23] SIXTL (1982), S. 194.
[24] CAMPENHAUSEN (1993), S. 82.
[25] HUBER, O. (1995), Das psychologische Experiment: Eine Einführung, 2. Auflage, Bern, Göttingem, Toroto, Seattle: Huber, S. 168.

2. Die Hypothesen

Auf der Basis von 16 Jahren Erfahrung aus Einzelhandel, Vertrieb, Wissenschaft und Pressearbeit im Bereich High-Fidelity und High-End hat der Verfasser die Hypothesen dieses Versuchs aufgestellt. Zu den in Hypothesenbildung einfließenden Erfahrungswerten stellt HUBER fest:

> „Dagegen gibt es nicht nur keinen Einwand, sondern es wäre geradezu absurd, wenn man das bereits gesammelte Wissen nicht ausnützen würde. Wichtig ist allerdings, daß man zur Prüfung der so gewonnenen Hypothesen neue – d. h. vorher unbekannte – Daten heranzieht, indem man eine weitere empirische Untersuchung (z. B. ein Experiment) durchführt."[26]

In diesem Experiment sollen die folgenden Hypothesen verifiziert oder falsifiziert werden:

1. Die Verwendung eines um den Faktor 20 im Anschaffungspreis höher liegenden und technisch innovativeren NF-Kabels lohnt sich, weil das klangliche Resultat in einem Doppelblindtest als besser eingeschätzt wird.
2. In jedem Fall werden die Zuhörer einen Unterschied hören, unabhängig davon, welche der demonstrierten Versionen sie bevorzugen.
3. Je genauer der Zuhörer im Stereo-Dreieck plaziert ist, um so exakter hört er die klanglichen Unterschiede – formuliert nach nach Hypothese 1 – heraus.
4. Frauen hören diese tonalen Differenzen besser als Männer.
5. Je größer die Hörerfahrung ist, um so mehr entscheidet sich der Hörer für die teurere Variante.
6. Eine spezielle, in mehreren Schritten bearbeitete CD verhilft dem technisch höherwertigen Kabel zu einem noch größeren prozentualen Vorsprung.

---

[26] HUBER (1995), S. 56.

3. Experimenteller Teil

3.1. Versuchsgrundlagen

3.1.1. Der Versuchsort

Seit 1982 findet im Frankfurter Hotel Kempinski die HIGH END[27] statt. Dabei handelt es sich um die größte europäische Messe für Geräte zur hochwertigen Musikwiedergabe. Im Jahr 2001 wurden dort 550 Fabrikate bei 180 Ausstellern präsentiert.[28] In den ausgeräumten Zimmern des Hotel Kempinski haben Besucher die Möglichkeit, unter wohnraumähnlichen Bedingungen High-End-Komponenten zu sehen und ihre klangliche Reproduktionsqualität zu beurteilen. Damit waren optimale Rahmenbedingungen für den Versuch gegeben. Durch Vorankündigungen in der Special-Interest-Zeitung STEREO, in Anzeigen der beteiligten Firmen und im High-End-Katalog wurde auf den Versuch aufmerksam gemacht. Insgesamt vier Hersteller stellten sowohl die Testgeräte als auch die finanziellen Rahmenbedingungen zur Verfügung, um das Experiment durchführen zu können.

3.1.2. Die Versuchspersonen

Da es sich bei der HIGH END um eine Spezial-Messe handelt, sind die Besucher größtenteils mit erheblichem Vorwissen ausgestattet. Einer Verbraucher-Typologie für die Unterhaltungselektronik-Branche folgend, werden sie mit folgenden Merkmalen beschrieben:

---

[27] Der Begriff ist warenrechtlich durch die High-End-Society-Marketing GmbH geschützt, die dieses Recht bisher allerdings nicht wahrgenommen hat.

[28] Die Angaben stammen vom Veranstalter, der High-End-Society-Marketing GmbH.

- Kunden mit hohen Leistungsansprüchen an die Produkte
- Hohes Produktwissen und eigene Produkterfahrungen
- Differenzierungsbedürfnis zum Normalkunden[29]

Zur häufigen Beschäftigung dieses Personenkreises zählt das sogenannte Vergleichshören: Dabei werden in einer Art K.o.-System verschiedene Komponenten mit dem Ziel verglichen, die Bestklingende herauszufinden. Durch solches auf feinste Unterschiede zu hören geeichtes Wahrnehmen sind diese Menschen dazu prädestiniert, an einem Vergleichstest zum Thema Klangunterschiede teilzunehmen. Ihre Selbstsicherheit im Umgang mit solchen Fragestellungen nimmt ihnen die Angst, sich an einem Experiment dieser Art zu beteiligen.

3.1.3. Apparate und Materialien

Im Ausstellungsraum der Firma Sehring-Audio aus Berlin wurde die High-End-Anlage installiert. Von den Quellengeräten bis zu den Lautsprechern bestand sie aus folgenden Komponenten:

- Die Elektronik wurde auf CT-4-Regalen der Firma Phonosophie (Hamburg) aufgestellt. Die Tatsache, daß die Regale sich unterstützend auf die Demonstration klanglicher Unterschiede auswirken, war durch mehrere Vortests bestätigt.
- Als Quellen standen zwei hochwertige CD-Spieler „ART" der Firma Audionet (Bochum) zur Verfügung. Beide waren vorher in Messungen geprüft worden, um auszuschließen, daß Unterschiede durch die Geräte generiert werden. Um zusätzlich sicherzugehen, wurde die Testanordnung in Durchgang 2 ge-

---

[29] ENGELHARD T. (1990): Partnerschaftssysteme mit dem Fachhandel als Konzept des vertikalen Marketing. Bd. 7 der FAH-Schriftenreihe „Marketing-Management", Stuttgart, S. 67.

ändert. Bei akustischer Identität mußte sich das Resultat folglich spiegelbildlich drehen.

- Vorverstärkt wurden die Sigale mit dem „PRE G2" der Firma Audionet (Bochum).
- Zur Schallwandlung wurde der vollaktive Drei-Wege-Lautsprecher „Sehring S 603" eingesetzt. Für diesen Versuch waren die Boxen vom Hersteller Sehring-Audio (Berlin) in einem über der Serienfertigung liegenden Paarselektionsverfahren ausgesucht worden.
- Die Verkabelung wurde ausschließlich vom Leverkusener Hersteller HMS bereitgestellt. Einbezogen waren die Netzleiste „Energia", die Netzkabel „Energia S + SL" und die Kleinsignalkabel „Sestetto Mk II". Um die Neutralität des Versuchs zu gewährleisten, hat die Firma HMS die zu vergleichenden Kabel „C 01" und „Gran Finale interconnect" mit optisch identischer Erscheinung gefertigt. Damit konnte erfolgreich verhindert werden, daß der Versuchsleiter oder die Versuchspersonen feststellen konnten, ob und wie ein klanglicher Unterschied erzeugt wurde.[30]
- Um die Raumakustik zu optimieren, waren Luftballons in einem Netz unter die Decke gespannt und Absorberelemente in den Raumecken plaziert worden.

---

[30] Außer dem Verfasser war nur Hans Strassner, Geschäftsführer der HMS Elektronik, in der Lage, die Kabel zu unterscheiden. Bis zum Ende des an vier Tagen durchgeführten Experiments wurde niemand über die mögliche Ursache einer klanglichen Änderung informiert.

3.2. Physikalische Parameter der variablen Komponenten

Dem geänderten Reizverhalten und dem damit vermuteten Reaktionsverhalten liegen die technischen Parameter der beiden Kabel zugrunde. Um ein deutliches Ergebnis zu erzielen, wurde die größte technische Spanne aktiviert, die es innerhalb des HMS-Programms gibt. Zur Verdeutlichung sei der Verkaufspreis der beiden im Test verwendeten Kabel vorangestellt: Für einen Stereometer-Satz des Typs „C 01" werden im Handel 130 DM verlangt, für das „Gran-Finale-interconnect" 2000 DM. Der Preisunterschied ist durch den Fertigungsaufwand begründet, der auch zu voneinander abweichenden physikalischen Parametern führt[31]:

Technische Daten	**C 01**	**Gran Finale interconnect**
Kabelaufbau	Koaxial, doppelt geschirmt mit 100% deckender Folie und Geflecht	Koaxial, Innenleiter und elektrischer Schirm OFCuAg hoher Reinheit
Leitermaterial	OFCu für Innenleiter und Schirm	OFCu versilbert für Innenleiter und Schirm
Dielektrikum	SPE, hochgeschäumt, verlustarm	Fast Luft und damit nahe dem Faktor 1
Kapazität	92 pF/Meter	47 pF/Meter
Induktivität	0,3 µH/Meter	0,342 µH/Meter
Widerstand	22,7 mΩ/Meter	85 mΩ/Meter
Wellenwiderstand	57,6 Ω	85,0 Ω
Außenmantel	PVC, 7,5 mm	Nylon-Gewebeschlauch 9 mm

[31] Angaben sind den Datenblättern der Firma HMS Elektronik entnommen.

3.2.1. Das Dielektrikum

Die Leiter eines jeden NF-Kabels sind mit einer Isolierung ummantelt, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Diese Isolation, die Dielektrikum genannt wird, führt zu Verfälschungen, weil jedes Dielektrikum Energie absorbiert. Diese dielektrischen Verluste werden als Verlustfaktor oder „tan" bezeichnet und nehmen mit steigender Frequenz zu.

