

BACHELORARBEIT

Systematische Analyse von Smartphone, Laptop- und PC-Lautsprecher als Wiedergabegerät

vorgelegt am 09. Dezember 2024

■■■■■■■■■■, Yeji Yun

Erstprüferin: Prof. Dr. Eva Wilk
Zweitprüfer: Matthias Fehling

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN HAMBURG**

Department Medientechnik
Finkenau 35
20081 Hamburg

Abstract

Dem Consumer wird eine Vielzahl von Audiogeräten und Audioinhalten zur Verfügung gestellt. Von professionellen Lautsprechern über kompakte Kopfhörer, von Musik aus aller Welt bis hin zu Hörbüchern gibt es unzählige Möglichkeiten. Allerdings wurden die Zusammenhang und Präferenztendenz zwischen den Audiogenres von Audioinhalten und Wiedergabegeräten selten untersucht. Die Beziehung zwischen diesen Genres und Geräten kann als nützliche Information im ständig wachsenden Audiomarkt dienen. Um diese Unterschiede zu wissen, wurden eine Online-Umfrage, ein Hörversuch und eine Analyse der aufgenommenen Audiodateien durchgeführt. In der Umfrage war die Präferenz und Nutzungshäufigkeit von Kopfhörer am höchsten, der Hörversuch mit Teilnehmern, die mitmachen wollten, zeigte, dass sie unabhängig vom Audiogenre bestimmte Wiedergabegeräte bevorzugten. Die Präferenzen bestanden in folgender Reihenfolge: Kopfhörer – PC-Lautsprecher – Laptop – Smartphone. Auch in den mit den aufgenommenen Audiodateien dargestellten Frequenzgangdiagrammen konnten je nach Genre keine besonderen Unterschiede festgestellt werden. Zusammenfassend wurde behauptet, dass es je nach Audiogenre keinen Unterschied in der Präferenz für jedes Wiedergabegerät gab und dass eine Präferenzreihenfolge der Wiedergabegeräte bestand.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
1.1. Forschungsstand	8
1.2. Problemstellung	9
1.3. Hypothesen	9
2. Methodik	10
2.1. Online-Umfrage für Hörgewohnheiten	11
2.1.1. Die Fragen	11
2.2. Hörversuch	16
2.2.1. Versuchsaufbau	16
2.2.2. Verwendete Wiedergabegeräte und deren Eigenschaften	17
2.2.3. Abgespielte Audioinhalte	18
2.2.4. Fragebogen des Hörversuchs	19
2.3. Aufnahme der Audioinhalte und des weißen Rauschens	19
2.3.1. Aufnahmeaufbau	20
3. Durchführung	20
3.1. Online-Umfrage	21
3.1.1. Ergebnisse der Umfrage	21
3.2. Hörversuch	32
3.2.1. Ergebnisse des Hörversuchs	33
3.3. Aufnahme der Audioinhalte	37
3.3.1. SNR-Wert	37
3.3.2. Darstellung des Frequenzgangs	39
4. Auswertung	40
4.1. Zusammenhänge der Ergebnisse	41
4.2. Verifikation der Hypothesen	42

5. Zusammenfassung und Diskussion	42
6. Literatur	44
7. Anhang	46

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Häufigkeit der Gerätenutzung im Alltag, Musik (links), Podcast (mittel) und Hörbuch (rechts).....	12
Abbildung 2: Am häufigsten verwendetes Gerät für jedes Audiogenre, Musik (links), Podcast (mittel) und Hörbuch (rechts).....	12
Abbildung 3: Grund der Kopfhörernutzung.....	13
Abbildung 4: Am häufigsten (links) und wenigsten (rechts) verwendetes Gerät.....	13
Abbildung 5: bevorzugtes Audiogenre (oben) und damit bevorzugtes Wiedergabegerät (unten).....	14
Abbildung 6: Meinungsfrage zum passenden Gerät, Musik (oben), Podcast (mittel) und Hörbuch (unten).....	15
Abbildung 7: Meinungsäußerung mit Punkten.....	16
Abbildung 8: Versuchsaufbau.....	17
Abbildung 9: Dummy-Head.....	20
Abbildung 10: Ergebnisse der Frage nach der Häufigkeit der Nutzung von Musik.....	21
Abbildung 11: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Musik.....	22
Abbildung 12: Ergebnisse der Frage nach Häufigkeit der Nutzung von Podcast.....	23
Abbildung 13: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Podcast.....	23
Abbildung 14: Ergebnisse der Frage nach der Häufigkeit der Nutzung von Hörbuch.....	24
Abbildung 15: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Hörbuch.....	25
Abbildung 16: Ergebnisse der Frage nach dem Grund der Kopfhörernutzung.....	25
Abbildung 17: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät.....	26
Abbildung 18: Ergebnisse der Frage nach am wenigsten verwendetes Gerät.....	27
Abbildung 19: Ergebnisse der Frage nach bevorzugtem Audiogenre.....	28
Abbildung 20: Ergebnisse der Frage nach bevorzugtem Wiedergabegerät.....	29
Abbildung 21: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Musik.....	30
Abbildung 22: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Podcast.....	30
Abbildung 23: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Hörbuch.....	31
Abbildung 24: Ergebnisse der Frage nach der Meinungsäußerung mit Punkten.....	32

Abbildung 25: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Laptop.....	33
Abbildung 26: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei PC-Lautsprecher	34
Abbildung 27: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Smartphone.....	34
Abbildung 28: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Kopfhörer	35
Tabelle 1: Reihenfolge der Durchschnittswerte von Hörversuch nach Wiedergabegeräte	36
Tabelle 2: Reihenfolge der Durchschnittswerte von Hörversuch nach Genre.....	36
Abbildung 29: Code für SNR-Wert	38
Tabelle 3: Ergebnisse der Berechnung von SNR-Werten mit aufgenommenen Audioinhalten.....	38
Abbildung 30: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des Weißem Rauschens bei Kopfhörer vs Smartphone.....	40
Tabelle B1: Ergebnisse des Hörversuchs bei Laptop.....	48
Tabelle B2: Ergebnisse des Hörversuchs bei PC-Lautsprecher	48
Tabelle B3: Ergebnisse des Hörversuchs bei Smartphone	48
Tabelle B4: Ergebnisse des Hörversuchs bei Kopfhörer.....	48
Abbildung C1: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Hörbücher bei Kopfhörer	49
Abbildung C2: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Podcasts bei Kopfhörer	49
Abbildung C3: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Musik bei Kopfhörer.....	50
Abbildung C4: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Hörbücher bei Smartphone	50
Abbildung C5: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Podcasts bei Smartphone.....	51
Abbildung C6: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Musik bei Smartphone	51
Abbildung C7: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des weißen Rauschens bei Kopfhörer, Laptop und Referenzlautsprecher	52
Abbildung C8: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des weißen Rauschens bei PC-Lautsprecher, Smartphone und Referenzlautsprecher.....	52

1. Einleitung

Viele Menschen genießen Audioinhalte auf ihre eigene Art und Weise. Die Auswahlmöglichkeiten der Consumer sind heute sehr vielfältig und reichen von Wiedergabegeräten, die im Alltag leicht zugänglich sind, bis hin zu sehr teuren High-End-Geräten. Auch die Vielfalt der Audioinhalte hat zugenommen, sodass die Hörer ein Hörerlebnis erhalten, das ihrem individuellen Geschmack und ihrer Situation entspricht. Trotz der zunehmenden Vielfalt an Optionen gibt es jedoch immer noch einige Audiogeräte, die ständig verwendet werden. Audioinhalte, die im täglichen Leben ständig konsumiert werden, verändern sich von Tag zu Tag auch nicht wesentlich. Da es schwierig ist, eine individuelle akustische Umgebung bereitzustellen, die allen Consumer entspricht, wäre es hilfreich für den wachsenden Audiomarkt, wenn es eine Tendenz bei Wiedergabegeräten und Genres gäbe, die allgemein verständlich wären.

1.1. Forschungsstand

Der Markt für Audioinhalte wächst weltweit weiter. Es wird prognostiziert, dass es auf dem Markt für Audioinhalte zu einem immer höheren Konsum kommen wird. Laut Statistik in der Studie hörten 91,7 % der Erwachsenen im Jahr 2020 mindestens einmal im Monat digitale Audioinhalte auf mobilen Geräten [1]. Darüber hinaus besitzen bis 2023 fast 98 % der Weltbevölkerung im Alter zwischen 16 und 64 Jahren ein Handy und 58 % einen Laptop oder Computer [2]. Daraus wird gefolgert, dass der Konsum von Audioinhalten mit den digitalen Geräten populär geworden ist, weil die Verbreitung digitaler Geräte derzeit sehr hochgewachsen ist. Zusätzlich hat der Markt für Audioprodukte ein hohes Wachstumspotenzial. Für den Lautsprechermarkt wird bis 2025 ein Wachstum von 7,7 % erwartet [3], und auch der Ohr- und Kopfhörermarkt wird weiterwachsen [4].

