

Bachelorarbeit

im Studiengang Audiovisuelle Medien

vorgelegt von

Kim Kristin Schucker

Matrikel Nr. 17643

an der Hochschule der Medien, Stuttgart

am 17. August 2009

Prüfer:

Prof. Oliver Curdt

Dipl. Ing. Helmut Wittek

**EINFLUSS DER OPTISCHEN
MIKROFONEIGENSCHAFTEN AUF DIE
KLANGLICHE BEURTEILUNG**
Untersuchung am Beispiel Farbe

I Die Idee

Unser alltägliches Leben ist ständig von Farbe beeinflusst: von der Gestaltung der Lebensmittelverpackungen über Webdesign bis hin zu Verkehrsschildern – immer wird Farbe psychologisch wirksam eingesetzt.

Auch die Psychoakustik ist ein nicht zu vernachlässigender Bereich. So wurde in mehreren Versuchen bereits nachgewiesen, dass sich Farbe auf die Wahrnehmung von Lautstärke auswirkt.

Die vorliegende Arbeit stellt sich nun deshalb die Frage, ob und wie sehr sich die Farbgebung von Mikrofonen auf die klangliche Beurteilung auswirkt. Hierzu soll dieses Thema zunächst theoretisch beleuchtet und anschließend durch einen Hörversuch belegt werden.

II Erklärung

Hiermit versichere ich, meine Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel zur Bearbeitung herangezogen zu haben.

Ort, Datum

Kim Kristin Schucker

III Danksagungen

Diese Arbeit konnte nur mit der Unterstützung von mehreren Seiten realisiert werden, weshalb ich mich hier herzlich bedanken möchte.

- Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Oliver Curdt und Herrn Dipl. Ing. Helmut Wittek für den Vorschlag zu dieser Arbeit und die intensive Betreuung. Ihr Wissen und ihre Erfahrung halfen mir stets das Thema weiter zu entwickeln.
- Ein weiterer Dank gilt Herrn Rainer Wirbatz der Schoeps GmbH für seine Hilfsbereitschaft, sein Engagement und die Realisierung der farbigen Mikrofone.
- Desweiteren danke ich Dipl. Ing. Jörg Bauer für die Bereitstellung der Studioräume trotz zeitlicher Engpässe.
- Ich danke allen Teilnehmern meines Hörversuchs – ohne sie wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.
- Besonderer Dank gilt hier vor allem Fabian Häußler für das geduldige Testen der Vorversuche, seine unersetzliche Hilfe und die außerordentlich gute Gesellschaft im Tonstudio.
- Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Patrick Horlacher für die guten gestalterischen Tipps, die Hilfe beim Layout und die gute Laune, die er stets verbreitete.
- Der größte Dank gilt meinen Eltern, die mich immer bei allem unterstützen, was ich mir vornehme und jederzeit für mich da sind, und an meinen Freund Moritz Glasbrenner, der mir stets die nötige Kraft und die Motivation gab für die Ausführung dieser Arbeit.

IV Inhaltsverzeichnis

I	Die Idee	2
II	Erklärung	3
III	Danksagungen	4
IV	Inhaltsverzeichnis	5
V	Abkürzungen und Glossar	8
1	Einleitung	9
2	Grundlagen Mikrofone	10
2.1	Empfängerprinzipien	10
2.1.1	Druckempfänger	10
2.1.2	Druckgradientenempfänger mit Nierencharakteristik	12
2.1.3	Druckgradientenempfänger mit Achtercharakteristik	13
2.2	Wandlerprinzipien	13
2.2.1	Kondensatormikrofone	14
2.2.2	Tauchspulenmikrofone	14
3	Spezifikationen von Mikrofonen	16
3.1	Die Richtcharakteristik	16
3.2	Der Frequenzgang	17
3.3	Das Bündelungsmaß	17
3.4	Der Übertragungsbereich	18
3.5	Der Übertragungsfaktor	18
3.6	Der Grenzschalldruckpegel	18
3.7	Die Nennimpedanz	18
3.8	Der Ersatzgeräuschpegel	19
4	Psychoakustik und der Einfluss von Farbe	20
4.1	Beschreibung des Farbempfindens	20

4.2	Einfluss der Farbe auf die Lautheit von Sportwagen	20
5	Vorbereitung des Hörversuchs.....	22
5.1	Der erste Vorversuch	22
5.2	Das Mikrofon.....	24
5.2.1	Technische Daten der MK4-Kapsel	25
5.3	Die Aufnahme des Versuchsmaterials	26
5.4	Die Bearbeitung des aufgenommenen Materials.....	27
5.5	Der zweite Vorversuch.....	29
6	Die Farben	30
6.1	Auswahl der Farben	30
6.2	Farbpsychologie der Testfarben	32
6.2.1	Schwarz	32
6.2.2	Weiß	32
6.2.3	Grau.....	33
6.2.4	Rot	34
6.2.5	Blau	34
6.2.6	Grün	35
6.2.7	Braun.....	35
7	Der Paarvergleich.....	37
7.1	Methodik.....	37
8	Der Hörversuch	39
8.1	Der Versuchsaufbau.....	39
8.2	Die Versuchspersonen	40
8.3	Die Durchführung.....	42
8.3.1	Durchführung in Stuttgarter Studios	43
8.3.2	Durchführung durch die Versuchsteilnehmer	43
9	Auswertung des Versuchs	45

IV Inhaltsverzeichnis

9.1	Auswertung über die Paarvergleichsmethodik.....	45
9.2	Erwartungen.....	47
9.3	Ergebnisse	48
9.3.1	Reaktionen auf die lackierten Mikrofone	48
9.3.2	Die Auswertung der unveränderten Vergleiche	49
9.3.3	Die Auswertung der veränderten Vergleiche	54
9.3.4	Das Gesamtergebnis	60
9.3.5	Auswertung Oberfläche	62
9.3.6	Auswertung Beeinflussung Probanden.....	63
10	Fazit	64
VI	Begleitende CD	65
VII	Verzeichnis verwendeter Literatur.....	66
VIII	Abbildungsverzeichnis.....	67
IX	Anhang.....	71

V Abkürzungen und Glossar

AM	Studiengang Audiovisuelle Medien
CCIR	Comité Consultatif International des Radiocommunications (<i>Internationaler beratender Ausschuss für den Funkdienst</i>)
dB	Dezibel
Dummy	ein nicht funktionsfähiger Nachbau
HdM	Hochschule der Medien
Sample	der Ausschnitt einer Aufnahme
TU	Technische Universität
VDT	Verband deutscher Tonmeister

1 Einleitung

Farbe ist allgegenwärtig. Doch wird sie mittlerweile psychologisch wirksam in vielen Bereichen, wie z.B. Werbung und Webdesign, eingesetzt. Auch die Lautheitsempfindung des Menschen lässt sich durch Farbe beeinflussen. Hat also die Farbe eines Mikrofons ebenfalls Einfluss auf dessen klangliche Beurteilung? Und wie stark ist dieser Einfluss? Wird ein Mikrofon durch die Farbwahl besser oder gar schlechter beurteilt?

Mit dieser Fragestellung wollte ich mich in Zusammenarbeit mit der Schoeps GmbH auseinandersetzen. Hierzu musste zunächst geklärt werden, ob sich der vermutete Zusammenhang überhaupt bestätigt. Um dies zu erreichen, wurden mit ausgewählten Personen, die bereits Erfahrung im Bereich Tontechnik hatten, zwei Vorversuche durchgeführt. Da sich bereits im ersten Versuch interessante Ergebnisse zeigten, wurde an der Idee festgehalten.

Deshalb setzte ich mich zunächst theoretisch mit dem Thema Farbe und Psychoakustik auseinander, um Grundlagen für den geplanten Hörversuch zu sammeln. Nach Sprachaufnahmen und der Lackierung der Versuchsmikrofone fand dieser in verschiedenen Formen statt.

Die anschließende Auswertung der Versuchsergebnisse zeigt dann, in wie weit sich die Vermutungen über den Einfluss von Farbe bestätigen.

2 Grundlagen Mikrofone

Mikrofone wandeln Schallschwingungen in elektrische Signale um. Diese Umwandlung erfolgt in zwei Stufen. Zuerst wird die akustische Energie in mechanische Energie gewandelt, denn die Schalldruckschwankungen der Luft regen die Mikrofonmembranen zu erzwungenen Schwingungen an. Wie dies passiert, ist durch die Bauweise der Mikrofonkapsel und somit vom *Empfängerprinzip* vorgegeben. Bei der Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische Energie spricht man vom *Wandlerprinzip*. Dieses beschreibt, wie die Membranbewegungen in elektrische Signale umgewandelt werden.

Im Folgenden sollen deshalb die wichtigsten Empfänger- und Wandlerprinzipien kurz vorgestellt werden.

2.1 Empfängerprinzipien

Das Empfängerprinzip eines Mikrofons wird von der Konstruktion der Mikrofonkapsel und der Art des Einbaus der Membran bestimmt. Das Empfängerprinzip bedingt die Richtcharakteristik und bestimmt den Frequenzgang mit.

Man unterscheidet die Empfängerprinzipien und damit die Mikrofone nach der Schallfeldgröße, die die Membran antreibt: beim Druckempfänger wirkt der Schalldruck, wohingegen beim Druckgradientenempfänger die Druckdifferenz wirkt.

2.1.1 Druckempfänger

Beim Druckempfänger ist nur die Vorderseite der Membran dem Schallfeld ausgesetzt. So spricht die Membran auf alle an ihrer Oberfläche auftretenden Schalldruckschwankungen an, gleichgültig, in welcher Richtung sich die Schallwellen ausbreiten. Druckempfänger besitzen daher keine Richtwirkung und haben eine sogenannte Kugelcharakteristik¹.

Der entscheidende Punkt bei dieser Kapselkonstruktion ist, dass die Membran die Kapsel luftdicht abschließt. Lediglich eine sehr dünne Bohrung (Kapillare) verbindet den Kapselinnenraum mit der Atmosphäre. Diese ermöglicht eine Druckanpassung, so dass im Inneren der Kapsel stets der gleiche atmosphärische Luftdruck herrscht wie außerhalb. Wäre dies nicht der Fall, würde die Membran auch durch Hoch- oder Tiefdruckgebiete ausgelenkt.

¹ Vgl. Ederhof (2006), S. 34

2 Grundlagen Mikrofone

Durch eine ständige Membranauslenkung würde das Mikrofon ein überlagertes Störsignal abgeben, das wiederum die Dynamik des Mikrofons herabsetzen würde.

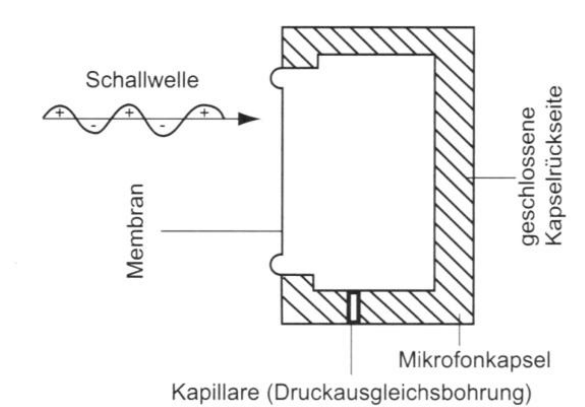


Abbildung 1 Aufbauprinzip eines Druckempfängers

Zu höheren Frequenzen hin bekommt der Druckempfänger jedoch eine zunehmende Richtwirkung, da sich die hochfrequenten Schallwellen nicht um die Kapsel herum beugen, sondern von der Kapselrückwand reflektiert werden. Dieser Effekt setzt ein, wenn die Schallwellenlänge wesentlich kleiner wird als die Ausdehnung der Mikrofonkapsel, d.h. je kleiner die Mikrofonkapsel ist, desto geringer fällt die Richtwirkung des Druckempfängers bei hohen Frequenzen aus.

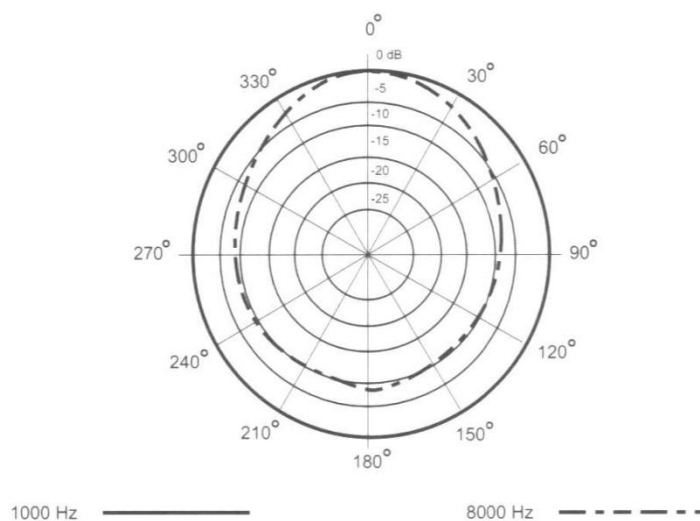


Abbildung 2 Polardiagramm eines Druckempfängers

2.1.2 Druckgradientenempfänger mit Nierencharakteristik

Der Kapselaufbau eines Druckgradientenempfängers unterscheidet sich dadurch vom Druckempfänger, dass nicht nur die Vorderseite, sondern auch die Rückseite der Membran dem Schallfeld ausgesetzt ist. Durch seitliche Schalleinlässe beugt sich der Schall in die Kapsel des Druckgradientenempfängers hinein, wodurch der Schallwechseldruck auch auf der Rückseite der Membran aktiv wird. Durch den Druckunterschied zwischen Vorder- und Rückseite – dem sogenannten Druckgradienten – wird die Membran ausgelenkt, da der Schall vor der Membran mit einer anderen Phase anliegt als der Schall hinter der Membran².

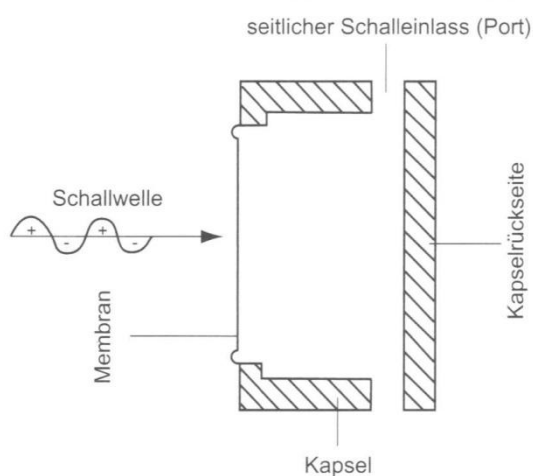


Abbildung 3 Prinzip eines Druckgradientenempfängers

Diese unterschiedliche Phase resultiert aus dem zusätzlichen Weg, den die Schallwelle bis zur Rückseite der Membran zurücklegt. Die Länge dieses „Umweges“ wird vom Hersteller speziell ausgelegt und meistens durch schallverzögernde Bauteile ergänzt. Dieses sogenannte Laufzeitglied führt dazu, dass die Schallwelle mit unterschiedlichen Phasenlagen vor und hinter der Membran anliegt.

Bei der Beschallung aus unterschiedlichen Einfallsrichtungen ergeben sich durch die unterschiedlichen Wege des Schalls und die daraus resultierende unterschiedliche Phase Auslöschungen (Schall von 180°) und Dämpfungen (Schall von 90° und 270°), wodurch sich eine Nierencharakteristik ergibt.

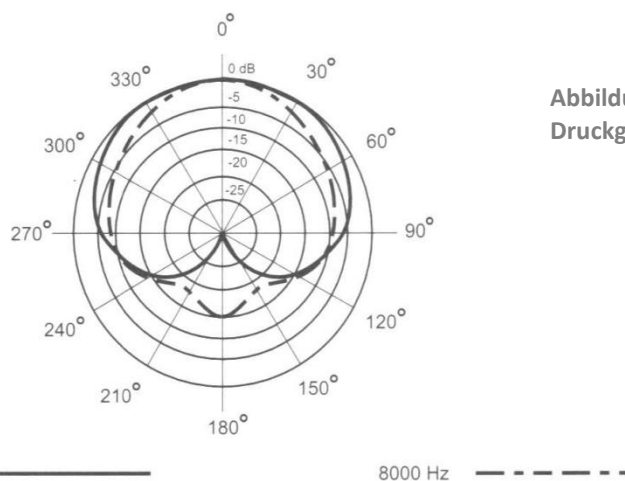


Abbildung 4 Polardiagramm eines Druckgradientenempfängers

² Vgl. Andreas Ederhof (2006), S. 40

Durch die gezielte Konstruktion der akustischen Laufzeitglieder lassen sich andere Richtcharakteristiken, wie Super-, Hyper- oder offene Niere, erzielen.

2.1.3 Druckgradientenempfänger mit Achtercharakteristik

Ein anderer Druckgradientenempfänger hat eine völlig offene Kapselkonstruktion, wodurch dem Schall auf beiden Seiten der Membran freier Zugang gewährt wird. Der Schall kann sowohl die Vorder- als auch die Rückseite der Membran ungehindert erreichen und auslenken³.