Allgemein gilt, daß je höher der Verlustfaktor bei einer bestimmten Frequenz ist, um so höher ist auch der Verlust in das Dielektrikum. Eine weitere Eigenschaft des Dielektrikums wird Permutivität genannt, ein kapazitiver Effekt, der zu einem Leckstrom zwischen den Einzelleitern führt. Permutivität ist die Messung, in welchem Maße ein Dielektrikum das Entstehen eines Magnetfeldes zuläßt. Je höher die Permutivität eines Isolators, desto größer sind seine kapazitiven Effekte auf den Leiter.

3.2.2. Die Leitfähigkeit

Ein weiteres Kriterium für die klanglichen Einflüsse des Dielektrikums ist die Leitfähigkeit. Sie beschreibt, wie gut zwei Leiter voneinander isoliert sind. Je niedriger die Leitfähigkeit, um so größer ist der Isolationswiderstand. Qualitativ hochwertige Dielektrika sind bessere Isolatoren, weil weniger freie Elektronen versuchen, Strom durch den Isolator zu transportieren.

3.2.3. Die Kapazität

Die Kapazität hängt vom Abstand und Durchmesser der Leiter ab. Je größer der Abstand zwischen den Leitern in einem Dielektrikum ist, desto niedriger ist die Kapazität. Damit steht sie im reziproken Verhältnis zur Induktivität. Theoretisch sollte sich die Kabelkapazität nur gering auswirken, da sie zur angeschlossenen Quellenimpedanz ei-

nen Tiefpaßfilter darstellt, und somit die Effekte auf den Frequenzgang zu vernachlässigen sind.

3.2.4. Der Kabelwiderstand

Niedriger Kabelwiderstand ist von maßgeblicher Bedeutung für eine hochwertige Wiedergabe, sollte aber nicht um den Preis der Vernachlässigung anderer Parameter erwirkt werden. Ein hoher Kabelwiderstand führt zu einer Reihe unerwünschter Nebenprodukte: Abnormitäten im Frequenzgang, höhere induzierte Verzerrungen und ein verschlechtertes Kanaltrennungsverhalten.

3.2.5. Die Induktivität

Die Induktivität von Kleinsignalkabeln hat Einfluß auf das Dämpfungsverhalten bei hohen Frequenzen und auf die Phase. Die Induktivität verursacht, daß die Impedanz mit der Frequenz steigt, was zur Dämpfung der hohen Frequenzen führt, manchmal auch zu reinduzierten Spannungsspitzen.[32]

Im konkreten Fall ist ein Klangunterschied zu erwarten, weil die neuartige Konstruktion des „Gran Finale interconnect" durch ein Dielektrikum, welches nahzu den Wert 1 von Luft aufweist, dem als Gegenstück verwendeten „C 01" eine um den Faktor zwei geringere Kapazität aufweist.

---

[32] Die Informationen stammen aus einem Brockhaus der Naturwissenschaft (1971), Informationen von Dr. A. Esper, Dipl.-Phys. H. Strassner und George Cardas erscheinen hier in vom Verfasser gebündelter Version.

3.3. Der Versuchsplan

Für den Versuch wurden sechs verschiedene Musikstücke auf insgesamt drei verschiedene und speziell für Musikspeicherung ausgelegte CD-Rs überspielt. Die Auswahlkriterien der Titel war neben der natürlich überdurchschnittlichen Klangqualität der Bekanntheitsgrad in der High-End-Szene[33]. Damit sollte sichergestellt werden, daß die Versuchspersonen weitestgehend mit bekanntem Material konfrontiert werden.

In zwei Vorversuchen wurde die bereits selektierten Titel auf ihre Versuchstauglichkeit geprüft[34]. Der Kopiervorgang wurde nicht mit einem Computer durchgeführt, sondern mit Hilfe eines Marantz CD-Recorders für Audioanwendungen.[35] Jedes Stück bestand aus einem etwa einminütigen Ausschnitt, dessen Beginn anschließend zur besseren Erinnerung noch einmal zehn Sekunden wiederholt wurde. Dabei wurde darauf geachtet, daß der maximale Zeitversatz zwischen den Stücken im Zehntelsekunden-Bereich lag.

Im einzelnen waren die folgenden Stücke zu hören[36]:

1. Interpretin: Allison Krauss; Titel: „It doesn't matter"
   (Gesang, Gitarre, deutlich hörbare akustische Details)
2. Interpretin: Radka Toneff; Titel: „The moon is a harsh mistress"

---

[33] In vier Stichproben mit Kunden der Firma euphonia wurden mehr als 20 verschiedene Stücke getestet. Ausgewählt die Titel nach ihrer Mischung aus Bekanntheitsgrad und subjektiven Klangeinordnungen.

[34] Der Verfasser nutzte zwei Hausmessen in der Firma euphonia dazu, bei den Anlagenvorführungen dieses Programm-Material vorzuführen. Desweiteren wurden die Besucher einer High-End-Roadshow befragt, die sich „World of HiFi" nennt und von der Fachzeitschrift STEREO in Zusammenarbeit mit der High-End-Society veranstaltet wird, mit welchen Stücken sie besonders gut klangliche Unterschiede heraushören. Eben diese sechs Stücke werden häufig zur Demonstration klanglicher Unterschiede benutzt und befinden sich sowohl im Besitz der meisten Fachhändler als auch der Teilnehmer.

[35] Dieses rein für Audioanwendungen bestimmte Gerät wurde eingesetzt, um sich nicht dem Vorwurf auszusetzen, eine mit Hilfe eines Computers gebrannte CD könne schlechter klingen.

[36] Die für den Versuch verwendeten Tonträger befinden sich in der Anlage der Arbeit.

(Stimme von Klavier begleitet, sauber zu hörende Tastengeräusche, Lippenbewegungen wahrnehmbar)

3. Komponist: Wolfgang Amadeus Mozart ; „Der Vogelfänger" aus: „Die Zauberflöte"
   (Extreme räumliche Auflösung, hohe akustische Tiefe, ausdrucksstarker Gesang)
4. Komponist: Georg Friedrich Händel; 1. Satz aus: „Feuerwerksmusik"
   (Hohe Dynamik, breites Frequenzspektrum, reich an Klangfarbe)
5. Interpretin: Sarah K.; Titel: „Oh Well"
   (Audiophile Spezialaufnahme, sehr viele kleine Details, beste Räumlichkeit der akustischen Instrumente)
6. Interpreten: Acoustic Alchemy; Titel: „Reference Point"
   (Hohe Dynamik, feine Details beim Greifen der Gitarren-Akkorde deutlich hörbar, plastischer Grundtonbereich)

Zwei dieser CDs wurden im Originalzustand belassen, die dritte wurde wie folgt verändert:

- Der Seitenrand wurde mit einem dafür speziell konstruierten Schneidegerät in einem Winkel von 36° abgetrennt. Die technische Wirkung soll darin liegen, daß das durch das Auftreffen des Lasers auf die CD entstehende Streulicht nicht mehr reflektiert wird.
- Der Innen- und Außenrand wurde mit einem Stift geschwärzt, um zusätzlich sicherzustellen, daß kein Streulicht die Abtastung behindern kann.
- Auf die Oberfläche der CD wurde eine speziell entwickelte Folie geklebt, der klangliche Verbesserungen nachgesagt werden. Die technische Erklärung besagt, daß durch das höhere Gewicht Torsionsbewegungen der Platte minimiert werden. Die automatische Nachführung der Laserabtasteinheit muß

dadurch vertikal weniger nachregeln. Die Zahl der Auslesefehler geht zurück, das Klangbild soll besser werden.

- Die datentragende Seite wurde mit einem Spray eingesprüht, das „CD-Control" heißt. Dieser Anwendung wird eine klangliche Verbesserung nachgesagt.

Gespräche mit Branchen-Insidern legen die Vermutung nahe, daß jede dieser Modifikationen deutlich hörbar ist und zwar in der Richtung klanglicher Verbesserungen. Diese spezielle CD wurde im zweiten Versuchsdurchgang mit dem Ziel eingesetzt, herauszufinden, ob und wenn ja welchen Einfluß sie auf das Ergebnis hat.

3.4. Die Durchführung

Die Versuchsgruppen umfaßten eine maximale Teilnehmerzahl von zehn. Nach der Begrüßung durch den Versuchsleiter erhielten die Versuchspersonen einen doppelseitig beschriebenen Fragebogen, der auf einem mit Stift versehenen Klemmbrett fixiert war. Neben der im Vorfeld verbreiteten Versuchsankündigung hatte der Verfasser kleine Handzettel gedruckt, welche den Besuchern von verschiedenen Herstellern überreicht worden waren. Diesen Maßnahmen war es zu verdanken, daß über 100 Personen an dem Versuch teilnahmen.