Die Wiedergabegeräte wie Smartphones und Laptops [5] sind repräsentative Geräte, die im Alltag die Audioinhalte abspielen. Diese häufig verwendeten Geräte verfügen jedoch über eine begrenzte Größe und Leistung der eingebauten Lautsprecher und verfügen über relativ geringe Wiedergabefähigkeiten bei tiefen Töne. Der tatsächliche Frequenzgang im Tieffrequenzbereich liegt typischerweise zwischen 200 Hz und 400 Hz [6]. Darüber hinaus kommt es bei einigen Smartphone-Modelle zu einem starken Abfall des Frequenzgangs im Hochfrequenzbereich über 20,6 kHz [7]. Im Gegensatz dazu haben die Kopfhörer einen größeren Frequenzbereich als andere Consumer-Geräte [8], sodass sie tiefe Töne effektiv übertragen können, bequem zu tragen sind und wenig Platz beanspruchen, weshalb sie von Consumer bevorzugt werden. Ein flacher und neutraler Frequenzgang wird jedoch nicht unbedingt bevorzugt [8], und die Präferenzen der Consumer variieren je nach Audiosound.

Der erwartete Umsatz mit digitalen Audioinhalten wie Musik, Podcasts und Radio wird im Jahr 2024 voraussichtlich 120,2 Milliarden US-Dollar betragen. Der größte Markt unter diesen ist Musik, und die Marktgröße wird voraussichtlich 45,08 Milliarden US-Dollar erreichen [9]. Auch für Hörbücher wird im Jahr 2024 ein weltweiter Marktumsatz von 7,93 Milliarden US-Dollar erwartet, und die Zahl der Hörer soll stetig steigen [10]. Es wird erwartet, dass der Konsum und die Gewinne aus digitalen Audioinhalten weltweit stetig zunehmen.

1.2. Problemstellung

Fortschritte in der Technologie ermöglichen es den Menschen, Audioinhalte in ihrem täglichen Leben über verschiedene Geräte zu genießen. Die professionellen Lautsprecher sind eine attraktive Option für Consumer, die Wert auf Ton legen. Wenn sie möchten, können sie ihr Zuhause mit akustischen Geräten wie ein professionelles Studio konfigurieren. Doch trotz dieser besseren Möglichkeiten spielen Smartphone, Laptop, PC-Lautsprecher und Kopfhörer immer noch eine wichtige Rolle als Wiedergabegeräte im Alltag.

Menschen entscheiden sich aus verschiedenen eigenen Gründen für Wiedergabegeräte. Darüber hinaus ist die Auswahl für Consumer heutzutage sehr vielfältig, nicht nur bei den Wiedergabegeräten, sondern auch bei den Audioinhalten. Die Audioinhalte werden zahlreicher Genres in unterschiedlicher Form bereitgestellt. Diese Audioinhalte werden je nach Situation und Umgebung des Hörers über verschiedene Wiedergabegeräte abgespielt, daher sind die vom Hörer empfundenen Unterschiede und Vorlieben zwischen den Genres der Audioinhalte und den verwendeten Geräten nicht klar erkennbar. Da jedes Wiedergabegerät unterschiedliche Eigenschaften wie Frequenzgang oder Signal-Noise-Ratio (SNR) usw. aufweist, können die Leistung und Präferenz jedes Geräts je nach Audiogenre variieren.

Die bisherigen Forschungen konzentrieren sich aber hauptsächlich auf die Benutzerzufriedenheit oder die Bewertung der Wiedergabequalität für bestimmte Geräte, es fehlt jedoch eine systematische Analyse der von Hörern bevorzugten Geräte nach Genres verschiedener Audioinhalte. Wenn man versteht, wie sich die Unterschiede bei alltäglichen Wiedergabegeräten, die die Audioinhalte abspielen, auf die Gerätepräferenzen der Hörer auswirkt, kann dies bei der Geräteauswahl der Consumer basierend auf dem Audiogenre hilfreich sein.

1.3. Hypothesen

Kernfrage dieser Arbeit soll sein, ob es Unterschiede der Präferenzen zwischen Consumer-Geräten gibt, wenn man verschiedene Audiogenres hört. In dem Hörversuch werden die Geräte verglichen, die im

Alltag am häufigsten für die Audiowiedergabe verwendet werden. Darüber hinaus stellt sich trotz solcher Unterschiede zwischen Wiedergabegeräten auch die Frage, ob die Kopfhörer das am häufigsten genutzte und bevorzugte Gerät im täglichen Leben sind. Die Kopfhörer sind aus vielen Gründen die bevorzugte Wahl für die Audiowiedergabe.

In diesem Kontext lassen sich folgende Hypothesen formulieren:

- H1. Versuchspersonen würden bevorzugen, die folgenden Audioinhalte mit den unterschiedlichen Geräten zu genießen, die mit den unterschiedlichen Zwecken verwendet werden. Je nach Genre des Audioinhalts gibt es Unterschiede in den Wiedergabegerätepräferenzen.
 - H1.1. Hörbüchern oder Nachrichten aus Podcasts, die die menschliche Stimme liefern, werden am meisten bevorzugt, wenn sie auf Smartphone abgespielt werden, die über die Grundfunktion zum Telefonieren der Stimme verfügen.
 - H1.2. Rockmusik, die die Fähigkeit erfordert, verschiedene Tonbereiche bzw. Stimme der Vocals und Instrumente wiederzugeben, wird präferiert, wenn sie über PC-Lautsprecher abgespielt wird.
 - H1.3. Das Genre des Podcasts wie Unterhaltung, bei der die Lieder und menschliche Stimme gemischt und zusammen abgespielt werden, wird bevorzugt, wenn es auf Laptop abgespielt.
- H2. Beim Vergleich der drei Consumer-Geräte und Kopfhörer wird der Kopfhörer in den meisten Audiogenres und -formaten bevorzugt. Das liegt daran, dass der tatsächliche Frequenzgangbereich des Kopfhörers breiter als bei anderen Wiedergabegeräten, was eine bessere Wiedergabe tiefer bis hoher Töne abspielt. Es kann Außengeräusche blockieren und ist leicht zu tragen. Da der Kopfhörer bequem während der Fahrt und in offenen Räumen verwendet werden kann, angesichts der umfassenden Vorteile vom Kopfhörer bevorzugen die Consumer den Kopfhörer gegenüber anderen Wiedergabegeräten.

2. Methodik

Alltagsgeräte, die in unserem täglichen Leben eine wichtige Rolle als Tonwiedergabegeräte spielen, werden in der Regel entsprechend der Bequemlichkeit des Benutzers verwendet, unabhängig vom Genres des Audioinhalts. Da die Märkte für digitale Audioinhalte und Audioprodukte voraussichtlich wachsen werden, ist es für jeden Consumer wichtig zu wissen, welches Gerät für das Audiogenre, das man häufig genießt, geeignet ist. Oder könnte es für Unternehmen im Zusammenhang mit

Audioprodukten die wichtigen Informationen sein, zu ermitteln, welcher Audioinhalt für jedes häufig verwendete Wiedergabegerät am besten geeignet ist.

Um den Unterschied herauszufinden, wurde ein Hörversuch zur Präferenz von Wiedergabegeräten für jedes Audiogenre durchgeführt. Die abgespielten Audiodateien wurden mit einem Messmikrofon aufgenommen, um durch die Visualisierung der Frequenzgangdiagramme und der Berechnung von SNR-Werten zu analysieren, ob es die Faktoren gibt, die die Präferenzunterschiede beeinflussen. Darüber hinaus wurde eine Online-Umfrage durchgeführt, um die Informationen darüber zu erhalten, wie häufig Consumer die genannten Geräte in ihrem Alltag nutzen und welche Genres sie am häufigsten konsumieren. Durch diese Methoden ist es möglich herauszufinden, wie hoch die tatsächliche Nutzungsrate von Wiedergabegeräten ist und ob es die Unterschiede je nach Genre gibt. Der ganze Verlauf von diesem Kapitel ermöglicht, die Hypothesen zu verifizieren.

2.1. Online-Umfrage für Hörgewohnheiten

Der Zweck der Umfrage besteht darin, die alltäglichen Hörgewohnheiten der Menschen herauszufinden. Unter den vorgestellten Wiedergabegeräten wird beantwortet, welches im täglichen Leben am häufigsten verwendet wird und welches Audiogenre sie am häufigsten hören. Zusätzlich wird abgefragt, ob es beim Hören eines bestimmten Audiogenres ein bevorzugtes Wiedergabegerät gibt und wenn ja, ob der Unterschied im Vergleich zur Verwendung anderer Wiedergabegeräte besteht. Dadurch kann man den Grund für die Verwendung des ausgewählten Wiedergabegeräts und den von Befragten wahrgenommenen Unterschied wissen. Die Umfrageergebnisse können mit den Ergebnissen des Hörversuchs kombiniert werden, um den Zusammenhang zwischen Audiogenres und Wiedergabegeräten zu klären und den Bedarf an entsprechender Untersuchung zu untermauern.