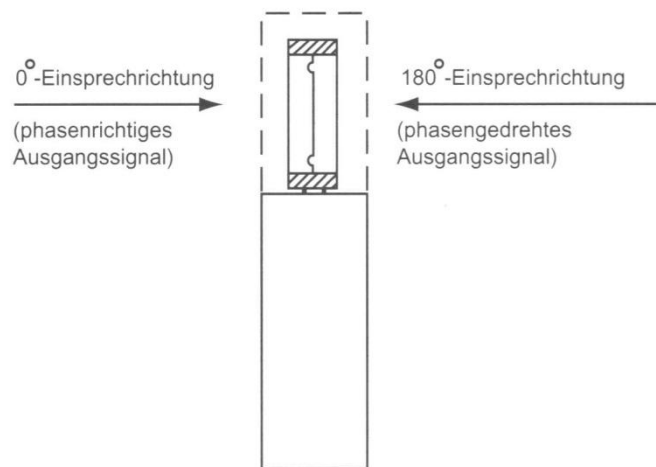


Abbildung 5 Aufbauprinzip eines offenen Druckgradientenempfängers

Durch diesen Aufbau ist der offene Druckgradientenempfänger für die beiden Haupteinsprechrichtungen (0° und 180°) gleich empfindlich. Dagegen ergibt sich für seitlich einfallenden Schall (90° und 270°) eine Auslöschung, wodurch man die typische Achtercharakteristik erhält.

2.2 Wandlerprinzipien

Das Wandlerprinzip eines Mikrofons beschreibt, wie die Membranschwingungen in elektrische Signale gewandelt werden. Durch den Wandlertyp wird das jeweilige Einsatzgebiet des Mikrofons in gewissem Umfang festgelegt. Hier sollen die beiden am weitesten verbreiteten Wandlerprinzipien vorgestellt werden.

³ Vgl. Andreas Ederhof (2006), S. 45

2.2.1 Kondensatormikrofone

Das Wandlerelement eines Kondensatormikrofons ist ein Plattenkondensator, dessen Platten durch einen dünnen Luftspalt voneinander elektrisch isoliert sind. Der Kondensator wird mit einer Polarisierungsspannung elektrostatisch aufgeladen, weshalb Kondensatormikrofone auch als *elektrostatische Mikrofone* bezeichnet werden. Der Kondensator besteht aus der beweglich aufgehängten Membran und der fest in der Kapsel verankerten Gegenelektrode⁴.

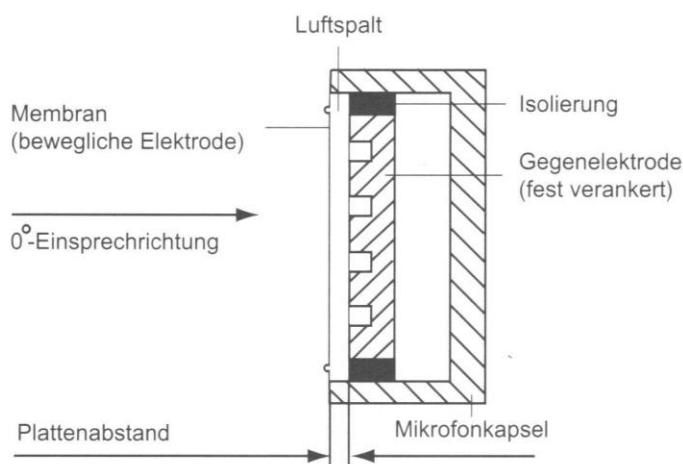


Abbildung 6 Aufbau eines elektrostatischen Mikrofons

Schallwellen, die auf die Membran treffen, versetzen diese in Schwingung und erzeugen somit eine Veränderung des Plattenabstands zwischen den beiden Kondensatorplatten. Verändert sich der Plattenabstand, ändert sich proportional dazu die Kapazität des Kondensators.

Da die Kondensatorplatten mit einer festen Vorspannung versehen sind, führt die Kapazitätsänderung zu einer entsprechenden Spannungsänderung.

Bedingt durch das sehr geringe Membrangewicht können Kondensatormikrofone hochfrequente und impulshafte Schallereignisse weitaus genauer in Spannungsimpulse umwandeln als Tauchspulenmikrofone. Kondensatormikrofone lassen sich daher einsetzen, um eine möglichst naturgetreue Abbildung des Originalklangs zu erhalten. Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist der sehr ebene Frequenzgang, der bei ihnen erzielt werden kann. Allerdings sind sie durch das sehr geringe Membrangewicht sehr windempfindlich und haben Probleme, sehr hohe Schalldruckpegel verzerrungsfrei umzuwandeln.

2.2.2 Tauchspulenmikrofone

Tauchspulenmikrofone werden auch *dynamische Mikrofone* genannt. Sie arbeiten nach dem Induktionsprinzip, wobei die Bewegung einer Spule in einem Magnetfeld in elektrische Spannung umgesetzt wird⁵.

⁴ Vgl. Andreas Ederhof (2006), S. 62

⁵ Vgl. Andreas Ederhof (2006), S. 51

2 Grundlagen Mikrofone

An der Membran des dynamischen Mikrofons ist eine Spule aus Kupferdraht angebracht. Wird die Membran vom Schallwechseldruck in Schwingung versetzt, führt die Spule dieselben Bewegungen aus wie die Membran. Die Schwingspule bewegt sich im Magnetfeld eines Permanentmagneten, der mit dem Kapselgehäuse fest verbunden ist. Dadurch wird am Ausgang der Spule eine Wechselspannung erzeugt, die der Spulenbewegung und somit dem Schallwechseldruck proportional ist.

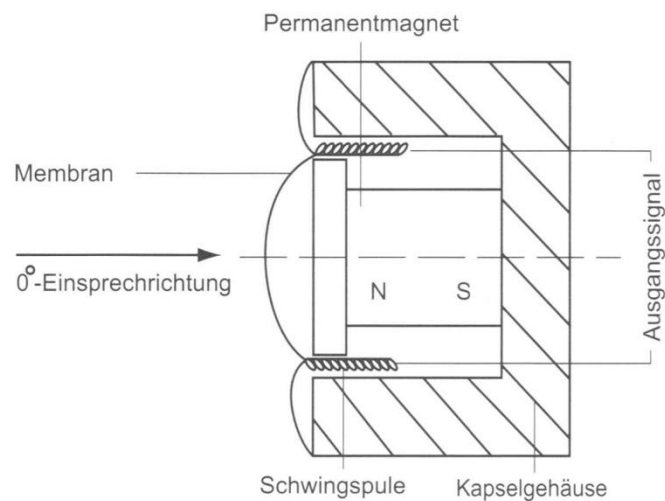


Abbildung 7 Schnitt durch ein Tauchspulenmikrofon

Ein Vorteil dieser Kapselbauweise ist ihre Robustheit. Zudem können Tauchspulenmikrofone mit einem wesentlich höheren Schalldruck belastet werden als die anderen Wandlerprinzipien. Durch die Spule ist allerdings das Membrangewicht relativ hoch, wodurch die Impulsübertragung wesentlich schlechter ist als bei Kondensatormikrofonen.

3 Spezifikationen von Mikrofonen

Bei der objektiven Beurteilung und dem Vergleich von Mikrofonen helfen die Datenblätter der Hersteller. Zu den Angaben auf diesen Datenblättern muss folgendes gehören: die Richtcharakteristik, der Frequenzgang, das Bündelungsmaß und der Grenzschalldruckpegel (in Bezug auf den Klirrfaktor) des Mikrofons. Auch der Übertragungsbereich, der Übertragungsfaktor, der Grenzschalldruck und die Nennimpedanz können bei einer Entscheidung für das richtige Mikrofon entscheidend sein. Aus diesem Grund werden diese Mikrofonspezifikationen hier näher erläutert.

3.1 Die Richtcharakteristik

Die Richtcharakteristik gibt die Empfindlichkeit eines Mikrofons in Abhängigkeit vom Schalleinfallswinkel wieder. Die Richtwirkung wird durch ein sogenanntes Poldiagramm veranschaulicht. Zu diesem Zweck wird die Ausgangsspannung die das Mikrofon abgibt, für alle Schalleinfallswinkel und einige wichtige Frequenzen eingetragen (z.B. 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz und 16 kHz). Bei vielen Mikrofonen unterscheiden sich die Richtcharakteristiken der verschiedenen Frequenzen relativ stark. Die typische Richtcharakteristik entsteht bei 1kHz.

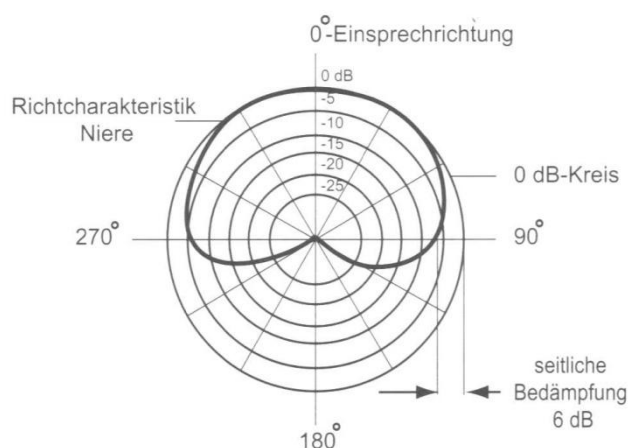


Abbildung 8 Polardiagramm eines Mikrofons mit Nierencharakteristik

Mit Hilfe des Polardiagramms lässt sich z.B. die vom Einfallswinkel abhängige Bedämpfung, die das Mikrofoneingangssignal erfährt, ablesen.

3.2 Der Frequenzgang

Der Frequenzgang eines Mikrofons ist die grafische Darstellung der Abhängigkeit des Übertragungsmaßes von der Frequenz bei senkrecht auf die Membran treffendem Direktschall⁶. Anhand des Frequenzgangs lässt sich eine Einschätzung des Grundklangs treffen. Ein Mikrofon mit ebenem Frequenzgang wird dem Originalsignal nur geringe Verfärbungen hinzufügen.

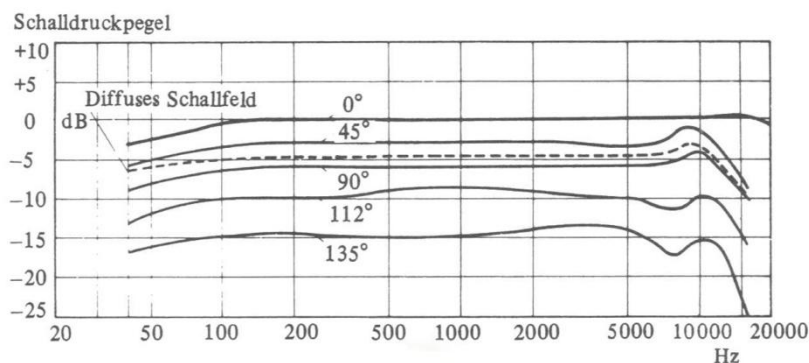


Abbildung 9 Beispiel für einen Frequenzgang

Gibt es klangliche Unterschiede zwischen Mikrofonen mit dem gleichen Frequenzgang, sollte man beachten, dass der angegebene Frequenzgang nur bei der Aufnahme im Nahbereich der Schallquelle gilt. Entfernt man sich mit dem Mikrofon aus dem Nahbereich, erhöht sich der Diffusfeldanteil. Der Diffusfeldfrequenzgang weicht im Allgemeinen jedoch vom Direktfeldfrequenzgang ab – unter Umständen sogar ganz erheblich. Der Diffusfeldfrequenzgang wird in Datenblättern üblicherweise aber nicht angegeben.

3.3 Das Bündelungsmaß

Das Bündelungsmaß ist der zehnfache Zehnerlogarithmus des Bündelungsgrades und wird in Dezibel (dB) angegeben⁷.

Der Bündelungsgrad gibt an, wievielfach größer die aufgenommene Leistung des Raumschalls wäre, wenn das Mikrofon bei gleichem Feldübertragungsfaktor eine Kugelcharakteristik hätte.

Bei einem idealen Nierenmikrofon liegt der Bündelungsgrad bei 3, d.h. es wird nur 1/3 der Raumschallleistung aufgenommen. So ist allerdings auch ein 1,7 mal (da $\sqrt{3} = 1,7$) größerer Besprechungsabstand möglich.

⁶ Vgl. Michael Dickreiter (1997), S. 148

⁷ Vgl. Michael Dickreiter (1997), S. 159

3.4 Der Übertragungsbereich

Der Übertragungsbereich ist der zur Schallaufnahme nutzbare Frequenzbereich⁸. In diesem Bereich fällt die Empfindlichkeit nicht mehr als 3 dB gegenüber dem Wert bei 1kHz ab.

Für ihn werden die vom Hersteller angegebenen Übertragungseigenschaften eines Mikrofons und deren Toleranzen angegeben. Der typische Übertragungsbereich eines Studiomikrofons liegt zwischen 40 und 20.000 Hz.

3.5 Der Übertragungsfaktor

Die Größe der Spannung, die von einem Mikrofon in Bezug auf den einwirkenden Schalldruck abgegeben wird, bezeichnet man als Übertragungsfaktor⁹ oder auch als Empfindlichkeit eines Mikrofons. Der Übertragungsfaktor stellt also das Verhältnis von Ausgangsgröße (Spannung) zur Eingangsgröße (Schalldruckpegel) dar.

3.6 Der Grenzschalldruckpegel

Der Grenzschalldruckpegel ist der Schalldruckpegel, unterhalb dessen der Hersteller die Einhaltung eines bestimmten Klirrfaktors (meist 0,5%) garantiert¹⁰. Gemessen wird dieser bei 1kHz. Einige Hersteller geben den Grenzschalldruckpegel für einen Klirrfaktor von 1% an. Meist ist im Datenblatt aufgeführt, worauf sich die Angabe des Grenzschalldruckpegels bezieht.

Bei Kondensatormikrofonen liegt der Grenzschalldruckpegel zwischen 120 und 150 dB. Bei dynamischen Mikrofonen liegt er bei ca. 150-160dB.

3.7 Die Nennimpedanz

Die Nennimpedanz eines Mikrofons ist dessen Wechselstrom-Innenwiderstand, gemessen bei einer Frequenz von 1 kHz. Die Nennimpedanz liegt in einem Bereich von 150 – 600 Ω .

Es ist wichtig, dass das Mikrofon beim Anschluss an ein Mischpult an einen Eingangswiderstand angeschlossen wird, der wesentlich größer ist als die Nennimpedanz. Deshalb wird von vielen Herstellern zudem die Nenn-Abschlussimpedanz – oder auch Nennlastimpedanz – angegeben. Sie gibt den Eingangswiderstand des Mischpults oder

⁸ Vgl. Michael Dickreiter (1997), S. 148

⁹ Vgl. Michael Dickreiter (1997), S. 147

¹⁰ Vgl. Michael Dickreiter (1997), S. 157

Vorverstärkers an, bei dem das Mikrofon die im Datenblatt angegebenen Spezifikationen erreicht. Die Nenn-Abschlussimpedanz liegt meist bei 1-3 k Ω .

3.8 Der Ersatzgeräuschpegel

Der Schalldruckpegel der nötig wäre, um bei einem rauschfreien Mikrofon am Ausgang eine Spannung in Höhe der Geräuschspannung zu erzeugen, wird Ersatzgeräuschpegel genannt. Dieser gibt die untere Aussteuerungsgrenze eines Mikrofons an. Unterhalb dieses Limits werden die vom Mikrofon empfangenen Signale von seinem Eigenrauschen verdeckt.¹¹

Für die Angabe des Ersatzgeräuschpegels wird die Störspannung mit einem Messgerät ermittelt, wobei die verschiedenen gemessenen Frequenzen unterschiedlich bewertet werden. Hierbei haben sich zwei verschiedene Bewertungsfilter etabliert. Üblicherweise wird der Ersatzgeräuschpegel nach der A- oder der CCIR-Filterkurve bewertet und entsprechend in dB(A) oder dB(CCIR) angegeben.

Die A-Filterkurve (nach DIN-IEC 651) stellt die spiegelbildliche Annäherung an eine „Kurve gleicher Lautstärke“ dar und folgt damit dem frequenzabhängigen Lautstärkeempfinden des menschlichen Gehörs. Diese Kurve fällt relativ flach aus, wodurch sich bei der A-Bewertung niedrigere Werte ergeben als bei der CCIR-Bewertung.

Die CCIR-Kurve ist speziell für Störspannungsuntersuchungen bei niedrigen Pegeln geschaffen worden. Die CCIR-Messung ist eine „Quasi-Peak-Messung“ und gibt dadurch mehr Aufschluss darüber, wie störend das Signal eigentlich empfunden wird.