3.5. Der Fragebogen

Unabhängig von der verbalen Instruktion durch den Versuchsleiter ist der Fragebogen so aufgebaut worden, daß eine Durchführung mit minimierten Störvariablen möglich sein sollte. Dafür wurde die folgende Einleitung gewählt:

> *Zwei Beispiele mit gleicher Musik spielt Ihnen der Moderator gleich vor, die Sie bitte auf klangliche Unterschiede untersuchen sollen. Ob und wie etwaige klangliche Unterschiede zustande gekommen sind, teile ich Ihnen nach Abschluß des Verfahrens in der HiFi-Zeitung STEREO mit. Wenn Sie Ihren Namen und Ihre Anschrift auf dem separaten Zettel notieren, nehmen Sie an der Verlosung von 50 STEREO-Hörtest-CDs und drei Sätzen NF-Kabel der Firma HMS teil.*
>
> *Vielen Dank für Ihre Unterstützung!!!*
>
> *Zum Versuch: Sie hören etwa eine Minute des angegebenen Stückes, danach noch einmal die ersten Takte (Beispiel 1). Dann hören Sie das Stück noch einmal, zuerst wieder ca. eine Minute, dann noch einmal den Anfang (Beispiel 2). Danach kreuzen Sie die Ihrem Höreindruck entsprechende Antwort an.*[37]

Anschließend folgte die Aufzählung der Beispiele. Drei Antwortmöglichkeiten je Beispiel waren vorgesehen. Bei einem Vorversuch wurde nach einem Hinweis von Professor J. P. Fricke nur mit den ausschließlichen Möglichkeiten „1 klingt besser 2" und „2 klingt besser 1" gearbeitet. Dabei kam es jedoch zu verbalen Störungen durch die Teilnehmer, die stark beeinflussend wirkten. Hörte jemand keinen Unterschied, meldete er sich laut zu Wort und verunsicherte damit die anderen Teilnehmer. Das hier vorliegende Modell mit der zusätzlich eingeführten Antwortmöglichkeit „Kein Unterschied" bewirkte eine reibungslose – d. h. durch keine Versuchsperson gestörte – Durchführung.

> ***Beispiel 1: Allison Krauss: „It doesn't matter"***
>
> *_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1*
>
> ***Beispiel 2: Radka Toneff: „The moon is a harsh mistress"***
>
> *_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1*

---

[37] Die in kursiven Lettern gesetzen Zeilen sind dem Original entnommen.

Beispiel 3: W. A. Mozart „Der Vogelfänger" aus „Die Zauberflöte"

_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1

Beispiel 4: G. F. Händel: Satz 1 aus „Feuerwerksmusik"

_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1

Beispiel 5: Sarah K.: „Oh Well"

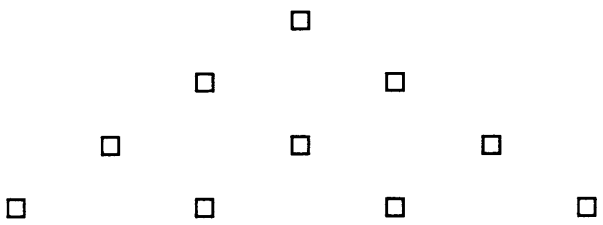
_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1

Beispiel 6: Acoustic Alchemy: „Reference Point"

_ 1 klingt besser als 2 _ keinen Unterschied _ 2 klingt besser als 1

Um etwaige Abhängigkeiten der klanglichen Einschätzung von der Sitzposition zu ermitteln, sollten die Teilnehmer ihre Plazierung festhalten. Möglicherweise ist die der Hypothese 3 entsprechende Unterscheidung von der Ortung der Phantomschallquelle abhängig.

Bitte notieren Sie Ihre
Sitzposition: Lautsprecher (L) Lautsprecher (R)



Weit verbreitet ist die Ansicht, daß Frauen Unterschiede besser als Männer hören können. Deshalb wurden die Teilnehmer gebeten, eine Angabe über ihr Geschlecht zu machen.

Angaben zur Person:

_ männlich _ weiblich

Nach gängiger Meinung sind „High Ender" Menschen, denen die Musik nur als Mittel zum Zweck dient. Musikliebhaber hingegen beurteilen nicht die Klangqualität, sondern die Interpretation. Um hier mögliche Abhängigkeiten zu entdecken, sollte eine Selbsteinschätzung vorgenommen werden, die bewußt provokativ gewählt wurde.

_ *High Ender* _ *Musikliebhaber* _ *HiFi-Laie* _ *Keine Angabe*

Ein wichtiger Faktor bei der Beurteilung von klanglichen Unterschieden bei HiFi-Geräten ist möglicherweise die Hörerfahrung. Je mehr Vergleichstests durchgeführt wurden, desto besser gelingt die klangliche Unterscheidung zwischen einzelnen Komponenten. Die Kategorien sind das Ergebnis verschiedener Gespräche sowohl mit Branchen-Insidern als auch mit Außenstehenden.

_ *Mehr als zehn Jahre Hörerfahrung*

_ *zwischen drei und zehn Jahren*

_ *weniger als drei Jahre*

Es wurde den Versuchspersonen mitgeteilt, daß der Versuch etwa 20 Minuten dauern werde. Ihre Aufgabe wurde ihnen neben der schriftlichen Form in gleichen Worten auch verbal mitgeteilt. Die Mehrheit der Versuchsteilnehmer wirkte entspannt und neugierig auf den Versuch.

3.6. Versuchsanweisung

Der Versuchsleiter[38] erhielt vorab die folgenden Instruktionen zur Durchführung des Versuchs:

Versuchseinweisung für Marcel Gonska:

Die Versuche werden in Raum 372 auf der HIGH END durchgeführt. Darüber wird von den beteiligten Firmen im Ausstellungskatalog und von der STEREO in Ausgabe 5/99 berichtet. Zu den Versuchen:

Wir werden Handzettel ausgeben, auf denen die Uhrzeiten vermerkt sind, pro Tag werden 6 Vorführungen gemacht und zwar um:

11.00 Uhr
12.00 Uhr
13.00 Uhr
14.00 Uhr
15.00 Uhr
16.30 Uhr

Deine Aufgabe wird die Bedienung von zwei CD-Spielern Audionet ART und des Vorverstärkers Audionet PRE G2 liegen. Zu der Anlage selber brauchst Du definitiv keine Informationen zu geben, wirst Du gefragt, kannst Du höflich an Stefan Sehring, Thomas Gessler oder Hans Strassner verweisen.

In dem Hotelzimmer werden ca. 10 Stühle stehen, die maximale Teilnehmerzahl ist auf 10 zu begrenzen. Bei den Vorbereitungen hast Du unsere volle Unterstützung!

Wenn die Teilnehmer dann auf ihren Stühlen sitzen und die Spannung steigt, dann beginnt Deine Aufgabe:

Begrüßung der Anwesenden:

Herzlich willkommen im Ausstellungsraum der Firma Sehring Audiosysteme zu einem Klangversuch: Hören Sie den Unterschied?

Mein Name ist Marcel Gonska, ich spiele Ihnen in den nächsten zwanzig Minuten sechs musikalische Beispiele vor, zu denen Sie uns bitte Ihren ganz persönlichen Klangeindruck mitteilen.

Dazu bekommen Sie jetzt von mir einen Fragebogen.

Ich bitte Sie höflich, während des Versuches nicht zu sprechen und ebenso, nicht beim Nachbarn abzuschreiben – das Ganze soll Ihnen Spaß bringen!

Beispiel 1 läuft zunächst eine Minute, direkt danach hören Sie noch einmal den Anfang. Dann hören Sie das gleiche Musikstück noch einmal. Wenn es verklungen ist, machen Sie bitte das entsprechende Kreuz auf Ihrem Fragebogen.

---

[38] Der Versuchsleiter bei allen Durchführungen war Marcel Gonska, der als Auszubildender der Firma euphonia die ideale Besetzung war. Er hatte im Vorfeld unter Beweis gestellt, daß er die Geräte präzise nach schriftlicher Vorlage bedienen kann.

Dieser Vorgang läuft ohne Änderung sechs Mal hintereinander ab.

Dann bittest Du die Teilnehmer höflich, den Bogen weiter auszufüllen, bedankst Dich für Ihre Teilnahme, wenn Sie Lust haben können Sie bleiben und sich eine Musikvorführung von Stefan Sehring oder Olaf Sturm anhören.

Und ansonsten wünscht Du Ihnen noch viel Spaß auf der Messe!

Nach der Einübung dieses Schemas erhielt der Versuchsleiter vor dem ersten Versuch die Instruktion zur Bedienung der Elektronik. Die CD-Spieler waren vom Verfasser mit den Bezeichnungen „L" und „R" versehen worden.[39] Mit diesen Kennzeichnungen war der Ablaufplan versehen, den der Versuchsleiter akribisch befolgen sollte. Auch ihm war durch die maximalen Sicherheitsvorkehrungen mit den identischen Kabelabschirmungen nicht klar, wie ein klanglicher Unterschied generiert werden konnte. Somit waren die Bedingungen für einen Doppelblindversuch gegeben.

[39] Photos aus dem Versuchsaufbau befinden sich im Anhang.

4. Die Ergebnisse

4.1. Allgemeine empirische Daten

An dem Versuch haben sich in insgesamt zwölf Durchgängen, die wiederum aufgeteilt waren in einen A- und einen B-Versuch, 112 Personen beteiligt und die erste Seite des Fragebogens vollständig ausgefüllt. Die Rückseite zu den zum Teil persönlichen Fragen beantworteten 107 Personen vollständig. In der Versuchsreihe A wurde der klangliche Unterschied nur durch die Verwendung verschiedener Kleinsignalkabel verursacht. Im Vergleich wurden das „HMS C 01" und das „Gran Finale interconnect" genutzt. Mit dieser Wahl war der maximale technische Unterschied der beiden Verbindungen sichergestellt. In der Versuchsreihe B kam zusätzlich der veränderte Tonträger als Unterstützung des teureren Kabels zum Einsatz. Nach der Hypothese 2 müßte der Unterschied in der Wahrnehmung zugunsten des „Gran Finale interconnect" größer werden.