2.1.1. Die Fragen

Die Online-Befragung umfasst insgesamt 15 Fragen, die sich um Hörgewohnheiten und Nutzung der Wiedergabegeräte handeln. Zu Beginn der Umfrage wurde es dargestellt, dass die Ergebnisse der Abstimmung anonym durchgeführt und nach dem Abschluss der Arbeit gelöscht werden. Alle Fragen sind auf einer Seite organisiert und Pflichtfragen, die beantwortet werden müssen, sind mit einem roten Sternchen gekennzeichnet. Die Befragten wurden in der Umfrage gesiezt.

Durch solche Fragen in der Umfrage kann man die tatsächliche Nutzungshäufigkeit der vorgestellten Wiedergabegeräte sowie die am meisten oder am wenigsten bevorzugten Geräte und Audiogenres

herausfinden. Daraus kann gezeigt werden, ob die Benutzer tatsächliche Unterschiede im realen Leben empfinden und die Audioinhalte unterschiedlich konsumieren.

Wie oft hören Sie <i>Musik</i> ? *	Wie oft hören Sie <i>Podcast</i> ? *	Wie oft hören Sie <i>Hörbuch</i> ? *
<input type="radio"/> Jeden Tag	<input type="radio"/> Jeden Tag	<input type="radio"/> Jeden Tag
<input type="radio"/> 3-4-mal pro Woche	<input type="radio"/> 3-4-mal pro Woche	<input type="radio"/> 3-4-mal pro Woche
<input type="radio"/> 1-2-mal pro Woche	<input type="radio"/> 1-2-mal pro Woche	<input type="radio"/> 1-2-mal pro Woche
<input type="radio"/> 1-2-mal pro Monat	<input type="radio"/> 1-2-mal pro Monat	<input type="radio"/> 1-2-mal pro Monat
<input type="radio"/> Selten	<input type="radio"/> Selten	<input type="radio"/> Selten

Abbildung 1: Häufigkeit der Gerätenutzung im Alltag, Musik (links), Podcast (mittel) und Hörbuch (rechts)

Fragen nach der Fragestellung über die Häufigkeit von drei verschiedenen Audioinhalten

Bei der Fragen in der Abbildung 1 geht es um eine Einfachauswahl-Frage. Die Fragen sagen dazu, wie viel jedes Audiogenre im Alltag konsumiert wird. Sie sind die Einstiegsfragen, um das Wiedergabegerät zu wissen, das normalerweise dafür verwendet wird.

Mit welchem Gerät hören Sie hauptsächlich <i>Musik</i> ? Mehrfachauswahl möglich	Mit welchem Gerät hören Sie hauptsächlich <i>Podcast</i> ? * Mehrfachauswahl möglich	Mit welchem Gerät hören Sie hauptsächlich <i>Hörbuch</i> ? * Mehrfachauswahl möglich
<input type="checkbox"/> Smartphone	<input type="checkbox"/> Smartphone	<input type="checkbox"/> Smartphone
<input type="checkbox"/> Laptop	<input type="checkbox"/> Laptop	<input type="checkbox"/> Laptop
<input type="checkbox"/> PC-Lautsprecher	<input type="checkbox"/> PC-Lautsprecher	<input type="checkbox"/> PC-Lautsprecher
<input type="checkbox"/> Kopfhörer	<input type="checkbox"/> Kopfhörer	<input type="checkbox"/> Kopfhörer
<input type="checkbox"/> Sonstiges	<input type="checkbox"/> Sonstiges	<input type="checkbox"/> Sonstiges

Abbildung 2: Am häufigsten verwendetes Gerät für jedes Audiogenre, Musik (links), Podcast (mittel) und Hörbuch (rechts)

Fragen nach dem am häufigsten verwendetes Gerät für jedes Audiogenre

Bei der Fragen in der Abbildung 2 wird es gefragt, um herauszufinden, ob das Wiedergabegerät für jedes Audiogenre unterschiedlich benutzt wird. Es ist auch zu finden, ob die Befragten sich den

Unterschied der Audioqualität nach den Wiedergabegeräten fühlen und versuchen, für eigene Präferenz die bessere Wiedergabe zu haben.

Warum verwenden Sie Kopfhörer?

Mehrfachauswahl möglich

(Wenn Sie keinen Kopfhörer ausgewählt haben, fahren Sie mit der nächsten Frage fort.)

- Komfort zur Nutzung
- Unterdrückung der Geräusche von außen
- Audioqualität
- Privatsphäre
- 기타...

Abbildung 3: Grund der Kopfhörernutzung

Fragen nach dem Grund der Kopfhörernutzung

Die Frage in der Abbildung 3 ist die Mehrfachauswahl-Frage, in der gefragt wird, warum die Befragten den Kopfhörer verwenden, die im Alltag vermutlich am häufigsten genutzt wird. Die Befragten haben vier Auswahlen in der Frage. Wenn sie keine geeignete Auswahl haben, können sie eigenen Grund eingeben. Im Anschluss an vorherigen Fragen können die Gründe herausgefunden werden, warum der Kopfhörer unabhängig von der Präferenz zwischen alltäglichen Wiedergabegeräten und Audiogenres hauptsächlich verwendet wird. Es könnte die Hypothese H2 direkt stützen.

Welches Gerät verwenden Sie am häufigsten zum Hören? *

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Welches Gerät verwenden Sie am wenigsten zum Hören? *

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Abbildung 4: Am häufigsten (links) und wenigsten (rechts) verwendetes Gerät

Fragen nach dem am häufigsten und wenigsten verwendetes Gerät

Durch die Fragen in der Abbildung 4, welches Wiedergabegerät beim Anhören am häufigsten oder am wenigsten verwendet wird, lässt sich wissen, in welcher Umgebung die Befragten im wirklichen Leben die Audioinhalte hören. Die Präferenzen für bestimmte Geräte können vorhergesagt werden, da die Möglichkeit besteht, dass die Menschen aufgrund subjektiver Erfahrungen die Tonqualität der häufig verwendeten Geräte bevorzugen.

Welches Genre bevorzugen Sie am meisten? *

- Musik
- Podcast
- Hörbuch

Welches Gerät bevorzugen Sie beim Hören des oben ausgewählten Audiogenres? *

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Abbildung 5: bevorzugtes Audiogenre (oben) und damit bevorzugtes Wiedergabegerät (unten)

Fragen nach dem bevorzugten Audiogenre und damit bevorzugtes Wiedergabegerät

Das für die Wiedergabe eines bestimmten Audiogenres gewählte Wiedergabegerät spiegelt wider, was Hörer an diesem Genre schätzen, beispielsweise Tonqualität, Komfort oder Klarheit der Stimme. Dementsprechend können die Gerätepräferenzen begriffen werden, die zu den Eigenschaften des ausgewählten Genres passen. Die Fragen sind in der Abbildung 5 gezeigt.

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich *Musik* anhören? *

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich *Podcasts* anhören?

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich *Hörbücher* anhören?

- Smartphone
- Laptop
- PC-Lautsprecher
- Kopfhörer

Abbildung 6: Meinungsfrage zum passenden Gerät, Musik (oben), Podcast (mittel) und Hörbuch (unten)

Fragen nach der Meinungsfrage über passendes Gerät

Bei den Fragen in der Abbildung 6 werden den Befragten gefragt, welches Wiedergabegerät sie das Beste für drei verschiedene Audiogenres halten, und zeigen die Gerätepräferenzen für jedes Genre. Durch die Vorhersage, welches Wiedergabegerät für welches Genre geeignet ist, können die Befragten die Eigenschaften der Audiowiedergabe aufzeigen, die sie als Hörer für jedes Wiedergabegerät erwarten.

(Aussage, der Sie zustimmen oder nicht zustimmen) *

„Es ist wichtig, je nach Audiogenres unterschiedliche Wiedergabegeräte zu verwenden.“

	1	2	3	4	5	
nicht zustimmen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	zustimmen

Abbildung 7: Meinungsabgabe mit Punkten

Frage nach der Meinungsabgabe mit Punkten

In der Frage wie Abbildung 7 wird nach der Meinung des Befragten gefragt, ob es wichtig ist, bei der Auswahl der Wiedergabegeräte je nach Audiogenre unterschiedlich zu machen. Es zeigt, wie sehr die Hörer die Unterschiede zwischen den Geräten je nach Genre in ihrem täglichen Leben spüren.