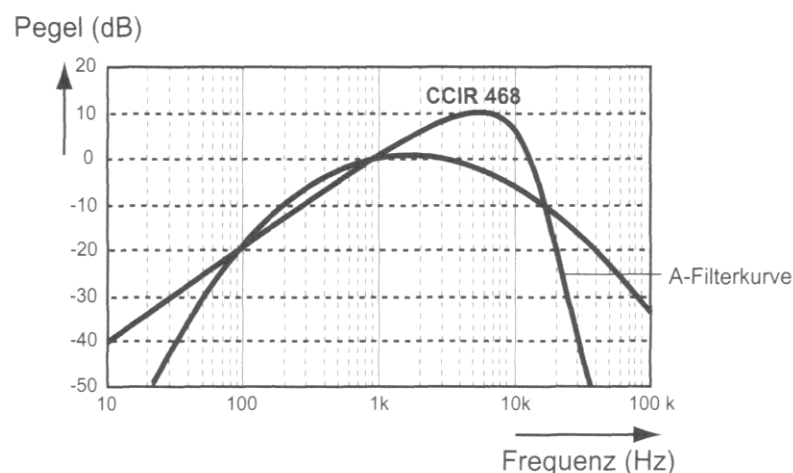


Abbildung 10 Bewertungskurven für den Ersatzgeräuschpegel

¹¹ Vgl. Andreas Ederhof (2006), S. 113

4 Psychoakustik und der Einfluss von Farbe

Die Psychoakustik ist die Wissenschaft zur Wahrnehmung von Schall durch den Menschen. Sie stellt also das subjektive Hörempfinden in den Mittelpunkt der Geräuschanalyse.

In der Regel reichen hier objektiv gewonnene Messgrößen wie Schallpegel oder Frequenzzusammensetzung nicht aus, um das empfundene Schallereignis nachzubilden. In psychoakustischen Untersuchungen werden deshalb meist Attribute wie „dumpf“ oder „angenehm“ verwendet, um den subjektiven Eindruck zu beschreiben¹².

4.1 Beschreibung des Farbempfindens

Ähnlich verhält es sich in der Wahrnehmung der Farben. Der Mensch kann innerhalb des sichtbaren Spektrums etwa 200 verschiedene Farben unterscheiden. Variiert man diese in ihrer Intensität und Sättigung, lassen sich mehr als eine Million unterscheidbare Farben erzeugen.

Diese zu beschreiben ist für uns Menschen unmöglich – sobald wir eine der vier Grundfarben blau, rot, gelb oder grün dafür nicht verwenden dürfen. Dürfen alle vier Farben verwendet werden, gelingt dies ohne Probleme. Andere Farben, wie z.B. orange oder braun, sind hierfür unnötig.

Welche Funktion hat allerdings die Farbwahrnehmung? Sie erfüllt eine wichtige Signalfunktion. Dies zeigt sich sowohl in der Natur, als auch bei Signalen, die erst durch Menschen entstanden sind, wie z.B. Verkehrsschildern. So ermöglichen Farben die Identifizierung und Klassifizierung von Objekten. Es ist selbstverständlich, dass eine Banane reif ist, wenn sie gelb ist und dass man anhalten muss, sobald eine Ampel rot zeigt. Auch können Probanden Objekte schneller identifizieren, wenn sie in ihren natürlichen anstatt in unpassenden Farben gezeigt werden¹³.

Welchen Einfluss hat Farbe also auf die auditive Wahrnehmung?

4.2 Einfluss der Farbe auf die Lautheit von Sportwagen

Daniel Menzel (Dipl. Ing.) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation an der TU München. Seine Hauptthemengebiete liegen im Bereich

¹² Vgl. http://www.ika.rwth-aachen.de/pdf_eb/gb5-09psychoakustik.pdf

¹³ Vgl. E. Bruce Goldstein, S. 156ff

4 Psychoakustik und der Einfluss von Farbe

der Audiokommunikation und Psychoakustik. In verschiedenen psychoakustischen Untersuchungen hat er den Einfluss der Farbe auf die Lautheitsempfindung untersucht.

In diesen konnte z.B. gezeigt werden, dass Zugvorbeifahrtgeräusche als lauter empfunden werden, wenn gleichzeitig das Standbild eines rot eingefärbten Zuges gezeigt wird. Wird anstatt dessen ein hellgrüner Zug präsentiert, erscheinen dessen Vorbeifahrtgeräusche weniger laut.

Ob sich dies in der typischen Sportwagenfarbgebung widerspiegelt, wurde in einem weiteren Versuch untersucht. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf die typischen Sportwagenfarben rot und dunkelgrün (DG) gelegt. Überprüft wurde, ob diese beiden Farben ebenfalls lauter empfunden werden als die untypischen Farben hellgrün (G) und blau.



Abbildung 11 Im Versuch verwendete optische Stimuli

Im Versuch mit 16 Personen im Alter zwischen 22 und 62 Jahren konnte bestätigt werden, dass auch ein rotes Auto im Schnitt um bis zu 16,6 % lauter empfunden wird als ein blauer oder hellgrüner Sportwagen. Auch für einen dunkelgrünen Sportwagen zeigte sich, dass dieser um bis zu 11,7 % lauter erscheint.

Desweiteren zeigt sich hier, dass sich Personen unterschiedlich stark von Farben beeinflussen lassen. Zum Teil empfinden Versuchspersonen keinerlei Unterschied, andere hingegen bemerken eine Abweichung von bis zu 40 % zwischen der Farbe rot und hellgrün¹⁴.

Inwieweit sich dies in der vorliegenden Arbeit widerspiegelt, zeigt die spätere Auswertung¹⁵.

¹⁴ Vgl. Daniel Mendel, S. 855f

5 Vorbereitung des Hörversuchs

Um herauszufinden, ob die farbigen Mikrofone überhaupt Reaktionen verursachen, wurden zunächst vor dem eigentlichen Hörversuch Vorversuche mit einigen Testpersonen durchgeführt. Zudem waren einige vorbereitende Arbeiten nötig, die hier näher erläutert werden sollen.

5.1 Der erste Vorversuch

Der erste Vorversuch diente dazu, zu testen, ob bei einigen ausgewählten Versuchspersonen überhaupt Abweichungen durch die Farbe zu erkennen sind. Doch zunächst stellten sich wichtige Fragen zum Aufbau des Versuchs und in welchem Programm ein solcher Versuch am besten angelegt werden könnte.

Schnell kristallisierte sich das Paarvergleichsverfahren als geeignetes Verfahren heraus. Hierbei werden jeweils zwei Mikrofone bzw. Aufnahmen miteinander verglichen und durch die Versuchsperson bewertet. Eine genaue Erläuterung dieses Verfahrens findet sich in Kapitel 7¹⁵ dieser Arbeit.

Da der Vorversuch in Zusammenarbeit mit Herrn Wittek der Firma Schoeps getestet wurde, musste ein Programm gefunden werden, das möglichst einfach zu bedienen ist und das keiner zusätzlichen Installation bedürfen sollte. Es zeigte sich, dass Microsoft Power Point diese Anforderungen erfüllt. Die Präsentationen bzw. Versuche lassen sich damit einfach in einen Ordner verpacken, der alle Dateien und zudem einen Viewer enthält, sodass Power Point, wenn nicht bereits vorhanden, nicht zwingend installiert werden muss. Der Austausch der Dateien erfolgte über den Online-Datenspeicher myDrive¹⁷. Hier stehen jedem Benutzer 2 GB Speicherplatz zur Verfügung. Zudem lässt sich zusätzlich zum eigentlichen Benutzerzugang ein Gastzugang einrichten, für den verschiedene Berechtigungen festgelegt werden können. So konnte dieser Speicher zum Austausch der Dateien (mit Leserechten für den Gastzugang), als auch zur Sicherung der Daten (keine Leserechte für den Gastzugang) verwendet werden.

Zum Zeitpunkt des ersten Vorversuchs stand sowohl die Lackierung der Mikrofone als auch die Aufnahme der Sprecherin noch aus. Deshalb wurden zunächst Behelfsbilder und –aufnahmen

¹⁵ Siehe Kapitel 9.3.6, S. 63

¹⁶ Siehe S. 37

¹⁷ www.mydrive.ch

5 Vorbereitung des Hörversuchs

verwendet. Für den ersten Vorversuch wurden versuchsweise die Farben grau, schwarz, weiß, blau, grün, rot und braun verwendet.

Die farbigen Mikrofone wurden mithilfe eines Schoeps-Katalogbildes erstellt. Das Bild des standardmäßig grau lackierten Mikrofons wurde mit Hilfe des Grafikbearbeitungsprogramms Adobe Photoshop CS3 in den ausgewählten Farben eingefärbt.



Abbildung 12 Die eingefärbten Mikrofone (links das Original)

Da der Termin für die Sprachaufnahmen erst später angesetzt war, konnten für den ersten Vorversuch Sprachaufnahmen aus dem Schoeps Showroom¹⁸ verwendet werden. Diese Aufnahmen bestanden aus einem lateinischen Satz, der jedoch für den Versuch zu lang war. Aus diesem Grund wurde der Satz auf ca. 5 sec verkürzt und verschiedene Kopien mit leichten Filterungen (Anhebung bzw. Absenkung von Frequenzbereichen um 0,5 dB¹⁹). Diese Veränderungen sollten eine Abwechslung für die Versuchspersonen darstellen und Frustrationen vermeiden, da die eigentlichen Aufnahmen natürlich identisch waren.

Zudem sollte hiermit gezeigt werden, ob die Versuchspersonen die Filterung



Abbildung 13 Finale Anordnung in Power Point

erkennen oder ob der Einfluss der Farbe so groß ist, dass die Filterung nicht gehört wird.

¹⁸ www.schoeps.de/showroom

¹⁹ siehe Kapitel 5.4, S. 27

Bereits die Auswertung der ersten fünf Testpersonen zeigte starke Abweichungen bei allen Farben. Deshalb wurde entschieden, alle sieben Farben weiter im Versuch zu belassen.

Allerdings zeigte sich, dass die Verteilung von veränderten und unveränderten Sprachfiles noch sehr ungleichmäßig auf die Farben verteilt war. Dies galt es in einem weiteren Vorversuch noch zu verbessern. Der Grundstein für den späteren Hörversuch war jedoch gelegt.

5.2 Das Mikrofon

Für den späteren Hörversuch wurde das Schoeps CMC 64Ug lackiert und aufgebaut²⁰, weshalb auch für die Sprachaufnahme ein möglichst gleiches Mikrofon verwendet werden sollte. Aus diesem Grund fiel die Entscheidung für die Sprachaufnahme auf das Schoeps CMC 54Ug, da dieses den im Hörversuch gezeigten Schoeps CMC 64Ug optisch am nächsten kam. Zudem unterscheidet es sich technisch nur dadurch, dass der CMC 6U Verstärker zusätzlich zur üblichen 48V-Phantomspannung, gleichwertig mit 12 V betrieben werden kann. Außerdem liegt die Grenzfrequenz bei 20 Hz anstatt bei 30 Hz²¹, was für die Aufnahme der Sprecherin nicht weiter entscheidend war. Der Übertragungsbereich der MK4-Kapsel beginnt bei 40 Hz²², wodurch dieser Unterschied noch weniger entscheidend ist. Entscheidender war die Verwendung der MK4-Kapsel mit ihrer Nierencharakteristik. Durch diese können bei Sprachaufnahmen störende Reflexionen, wie z.B. von einem Rednerpult, relativ gut ausgeblendet werden.

Verstärker-Typ	Speisung	Stromaufnahme	Impedanz	Untere Grenzfrequenz
CMC 6U (mit automatischer Umschaltung)	12 V Phantom	8 mA	25 Ω	20 Hz
	48 V Phantom	4 mA	35 Ω	20 Hz
CMC 5U	48 V Phantom	4 mA	35 Ω	30 Hz

Tabelle 1 Technische Daten der CMC-Verstärker 5U und 6U

²⁰ siehe Kapitel 6.1, S. 30

²¹ www.schoeps.de/D-2004/specs-cmc.html

²² Vgl. Kapitel 5.2.1, S. 25

5.2.1 Technische Daten der MK4-Kapsel

Die MK4-Kapsel mit Nierencharakteristik wurde auf die Unempfindlichkeit gegenüber rückwärtig einfallendem Schall optimiert. Die Richtwirkung der Kapsel ist weitgehend frequenzunabhängig. Das MK4 zeichnet sich durch einen präsenten und verfärbungsfreien Klang aus und ist sowohl für Musik- als auch für Sprachaufnahmen geeignet.

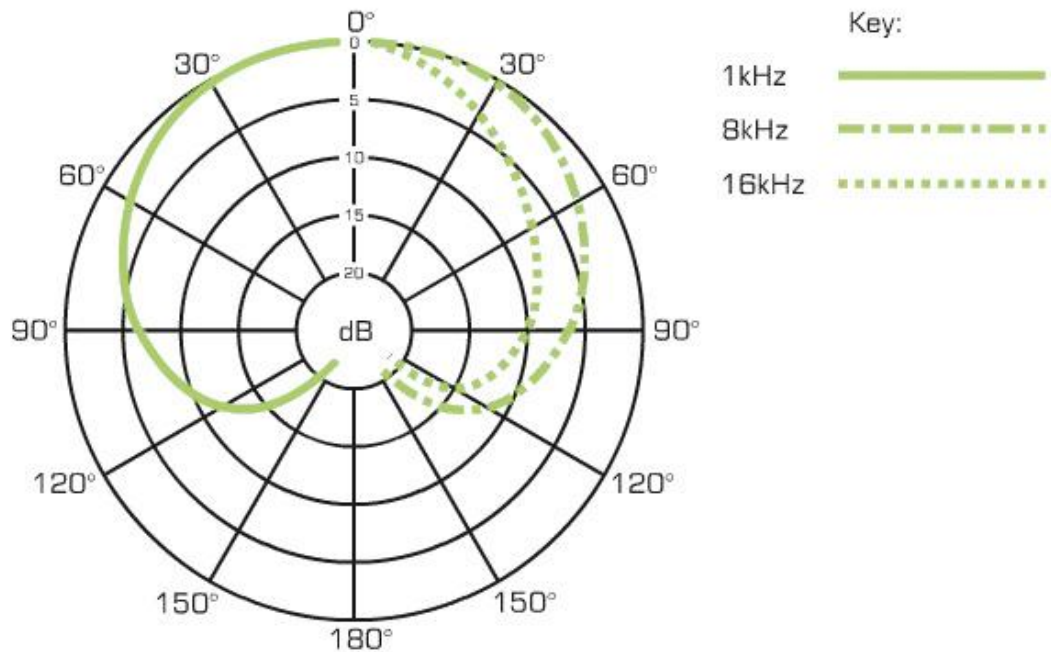


Abbildung 14 Polardiagramm der MK4-Kapsel

In der folgenden Tabelle werden einige der wichtigsten technischen Daten der MK4-Kapsel zusammengefasst.

Übertragungsbereich:	40 Hz – 20 kHz
Empfindlichkeit:	13 mV/Pa
Grenzschalldruckpegel:	132 dB
Bündelungsmaß:	1,7
Ersatzgeräuschpegel:	15 dB (A) / 24 dB (CCR)

Tabelle 2 Technische Daten der MK4-Kapsel

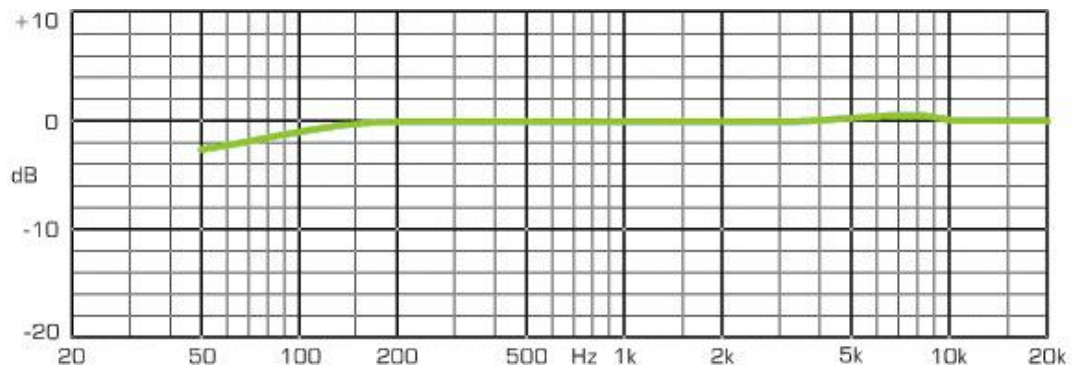


Abbildung 15 Frequenzgang der MK4-Kapsel

5.3 Die Aufnahme des Versuchsmaterials

Aufgrund der einfachen Vergleichbarkeit von Sprachaufnahmen wurde beschlossen, für den Hörversuch Sprachaufnahmen mit einer professionellen Sprecherin zu machen. Hierbei fiel die Wahl auf Mareike Tiede, die 2008 ihr Diplom zur Sprecherzieherin an der Musikhochschule Stuttgart gemacht hatte.

Beim ersten Vorversuch hatte sich herausgestellt, dass es für die Versuchspersonen sehr anstrengend und ermüdend ist, stets den gleichen Text zu hören. Aus diesem Grund habe ich mich dafür entschieden, verschiedene Texte für die einzelnen Paarvergleiche aufzunehmen.