Zur persönlichen Struktur von 107 Versuchspersonen konnten folgende Werte ermittelt werden:

1.

Männer	**Frauen**
90 = 84%	17 = 16%

2.

Selbsteinschätzung[40]	**Vpn = Prozent**
High Ender	38 = 31%
Musikliebhaber	62 = 51%
HiFi Laien	19 = 16%
Keine Angabe	3 = 2%

3.

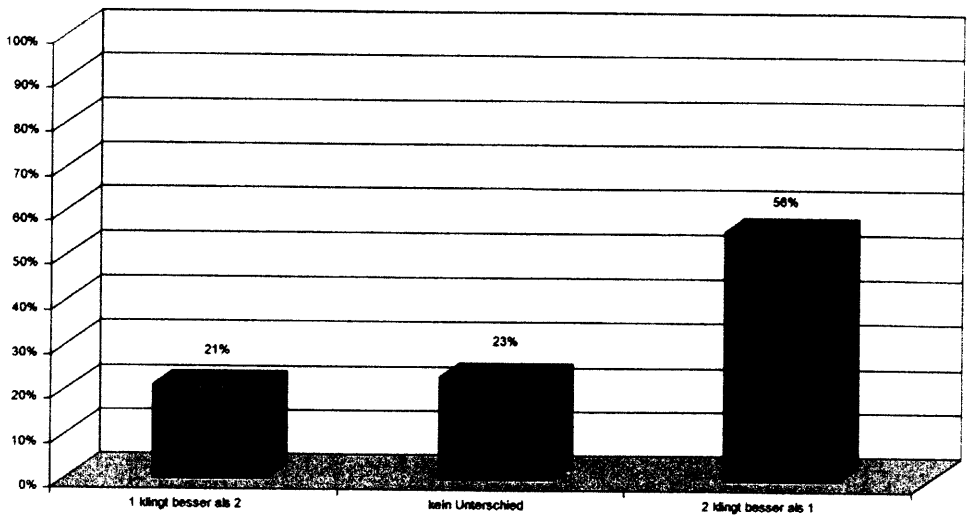
High-End-Hörerfahrung	**Vpn = Prozent**
Mehr als zehn Jahre	49 = 46%
Drei bis zehn Jahre	39 = 37%
Weniger als drei Jahre	18 = 17%

[40] Die statistische Abweichung der Anzahl ist durch die Möglichkeit von Mehrfachnennungen begründet.

4.2. Die Resultate des Versuchsdurchgangs A

Beispiel 1:

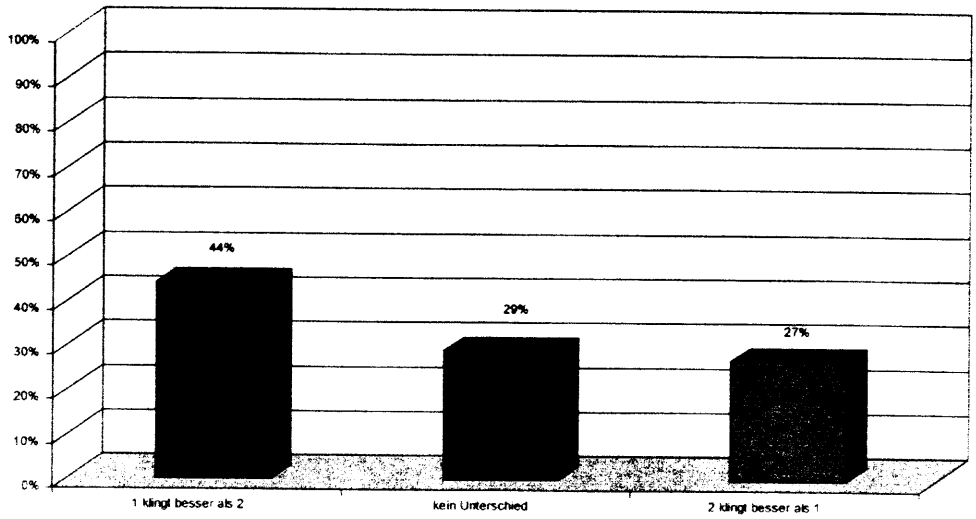
Beispiel A1: Allison Krauss „It doesn't matter"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 2:

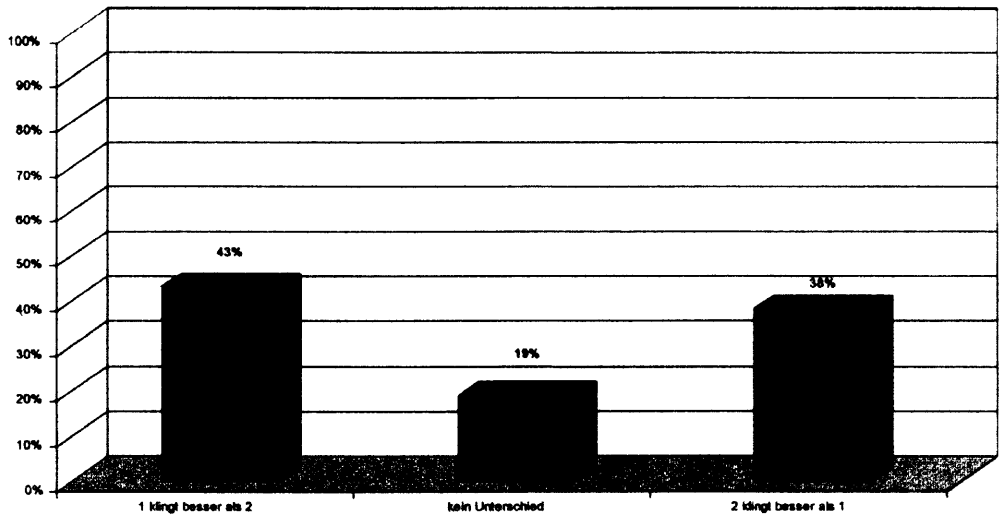
Beispiel A2: Radka Toneff „The moon is a harsh mistress"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 3:

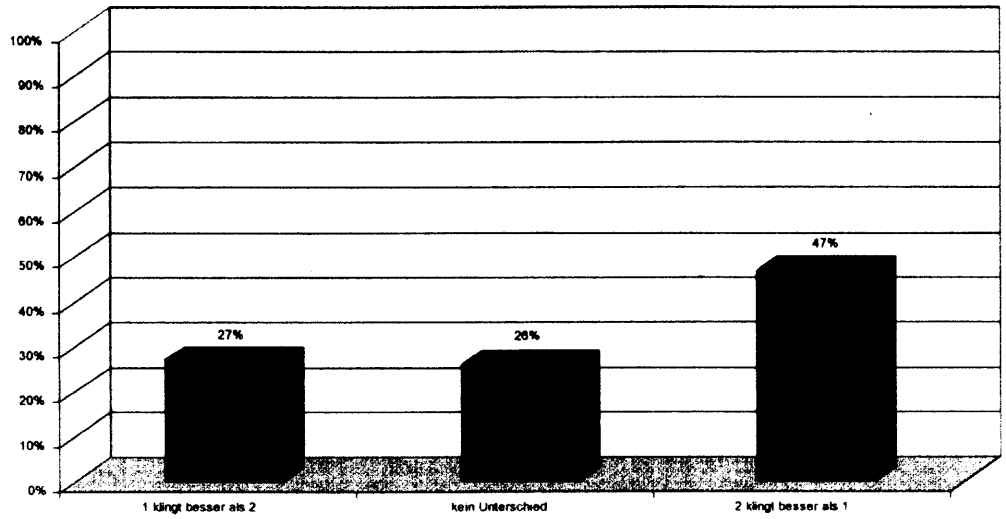
Beispiel A3: W. A. Mozart „Der Vogelfänger"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 4:

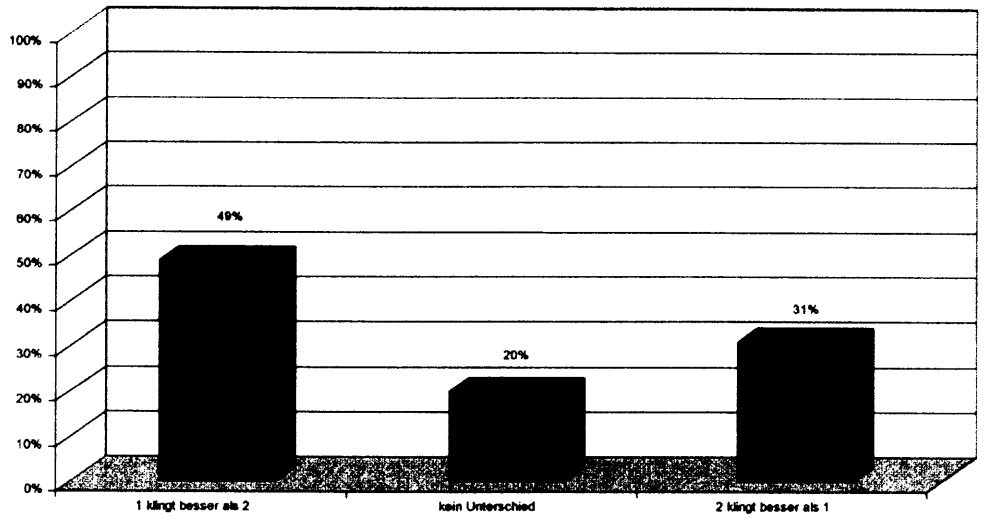
Beispiel A4: Georg Friedrich Händel „Feuerwerksmusik"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 5:

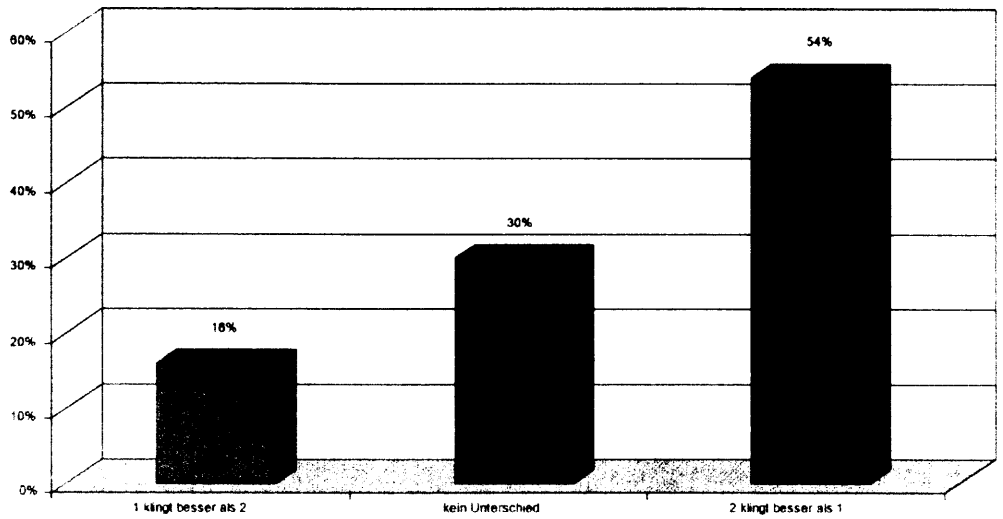
Beispiel A5: Sarah K. „Oh Well"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

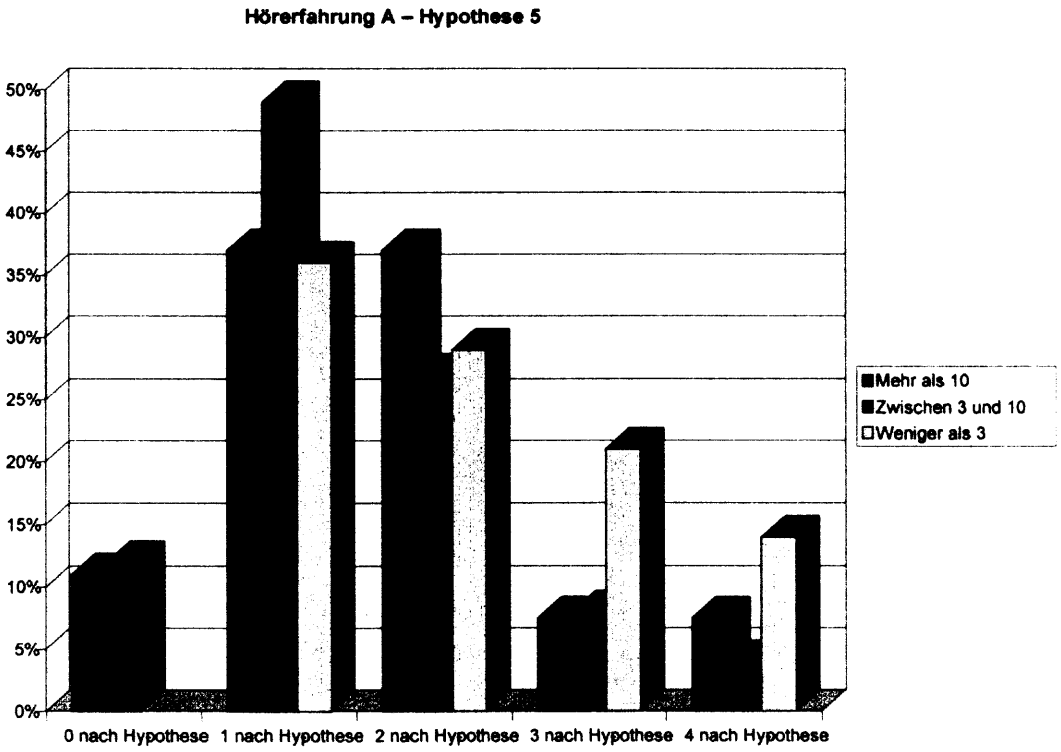
Beispiel 6:

Beispiel A6: Acoustic Alchemy „Reference Point"

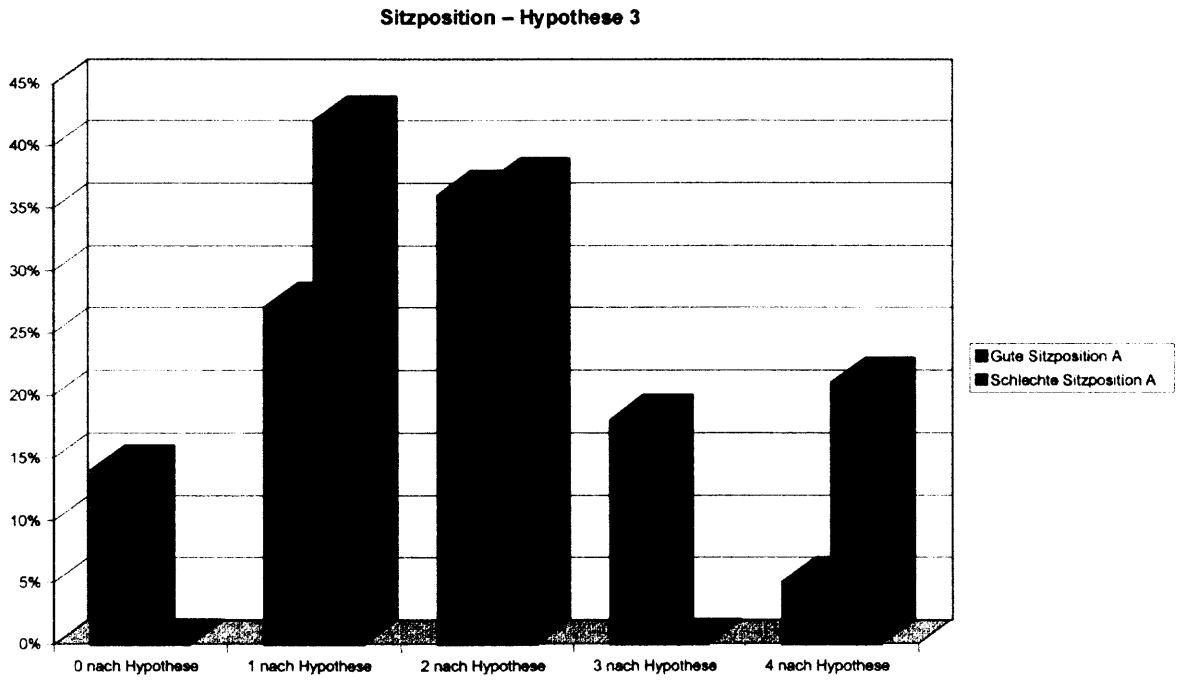


Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

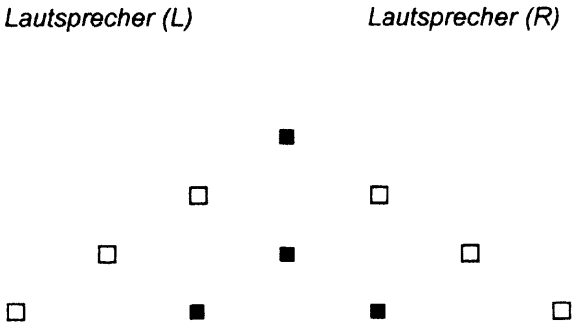
4.2.1. Abhängigkeit der Antwort von der Hörerfahrung



4.2.2. Abhängigkeit der Antwort vom Sitzplatz



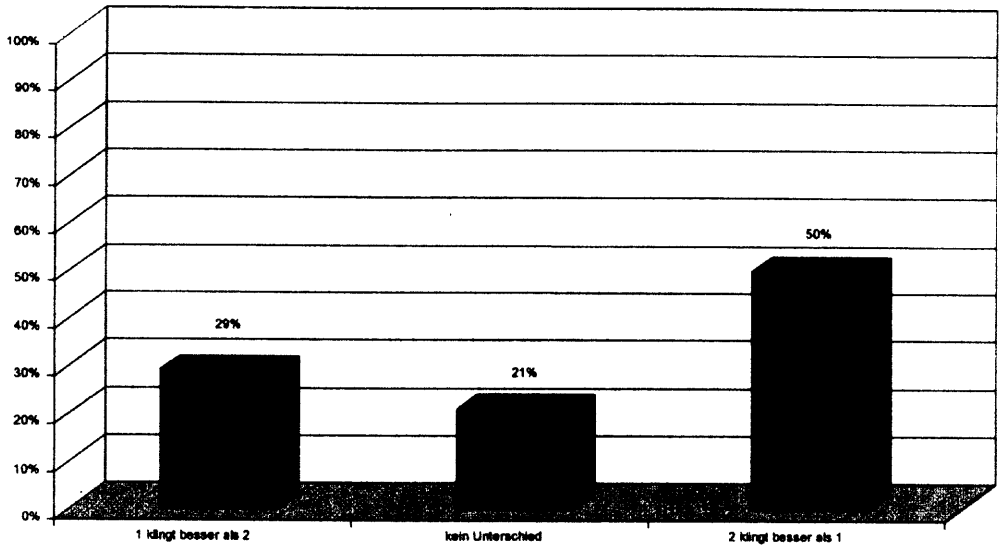
Gute Sitzpositionen sind rot markiert.