2.2. Hörversuch

Um die realen Präferenzen zwischen Audiogenres und Wiedergabegeräte zu wissen, wird der Hörversuch durchgeführt. Durch den Hörversuch können die Tendenz und Unterschied der Präferenzen herausgefunden werden. Die Versuchspersonen hören sich eine Audiodatei an, die auf einem Wiedergabegerät abgespielt wird, und bewerten ihre Präferenz mit einer Punktzahl. Eine gleiche Audiodatei wird auf insgesamt 5 Wiedergabegeräten abgespielt, einschließlich des Referenzlautsprechers. Dies wird so oft wiederholt, wie Audiodateien vorhanden sind.

Die in den Fragebogen, die an die Versuchspersonen verteilt wird, eingegebenen Bewertungspunkte werden in die Tabellen organisiert, und die durchschnittliche Bewertung wird für jedes Genre berechnet, sodass die durchschnittliche Präferenzbewertung entsprechend dem Genre jedes Geräts gezeigt werden kann. Anhand dieser Durchschnittswerte werden die Präferenzreihenfolgen zwischen Wiedergabegeräten und Audiogenres unterschieden.

2.2.1. Versuchsaufbau

Vor den Versuchspersonen werden alle Wiedergabegeräte in gleichem Abstand aufgebaut. Die Audiodatei wird in der folgenden Reihenfolge wiedergegeben: Referenzlautsprecher, Laptop, PC-Lautsprecher, Smartphone und Kopfhörer. Die Versuchspersonen haben eigenen Kopfhörer. Sie

bewerten das Gerät nach dem Abhören einer Audiodatei auf einer Skala von -3 bis +3. Wenn die abgespielte Audiodatei dem Hörer nicht gefällt, kann die niedrigste Punktzahl -3 und umgekehrt wird +3 vergeben. Der Referenzlautsprecher steht auf 0 Punkte, der nicht bewertet wird und nur als die Referenz dient. Jede Audiodatei wird etwa 30 bis 40 Sekunden lang abgespielt.



Abbildung 8: Versuchsaufbau

Vor dem Versuch wird ein bestimmter 1k Hz-Ton abgespielt, das Dezibel gemessen und die Lautstärke aller Wiedergabegeräte auf den gleichen Pegel von ca. 65 dB eingestellt. Da die Geräusche über 70 dB schädlich für das menschliche Gehör sein können und Geräusche von 60 dB wie Hintergrundmusik wirken [11], eignet sich für Versuch ein Schallpegel von etwa 65 dB. Als maximal wiedergebbarer Pegel, der nicht zu leise ist und keine Gehörschäden verursacht, wurden 65 dB ermittelt. Dadurch soll ein Einfluss der Lautstärke der im Versuch abgespielten Audiodaten ausgeschlossen werden.

2.2.2. Verwendete Wiedergabegeräte und deren Eigenschaften

Referenzlautsprecher: ADAM A7X

Dies ist ein hochwertiger aktiver Lautsprecher von ADAM Audio. Es ist mit einem separaten Verstärker ausgestattet und verfügt über einen breiten Frequenzgang, sodass es hauptsächlich für Musikproduktions-, Misch- und Mastering-Aufgaben verwendet wird. Ein paar Lautsprecher gibt dem Hörer die Audiosignale in Stereo wieder. Dieses Produkt wiegt 9,2 kg und verfügt über einen Frequenzgang von mindestens 42 Hz bis maximal 50 kHz [12]. Leicht zurückhaltend in den unteren Mitten sowie im Präsenzbereich, aber dennoch ausgewogen präsentiert sich der Frequenzgang des Adam-Monitors [13].

Laptop: ThinkPad E15/1

Es verfügt über zwei eingebaute Lautsprecher und unterstützt Dolby Audio [14].

PC-Lautsprecher: SPEEDLINK Gravity Wave 2.0

Es handelt sich um einen PC-Lautsprecher, bei dem der linke und rechte Lautsprecher Stereosound liefern. Auf der Vorderseite befinden sich die Regler zur Lautstärke- und Bassanpassung.

Smartphone: iPhone XS

Dieses Handy verwendet Lautsprecher, die oben und unten am Gerät angebracht sind, um Stereosound zu liefern. Das unterstützt Dolby Atmos und Dolby Digital Plus [15].

Kopfhörer: Sennheiser-HD-25-C-II

Der Sennheiser HD 25-C II ist ein geschlossener, dynamischer Kopfhörer. Das Kopfband kann sich in zwei Teile splitten, ist ausreichend gepolstert und ermöglicht eine einfache und schnelle Anpassung an den eigenen Kopf. Der HD 25 C-II ist ein ohraufliegender Kopfhörer, der mit einem relativ hohen Anpressdruck zu Werke geht [16].

2.2.3. Abgespielte Audioinhalte

Alle für den Hörversuch ausgewählten Audioinhalte sind im Internet leicht zugänglich und werden auf YouTube und Verkaufsseiten angeboten. Die ausgewählten Bereiche von Inhalten wurden ausgewählt, weil sie die Eigenschaften und Inhalte der einzelnen Genres deutlich erkennen lassen.

- Hörbuch-Romantik: Mr. Heartbreaker Küsse im Central Park – Stephanie Preis [17]
3:39:33 – 3:40:01
- Hörbuch-Thriller&Krimi: Der böse Mann – Beate Rysopp
- Hörbuch-Kinderbuch: Doktor Proktors Puspulver – Jo Nesbo [18]
16:13 – 16:50
- Podcast-News: Olympia, 26. Juli 2024 – Josephine Schulz [19]
00:40 – 01:21

2.3.1. Aufnahmeaufbau

In derselben Entfernung, in der die Hörer während des Versuchs die Audiodatei hören, wird ein Messmikrofon, M4260 von NTi Audio, installiert. Auch die Höhe des Mikrofons wird an die Ohrenhöhe der Hörer beim Sitzen auf dem Stuhl angepasst. Der Sound wird in der gleichen Umgebung wie im eigentlichen Hörversuch abgespielt und gleichzeitig mit dem Audacity aufgezeichnet.

Zur Aufnahme der Kopfhörerwiedergabe wird ein Dummy-Head, KU 100 von Neumann, verwendet. Über Kopfhörer abgespielte Audiodateien werden über beide Ohren des Dummy-Heads wie Abbildung 9 in Stereokanal von Audacity aufgenommen. In diesem Fall wird der im Hörversuch verwendeten Kopfhörer verwendet.



Abbildung 9: Dummy-Head

3. Durchführung

Um die Hypothesen zu verifizieren, wurden die Online-Umfrage und der Hörversuch tatsächlich durchgeführt. In diesem Kapitel wurden die Durchführung und ihre Ergebnisse der Umfrage und des Versuchs der Reihe nach beschrieben. Die Online-Befragung wurde per HAW-Mail angefordert und der Hörversuch wurde durch die Anmeldung von Bewerbungen derjenigen durchgeführt, die an dem Versuch teilnehmen wollten.

3.1. Online-Umfrage

Die Umfrage wurde in Google-Forms erstellt, insgesamt 9 Tage lang vom 23. Juli bis 31. Juli 2024 bei den DMI-Studierenden und Lehrende der HAW durchgeführt. Für diejenigen, die nicht mit Deutsch vertraut sind, wurde die Umfrage in zwei Versionen, auf Deutsch und Englisch, erstellt. An der englischen Version nahmen 4 Personen teil, an der deutschen Version 108 Personen. Insgesamt nahmen 112 Personen an der Umfrage teil. Zu Beginn der Umfrage wurde darauf hingewiesen, dass die Antworten anonym erfolgen, nur für die Bachelorarbeit verwendet werden und alle Daten nach Abschluss der Arbeit gelöscht werden.

3.1.1. Ergebnisse der Umfrage

Alle von den Umfrageteilnehmern beantworteten Ergebnisse werden in dem entsprechenden Diagramm in Google-Format aufgezeichnet. Die Fragen mit nur einer Antwortmöglichkeit wurden als Kreisdiagramme und die Fragen mit Mehrfachauswahl als Balkendiagramme dargestellt. Durch visualisierte Diagramme kann man die Ergebnisse auf einen Blick erkennen.