Hierfür wurden elf verschiedene Definitionen²³ ausgewählt, sodass jeder Text in zwei verschiedenen Paarvergleichen zu hören war.

Die Sprachaufnahmen fanden am 08. Juli 2009 im AM-Tonstudio der Hochschule der Medien in Stuttgart statt. Die Sprecherin wurde hierzu im kleinen Aufnahmerraum (Raum E) platziert. Für die Aufnahme der Sprecherin wurde das Versuchsmikrofon Schoeps CMC 54Ug mit einem davor platzierten K&M 23956 Popschutz verwendet. Aufgenommen wurde über das Studer Vista 7 Digitalpult auf ProTools 7 HD.



Abbildung 16 Aufnahme der Sprecherin

²³ Siehe Anhang S. 71

5.4 Die Bearbeitung des aufgenommenen Materials

Das aufgenommene Material wurde zunächst in der Lautstärke angepasst, sodass jeder der elf Sätze gleichlaut erscheint und die Versuchspersonen nicht davon abgelenkt werden.

Anschließend wurde jedes einzelne Sprachfile mit allen Filtern belegt und ausgespielt, so dass jedes File in einer unbearbeiteten, aber in der Lautstärke angepassten, und sechs bearbeiteten Versionen vorlag.

Die Filtereinstellungen waren hierbei wie folgt:

Filter 1	Shelving, Frequenz: 2 kHz, Gain: +0,5 dB, Q: 1,12
Filter 2	Shelving, Frequenz: 2 kHz, Gain: -0,5 dB, Q: 1,12
Filter 3	Frequenz: 1 kHz, Gain: +0,5 dB, Q: 1,0
Filter 4	Frequenz: 1 kHz, Gain: -0,5 dB, Q: 1,0
Filter 5	Shelving, Frequenz: 500 Hz, Gain: -0,5 dB, Q: 1,12
Filter 6	Shelving Frequenz: 500 Hz, Gain: +0,5 dB, Q: 1,12

Tabelle 3 Filtereinstellungen

Gearbeitet wurde mit dem TDM 7-Band-EQ 3 in ProTools 7 HD.

Die gefilterten Files wurden dazu eingesetzt, Hörunterschiede für die Versuchspersonen hörbar zu machen und somit eine Frustration derselben zu vermeiden. Zudem lässt sich über die gefilterten Files feststellen, ob die Versuchspersonen den Filter erkennen oder sich von der Farbe der Mikrofone auch über diesen hinwegtäuschen lassen.

5 Vorbereitung des Hörversuchs

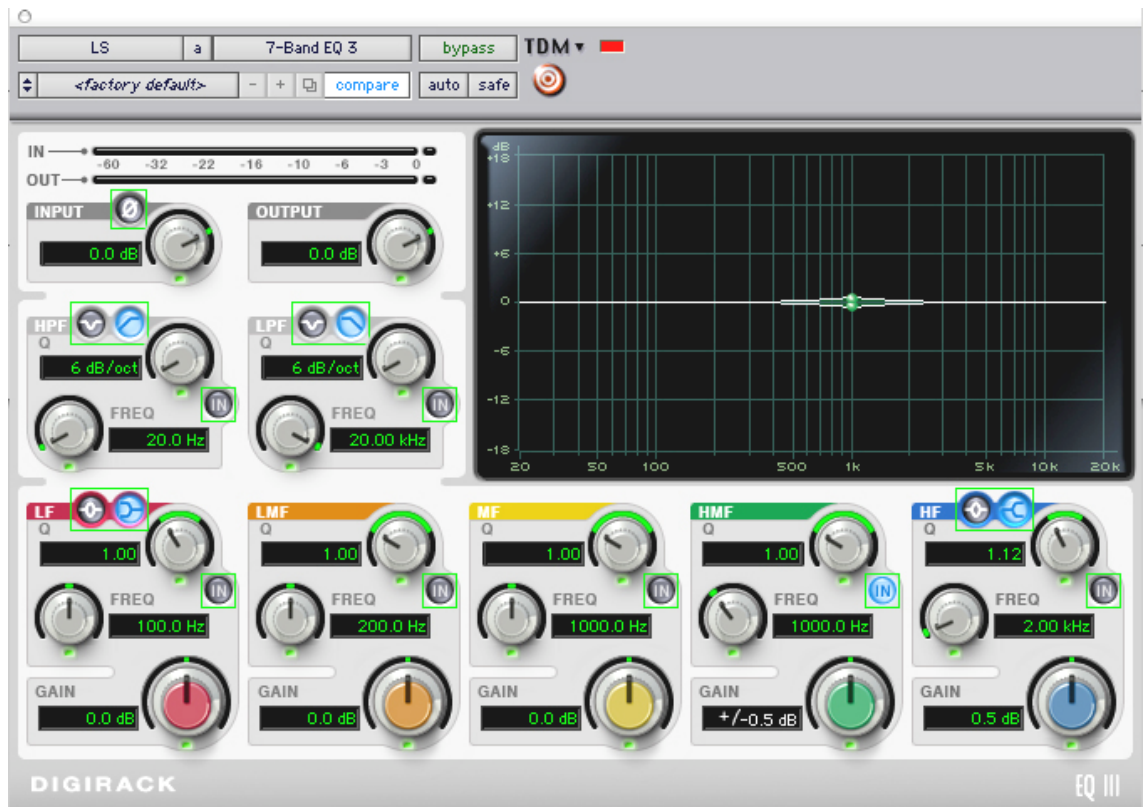


Abbildung 17 Filtereinstellungen der Filter 3 und 4

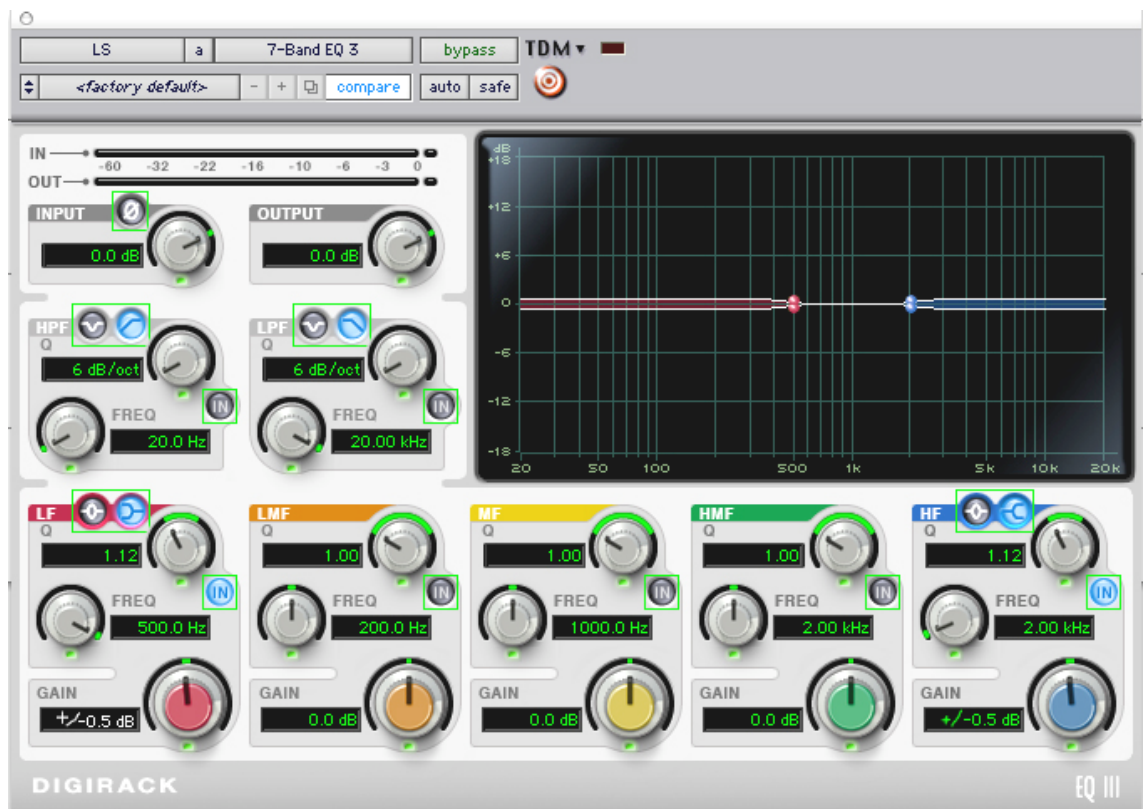


Abbildung 18 Filtereinstellungen der Filter 1, 2, 5 und 6

5.5 Der zweite Vorversuch

Im zweiten Vorversuch sollten die Fehler des ersten Vorversuchs behoben und die Sprachaufnahmen einem ersten Test unterzogen werden. Da sich Microsoft Power Point im ersten Test bewährt hatte, wurde das Programm für den weiteren Versuch beibehalten.

Wie auch schon beim ersten Vorversuch wurden die künstlich eingefärbten Mikrofone verwendet, allerdings wurden diese nun mit den fertigen Sprachaufnahmen versehen. Hierbei wurde beim Erstellen des Hörversuchs besonderer Wert darauf gelegt, dass jede Testfarbe in mindestens einem unveränderten Vergleich zu beurteilen war. Zudem wurde darauf geachtet, dass auch die einzelnen Farben gleich oft mit Filtern belegt vorkamen, um die Versuchspersonen so nicht zu beeinflussen.

Miteinander verglichen wurde jeweils die exakt gleiche Aufnahme, um Irritationen durch eine unterschiedliche Betonung oder einen anderen Sprachfluss zu vermeiden.

Durch diese Veränderungen ließen sich die Probleme des ersten Vorversuchs weitestgehend beheben. Allerdings kam ich zu dem Entschluss für den Hauptversuch verschiedene Versuche anzulegen, um die Verteilung der gefilterten Sprachaufnahmen zu erhöhen.

6 Die Farben

6.1 Auswahl der Farben

Die in den Vorversuchen getesteten sieben Farben grau, braun, blau, grün, rot, schwarz und weiß wurden allesamt in den Hauptversuch übernommen. Bei allen Mikrofonen gab es Beeinflussungen der Testpersonen, weshalb diese mit mehr Versuchspersonen genauer untersucht werden sollten.

Für den Versuch wurden deshalb sechs Dummy²⁴-Mikrofone lackiert und aufgebaut. Die Lackierung wurde in den folgenden Farben vorgenommen:

Grau	Nextel B34 - anthrazit
Braun	Nextel J67 - havanna
Blau	Eluxallack mit Klarlack - Speziallackierung für das Schoeps CMIT
Grün	ähnlich RAL 6032 - Speziallack „Opel grün“
Rot	RAL 3020 - verkehrsrot
Schwarz	Nextel 90FH - spezielles tiefschwarz
Weiß	RAL 9016 - verkehrsweiß

Tabelle 4 Lackierungen der Versuchsmikrofone

Als siebtes Testmikrofon wurde das Schoeps CMC54Ug in der Standardlackierung (Nextel B34) von Schoeps verwendet, da dieses Mikrofon für die Aufnahmen verwendet wurde.

Durch die speziellen Lackierungen unterscheiden sich die Mikrofone nicht nur hinsichtlich der Farbe sondern auch durch ihre verschiedene Oberfläche und Struktur. Die mit RAL-Farben lackierten Mikrofone haben eine matte und glatte Oberfläche. Das blaue Mikrofon hingegen erhält durch den speziellen Eluxallack eine metallisch glänzende Oberfläche. Die Oberfläche der Nextel-Lackierung unterscheidet sich erheblich von denen der anderen Mikrofone. Durch ein spezielles Lackierverfahren erhalten die Mikrofone hierdurch eine „matte, wildlederartige

²⁴ Ein Dummy-Mikrofon ist eine funktionsuntüchtige Attrappe eines Mikrofons.

6 Die Farben

Oberfläche, die einen warmen, textilen Charakter vermittelt²⁵. Ob diese Oberflächenunterschiede einen Einfluss auf die klangliche Wahrnehmung haben, wird später im Hörversuch ebenfalls überprüft.

Die sechs Dummy-Mikrofone erhielten nach der Lackierung die übliche Schoeps-Lasergravur und wurden anschließend aufgebaut. Hierbei wird in die Mikrofonkapsel ein Schaumstoff als optischer und räumlicher Ersatz für den Wandler eingelegt. Die Kontaktierung zum Verstärker und der XLR-3M Anschluss sind Originalbauteile. Um ein ähnliches Gewicht, wie bei einem funktionierenden Mikrofon, zu erreichen, wird in den Verstärker zudem eine nicht funktionsfähige Platine (z.B. aus einer Reparatur o.ä.) eingebaut.



Abbildung 19 Die lackierten Mikrofone

²⁵ <http://www.nextel-coating.com/nextel/>

6.2 Farbpsychologie der Testfarben

6.2.1 Schwarz

„Farbe der Macht, der Gewalt und des Todes.

Lieblingsfarbe der Designer und der Jugend.

Farbe der Negation und der Eleganz.

Ist Schwarz überhaupt eine Farbe?“²⁶

In der frühen Farbenlehre, z.B. der Farbenthesen von Aristoteles (384 – 322 v. Chr.), enthält jedes Farbmodell schwarz und weiß an seinen Enden. Dies änderte sich im 14. Jahrhundert und führte bis ins 19. Jahrhundert zu Konflikten. Heute wird Schwarz allgemein zu den achromatischen oder unbunten Farben gezählt. Schwarz bedeutet die Abwesenheit aller Farben, es besitzt den Farbwert 0.

Ursprünglich war Schwarz eine Götterfarbe, da die Urgötter der schwarzen, fruchtbaren „Mutter Erde“ entstammten. Diese zeigten, wie auch die Farbe Schwarz, eine Doppelnatur. So verkörpert Schwarz zum Einen das Endgültige, Harte und Negative, wie z.B. Unglück und Tod. Auf der anderen Seite steht Schwarz auch für Individualität, Stärke, Würde, Unnahbarkeit und nicht zuletzt für Eleganz.

Nach Umfragen in der Bundesrepublik unter Erwachsenen hält sich Bevorzugung und Ablehnung der Farbe Schwarz mit jeweils 8% die Waage. Allerdings steht Schwarz an vierter Stelle der Lieblingsfarben der Deutschen.²⁷

6.2.2 Weiß

„Weibliche Farbe der Unschuld.

Farbe des Guten und der Geister.

Die wichtigste Farbe der Maler“²⁸

Im physikalischen Sinn ist Weiß mehr als nur eine Farbe: es ist die Summe aller Farben des Lichts. Maler aller Epochen haben Weiß als Nichtfarbe und Farbe auf Wandmalereien und Gemälden aufgetragen. In der Farbtheorie wird sie heute jedoch – ebenso wie Schwarz – als achromatische, d.h. unbunte Farbe eingestuft.

²⁶ Eva Heller, S. 127

²⁷ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 98

²⁸ Eva Heller, S. 155

Weiß hat in der westlichen Kultur viele Bedeutungen: die weiße Taube ist ein Symbol des Friedens, älteren weißhaarigen Menschen wird Weisheit nachgesagt und verschiedene Göttinnen, wie z.B. die römische Juno, werden mit dem weiblichen Wesen der Farbe Weiß in Verbindung gebracht. Vor allem bildet Weiß den Gegenpol zu Schwarz. Weiß steht für das Positive, Tag, Wahrheit, Reinheit und Unschuld.²⁹

Die Bevorzugung und Ablehnung von Weiß ist nicht wie bei anderen Farben alters- oder geschlechtsspezifischen Schwankungen ausgesetzt. Als Vorzugsfarbe rangiert es nach einer Umfrage in der Bundesrepublik auf gleicher Stufe wie Gelb oder Violett bei ca. 3%.

6.2.3 Grau

*„Farbe der Langeweile, des Altmodischen
und des Grausamen.“³⁰*

Das unbunte Grau fehlt in allen zweidimensionalen Farbmodellen, kommt nicht im Kanon der Spektralfarben vor und ist als Farbmittel in der Natur sehr selten. Die unbunte Farbe liegt auf einer Skala zwischen Weiß und Schwarz. Aufgrund ihrer Eigenschaft als unbunte Mischfarbe ist Grau die einzige Farbe, zu der es keine Komplementärfarbe gibt.

Psychologisch ist Grau eine eher schlecht angesehene Farbe. Sie steht für Trostlosigkeit, Elend, Eintönigkeit und Einförmigkeit. Andererseits werden mit der Farbe Grau Nüchternheit und Sachlichkeit verknüpft. Als diskrete Farbe drückt Grau auch eine gewisse Eleganz und Distinguiertheit aus.³¹

Nur 1% der Deutschen geben bei Befragungen Grau als ihr Lieblingsfarbe an. Personen, die Grau als Vorzugsfarbe wählen, sollen jedoch über einen guten, ausgeprägten Geschmack verfügen und ihre Umwelt nüchtern und real betrachten können ohne sich von ihren Gefühlen leiten zu lassen.