4.3. Die Resultate des Versuchsdurchgangs B

Beispiel 1:

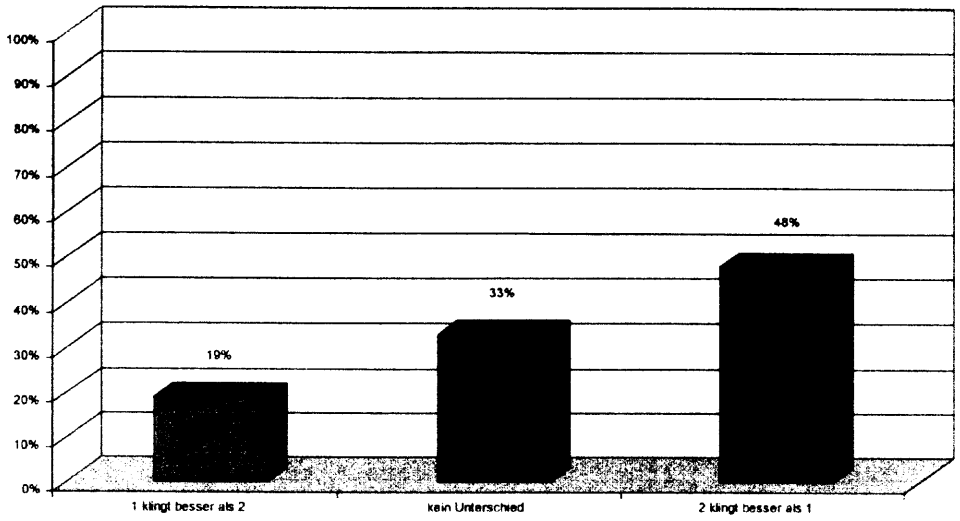
Beispiel B1: Allison Krauss „It doesn't matter"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 2:

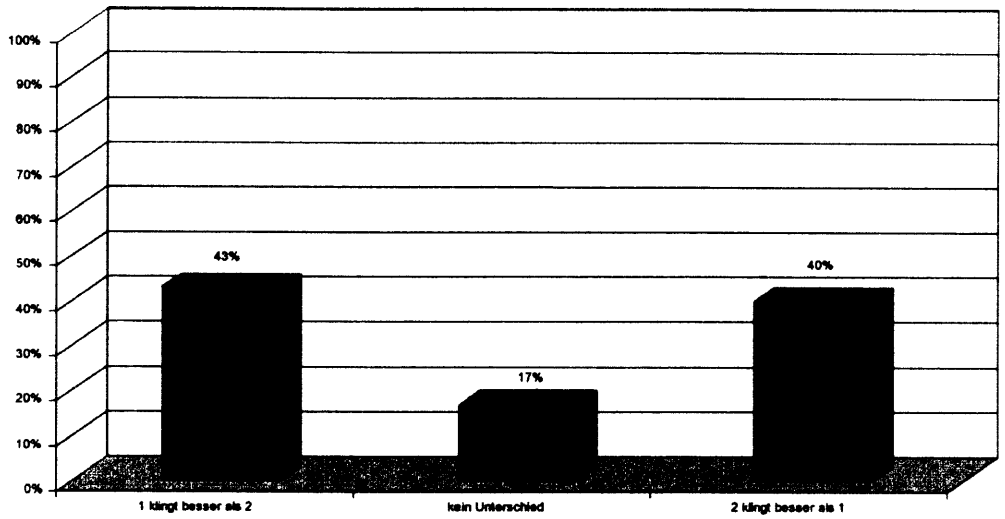
Beispiel B2: Radka Toneff „The moon is a harsh mistress"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 3:

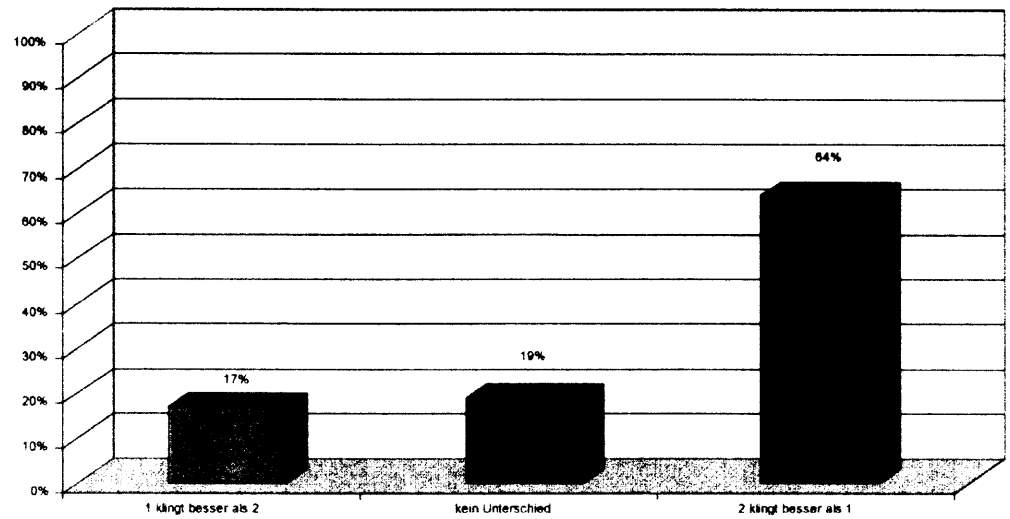
Beispiel B3: W. A. Mozart „Der Vogelfänger"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 4:

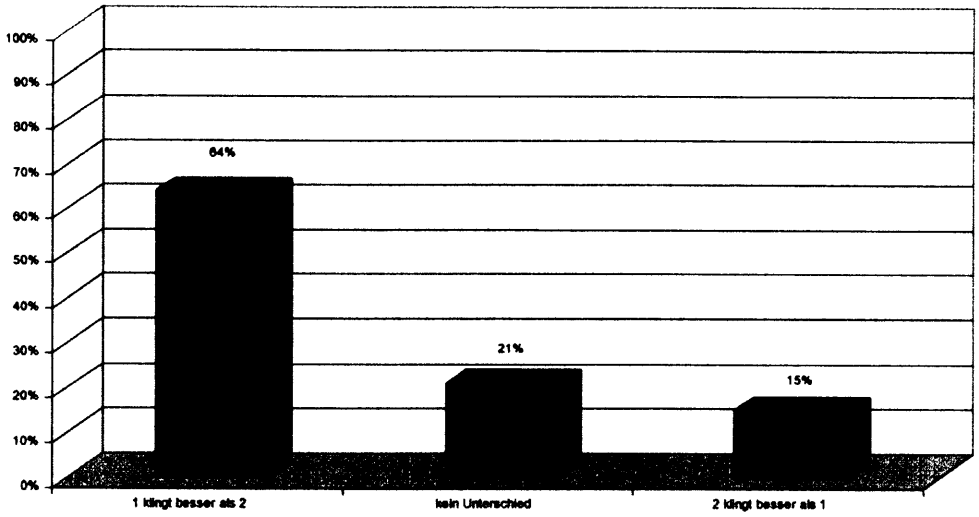
Beispiel B4: Georg Friedrich Händel „Feuerwerksmusik"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

Beispiel 5:

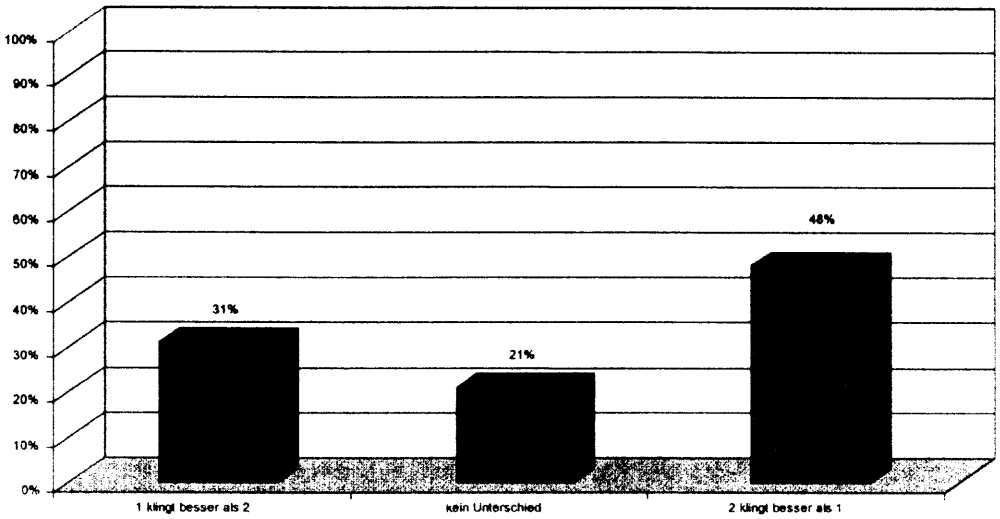
Beispiel B5: Sarah K. „Oh Well"



Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

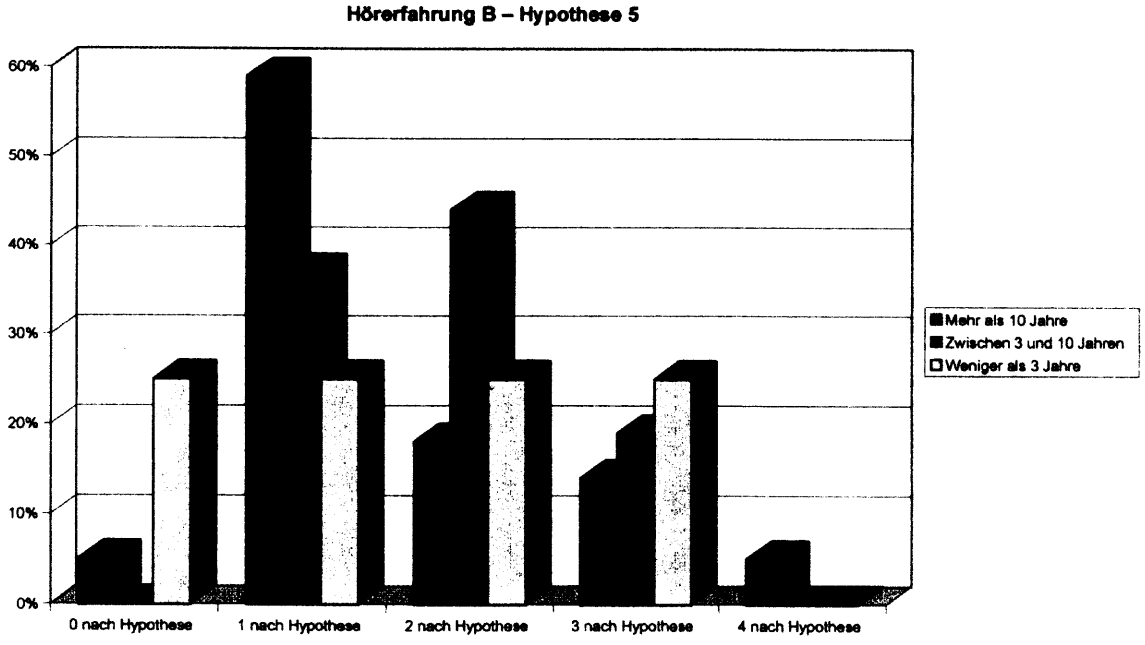
Beispiel 6:

Beispiel B6: Acoustic Alchemy „Reference Point"

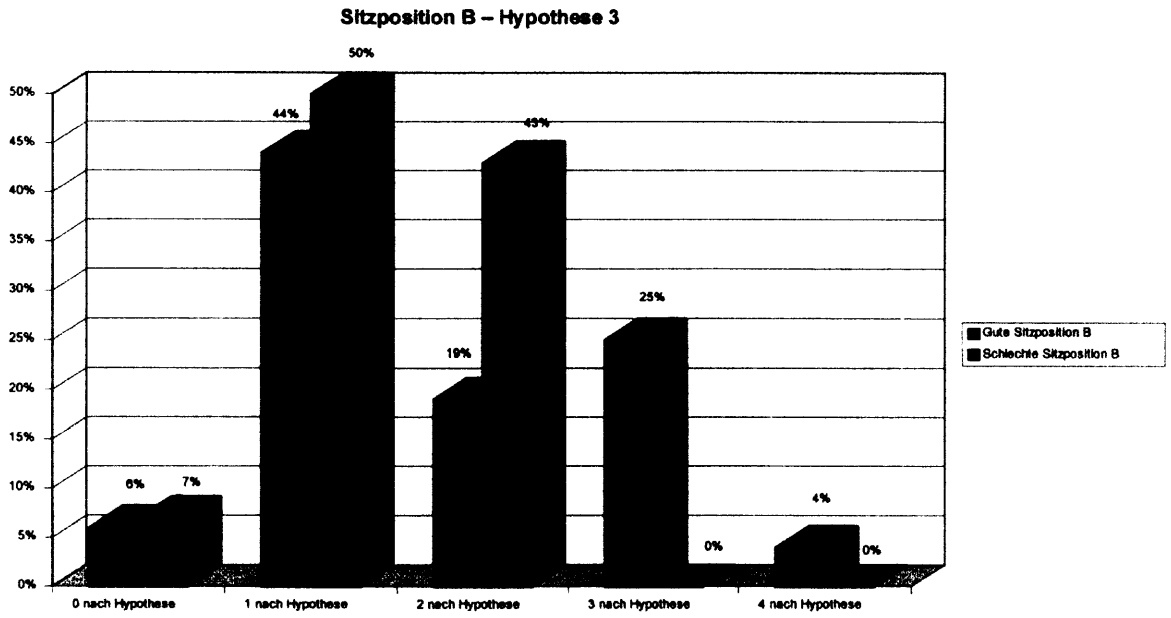


Die türkisfarbene Säule kennzeichnet die Hypothese 1.

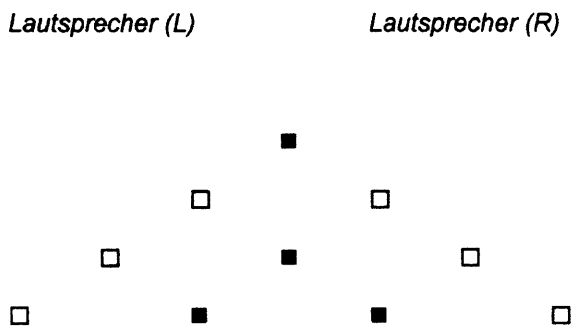
4.3.1. Abhängigkeit der Antwort von der Hörerfahrung



4.3.2. Abhängigkeit der Antwort vom Sitzplatz



Gute Sitzpositionen sind rot markiert.



4.4. Diskussion der Daten

4.4.1. Durchgang A

Beispiel 1: Allison Krauss „It doesn't matter"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
15 = 21%	16 = 23%	39 = 56%

Ein deutliche Mehrheit der Zuhörer hat das günstige, technisch schlechtere Kabel der hochpreisigen Alternative vorgezogen. Daß ein klanglicher Unterschied gehört wurde, steht in jedem Falle fest.

Beispiel 2: Radka Toneff „The moon is a harsh mistress"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
31 = 44%	20 = 29%	19 = 27%

Im Gegensatz zum ersten Fall ist der Unterschied zwischen den beiden Verbindungen geschrumpft, allerdings ist dem günstigeren „C 01" auch hier der Vorzug gegeben worden.

Beispiel 3: W. A. Mozart „Der Vogelfänger" aus „Die Zauberflöte"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
30 = 43%	13 = 19%	27 = 38%

In diesem Fall ist die Verbindung identisch geblieben, für die Validität des Versuchs ein wichtiger Punkt, denn die etwa gleich starke Verteilung tritt tatsächlich nur in diesem Beispiel auf.

Beispiel 4: Georg Friedrich Händel: Satz 1 aus „Feuerwerksmusik"

□ 1 klingt besser als 2	□ keinen Unterschied	□ 2 klingt besser als 1
19 = 27%	18 = 26%	33 = 47%

Hier haben die Hörer eindeutig das „Gran Finale interconnect" bevorzugt. Neben der charakteristischen Klangfarbe der Trompeten kommt als Erklärung für dieses Resultat nur der höhere tonale Informationsgehalt in Frage.

Beispiel 5: Sarah K. „Oh Well"

□ 1 klingt besser als 2	□ keinen Unterschied	□ 2 klingt besser als 1
34 = 49%	14 = 20%	22 = 31%

Diese Aufnahme ist unter starken klanglichen Aspekten der produzierenden Gebrüder Chesky entstanden. Offensichtlich hat die transparentere Durchzeichnung des Wiedergabebilds zu einer Präferierung des „Gran Finale interconnect" geführt. Vielleicht der entscheidende Hinweis auf die Vorgehensweise bei einem Qualitätsvergleich: Eine audiophile Aufnahme sollte eingesetzt werden.

Beispiel 6: Acoustic Alchemy „Reference Point"

□ 1 klingt besser als 2	□ keinen Unterschied	□ 2 klingt besser als 1
11 = 16%	21 = 30%	38 = 54%

Diese oft für Klangvergleiche genutzte Aufnahme zeigt einen deutlichen Vorsprung des günstigeren Leiters. Erstaunlich und völlig unerwartet bevorzugen über die Hälfte der Testteilnehmer das Klangbild des „C 01". Ein weiterer Beweis für die Falsifizierung von Hypothese 1.