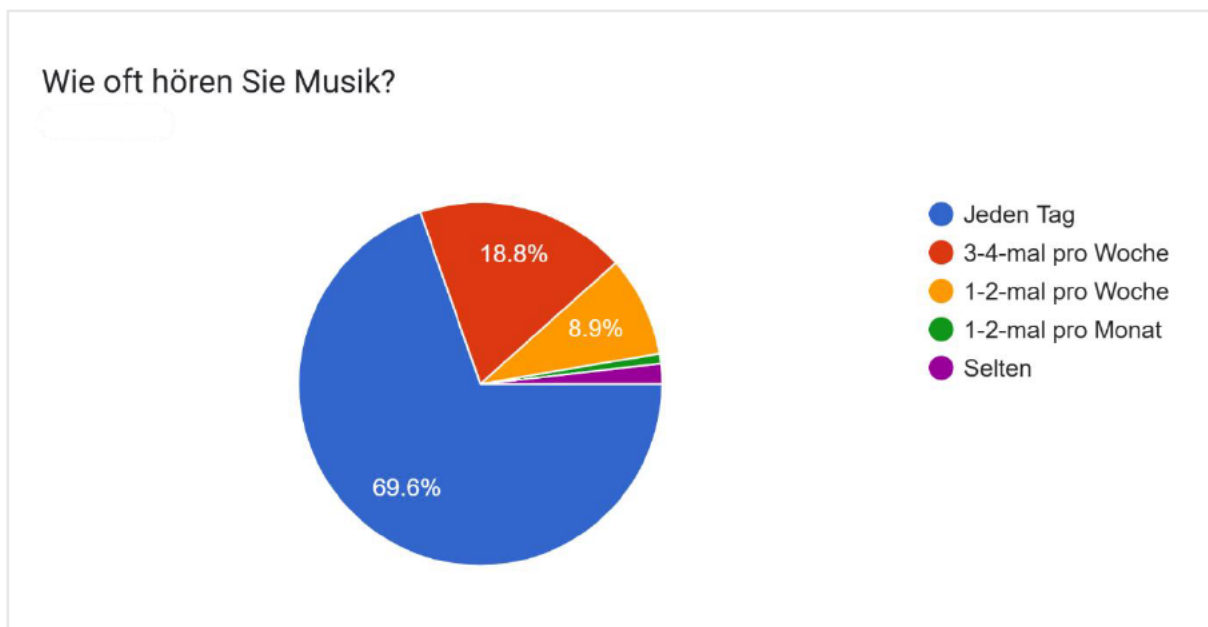


Abbildung 10: Ergebnisse der Frage nach der Häufigkeit der Nutzung von Musik

Zur Häufigkeit der Nutzung von Musik antworteten etwa 70 % der Befragten, dass sie jeden Tag Musik hören. Über 25 % der Befragten gaben an, mehr als einmal pro Woche Musik zu hören. Da eine sehr kleine Anzahl von Befragten gab an, selten Musik zu hören, wird von den drei vorgestellten Genres davon ausgegangen, dass Musik das Audiogenre ist, das die Menschen im Alltag am leichtesten und häufigsten konsumieren.

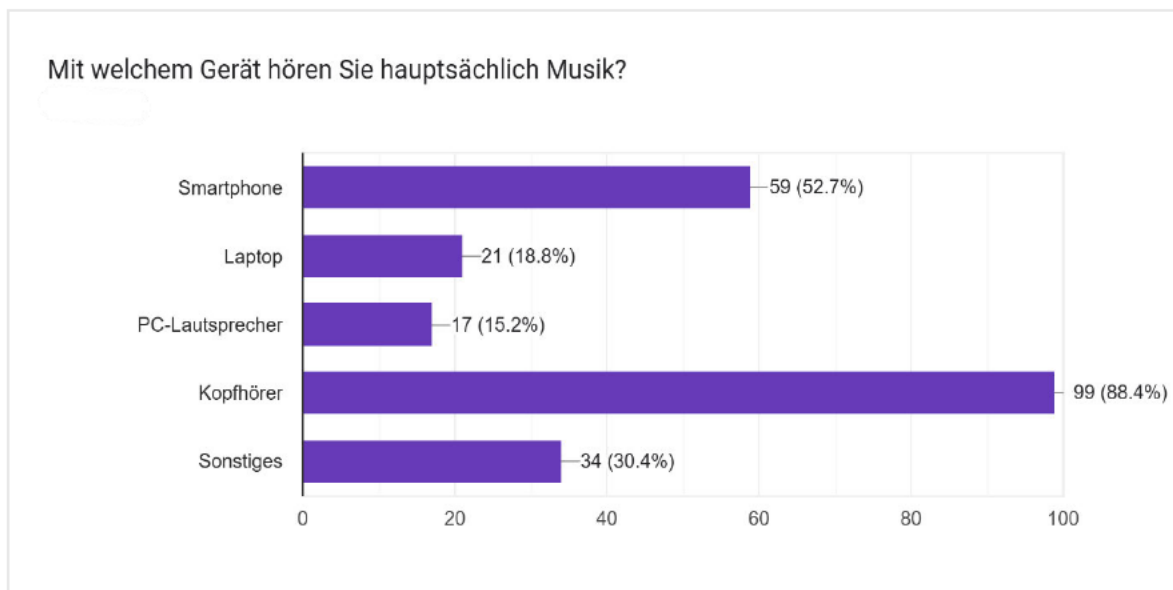


Abbildung 11: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Musik

Bei der Mehrfachauswahlfrage in der Abbildung 11, welches Gerät am häufigsten für Musik verwendet wird, antworteten 88,4 % der Befragten, dass sie beim Musikhören Kopfhörer verwenden, und mehr als die Hälfte antwortete, dass sie ein Smartphone nutzen. Der Anteil der Befragten, die Musik über Laptop und PC-Lautsprecher hören, war ähnlich, und der Anteil, der andere als die vier Wiedergabegeräte nutzt, betrug mehr als 30 %. Die meisten Menschen hören Musik mit tragbaren Geräten wie Kopfhörer und Smartphone. Da die Antworten zu Kopfhörer deutlich mehr als die anderen sind, kann man davon ausgehen, dass Musik vermutlich häufig unterwegs abgespielt wird.

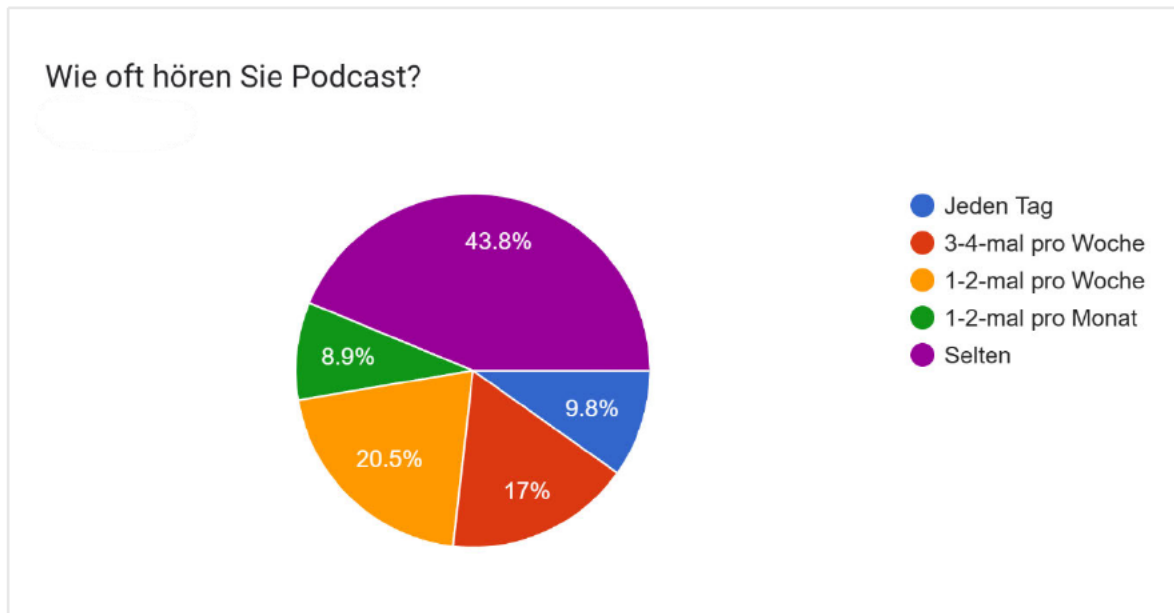


Abbildung 12: Ergebnisse der Frage nach Häufigkeit der Nutzung von Podcast

Während 47,3 % der Befragten zur Häufigkeit der Nutzung von Podcast in der Abbildung 12 angaben, Podcasts mehr als einmal pro Woche zu hören und gaben 43,8 % an, dass sie sie selten hören. Im Vergleich zu Musik ist die Nutzungshäufigkeit gering, aber da fast die Hälfte der Befragten angab, dass sie Podcast mindestens einmal pro Woche hören, kann nicht gesagt werden, dass es unter den drei Genres am wenigsten bevorzugt wird.