²⁹ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 103f

³⁰ Eva Heller, S. 269

³¹ Vgl. Welsch und Liebman, S. 108f

6.2.4 Rot

*„Die Farbe aller Leidenschaften -
von der Liebe bis zum Hass. (...)
Farbe der Freude und der Gefahr.“³²*

Rot ist die erste Farbe, der der Mensch einen Namen gab, die älteste Farbbezeichnung der Welt. Unmittelbar nach dem Hell-Dunkel-Kontrast ist Rot die erste Farbe, die wahrgenommen wird, wie man auf Grund der Entwicklung von Kleinkindern weiß.

Mit Rot verbinden sich für den Menschen zwei fundamentale Erfahrungen: als Farbe des Feuers ist Rot mit Licht und Wärme verknüpft, als Farbe des Blutes mit Leben und Opfer. Daraus leiten sich weitere Farbeigenschaften ab. Rot werden positive Eigenschaften wie Kraft, Mut, Ehrlichkeit und Liebe, aber auch negative wie Hass, Aggression, Sünde und Krieg³³ zugeschrieben.

Rot ist bei Männern und Frauen gleich beliebt: jeweils 12% nennen Rot als Lieblingsfarbe und liegt somit bei den Lieblingsfarben der Deutschen auf Platz 3.

6.2.5 Blau

*„Die Lieblingsfarbe.
Farbe der Sympathie, der Harmonie und der Treue,
trotzdem kalt und fern.
Vom Königsblau zum Jeansblau.“³⁴*

Die Bezeichnung Blau zählt zu den grundlegenden Farbbegriffen und die Farbe Blau gehört zu den ältesten von Menschen genutzten Farben. Bis zur Einführung synthetischer Farbstoffe war es eines der kostbarsten Pigmente.

Aufgrund dieser Kostbarkeit wurde Blau zur adligen und göttlichen Farbe erhoben. Blau gilt auch in der Kunst als Farbe der Ferne, des Geistigen und Göttlichen. Psychologisch übt Blau eine beruhigende und entspannende Wirkung auf den Betrachter aus. Blau gilt als Farbe des Gemüts, des Träumens und der Sehnsucht. Sie steht für das Unbewusste, die Sanftheit und

³² Eva Heller, S. 55

³³ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 61

³⁴ Eva Heller, S. 23

Tiefe, aber auch für Klugheit, Genauigkeit, Wahrheit und Treue. Negative Assoziationen mit der Farbe Blau sind Kälte und Lügen.³⁵

Einer Umfrage zufolge stufen 45% der befragten Deutschen Blau als ihre Lieblingsfarbe ein. Die Ablehnung liegt unter 2%. Somit ist Blau die beliebteste Farbe in der Bundesrepublik. In der Mode ist sie besonders durch die Bluejeans vertreten.³⁶

6.2.6 Grün

„Farbe der Fruchtbarkeit und der Hoffnung.

Heiliges Grün und Giftgrün.

Die Farbe der Mitte.“³⁷

Grün gehört zwar zu den grundlegenden Farbbegriffen in vielen Sprachen, weil der Mensch durch die Vegetation ständig mit dieser Farbe konfrontiert wird. Grüne Farbmittel kommen aber in der Kunst seltener vor als Blau und Rot.

Grün steht für neu entstehendes Leben, Überleben und Wachstum. Zudem ist Grün die Farbe der Hoffnung, der Jugend, Zuversicht und der Frische. Im negativen Sinn wird Grün mit Unreife, Gleichgültigkeit, Gift und Neid assoziiert.³⁸

Nach Befragungen ist Grün für 15% der Bundesbürger die Lieblingsfarbe, etwa 7% lehnen sie ab.³⁹ Farbpsychologisch werden Personen mit der Vorzugsfarbe Grün als zuverlässig, mitfühlend und sozial kompetent eingestuft.

6.2.7 Braun

„Farbe der Gemütlichkeit,

des Spießigen und der Faulheit.“⁴⁰

Braun kommt in der Natur häufig vor und wird deshalb oft als ungemischte Farbe empfunden. Allerdings ist sie als eine Abdunkelung von Orange eine tertiäre Mischfarbe. Braun gefärbt sind viele aufbereitete und veredelte Lebens- und Genussmittel, wie z.B. gebratenes Fleisch, Schokolade, Gebäck, Bier und Tee.

³⁵ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 68ff

³⁶ Eva Heller, Tabelle Die Lieblingsfarben

³⁷ Eva Heller, S. 107

³⁸ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 64

³⁹ Eva Heller, Tabelle Die Lieblingsfarben

⁴⁰ Eva Heller, S. 255

Psychologisch nimmt die Farbe Braun eine Zwitterstellung ein. Braun ist die Farbe der Erde, weshalb Braun für Bodenständigkeit, Pflichtbewusstsein, Gemütlichkeit, Sinnlichkeit und Sicherheit steht. Andererseits wird die Farbe mit Bequemlichkeit, Faulheit und Kleinbürgerlichkeit assoziiert.⁴¹

In Farbtests und Umfragen gehört Braun zu den stärksten Ablehnungsfarben. Ca. 20% der Deutschen lehnen diese Farbe ab.

⁴¹ Vgl. Welsch und Liebmann, S. 92f

7 Der Paarvergleich

Entscheidungsexperimente sind die Grundprinzipien der meisten Skalierungsverfahren. Die verschiedenen Wahlalternativen werden hierbei als *Objekte* bezeichnet. Objekte können physikalische Größen (Gewichte, Intensitäten, akustische Ereignisse) oder abstrakte Begriffe repräsentieren, die auf einen Bereich nach einer gemeinsamen Qualität verglichen werden. Hierbei sind reine Bevorzugungen, bei denen die Entscheidungsaspekte den urteilenden Personen überlassen bleiben ebenso gängig, wie Einstufungen unter der Vorgabe von Beurteilungskriterien⁴².

7.1 Methodik

Grundlegende Einheit des Paarvergleichsverfahrens ist die Beurteilung zweier Objekte durch eine einzelne Person. Stehen mehr als zwei Objekte in Frage, werden die möglichen paarweisen Kombinationen zusammengestellt und zur Einstufung vorgelegt. Man spricht von einem vollständigen Paarvergleichsexperiment, wenn jeder Beurteiler alle möglichen Paarvergleiche durchführt.

Die paarweisen Entscheidungen einer Person werden in der sogenannten Dominanzmatrix festgehalten, der zeilen- und spaltenweise die Objekte zugeordnet sind.

Bevorzugt ein Beurteiler Objekt X gegenüber Objekt Y, wird diese Entscheidung üblicherweise so charakterisiert, dass die Parzelle von X und Y eine Wertzuweisung von 1 erhält. Der komplementären Parzelle (von Spalte Y und Zeile X) wird rechentechnisch eine 0 zugeordnet.⁴³

2	X	Y	Σ
X		0	0
Y	1		1
Σ	1	0	

Tabelle 5 Beispiel einer einfachen Dominanzmatrix

⁴² Vgl. Peter Weber, S. 16f

⁴³ Vgl. Peter Weber, S. 19ff

7 Der Paarvergleich

Beim Vorliegen von mehr als zwei Objekten entsprechen den sich spaltenweise ergebenden Summen der Dominanzen die Zahl der Fälle, in denen die jeweiligen Objekte gegenüber allen übrigen bevorzugt werden.

Nach diesen spaltenweise gebildeten Summen lassen sich die Objekte nach einer ordinalen Relation anordnen.

5	A	B	C	D	E	Σ
A		0	1	0	1	2
B	1		1	0	1	3
C	0	0		0	0	0
D	1	1	1		1	4
E	0	0	1	0		1
Σ	2	1	4	0	3	

Tabelle 6 Dominanzmatrix mit 5 Objekten

Aus den spaltenweisen Bevorzugungssummen ergibt sich für diese Matrix die ordinale Relation: C – E – A – B – D

Derartig ideale Verhältnisse sind in der Praxis der Paarvergleichsmethode eher ungewöhnlich als die Regel.

8 Der Hörversuch

Der eigentliche Hörversuch fand an zwei aufeinander folgenden Tagen im Tonstudio der HdM in Stuttgart statt. Zudem bestand die Möglichkeit für Personen, die an diesen Tagen keine Zeit hatten, den Versuch auf ihrer vertrauten Abhöranlage durchzuführen. Da neben studentischen Versuchspersonen auch professionelle Tonmeister am Versuch teilnehmen sollten, wurde hier angeboten, den Versuch im entsprechenden Tonstudio durchzuführen.

8.1 Der Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau wurde zum Großteil von den zuvor durchgeführten Vorversuchen übernommen. Die Mikrofone wurden paarweise miteinander verglichen, als Programm hierzu diente Microsoft Power Point. Durch den enthaltenen Viewer war es kein Problem, den Versuch auf dem PC des Tonstudios durchzuführen, auch wenn dort kein Power Point installiert ist.

Für die Mac-User musste jedoch eine andere Lösung gefunden werden, da diese die Viewer-Datei nicht ausführen können. Jedoch ließ sich die Power-Point-Präsentation ohne Probleme in ein Adobe Acrobat Document (.pdf) umwandeln. Mit dem kostenlosen und meist vorhandenen Adobe Acrobat Reader ließ sich der Hörversuch dann ebenso einfach durchführen.

Natürlich wurden für den Hörversuch nun die Bilder der aufgebauten Mikrofone verwendet. Mit den fertigen Sprachaufnahmen versehen sahen die Paarvergleiche schlussendlich aus wie dieses Beispiel:



Abbildung 20 Beispiel eines Paarvergleichs im fertigen Hörversuch

Zu den 21 Paarvergleichen wurde zu Beginn des Hörversuchs noch ein zusätzlicher Vergleich als Beispiel für die Versuchspersonen eingefügt.

Insgesamt wurden fünf verschiedene Hörversuche angelegt, um die Verteilung der gefilterten Sprachaufnahmen zu erhöhen. In jedem Versuch mit insgesamt 21 Vergleichen wurden 10 Vergleiche mit veränderten Sprachaufnahmen präpariert. Diese Verteilung erfolgte so, dass jede Farbe möglichst gleich häufig mit veränderten Sprachaufnahmen wie auch unverändert auftrat.

Um die Versuchspersonen nicht zu beeinflussen wurde ihnen die Erklärung gegeben, dass der vorliegende Versuch die Frage klären soll, ob akustisch relevante Fertigungsunterschiede bei einer Serienproduktion von Mikrofonen auftreten. Nur zur besseren Unterscheidung wurden diese farbig lackiert. Diese Erklärung erhielten die Probanden zu Beginn des Versuchs durch die Versuchsleitung, konnten jedoch die gesamte Erklärung auch im Versuch selbst oder auf dem auszufüllenden Formular nachlesen. Zudem wurden die Probanden darauf hingewiesen, den Blick während des Versuchs auf den Bildschirm gerichtet zu halten.

Der Hörversuch wurde außerdem bewusst so angelegt, dass sich die Versuchspersonen selbst durch den Versuch klicken mussten. So wurde der Blick automatisch auf den Bildschirm gerichtet und die Farbe wahrgenommen. Zudem hatten die Probanden so die Möglichkeit den Versuch in ihrem eigenen Tempo durchzuführen und z.B. manche Hörbeispiele mehrmals anzuhören um sie besser vergleichen zu können.

Zu jedem Vergleich sollte der Proband auf einem Formular⁴⁴ seine Eindrücke notieren. Hier hatten diese zum Einen die Möglichkeit vorgefertigte Antworten („Das linke / rechte Mikrofon klingt heller / voller / offener) anzukreuzen oder eigene Eindrücke in einer Spalte zu notieren. Die einzige Vorgabe hierbei lautete, in jeder Zeile etwas zu vermerken. Ankreuzen und notieren konnte hierbei sowohl kombiniert als auch einzeln verwendet werden.

8.2 Die Versuchspersonen

Als Versuchspersonen wurden gezielt Personen ausgewählt, die im Bereich der Audiotechnik bereits Erfahrungen haben. So wurden bewusst Studenten ausgewählt, die sich in ihrem bisherigen Studium bereits intensiv mit Tontechnik beschäftigt und bereits eine Studioproduktion im Fachbereich Ton absolviert hatten. Es wurden aber auch speziell

⁴⁴ Siehe Anhang, S. 72f

8 Der Hörversuch

Tonstudios und Tonmeister im Raum Stuttgart angeschrieben, um den Personenkreis über Studenten hinaus zu erweitern.

Diese Auswahl fand statt, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Da sich die vorgespielten Sprachaufnahmen entweder gar nicht oder doch nur sehr geringfügig (Absenkung oder Verstärkung um 0,5 dB) unterschieden, wären im Audiobereich unerfahrene Personen für diesen Versuch nicht geeignet gewesen. Deshalb wurde der Personenkreis auf diese Weise begrenzt.

Um diese Auswahl zu gewährleisten, befand sich auf der ersten Seite des Formulars⁴⁵, neben einer Frage nach dem Alter des Probanden auch die Frage, ob der Versuchsteilnehmer bereits Erfahrung im Bereich Tontechnik gemacht oder bereits in einem Tonstudio gearbeitet hat.

Insgesamt nahmen 26 Personen zwischen 21 und 49 Jahren an dem Hörversuch teil, die bereits Erfahrungen im Bereich Tontechnik hatten. Hierbei lag der Altersdurchschnitt bei 27 Jahren, der Median⁴⁶ bei 25 Jahren.

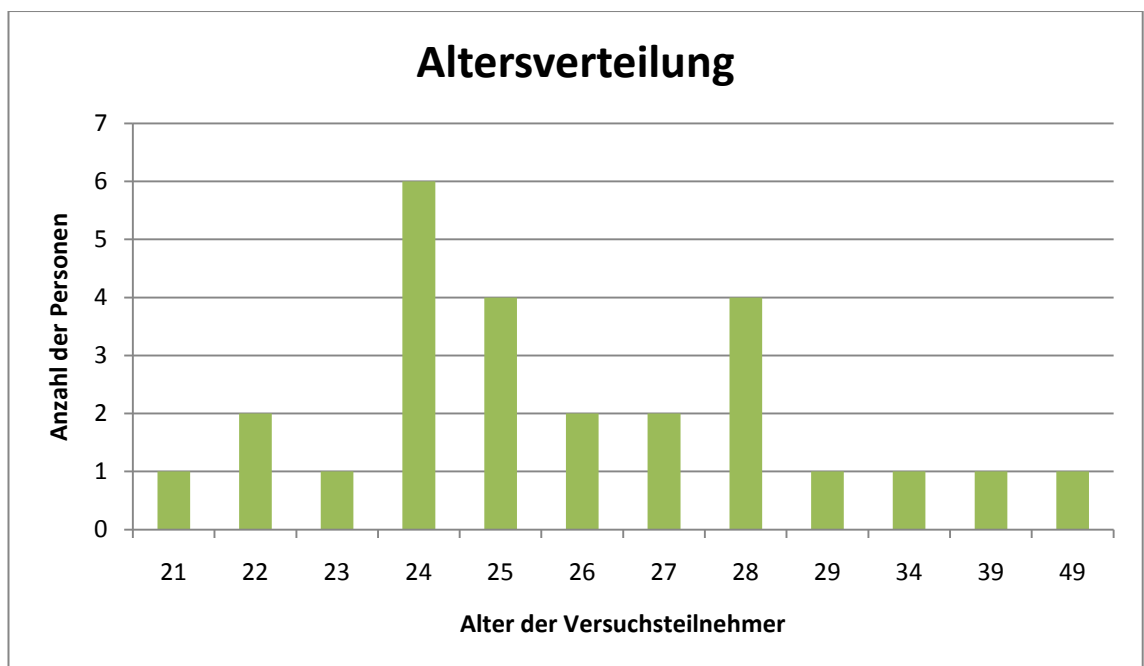


Tabelle 7 Alter der Versuchsteilnehmer

⁴⁵ Siehe Anhang, S. 72f

⁴⁶ Der Median ist eine Art von Durchschnitt. Er gibt den Wert an, der in einer nach Größe geordneten Reihe von Messwerten genau in der Mitte liegt.

8.3 Die Durchführung

Die Hörversuche wurden einzeln durchgeführt. Da die getestete Dauer der Versuche bei ca. 20min lag, wurden für jeden Probanden 30min einkalkuliert. So konnte sich jeder Proband in seinem eigenen Tempo durch den Hörversuch arbeiten. Bei der Einteilung wurde zudem darauf geachtet, dass jeder der fünf Hörversuche möglichst gleich häufig bearbeitet wurde.

Während des Hörversuchs saß der Proband im Sweet Spot vor dem Studer Vista 7 Digitalpult. Das fahrbare Notenpult diente hierbei dazu, das Formular ausfüllen zu können. Einer der 22“ PC-Flachbildschirme wurde so verschoben, dass dieser direkt im Sichtfeld des Probanden war. Der Abstand betrug ca. 70 cm. Abgehört wurde auf den Studiolausprechern Adam S2A. Neben dem eigentlichen Versuchsaufbau wurden auch die farbig lackierten Mikrofone gezeigt. Dies sollte vermeiden, dass die Lackierung eventuell nicht ernst genommen wurde, da der Eindruck von eingefärbten Bildern entstand.