4.4.2. Durchgang B

Für diesen Versuch sind die CD-Spieler getauscht worden, entsprechend war die Anleitung für den Versuchsleiter geändert. Um einen möglichen klanglichen Vorsprung des „Gran Finale interconnect" auszubauen, wurde der zugehörige CD-Spieler mit dem wiedergabeoptimierten Datenträger bestückt.

Beispiel 1: Allison Krauss „It doesn't matter"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
12 = 29%	9 = 21%	21= 50%

Im Gegensatz zu Durchgang A bevorzugten jetzt die Hälfte der Hörer das Klangbild gemäß der Hypothese 1. Bei linearer Entwicklung müßten sich folglich die Resultate entgegengesetzt ändern.

Beispiel 2: Radka Toneff „The moon is a harsh mistress"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
8 = 19%	14 = 33%	20 = 48%

Im zweiten Fall zeigt sich jedoch, daß die deutliche Mehrheit wieder das „C 01" bevorzugt. Auch die Zahl derjenigen, die gar keinen Unterschied wahrnimmt, ist gestiegen.

Beispiel 3: W. A. Mozart „Der Vogelfänger" aus „Die Zauberflöte"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
18 = 43%	7 = 17%	17 = 40%

Noch deutlicher als in Durchgang A sieht man die Verteilung zu etwa gleichen Hälften auf beide Beispiele. In diesem Fall wurde nacheinander dasselbe Kabel gespielt.

Beispiel 4: Georg Friedrich Händel: Satz 1 aus „Feuerwerksmusik"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
7 = 17%	8 = 19%	27 = 64%

Im ersten Durchgang war das „Gran Finale interconnect" präferiert worden. Trotz besserer Voraussetzungen fällt im zweiten Durchgang das Urteil des Publikums mit dem höchsten prozentualen Anteil für das „C 01" aus. Eine plausible Erklärung gibt es hierfür nicht.

Beispiel 5: Sarah K. „Oh Well"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
27 = 64%	9 = 21%	6 = 15%

Das gleiche Ergebnis findet sich bei diesem Titel, war in Durchgang 1 mit unbehandelter CD noch ein Vorsprung für die technisch aufwendigere Version das Resultat, kehrt es hier drastisch um. Intensive Prüfungen der Versuchs- Anordnung und Durchführung belegen, daß diese Ergebnis korrekt ist.

Beispiel 6: Acoustic Alchemy „Reference Point"

_ 1 klingt besser als 2	_ keinen Unterschied	_ 2 klingt besser als 1
13 = 31%	9 = 21%	20 = 48%

Hier befanden die Zuhörer in der Mehrheit die Kombination aus speziell behandelter CD und hochwertigem Kabel als besser klingend. Dies ist das Gegenteil des Ergebnisses aus Durchgang A.

5. Überprüfen der Hypothesen

1. *Die Verwendung eines um den Faktor 20 im Anschaffungspreis höher liegenden und technisch höherwertigen NF-Kabels lohnt sich, weil das klangliche Resultat in einem Doppelblindtest als besser eingeschätzt wird.*

Diese Hypothese ist in drei von fünf möglichen Fällen falsifiziert worden. Es hat sich gezeigt, daß ein Unterschied der Hypothese entsprechend auftritt, wenn unter audiophilen Gesichtspunkten produzierte Titel eingesetzt werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß der Kunde sich für die technisch hochwertigere Verbindung entscheidet, ist dann am größten.

2. *In jedem Fall werden die Zuhörer einen Unterschied hören, unabhängig davon, welche der demonstrierten Versionen sie bevorzugen.*

Diese Hypothese ist ohne Ausnahme verifiziert. Einen Unterschied im Sinne einer klanglichen Veränderung kann durch die Verwendung verschiedener Kabel in jedem Fall generiert werden. Allerdings wird die Differenz nur bemerkt – eine eindeutige Zuordnung über die Klangqualität ist anscheinend nicht möglich.

3. *Je genauer der Zuhörer im Stereo-Dreieck plaziert ist, um so exakter hört er die klanglichen Unterschiede – formuliert nach nach Hypothese 1 – heraus.*

Die Auswertung der Ergebnisse in bezug auf die Sitzposition mit Blick auf die der Hypothese 1 entsprechenden Ergebnisanalyse zeigt, daß sich klangliche Unterschiede deutlicher ergeben, wenn man mit den Ohren nicht in der optimalen Stereo-Hörzone sitzt. Ein Umstand, der bisherige und plausible Vermutungen ad absurdum führt.

4. *Frauen hören diese tonalen Differenzen besser als Männer.*

Diese Hypothese konnte nicht verifiziert werden. Die Resultate der weiblichen Teilnehmer weisen die gleiche Streuung auf wie die der männlichen Teilnehmer.

5. *Je größer die Hörerfahrung ist, um so mehr entscheidet sich der Hörer für die teurere Variante.*

Diese Hypothese wurde mit dem Experiment ebenfalls falsifiziert. Es gibt keine offensichtliche Abhängigkeit der Ergebnisse von der Hörerfahrung. Im Gegenteil erreichten vier Teilnehmer mit weniger als drei Jahren Erfahrung mit vier der Hypothese entsprechenden Antworten das beste Ergebnis.

6. *Eine spezielle, in mehreren Schritten bearbeitete CD verhilft dem technisch höherwertigen Kabel zu einem noch größeren prozentualen Vorsprung.*

Diese Hypothese ist deutlich falsizifiert. Nicht nur ist mit der getunten CD der Abstand zu der günstigeren Version nicht größer geworden, sondern zudem wurden Spitzenwerte bei den Versuchspersonen erreicht, die diese Klangvariante als deutlich schlechter empfanden. Dies legt den Schluß nahe, daß von klangverändernden Maßnahmen auf diesem Wege abgesehen werden kann. Die Wahrscheinlichkeit der Ablehnung durch den Hörer liegt sehr hoch.

6. Zusammenfassung

Wichtigste Erkenntnis aus dem hier durchgeführten Versuch ist, daß es klangliche Unterschiede zwischen Kleinsignalkabeln gibt. Allerdings gibt es keinen einzigen Anhaltspunkt dafür, daß eine technisch aufwendigere Leitung gleichgesetzt werden kann mit einem besseren Klangresultat. Eindeutig widerlegt ist damit die These, daß die Klangqualität proportional zu den Kosten steigt. Keine der gewählten Zusatzkriterien wie Hörerfahrung, Selbsteinschätzung oder Geschlecht lassen hier einen Rückschluß zu. Die Ergebnisse dieses Versuches zeigen, daß zur Demonstration klanglicher Unterschiede spezielle Aufnahmen verwendet werden sollten. Insbesondere dann, wenn die Intention besteht, eine höherwertigere Kleinsignalverbindung als die Informationsreichere anzubieten. Im Normalfall ist davon auszugehen, daß bei der Fülle des Angebots an hochwertigen Zubehörteilen die anfangs erwähnte Regel beachtet werden sollte, die besagt, daß der Wert des gesamten Zubehörs etwa zehn Prozent des Gesamtpreises einer HiFi-Anlage ausmachen soll. Wichtigstes Marketing-Kriterium zum Vorführen klanglicher Unterschiede bei NF-Kabeln bleibt aber die Führung durch den Verkäufer. Was er verbal ankündigt, wird von den Hörern in den meisten Situationen exakt nachvollzogen.

7. Literaturverzeichnis

Birnbaum, M. H. (1982): Controversies in psychological measurements, in: Social attitudes and psychological measurement, hrsg. v. Wegener, B., Hills Dale: Erlbaum, S. 401-485.

Brockmann, C. (2000): Vier kleine Vollverstärker, in: image hifi 2/2000, S. 60-73.

Campenhausen, C. v. (1993): Die Sinne des Menschen, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, New York: Thieme.

Claus, G., **Ebner**, H. (1989): Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner, 6. unveränderte Auflage, Thun, Frankfurt a. M.: Harry Deutsch.

Engelhard, T. (1990): Partnerschaftssysteme mit dem Fachhandel als Konzept des vertikalen Marketing. Bd. 7 der FAH-Schriftenreihe „Marketing-Management", Stuttgart.

Gescheider, G. A. (1988): Psychophysical scaling, in: Annual Review of Psychology, Vol. 39, S. 169-200.

Hager, W., **Spies**, K. (1991): Versuchsdurchführung und Versuchsbericht – Ein Leitfaden, Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.

Hager, W., **Spies**, K., **Heise**, E. (2001): Versuchsdurchführung und Versuchsbericht – Ein Leitfaden, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.

Hajos, A. (1972): Wahrnehmungspsychologie: Psychophysik und Wahrnehmungsforschung, Stuttgart: Kohlhammer.

Huber, O. (1995): Das psychologische Experiment: Eine Einführung, 2. Auflage, Bern, Göttingem, Toroto, Seattle: Huber.

Katz, D. (1969): Gestaltpsychologie, 4. Auflage, Basel: Schwabe & Co.

SIXTL, F. (1982): Meßmethoden der Psychologie, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Weinheim: Belz.

ZACHARIAS, C. (2000): Gründungs- und Wachstumschancen in der HiFi-, High-End-Branche – Vor- und Nachteile strategischer Allianzen in einem Nischenmarkt, hrsg. v. ZACHARIAS, C. & BIEK, Michael, Lohmar, Köln: Eul.