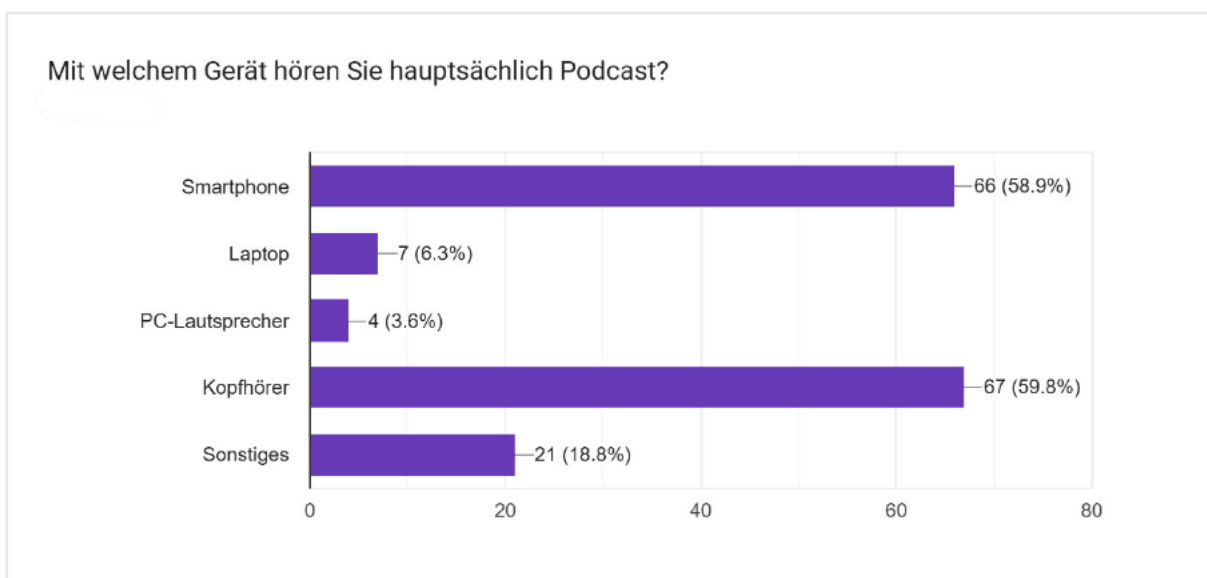


Abbildung 13: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Podcast

Bei der Mehrfachauswahlfrage in der Abbildung 13, welches Gerät am häufigsten für Podcast verwendet wird, lag der Anteil der Befragten, die angaben, beim Hören von Podcasts Smartphone oder Kopfhörer zu verwenden, bei jeweils etwa 60 %. Die meisten Befragten nutzten Laptops oder PC-Lautsprecher nicht oft. Ebenso scheint Podcast auch auf leicht tragbaren Geräten abgespielt zu werden.

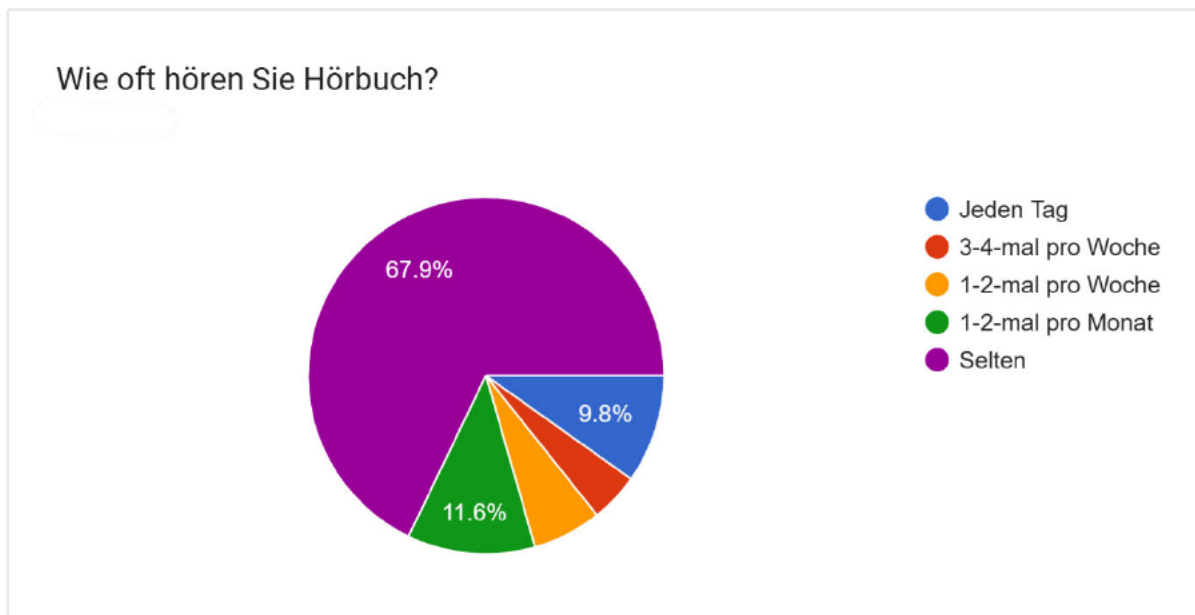


Abbildung 14: Ergebnisse der Frage nach der Häufigkeit der Nutzung von Hörbuch

In der Abbildung 14 gaben 67,9 % der Befragten zur Häufigkeit der Nutzung von Hörbuch an, dass sie selten Hörbücher hören. 9,8 % der Befragten hören jeden Tag Hörbücher, 20,6 % der Befragten antworteten, dass sie Hörbücher mehr als einmal pro Woche hören (1-2-mal pro Woche (6,3 %), 3-4-mal pro Woche: (4,5 %)). Der Prozentsatz der Befragten, die angaben, dass sie selten Hörbuch hören, war unter den drei Genres am höchsten, was darauf hindeutet, dass dies das Genre ist, das im täglichen Leben am wenigsten gespielt wird. Es kann als das am wenigsten wichtige Genre unter den vorgestellten Genres interpretiert werden.

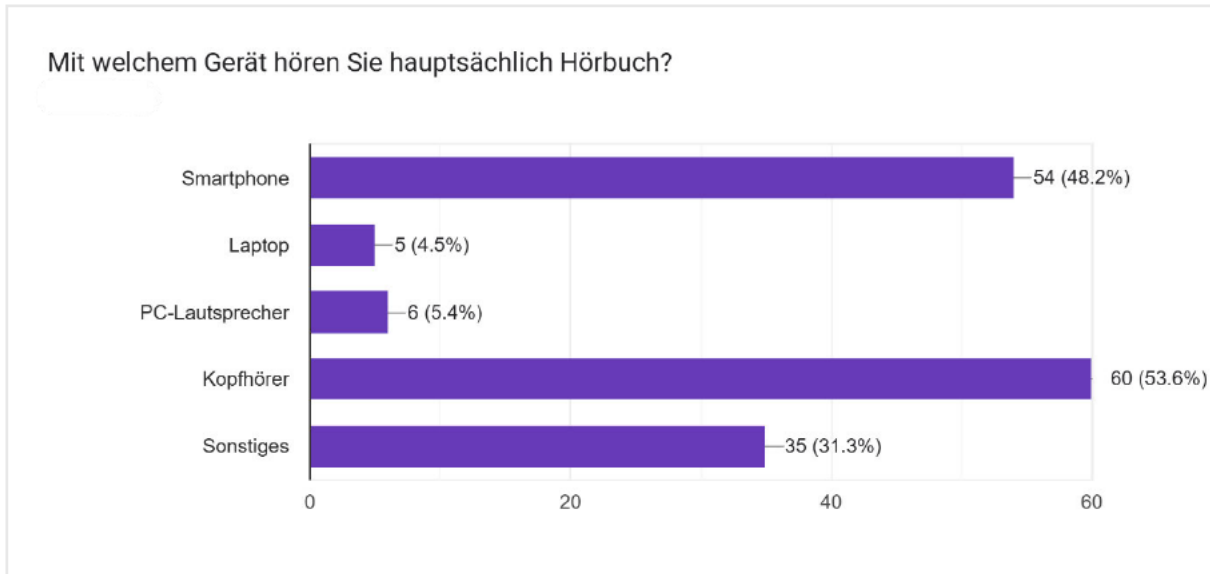


Abbildung 15: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät für Hörbuch

Bei der Mehrfachauswahlfrage in der Abbildung 15, welches Gerät am häufigsten für Hörbuch verwendet wird, war die Nutzung von Laptop und PC-Lautsprecher am niedrigsten und die Befragten gaben an, dass sie hauptsächlich Smartphone oder Kopfhörer nutzen. Ähnlich wie bei den beiden vorherigen Ergebnissen erzielten Smartphone und Kopfhörer die höchsten Werte. Es lässt sich interpretieren, dass die Menschen die Wiedergabegeräte für Audioinhalte unabhängig vom Genre auswählen.