Abbildung 21 Adam S2A Lautsprecher



Abbildung 22 Versuchsaufbau im Studio der HdM

Vor Beginn des Hörversuchs erhielten die Versuchsteilnehmer eine Erklärung zur vorgeblichen Absicht des Versuchs. Zudem hatten sie die Möglichkeit, den Beispielsvergleich durchzuführen und so einen ersten Eindruck des Versuchs zu erhalten. Eventuelle Fragen konnten hier ebenfalls geklärt werden.

Da die Probanden bereits hier oder auch nach dem Hörversuch einen Blick auf die lackierten Mikrofone werfen konnten, wurden die unterschiedlichen Lackierungen zugleich beurteilt. Da die Reaktionen sehr auffällig waren, wurde dazu übergangen diese zu protokollieren⁴⁷.

8.3.1 Durchführung in Stuttgarter Studios

Zwei Studios aus dem Raum Stuttgart kamen auf die Möglichkeit zurück, den Versuch in ihrem Studio unter meiner Anleitung durchzuführen.

Der Vorteil an dieser Methode war zum einen, dass Fragen die eventuell auftreten sollten, zeitnah beantwortet werden konnten. Zum anderen hatten die Tonmeister die Möglichkeit den Hörversuch in ihrer gewohnten Abhörumgebung durchzuführen, um diesen so besser beurteilen zu können. Auch hier wurden die lackierten Mikrofone gezeigt und von den Tonmeistern beurteilt.

Natürlich wurde auch bei der Durchführung in den Studios darauf geachtet, dass der entsprechende Versuchsteilnehmer eine optimale Abhörsituation einnahm und sich ein Monitor in seinem direkten Blickfeld befand. Auch ein Abstand von ca. 70cm wurde eingehalten.

8.3.2 Durchführung durch die Versuchsteilnehmer

Da viele Studenten als auch Tonmeister zeitlich sehr eingespannt waren und es nicht möglich war, den Hörversuch an einem bestimmten Termin durchzuführen, wurde die Möglichkeit angeboten den Versuch in Eigenregie durchzuführen.

Hierzu erhielten die entsprechenden Versuchsteilnehmer den Link des eingerichteten Onlinespeichers⁴⁸ und die Zugangsdaten für den Gastlogin. Hier konnten sie dann den zuvor angegebenen Hörversuch herunterladen. Auch hier sollte die Verteilung über die verschiedenen Hörversuche gewährleistet bleiben. Im Downloadpaket befanden sich das auszufüllende Formular und der Hörversuch - sowohl als PowerPoint-Präsentation als auch als Adobe Acrobat Datei für die Mac-User.

⁴⁷ Siehe Kapitel 9.3.1, S. 48

⁴⁸ www.mydrive.ch

Zu Beginn des Hörversuchs⁴⁹ selbst und auf dem Formular⁵⁰ befand sich eine Erklärung zum Hörversuch und dessen Zweck. Für den Fall, dass diese nicht ausreichte, hatten die Versuchsteilnehmer natürlich stets die Möglichkeit, sich an mich zu wenden und Fragen zu stellen. Das ausgefüllte Formular des Versuchs wurde nach dessen Durchführung per E-Mail an mich versendet, sodass die Ergebnisse ebenfalls mit in die Auswertung einfließen konnten.

Die Vorteile dieser Versuchsdurchführung lagen wiederum darin, dass die Teilnehmer ihre eigene und ihnen vertraute Abhöranlage verwenden konnten und zeitlich flexibel waren. Auf der anderen Seite konnten diese Probanden die Mikrofone nur auf den Bildern des Hörversuchs sehen.

⁴⁹ Siehe beiliegende CD, Inhalt S. 65

⁵⁰ siehe Anhang, S. 72f

9 Auswertung des Versuchs

Nach der Durchführung der Versuche im HdM-Tonstudio, in Stuttgarter Studios und bei verschiedenen Versuchsteilnehmern, stand als nächster Schritt die Auswertung an. Da bereits der Hörversuch in Paarvergleichen angelegt wurde, fand die Auswertung natürlich über diese Methodik statt.

Hierbei sollten nicht nur die ungefilterten Vergleiche ausgewertet werden. Es sollte ebenfalls analysiert werden, ob die Farbe Auswirkungen auf die Wahrnehmung der gefilterten Sprachsamples haben. Wird dieser trotz der Farbe wahrgenommen? Wie wird dies durch Farbe beeinflusst? Außerdem soll herausgefunden werden, ob sich spezielle Farbkombinationen besonders stark unterscheiden oder ähneln. Und: spielt die Oberflächenbeschaffenheit auch in der klanglichen Beurteilung eine Rolle? Zusätzlich stellt sich die Frage, wie stark sich die einzelnen Versuchspersonen beeinflussen lassen und wie stark die Unterschiede in der ausgewählten Gruppe tatsächlich sind.

9.1 Auswertung über die Paarvergleichsmethodik

Wie bereits in Kapitel 7⁵¹ beschrieben, ist die Auswertung über die Paarvergleichsmethodik recht einfach durchzuführen. Allerdings ist es nicht möglich, mehrere Eindrücke in einer Matrix auszuwerten. Anstatt dessen muss pro Beurteilungskriterium eine Dominanzmatrix angelegt werden. So kann nur für dieses eine Beurteilungskriterium eine Rangfolge erstellt werden.

Vorgegeben waren im Auswertungsbogen bereits die Kriterien „klingt heller“, „klingt offener“ und „klingt voller“, da diese sich in den Vorversuchen herauskristallisiert hatten. Da die Versuchsteilnehmer zudem die Möglichkeit hatten, eigene Eindrücke zu notieren, wurden besonders häufig auftretende Eindrücke zusätzlich ausgewertet. Jedoch zeigte sich bereits zu Beginn der Auswertung, dass die meisten Versuchsteilnehmer mit den angebotenen Antwortmöglichkeiten gut zurechtkamen.

Mit der Bewertung, dass das weiße Mikrofon in einem Fall heller klingt als das schwarze und in zwei Fällen grün heller empfunden wurde als blau, sähe die entsprechende Dominanzmatrix wie folgt aus:

⁵¹ Siehe S. 37

9 Auswertung des Versuchs

	Schwarz	Weiß	Blau	Grün
Schwarz		1		
Weiß				2
Blau				
Grün				
Σ		1		2

Tabelle 8 Beispiel einer Dominanzmatrix "heller"

Diese wurde nun mit allen Ergebnissen der Spalte „heller“ aus den Auswertungsbögen ergänzt. Durch die Aufsummierung ergab sich anschließend die Rangfolge für die Kategorie „klingt heller“. Hier wurde der Klang des grünen Mikrofons heller empfunden als der des weißen Mikrofons.

Die Dominanzmatrix des kompletten Versuchs für das Kriterium „unbearbeitete Vergleiche“ und „klingt heller“ stellt sich im Endeffekt so dar:

	Schwarz	Weiß	Grau	Braun	Rot	Blau	Grün
Schwarz		3	1	0	1	0	3
Weiß	1		1	3	1	1	3
Grau	2	1		7	5	1	1
Braun	1	3	3		4	1	1
Rot	3	3	1	4		5	1
Blau	5	0	0	2	3		3
Grün	0	2	3	2	5	1	
Σ	12	12	9	18	19	9	12

Tabelle 9 Dominanzmatrix für die Kriterien "unbearbeitet" und "heller klingend"

Da die Versuchsteilnehmer nicht dazu verpflichtet waren pro Vergleich jede Kategorie zu bewerten, wurden Kombinationen wie z.B. weiß heller als blau nicht ausgewählt. Deshalb wurde zudem festgehalten, welche Kombinationen besonders oft als „gleich“ empfunden wurden und so weniger durch die Farbgebung beeinflusst wurden als andere Kombinationen. Im Gegenzug wurde ebenfalls analysiert, welche Farbkombination die Versuchsteilnehmer besonders beeinflusst hat.

9.2 Erwartungen

Nach der Einarbeitung in die Farbpsychologie⁵² der Testfarben, war mit dem Einsatz der Farben natürlich eine bestimmte Erwartungshaltung verknüpft. Die Erwartung wie die einzelnen Farben beurteilt werden könnten, sah wie folgt aus:

Farbe	Erwartung – die Farbe klingt...
Weiß	Hell und offen
Schwarz	Voll und eher dumpf
Grau	Voll und offen
Braun	Voll und offen
Blau	Präsent und offen
Rot	Voll und präsent
Grün	Offen und eher dünn

Tabelle 10 Erwartung an die klangliche Beurteilung der Farben

Da die Versuchsteilnehmer diese Erwartungshaltung natürlich nicht kannten und auch selbst nicht haben konnten, war ich besonders auf deren unbeeinflusste Meinung gespannt. Im Vorfeld wussten diese wie bereits erwähnt nicht, dass beim vorliegenden Versuch der Einfluss von Farben untersucht wurde.

⁵² Siehe Kapitel 6.2, S. 34

9.3 Ergebnisse

Unter den zuvor aufgeführten Gesichtspunkten waren die entstandenen Versuchsergebnisse nun zu analysieren und anschließend zu bewerten.

9.3.1 Reaktionen auf die lackierten Mikrofone

Die lackierten Mikrofone stellten im Hörversuch einen wahren Hingucker dar. Keiner der Teilnehmer konnte umhin, die Mikrofone in die Hand zu nehmen und diese zu kommentieren. Hierbei waren die optischen Eindrücke der Probanden bemerkenswert einheitlich.

Ausgesprochen positiv wurden hierbei die Farbe tiefschwarz und das metallische Blau beurteilt. Die Versuchsteilnehmer waren sich einig, dass das Mikrofon in diesen Farben besonders edel und hochwertig wirkt. Hierbei überzeugte sowohl die matte und weiche Oberfläche des schwarzen Mikrofons als auch die metallische Lackierung.

Die in Nextel-Farben lackierten Mikrofone in Anthrazitgrau und Havannabraun wurden positiv beurteilt, wobei hier die unauffällige Erscheinung der beiden Mikrofone besonders hervorgehoben wurde. Dies gilt durchaus als Vorteil der Schoeps-Lackierung grau, auffälliger und dadurch positiver erschienen jedoch die beiden zuvor genannten Mikrofone. Allerdings wurden das braune und graue Mikrofon ebenfalls als qualitativ hochwertig eingestuft. Auch sie überzeugten mit der matten Oberfläche.

Das weiß lackierte Mikrofon wurde hingegen nicht ganz so positiv bewertet. Es wurde durch die Farbe und Oberfläche weniger hochwertig eingeschätzt. Noch stärker zu beobachten war dies bei den Mikrofonen in den Farben grün und rot. Diese wurden eher als „Spielerei“ abgetan.

Beim ersten optischen Eindruck zeigen sich so klare Unterschiede zwischen den achromatischen und den bunten Farben. Einzige Ausnahme hierbei ist das blaue Mikrofon, das jedoch durch seine metallische Lackierung eine Ausnahme darstellt. Die Lackierung mit Nextel scheint durch die matte und weiche Oberfläche einen extrem hochwertigen Eindruck zu hinterlassen. Ob sich dies in der klanglichen Beurteilung bestätigt wird sich zeigen.

9.3.2 Die Auswertung der unveränderten Vergleiche

Zunächst wurden die Vergleiche analysiert, die zuvor nicht mit einem Filter verändert wurden. Die Versuchspersonen hörten also die genau gleiche Datei. Beide Hörproben unterschieden sich in keiner Weise.

Bei der Auswertung wurde hierbei zum Einen festgehalten, welche Unterschiede die Versuchsteilnehmer notiert hatten. Zum Anderen wurde ebenfalls ausgewertet, welche Paare den geringsten Einfluss auf die Wahrnehmung der Probanden hatten.

Rangfolge „klingt heller“

Aus der Auswertung des Kriteriums „klingt heller“ ergab sich folgende Rangfolge:

1.	Rot	19
2.	Braun	18
3.	Weiß	12
	Schwarz	12
	Grün	12
6.	Grau	9
	Blau	9

Tabelle 11 Rangfolge "klingt heller"

Die in der rechten Spalte angegebene Zahl entspricht hierbei der Anzahl der Bevorzugungen dieser Farbe. „Klingt heller“ könnte man künstlich durch eine Höhenanhebung oder eine Tiefenabsenkung erreichen.

Rot setzt sich hier als Signalfarbe durch, wobei sie eher zu den dunkleren Farbtönen gezählt werden kann. Überraschend ist das gleiche Abschneiden der konträren Farben Weiß und Schwarz. Anscheinend zeigen sich hier die polarisierenden Kräfte dieser beiden Farben.

In dieser Auswertung fiel besonders der Vergleich „Braun/Grau“ auf. Dieser wurde von den Versuchsteilnehmern am seltensten als gleich empfunden. Zudem zeigt sich hier deutlich mit

9 Auswertung des Versuchs

sieben Bevorzugungen, dass die Farbe Havanna-Braun wesentlich heller empfunden wird als Anthrazit-Grau. Eine derart eindeutige Häufung wurde nur hier erreicht.

Im Gegensatz hierzu scheinen diese Paare besonders ähnlich auf die Versuchsteilnehmer zu wirken:

- Grün / Grau (13 mal als gleich erkannt)
- Weiß / Braun (11 mal als gleich erkannt)
- Rot / Grün (11 mal als gleich erkannt)

Hierbei verwirrt vor allem die scheinbare Ähnlichkeit der Komplementärfarben Rot und Grün. Abhängig von den weiteren Ergebnissen lässt sich hier eventuell feststellen, dass ein zu großer Farbkontrast keine Wirkung erzielen kann.

Die Ähnlichkeit von Grün und Grau lässt sich über den Helligkeitswert der beiden Farben erklären. Mit Hilfe des roten Mikrofons lässt sich dies weiter verdeutlichen.



Abbildung 23 Grün, Grau und Rot in Farbe



Abbildung 24 Grün, Grau und Rot in Schwarz-Weiß

Grün entspricht in seiner Helligkeit am ehesten der des grauen Mikrofons. Stellt man alle Mikrofone in Schwarz-Weiß dar, zeigt sich dies deutlicher. Während grün dem grauen Mikrofon sehr ähnlich ist, wirkt das rote Mikrofon wesentlich dunkler. Diese Ähnlichkeit der Helligkeitswerte scheint sich im Vergleich zu zeigen. Die Hälfte der Versuchsteilnehmer stellte hier fest, dass es zwischen den beiden Hörproben keinen Unterschied gibt.

Weiß und Braun werden ebenso wie Rot und Grün gleich beurteilt, jedoch lässt sich hier keine eindeutige Aussage treffen.

Rangfolge „klingt offener“

1.	Grau	11
	Grün	11
3.	Weiß	9
	Blau	9
5.	Rot	8
6.	Braun	5
	Schwarz	5

Tabelle 12 Rangfolge "klingt offener"

Einen offeneren Klang könnte man mit einem Filter durch die Anhebung der Höhen oder eine Verstärkung des für die Sprachverständlichkeit verantwortlichen Bereichs um 1-2 kHz erreichen.

Braun, Schwarz und Rot zeigen sich hier durch ihre etwas dunklere Farbgebung abgeschlagen. Grau und Grün hingegen wurden öfter als „offen“ klingend beurteilt als es bei den Farben Weiß und Blau der Fall war. Grün und Blau werden fast genauso oft als „offen“ wie auch als „hell“ klingend beurteilt, was einer Verbindung der beiden Begriffe entspricht. So können beide Beurteilungen unter anderem durch eine Höhenanhebung erreicht werden. Das Durchsetzen des grauen und das Abfallen des weißen Mikrofons überraschen hingegen.

Wie bereits zuvor erkennt die Hälfte der Versuchsteilnehmer, dass es keinen Unterschied zwischen dem Vergleichspaar Grün / Grau gibt. Auch die Paarung Grün / Rot mit ihrem starken Kontrast, lässt 14 von 26 Probanden keinen Unterschied im Kriterium „klingt offen“ erkennen. Genauso vielen Personen erscheint nun das Paar Grau / Braun ohne Unterschied. Dies kann zum einen ebenfalls am geringen Helligkeitsunterschied der beiden Mikrofone liegen. Zum anderen besitzen beide Mikrofone eine matte Oberfläche, was ebenfalls eine Rolle spielen kann.

In Hinsicht auf dieses Kriterium haben sich die Vermutungen und zuvor geäußerten Erwartungen bestätigt. Die von mir als „offen“ erwarteten Farben Weiß, Grau und Grün haben die Versuchsteilnehmer ebenso beeinflusst.

Rangfolge „klingt voller“

1.	Grau	13
2.	Blau	12
3.	Braun	11
	Rot	11
5.	Schwarz	9
6.	Weiß	8
7.	Grün	4

Tabelle 13 Rangfolge "klingt voller"

Einen volleren Klang würde man künstlich durch eine Bassanhebung oder einer Mittenanhebung erreichen.

Die hellen Farbtöne Grün und Weiß liegen hierbei am Ende der Rangfolge. Allerdings wurde Schwarz weniger „voll“ klingend bewertet wie zuvor aufgrund der dunklen Farbgebung erwartet. Rot und Braun als kräftige Farben landen hierbei ebenfalls nur auf Platz 3. Das blaue Mikrofon mit seiner metallischen Lackierung wird als „voller“ klingend beurteilt. Nur Grau übertrifft dies noch. Grau und Blau als eher kühlere Farben scheinen hier im Vorteil zu sein.