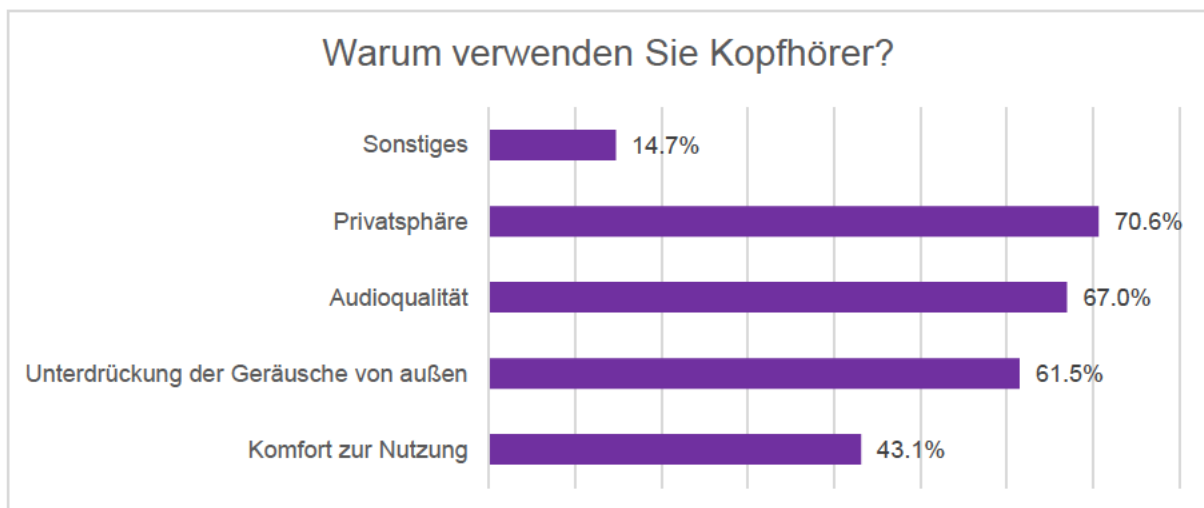


Abbildung 16: Ergebnisse der Frage nach dem Grund der Kopfhöremutzung

Bei der Frage nach dem Grund der Kopfhörernutzung handelt es sich um eine Mehrfachauswahlfrage in der Abbildung 16, bei der die Befragten die Gründe für die Verwendung von Kopfhörer auswählten. Sie antworteten, dass sie Kopfhörer hauptsächlich aus Gründen der Privatsphäre und der Audioqualität verwenden. Von den Befragten, die Sonstiges auswählten, antworteten etwa zehn Personen mit ‚um andere nicht zu stören‘ oder ‚weil ich es in Öffentlichkeit verwende‘. Es gab auch eine Antwort, dass sie sich auf Hörinhalte konzentrieren sollen. Es scheint, dass die Verwendungszwecke von Kopfhörer sehr unterschiedlich sind, nicht nur hinsichtlich der Tonqualität.



Abbildung 17: Ergebnisse der Frage nach am häufigsten verwendetes Gerät

Aus der Frage in der Abbildung 17 ergab sich, dass der Kopfhörer unter den vier Wiedergabegeräten mit 66,1 % das am häufigsten verwendeten Gerät zum Hören war. PC-Lautsprecher und Laptop zeigten ähnliche Verhältnisse von jeweils 5,4 % und 3,6 %. Kopfhörer wird deutlich häufiger genutzt als andere Geräte.

Welches Gerät verwenden Sie am wenigsten zum Hören?

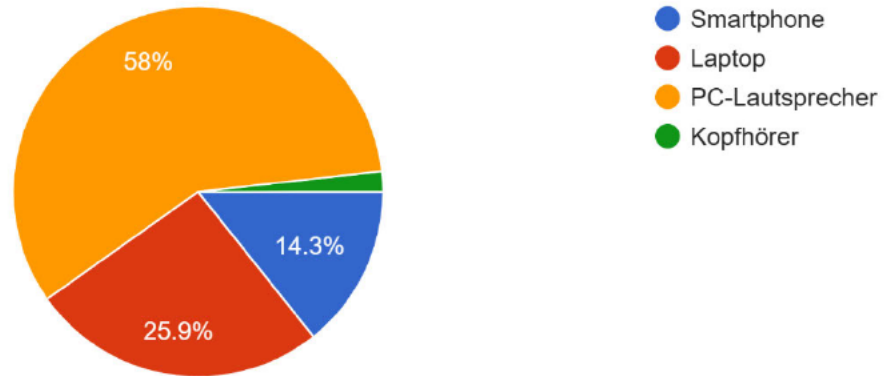


Abbildung 18: Ergebnisse der Frage nach am wenigsten verwendetes Gerät

Im Gegensatz zur Frage in der Abbildung 17 ging es hier darum, welches Gerät am wenigsten genutzt wurde. 58 % der Befragten gaben an, PC-Lautsprecher zum Hören am wenigsten zu verwenden, und nur 1,8 % der Befragten wählten Kopfhörer aus. Da der PC-Lautsprecher die geringste Nutzungs- und Auswahlquote zeigt, kann davon ausgegangen werden, dass wenige Menschen das Gerät besitzen als andere Geräte.

Welches Genre bevorzugen Sie am meisten?

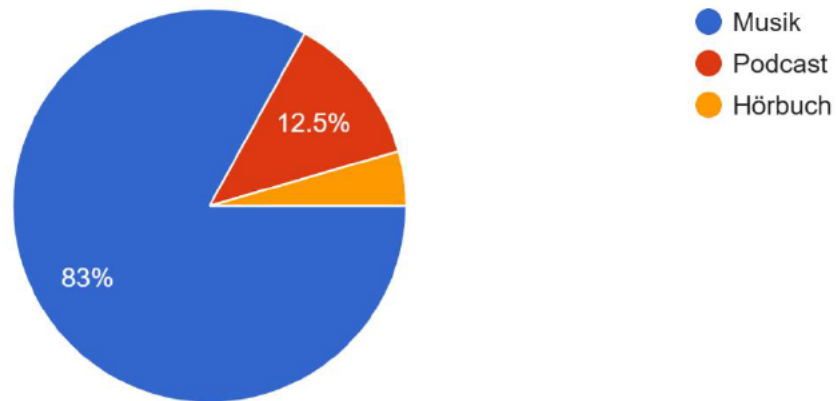


Abbildung 19: Ergebnisse der Frage nach bevorzugtem Audiogenre

Bei dieser Fragestellung nach bevorzugtem Audiogenre von den drei Audiogenres bevorzugten die meisten Befragten Musik. Nur 4,5 % der Befragten antworteten Hörbuch als bevorzugtes Genre. In der ersten Frage war der Anteil der Menschen, die häufig Musik hören, am höchsten. Daher ist es wahrscheinlich, dass Musik, das Audiogenre, das sie normalerweise am meisten hören, als am meisten bevorzugtes Genre ausgewählt wurde.

Welches Gerät bevorzugen Sie beim Hören des oben ausgewählten Audiogenres?

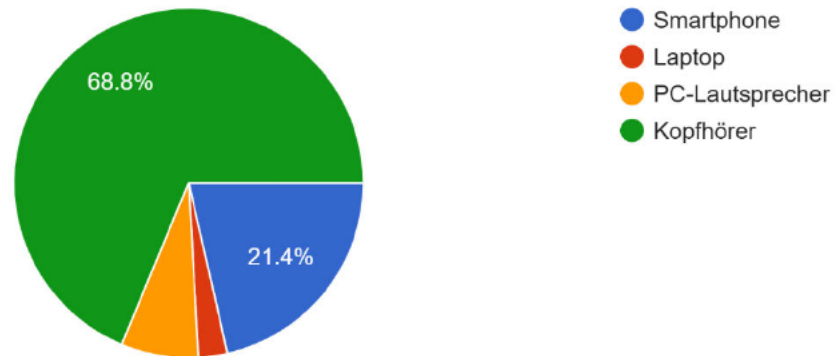


Abbildung 20: Ergebnisse der Frage nach bevorzugtem Wiedergabegerät

In der Frage nach bevorzugtem Wiedergabegerät in der Abbildung 20 ging es darum, welches Wiedergabegerät die Befragten für das in der zehnten Frage ausgewählte bevorzugte Genre bevorzugen. Die beliebteste Wahl war Kopfhörer, der von 68,8 % der Befragten gewählt wurde. Da 83 % der Befragten in der vorherigen Frage Musik wählten, lässt sich daraus ableiten, dass der Anteil der Befragten, die sowohl Musik als auch Kopfhörer antworteten, hoch sein wird. Ähnlich wie bei den obigen Ergebnissen wurden die Geräte in der Reihenfolge ihrer Nutzungshäufigkeit als bevorzugte Geräte ausgewählt.

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich Musik anhören?