Wieder erkannte mehr als die Hälfte der Versuchsteilnehmer bei der Kombination aus Rot und Grün, dass es sich hierbei um die gleichen Hörproben handelte. Dies trat desweiteren fast ebenso oft bei den Paaren Rot / Blau und Weiß / Grün auf. Hierbei stellt die Kombination Rot / Blau einen ähnlich starken Kontrast dar wie Rot / Grün.

Auch hier zeigen sich einige Erwartungen und Vermutungen bestätigt. Die farblich als „voll“ empfundenen Farben Rot, Grau und Braun zeigen sich in der oberen Hälfte der Rangfolge. Schwarz, bei dem diese Erwartung vor allem bestand, hatte jedoch nicht den erwarteten Einfluss. Dieser zeigte sich hingegen beim blau lackierten Mikrofon.

Rangfolge „klingt präsenter“

1.	Blau	5
	Rot	5
3.	Braun	3
	Weiß	3
5.	Grau	2
6.	Schwarz	0
	Grün	0

Tabelle 14 Rangfolge "klingt präsenter"

Als häufigste Antwort, neben den bereits vorgegebenen Kriterien, wurde von den Teilnehmern „klingt präsenter“ angegeben. Erreichen ließe sich dies mit einer Anhebung im Sprachpräsenzbereich zwischen 1 und 2 kHz.

Grün, das auch als am wenigsten „voll“ klingend empfunden wird, kann auch bei diesem Kriterium nicht überzeugen. Auch die achromatischen Farben Schwarz, Weiß und Grau zeichnen sich hier nicht aus. Besonders die kräftigen Farben Rot und Blau dominieren diese Klangeinschätzung. Da diese Farben besonders kräftig und präsent sind, scheinen diese auch klanglich so wahrgenommen zu werden. Havanna-Braun und Weiß scheinen aus dieser Sichtweise ebenfalls präsenter und auffällender als die Farben Grün, Grau und Schwarz.



Abbildung 25
Veranschaulichte
Rangfolge "klingt
präsenter"

Bei den Farben Blau und Rot entsprechen die Eindrücke der Teilnehmer wiederum den zuvor geäußerten Erwartungen.

9.3.3 Die Auswertung der veränderten Vergleiche

Bei der Auswertung der veränderten Vergleiche mussten die Ergebnisse anders ausgewertet werden als im Fall der unveränderten Vergleiche. Zwar wurde hier wiederum zwei Mal dieselbe Aufnahme verwendet, allerdings war dabei eine der beiden Hörproben mit einem Filter belegt⁵³. Je nach Filter wurde nun ausgewertet. War bei einem Vergleich zwischen Weiß und Schwarz beispielsweise das schwarze Mikrofon mit einer Höhenanhebung versehen, konnte dies nun verschiedene Auswirkungen haben. Bewertete der Versuchsteilnehmer nun die beiden Hörproben als gleich klingend, wurde daraus geschlossen, dass das weiße Mikrofon heller empfunden wird bzw. das schwarze Mikrofon dumpfer, da die Höhenanhebung ausgeglichen oder nicht gehört wurde. Wurde Weiß als heller empfunden, obwohl Schwarz mit einer Höhenanhebung versehen war, war dies eindeutig. Zudem wurde notiert, falls ein Vergleich richtig gehört, d.h. der entsprechende Filter erkannt, wurde.

Zunächst möchte ich hier die Ergebnisse der einzelnen Filter beleuchten, um diese Erkenntnisse schlussendlich zusammenzufassen. Da nicht jeder Vergleich mit jedem Filter, sondern stets nur mit drei ausgewählten stattfand, sind die Auswertungen der einzelnen Filter nicht vollständig, zeigen jedoch interessante Ergebnisse.

Filter 1

Die erste Filterung entsprach einer Höhenanhebung (Shelving-Filter) um 0,5 dB ab einer Frequenz von 2 kHz.

Hier ergab sich leider keine eindeutige Rangfolge. Besonders auffallend war jedoch die Dominanz von weiß in der Kategorie „klingt heller“.

	Weiß
Schwarz	6
Grün	5
Σ	11

Tabelle 15 Ausschnitt der Auswertung "verändert" und "klingt heller"

So wurde Weiß in allen Fällen, obwohl Schwarz mit dem heller klingenden Filter belegt war, heller als Schwarz bewertet. Da sich dies so deutlich in den unbearbeiteten Versuchen nicht

⁵³ Siehe Kapitel 5.4, S. 27

gezeigt hatte, fiel dieses Ergebnis besonders auf. Auch wenn die Erwartungen zuvor aufgrund der sehr hellen, weißen Lackierung in diese Richtung gingen, wurde mit einem so deutlichen Ergebnis nicht gerechnet.

Die Dominanz von Weiß in der Kategorie „klingt heller“ zeigte sich desweiteren im Paarvergleich mit Grün. Obwohl auch hier Grün mit dem heller klingenden Filter belegt war, wurde weiß – außer in einem Fall – stets als gleichklingend beurteilt. Dies entspricht einem dumpferen Klang von Grün oder im Gegensatz hierzu dem helleren Klang von Weiß.

Filter 2

Die Höhenabsenkung des zweiten Filters sollte einen dumpfen Klang erzeugen. Auch hier wurden die Höhen mithilfe eines Shelving-Filters ab einer Frequenz von 2 kHz um 0,5 dB abgesenkt.

Obwohl die Farben Havanna-Braun und Schwarz in den Vergleichen stets mit dem dumpfer klingenden Filter belegt wurden, wurden sie von den Versuchspersonen in Bezug auf den zweiten Filter als am hellsten und offensten klingend bewertet.

Zudem zeigte sich hier zum ersten Mal eine Kombination bei der die Filterung stets erkannt wurde: Braun und Rot. Diese sind sich von der Farbintensität und Helligkeit wiederum sehr ähnlich. Möglicherweise ähnlich genug um die Versuchsteilnehmer nicht zu beeinflussen.

Filter 3

Die als präsent empfundene Anhebung der Frequenz 1 kHz um 0,5 dB bei einer Güte von 1,0 zeichnete den dritten angewendeten Filter aus.

Hier zeigte sich keine der Farben als besonders dominant, allerdings zeigte sich eine deutliche Rangfolge in der Kategorie „klingt präsenter“. Hier setzte sich Schwarz vor den restlichen Farben durch. Die helleren Farben Grau und Grün liegen jedoch direkt dahinter. Einzig Weiß zeigt sich hierbei durchaus abgeschlagen.

Im Prinzip stellt sich die Rangfolge „verändert“ und „klingt präsenter“ als genaues Gegenteil der Rangfolge „unverändert“ und „klingt präsenter“ dar. Hier wurden vor allem die Farben Blau, Rot, Braun und Weiß als besonders präsent empfunden, welche hier nun die letzten vier Plätze belegen.

Inwieweit sich diese Beobachtung im Gesamtergebnis widerspiegelt wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit gezeigt.

1.	Schwarz	8
2.	Grau	6
	Grün	6
4.	Braun	5
5.	Weiß	2
	Rot	2
7.	Blau	0

Tabelle 16 Rangfolge "verändert" und "klingt präsenter"

Filter 4

Anstatt einer Anhebung wurde hier die Frequenz um 1 kHz mit einer Absenkung um 0,5 dB bei einer Güte von 1,0 versehen. Hierdurch sollte die bearbeitete Aufnahme weniger präsent klingen.

Auffällig oft erkannten die Versuchspersonen die Filterung bei den Kombinationen Grau / Rot und Grau / Blau. Hier scheint der Unterschied zwischen beiden Lackierungen genügend groß zu sein um die Filterung heraushören zu können.

1.	Weiß	6
2.	Grau	5
3.	Grün	4
	Rot	4
5.	Blau	2
6.	Braun	1
7.	Schwarz	0

Tabelle 17 Rangfolge "verändert" und "klingt präsenter"

9 Auswertung des Versuchs

Vergleicht man diese Auswertung mit der vorherigen, zeigt sich hier wieder das komplette Gegenteil. Einzig Grün und Grau werden ähnlich präsent bewertet wie zuvor. Hier lässt die Auswertung aller veränderten Vergleiche auf Klarheit hoffen.

Filter 5

Die mit dem fünften Filter bearbeiteten Hörproben klingen aufgrund einer Tiefenabsenkung um 0,5 dB ab 500 Hz heller als die unbearbeiteten Aufnahmen.

Obwohl Braun hier stets als heller und offener beurteilt wurde als das blaue Mikrofon, setzt sich Blau in der Rangfolge durch:

1.	Blau	9
2.	Schwarz	8
3.	Braun	6
4.	Grün	3
5.	Weiß	2
6.	Grau	1
7.	Rot	0

Tabelle 18 Rangfolge "verändert" und "klingt heller und offener"

Dies wäre in Hinsicht auf die unveränderten Hörproben nicht denkbar gewesen. Hier stand blau in der Kategorie „klingt heller“ am Ende der Rangfolge.

Filter 6

Durch eine Tiefenanhebung um 0,5 dB unterhalb von 500 Hz durch einen Shelving-Filter sollte ein dumpferer, vollerer Klang erzeugt werden.

Hier fiel besonders auf, dass Blau stets voller beurteilt wurde als Schwarz. Dasselbe war bei der Kombination Weiß / Grau und Weiß / Rot der Fall. Stets setzte sich Weiß unerwarteter Weise durch. Dies zeigt sich dann auch in der entstandenen Rangfolge:

1.	Weiß	10
2.	Blau	7
3.	Braun	3
	Schwarz	3
5.	Grau	2
6.	Rot	1
7.	Grün	0

Tabelle 19 Rangfolge "verändert" und "klingt voller"

Zusammenfassung

Allgemein lässt sich sagen, dass alle Filter annähernd gleich oft richtig erkannt wurden. Ein Fehler bei der Filterung lässt sich somit ausschließen.

Am häufigsten wurde die Filterung bei folgenden Kombinationen richtig erkannt:

- Grau / Blau (16 mal richtig erkannt)
- Grau / Rot (14 mal richtig erkannt)

Bei 26 Versuchsteilnehmern entspricht dies mehr als der Hälfte der Teilnehmer. Scheinbar scheint der Kontrast zwischen der grauen, matten Lackierung besonders im Kontrast zu stehen zur farbigen und glatten und zur farbigen und metallischen Oberfläche.

Im Gegensatz hierzu erkannte keiner der Probanden die Filterung bei der Kombination Weiß / Grün, die dieselbe glatte Oberfläche besitzen. Zudem zeigt Grün den größten Helligkeitsanteil der farbigen Lackierungen.

Die Rangfolgen der einzelnen Kriterien „heller“, „offener“, „voller“ und „präsender“ für alle Filter finden Sie auf der folgenden Seite:

1.	Schwarz	24
2.	Braun	20
3.	Weiß	19
4.	Blau	16
5.	Rot	8
6.	Grau	6
	Grün	6

Tabelle 20 Rangfolge "heller"

1.	Schwarz	24
2.	Braun	20
3.	Weiß	19
4.	Blau	16
5.	Rot	8
6.	Grau	6
	Grün	6

Tabelle 21 Rangfolge "offener"

1.	Braun	12
2.	Weiß	11
3.	Schwarz	10
4.	Blau	8
5.	Grau	7
6.	Rot	2
	Grün	2

Tabelle 22 Rangfolge "voller"

1.	Grau	11
	Grün	11
3.	Schwarz	8
	Weiß	8
5.	Braun	6
	Rot	6
7.	Blau	2

Tabelle 23 Rangfolge "präsentier"

Überraschend bei diesen Ergebnissen ist die Dominanz des schwarzen Mikrofons in den Kategorien „klingt heller“ und „klingt offener“. Abgeschlagen zeigen sich hier vor allem die Farben Grün, Grau und Rot. Diese können wiederum in der Kategorie „klingt präsenter“ ihre Vorteile hervorheben. Rot und Grün scheinen jedoch beim Kriterium „klingt voller“ keineswegs überzeugen zu können und zeigen sich weit abgeschlagen.

9.3.4 Das Gesamtergebnis

Um alle Ergebnisse der bearbeiteten und unbearbeiteten Vergleiche vergleichbar zu machen, wurden die Einzelergebnisse miteinander verbunden. Schlussendlich ergeben sich so vier Gesamttrangfolgen für die Kategorien „klingt heller“, „klingt offener“, „klingt voller“ und „klingt präsenter“.

Hier zeigt sich deutlich, dass die Farben Schwarz, Weiß, Grau, Blau und Braun von den Versuchsteilnehmern bevorzugt werden. Die Farben Grün und Rot schneiden insgesamt weniger gut ab, was an der „unpassenden“ Farbe für eine Mikrofonlackierung liegen kann. Dieses Ergebnis lässt sich gut mit den optischen Eindrücken der Probanden vereinen. Auch hier erhielten die Farben Rot und Grün eine eher negative Bewertung.

Überraschend ist das besonders gute Abschneiden des schwarzen Mikrofons in der Kategorie „klingt heller“. Dieses wird heller bewertet als das weiß lackierte Mikrofon. Allerdings kann man davon ausgehen, dass hier weniger die farbliche Beurteilung eine Rolle spielt als Erfahrungswerte der Probanden. So sind schwarze Mikrofone eher die Regel als weiße und werden deshalb eventuell besser beurteilt.

Die nicht standardmäßigen Farben Metallic-Blau und Havanna-Braun können sich in diesem Vergleich allerdings gut neben den Farben Schwarz, Weiß und Grau behaupten. So wird Havanna sowohl am hellsten als auch am vollsten und präsentesten beurteilt. Blau kann sich in den Kategorien „offen“, „voll“ und „präsent“ jeweils in der oberen Hälfte der Rangfolge platzieren. Diese beiden Farben hatten jeweils bereits beim ersten optischen Eindruck die Versuchsteilnehmer überzeugen können. Dies spiegelt sich auch hier in den Ergebnissen wieder.

Überraschend hingegen ist das eher mittelmäßige Abschneiden der Standardlackierung anthrazitgrau. Diese kann sich nur in der Kategorie „klingt voller“ auf Platz 2 behaupten. Allerdings geht die momentane Einschätzung in die Richtung, dass das „Standardmikrofon“ in diesem Vergleich ein wenig unterging.

1.	Braun	38
2.	Schwarz	36
3.	Weiß	31
4.	Rot	27
5.	Blau	25
6.	Grün	18
7.	Grau	15

Tabelle 24 Gesamtrangfolge "heller"

1.	Schwarz	29
2.	Weiß	27
3.	Braun	25
	Blau	25
5.	Grün	17
6.	Grau	16
	Rot	16

Tabelle 25 Gesamtrangfolge "offener"

1.	Braun	23
2.	Grau	20
	Blau	20
4.	Schwarz	19
	Weiß	19
6.	Rot	13
	Grün	6

Tabelle 26 Gesamtrangfolge "voller"

1.	Braun	14
2.	Weiß	13
3.	Blau	11
4.	Schwarz	10
5.	Grau	8
6.	Rot	5
7.	Grün	2

Tabelle 27 Gesamtrangfolge "präsender"

9.3.5 Auswertung Oberfläche

Da die Farbauswahl auch die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit mit beeinflusst, lässt sich hier nur bedingt eine Aussage treffen.

Rot und Grün mit ihrer glatten Oberfläche können weniger überzeugen, wohingegen sich weiß recht gut durchsetzen kann. Insgesamt werden diese allerdings schlechter bewertet als die mit Nextel lackierten Mikrofone. Dies zeigt sich besonders in der Rangfolge „klingt voller“. Hier belegen die Mikrofone mit den glatten Oberflächen die letzten Plätze, während die vorderen Plätze von den mit Nextel lackierten und dem metallischen Mikrofon belegt werden.

Zählt man alle Bevorzugungen der einzelnen Mikrofone zusammen erhält man für die unterschiedlichen Gruppen folgende Ergebnisse:

Gruppe	Anzahl Bevorzugungen
Glatte Lackierung	194
Nextel Lackierung	253
Metalliclackierung	81

Tabelle 28 Bevorzugungen der verschiedenen Lackierungen

Diese Zahlen können jedoch zunächst nicht verwendet werden, da schließlich jeweils drei Mikrofone über eine glatte und eine raue Oberfläche verfügten. Deshalb wurden die Ergebnisse der Gruppen „glatte Lackierung“ und „Nextel Lackierung“ noch durch drei geteilt. Hierdurch ergibt sich dann anschließende Rangfolge:

Rang	Gruppe	Ø Bevorzugungen
1.	Nextel	84
2.	Metallic	81
3.	Normal (glatt)	65

Tabelle 29 Rangfolge Oberfläche

Diese Rangfolge bestätigt sowohl den zuvor subjektiv gewonnen Eindruck als auch die optische Beurteilung der Mikrofone durch die Versuchsteilnehmer.

9.3.6 Auswertung Beeinflussung Probanden

Wie bereits erwartet, ließen sich die Versuchsteilnehmer unterschiedlich stark vom Einsatz der Farbe beeinflussen. Ausgewertet wurde, wie viele Vergleiche richtig gehört wurden. Hierbei zählten sowohl wahrgenommene Filter wie auch die Feststellung bei den unbearbeiteten Vergleichen, dass es zwischen den beiden Hörproben keinen Unterschied gibt.

Im Durchschnitt erkannten die 26 Teilnehmer 40% der Vergleiche richtig. Dies entspricht 8 bis 9 richtig wahrgenommenen Vergleichen. Der Median liegt hier bei 38,1%, was 8 richtigen Einschätzungen entspricht.

Am wenigsten durch die Farben beeinflussen ließ sich ein Versuchsteilnehmer, der 18 der 21 Vergleiche richtig bewertete und so eine Quote von 85,7% erreicht. Die stärkste Beeinflussung lag hingegen bei drei richtigen Einschätzungen und somit 14,3%.

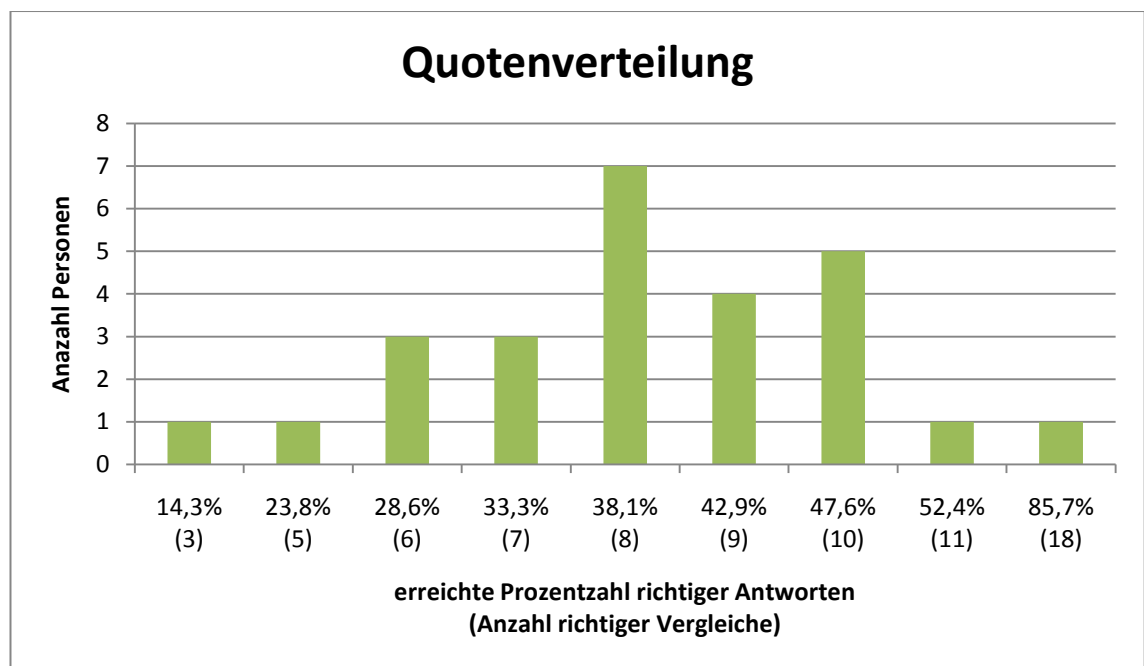


Tabelle 30 Quotenverteilung der Versuchsteilnehmer

10 Fazit

Nach der Durchführung und Auswertung der Versuche lässt sich sagen, dass sich jeder der Versuchsteilnehmer von der Farbe beeinflussen ließ. Dabei zeigte sich jede der Farben als beeinflussend.

Abschließend lässt sich jedoch feststellen, dass man trotz der zuvor angeeigneten Farbpsychologie keine genaue Aussage darüber treffen konnte, wie die Mikrofone beurteilt werden konnten. In diesem Fall spielt für mich neben der theoretischen Farbpsychologie und der Farbenlehre auch die Frage eine Rolle, ob eine Farbe für ein Mikrofon geeignet ist oder nicht. Hier zeigte sich deutlich, dass die Farben Grün und Rot von den Versuchsteilnehmern einheitlich schlechter beurteilt wurden als Farben, die sie zuvor als passend empfunden hatten.

Neben den etablierten Mikrofonfarben schwarz und grau zeigten hier auch die Farben weiß, metallicblau und havannabraun ihre Stärken. Die Firma Schoeps GmbH hat mit dem Richtmikrofon CMIT 5U bereits gezeigt, dass sich Metallicblau erfolgreich einsetzen lässt. Zu überlegen wäre, ob vielleicht auch die anderen beiden Farben in die Farbpalette aufgenommen werden könnten.

Hier ließe sich allerdings die Überlegung anstellen, ob sich Weiß auch in einer Nextel-Lackierung realisieren lassen könnte. Der Farbpalette⁵⁴ nach zu urteilen wäre dies ohne Probleme möglich. Den Ergebnissen zufolge wäre es auf jeden Fall einen Versuch wert, die Farben Weiß und Havanna-Braun weiter zu verfolgen.

Für mich persönlich war diese Arbeit sehr bereichernd und durchaus herausfordernd. Die verschiedenen Aspekte wie das Eintauchen in die Welt der Farbpsychologie, die Erstellung und Organisation eines Hörversuchs und die Einblicke in den Entstehungsprozess der Schoeps-Mikrofone haben mir immer wieder Spaß bereitet. Auch wenn zunächst nicht absehbar war, wie die Ergebnisse schlussendlich aussehen werden, bin ich mit den gewonnenen Resultaten sehr zufrieden.

Abschließend werden diese beim 3. Internationalen VDT Symposium mit dem Thema „Das Hören im Blick – Audiotechnik, Qualität, Wahrnehmung“⁵⁵ auf Schloss Hohenkammer vorgestellt.

⁵⁴ <http://www.nextel-coating.com/technischeinformationen/default.asp?lng=ger>

⁵⁵ <http://www.tonmeister.de/vdt/index.php>

VI Begleitende CD

1. PDF-Version der vorliegenden Arbeit
2. Ordner „Vorversuche“ mit den beiden durchgeführten Vorversuchen
3. Ordner „Hörversuch“ mit den fünf durchgeführten Hörversuchen
4. Ordner „Auswertungen“ mit den Auswertungstabellen

VII Verzeichnis verwendeter Literatur

Bücher

Michael Dickreiter, Handbuch der Tonstudio Technik Band 1, 1997 K.G. Saur Verlag, München

Weber, Peter: Möglichkeiten und Grenzen von Skalierungsverfahren II. Konsistenz und Konkordanz bei multiplen Rangordnungen, 2003, Verlag Dr. Kovač, Hamburg

Andreas Ederhof, Das Mikrofonbuch, 2006 GC Carstensen Verlag, München

Hubert Henle, Das Tonstudio Handbuch, 2001 GC Carstensen Verlag, München

Eva Heller, Wie Farben auf Gefühl und Verstand wirken, 2000 Droemer Verlag, München

Norbert Welsch und Claus Chr. Liebmann, Farben – Natur, Technik, Kunst, 2007, Elsevier GmbH, München

Gerhart Boré und Stephan Peus, Mikrophone für Studio- und Heimstudio-Anwendungen – Arbeitsweise und Ausführungsbeispiele, 1999, Druck-Centrum Fürst GmbH, Berlin

Daniel Menzel, Psychoakustische Untersuchungen zum Einfluss der Farbe auf die Lautheit von Sportwagen, 2007, Stuttgart

E. Bruce Goldstein, Wahrnehmungspsychologie – Der Grundkurs, 2008, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Internet

www.microphone-data.com

www.schoeps.de

www.schoeps.de/showroom

www.nextel-coating.com

www.mareiketiede.de

www.mydrive.ch

http://www.ika.rwth-aachen.de/pdf_eb/gb5-09psychoakustik.pdf

<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Psychoakustik-psycho-acoustics.html>

VIII Abbildungsverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1 Aufbauprinzip eines Druckempfängers	
Andreas Ederhof, Seite 34	11
Abbildung 2 Polardiagramm eines Druckempfängers	
Andreas Ederhof, Seite 36	11
Abbildung 3 Prinzip eines Druckgradientenempfängers	
Andreas Ederhof, Seite 40	12
Abbildung 4 Polardiagramm eines Druckgradientenempfängers	
Andreas Ederhof, Seite 42	12
Abbildung 5 Aufbauprinzip eines offenen Druckgradientenempfängers	
Andreas Ederhof, Seite 46	13
Abbildung 6 Aufbau eines elektrostatischen Mikrofons	
Andreas Ederhof, Seite 63	14
Abbildung 7 Schnitt durch ein Tauchspulenmikrofon	
Andreas Ederhof, Seite 51	15
Abbildung 8 Polardiagramm eines Mikrofons mit Nierencharakteristik	
Andreas Ederhof, Seite 92	16
Abbildung 9 Beispiel für einen Frequenzgang	
Michael Dickreiter, Seite 149	17
Abbildung 10 Bewertungskurven für den Ersatzgeräuschpegel	
Andreas Ederhof, Seite 113	19
Abbildung 11 Im Versuch verwendete optische Stimuli	
Daniel Menzel, Seite 855	21
Abbildung 12 Die eingefärbten Mikrofone (links das Original)	
Schoeps Mikrofone, Katalog 6	23
Abbildung 13 Finale Anordnung in Power Point	
Eigener Screenshot	23
Abbildung 14 Polardiagramm der MK4-Kapsel	
http://www.microphone-data.com/microphone.asp?mic=341	25
Abbildung 15 Frequenzgang der MK4-Kapsel	
http://www.microphone-data.com/microphone.asp?mic=341	26

Abbildung 16 Aufnahme der Sprecherin	
Eigene Fotografie (08.06.2009).....	26
Abbildung 17 Filtereinstellungen der Filter 3 und 4	
Zusammengefügte eigene Screenshots	28
Abbildung 18 Filtereinstellungen der Filter 1, 2, 5 und 6	
Zusammengefügte eigene Screenshots	28
Abbildung 19 Die lackierten Mikrofone	
Eigene Fotografien (11.07.2009)	31
Abbildung 20 Beispiel eines Paarvergleichs im fertigen Hörversuch	
Eigener Screenshot	39
Abbildung 22 Versuchsaufbau im Studio der HdM	
Eigene Fotografie (16.07.2009).....	42
Abbildung 21 Adam S2A Lautsprecher	
http://omegamusic.pl/sklep2/images/s2a.jpg	42
Abbildung 23 Grün, Grau und Rot in Farbe	
Eigene Fotografien	50
Abbildung 24 Grün, Grau und Rot in Schwarz-Weiß	
Eigene Fotografien	50
Abbildung 25 Veranschaulichte Rangfolge "klingt präsenter"	
Eigene Fotografien	53

Tabellen und Diagramme

Tabelle 1 Technische Daten der CMC-Verstärker 5U und 6U	
http://schoeps.de/D-2004/specs-cmc.html	24
Tabelle 2 Technische Daten der MK4-Kapsel	
http://schoeps.de/D-2004/specs-mk-ccm4.html	25
Tabelle 3 Filtereinstellungen	
Eigene Tabelle	27
Tabelle 4 Lackierungen der Versuchsmikrofone	
Eigene Tabelle	30
Tabelle 5 Beispiel einer einfachen Dominanzmatrix	
Peter Weber, Seite 22	37
Tabelle 6 Dominanzmatrix mit 5 Objekten	
Peter Weber, Seite 24	38

Tabelle 7 Alter der Versuchsteilnehmer	
Eigenes Diagramm	41
Tabelle 8 Beispiel einer Dominanzmatrix "heller"	
Eigene Tabelle	46
Tabelle 9 Dominanzmatrix für die Kriterien "unbearbeitet" und "heller klingend"	
Eigene Tabelle	46
Tabelle 10 Erwartung an die klangliche Beurteilung der Farben	
Eigene Tabelle	47
Tabelle 11 Rangfolge "klingt heller"	
Eigene Tabelle	49
Tabelle 12 Rangfolge "klingt offener"	
Eigene Tabelle	51
Tabelle 13 Rangfolge "klingt voller"	
Eigene Tabelle	52
Tabelle 14 Rangfolge "klingt präsenter"	
Eigene Tabelle	53
Tabelle 15 Ausschnitt der Auswertung "verändert" und "klingt heller"	
Eigene Tabelle	54
Tabelle 16 Rangfolge "verändert" und "klingt präsenter"	
Eigene Tabelle	56
Tabelle 17 Rangfolge "verändert" und "klingt präsenter"	
Eigene Tabelle	56
Tabelle 18 Rangfolge "verändert" und "klingt heller und offener"	
Eigene Tabelle	57
Tabelle 19 Rangfolge "verändert" und "klingt voller"	
Eigene Tabelle.....	58
Tabelle 20 Rangfolge "heller"	
Eigene Tabelle	59
Tabelle 21 Rangfolge "offener"	
Eigene Tabelle	59
Tabelle 22 Rangfolge "voller"	
Eigene Tabelle	59
Tabelle 23 Rangfolge "präsenter"	
Eigene Tabelle.....	59

Tabelle 24 Gesamtrangfolge "heller"	
Eigene Tabelle	61
Tabelle 25 Gesamtrangfolge "offener"	
Eigene Tabelle	61
Tabelle 26 Gesamtrangfolge "voller"	
Eigene Tabelle	61
Tabelle 27 Gesamtrangfolge "präsentier"	
Eigene Tabelle.....	61
Tabelle 28 Bevorzugungen der verschiedenen Lackierungen	
Eigene Tabelle	62
Tabelle 29 Rangfolge Oberfläche	
Eigene Tabelle	62
Tabelle 30 Quotenverteilung der Versuchsteilnehmer	
Eigenes Diagramm	63

IX Anhang

Sprechertext für das Versuchsmaterial

1. Mit dem Begriff Hörereignis wird beschrieben, wie ein subjektiv wahrgenommenes Schallereignis von einem Menschen wahrgenommen wird.
2. Als akustische Wahrnehmung bezeichnet man die Sinneswahrnehmung von Schall durch Lebewesen.
3. Als Trittschall wird Schall bezeichnet, der durch die Bewegung auf einem Fußboden entsteht und in einem anschließenden Raum durch Körperschallübertragung wahrgenommen wird.
4. Musik ist die organisierte Form von Schallereignissen.
5. Sprache bezeichnet die aus Wörtern bestehende, also verbale Kommunikation.
6. Sprecherziehung nennt man die praxisorientierte Seite der Sprechwissenschaft, die sich mit allen Aspekten mündlicher Kommunikation beschäftigt.
7. Hörversuche sind Experimente, bei denen unter definierten Bedingungen die akustischen Wahrnehmungen untersucht werden.
8. Die Akustik ist die Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung.
9. Ein Mikrofon ist ein Schallwandler, der Luftschall in entsprechende elektrische Spannungsänderungen, das Mikrofonsignal, umwandelt.
10. Wer einmal über's Ohr gehauen wurde, der hört beim nächsten Mal besser. (Ernst R. Hauschka)
11. In der Politik ist es wie im Konzert: ungeübte Ohren halten schon das Stimmen der Instrumente für Musik. (Amintore Fanfani)

Formular Hörversuch Seite 1

16. Juli 2009

Hörversuch – Bachelorarbeit – Kim Schucker

Der vorliegende Versuch soll die Frage klären, ob akustisch relevante Fertigungsunterschiede bei einer Serienproduktion auftreten. Bei den untersuchten Mikrofonen handelt es sich um das Schoeps CMC 6U mit einer MK4 Kapsel (Nierencharakteristik).

Zur besseren Unterscheidung der verschiedenen Mikrofone wurden diese in verschiedenen Farben lackiert. Wir bitten Sie deshalb während des Experiments ihren Blick auf den Bildschirm gerichtet zu halten.

Die Mikrofone werden paarweise miteinander verglichen.

Ihre Einschätzung in wie fern sich die Hörbeispiele im Klang unterscheiden, tragen Sie bitte auf der folgenden Seite ein. Zum einen gibt es hier vorgefertigte Antworten, bei denen Sie ankreuzen, auf welches der Mikrofone Ihrer Meinung nach die Beschreibung passt. Zum anderen haben Sie die Möglichkeit, eigene Eindrücke zu notieren.

Zu jedem Vergleichspaar sollte etwas eingetragen werden. Es kann beliebig viel angekreuzt werden, es reicht jedoch auch eine Bemerkung bei „eigene Eindrücke“. Falls keine Unterschiede hörbar sind, dies bitte ebenfalls notieren.

Zunächst noch einige Fragen zu Ihnen:

Wie alt sind Sie?

Haben Sie schon Erfahrungen im Bereich Tontechnik gemacht oder bereits in einem Tonstudio gearbeitet?

Ich danke Ihnen herzlich für Ihre Teilnahme!

Formular Hörversuch Seite 2

Hörversuch Nr.:

Welches Mikrofon klingt für Sie...

Vergleich	...heller?		...offener?		...voller?		
Nr.	Mikro links	Mikro rechts	Mikro links	Mikro rechts	Mikro links	Mikro rechts	Eigene Einschätzung
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							