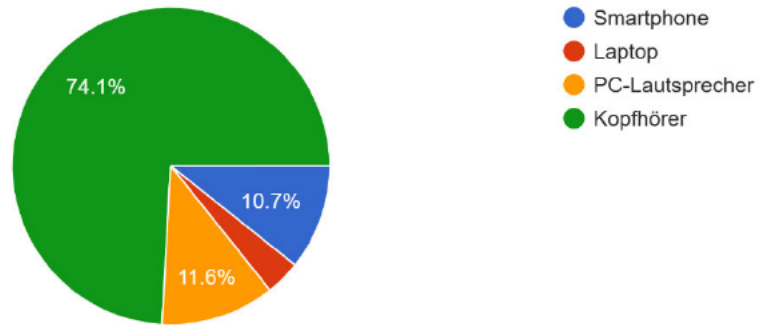


Abbildung 21: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Musik

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich Podcasts anhören?

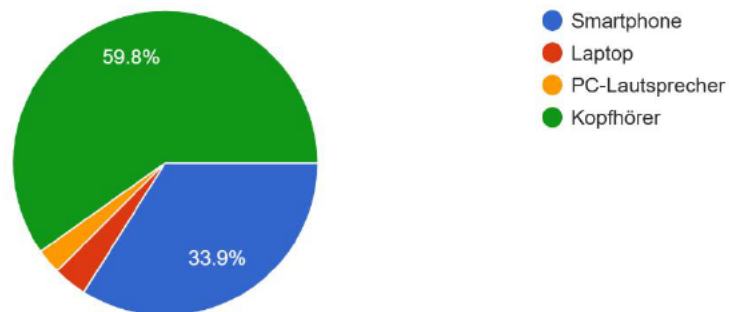


Abbildung 22: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Podcast

Was ist Ihrer Meinung nach das passende Wiedergabegerät, wenn Sie sich Hörbücher anhören?

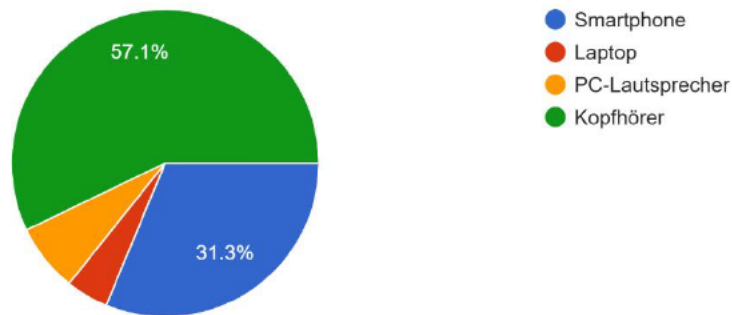


Abbildung 23: Ergebnisse der Meinungsfrage nach dem passenden Gerät für Hörbuch

Bei der Fragen in der Abbildung 21, 22 und 23, die den Befragten ihre Meinung zum passenden Gerät für jedes Audiogenre fragen, wurden die Befragten gefragt, welche Wiedergabegeräte ihrer Meinung nach für Musik, Podcast bzw. Hörbuch geeignet sind. Bei allen drei Fragen antworteten mehr als die Hälfte der Befragten auf Kopfhörer, und der Anteil der Befragten, die den Kopfhörer für ein geeignetes Gerät für Musik hielten, lag bei 74,1 %. Auch Laptop wurde bei allen drei Fragen am seltensten gewählt. Das Antwortverteilungsverhältnis für Podcast und Hörbuch war ähnlich. Bei diesen Fragen, welches Gerät für welches Genre geeignet ist, waren die Reihenfolgen der Wiedergabegeräte in allen drei Fragen identisch. Dies entspricht der Reihenfolge der bevorzugten Wiedergabegeräte, die in den vorherigen Ergebnissen gezeigt wurde.

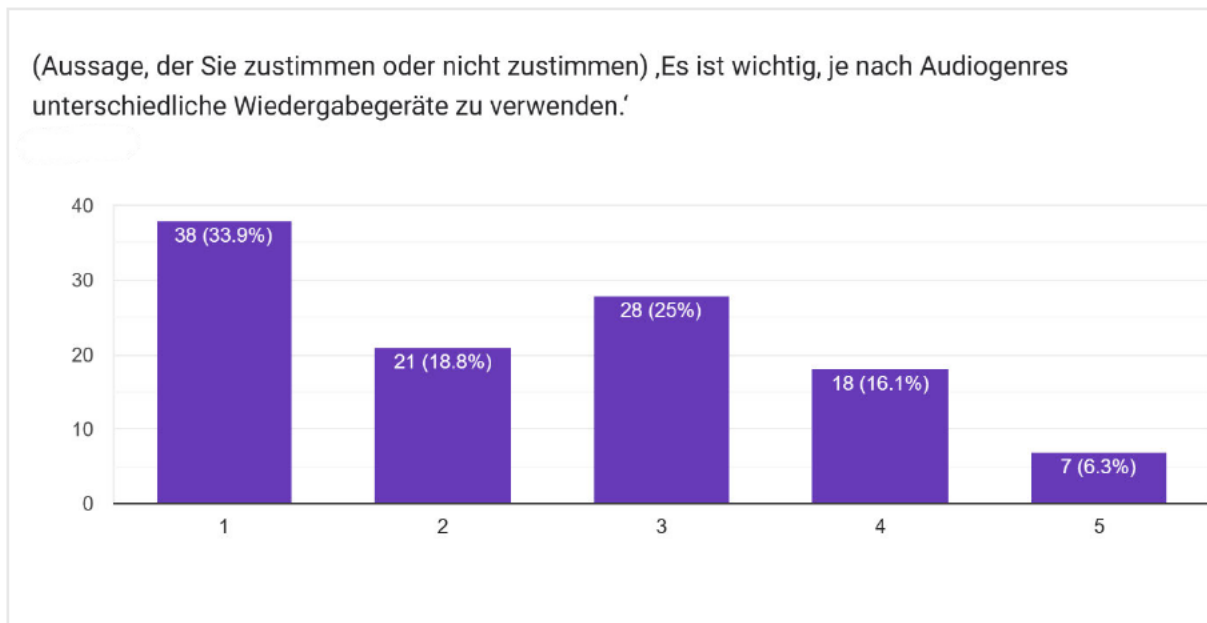


Abbildung 24: Ergebnisse der Frage nach der Meinungsaussage mit Punkten

Bei der letzten Frage nach der Meinungsaussage mit Punkten in der Abbildung 24 wurden die Befragten nach ihrer Meinung dazu gefragt, ob es wichtig ist, je nach Audiogenre zwischen Wiedergabegeräten für optimales Hören zu unterscheiden. Mehr als die Hälfte (52,7 %) der Befragten antworteten, dass das nicht wichtig ist, und gaben eine niedrige Punktzahl von 1 oder 2 Punkten. Hingegen hielten 22,4 % der Befragten die Unterscheidung der Wiedergabegeräte nach Audiogenre für wichtig und wählten 4 oder 5 Punkte. Wenn man bedenkt, dass ein höherer Anteil der Befragten angab, dass die Unterscheidung zwischen Audiogenre und Wiedergabegerät nicht wichtig sei, geht man davon aus, dass die meisten Befragten Audioinhalte wahrscheinlich nicht nach Genre kategorisieren und konsumieren.

3.2. Hörversuch

Insgesamt nahmen 9 Versuchspersonen am Hörversuch teil. Die Hörversuche wurden insgesamt fünfmal durchgeführt, einmal mit vier Personen, einmal mit zwei Personen und dreimal mit drei Personen jeweils allein. Der Versuchsort war Raum 3.030 auf dem Finkenau Campus der HAW. Vor dem Beginn wurden den Versuchspersonen Zweck, Ablauf und Bewertungsmethode dieses Hörversuchs erklärt. In allen Versuchen wurde die Wiedergabereihenfolge der Audiodaten gleich abgespielt. In dieser Arbeit wurden die Namen der Versuchspersonen anonymisiert und als P1, P2, ..., P9 genannt.

3.2.1. Ergebnisse des Hörversuchs

Die Punkteergebnisse der 9 Versuchspersonen wurden je nach Wiedergabegerät in Tabellen geordnet. Die Tabellen zeigen den Präferenzwert jedes Audiogenre und den Durchschnittswert aller Punkte für dasselbe Genre (siehe Anhang B). Durchschnittswerte wurden auf 2 Dezimalstellen gerundet. P1, P2, P3, ..., P9 sind anonymisierte Namen von Versuchspersonen (ausgefüllte Fragebogen siehe Anhang A). Um die in der Abbildung 25, 26, 27 und 28 gezeigten Verteilungen der Präferenzwerte einfacher darzustellen, wurden die Tabellen aller Punkte als Diagramm mit Präferenzwerten auf der x-Achse und der Anzahl der Personen auf der y-Achse dargestellt.

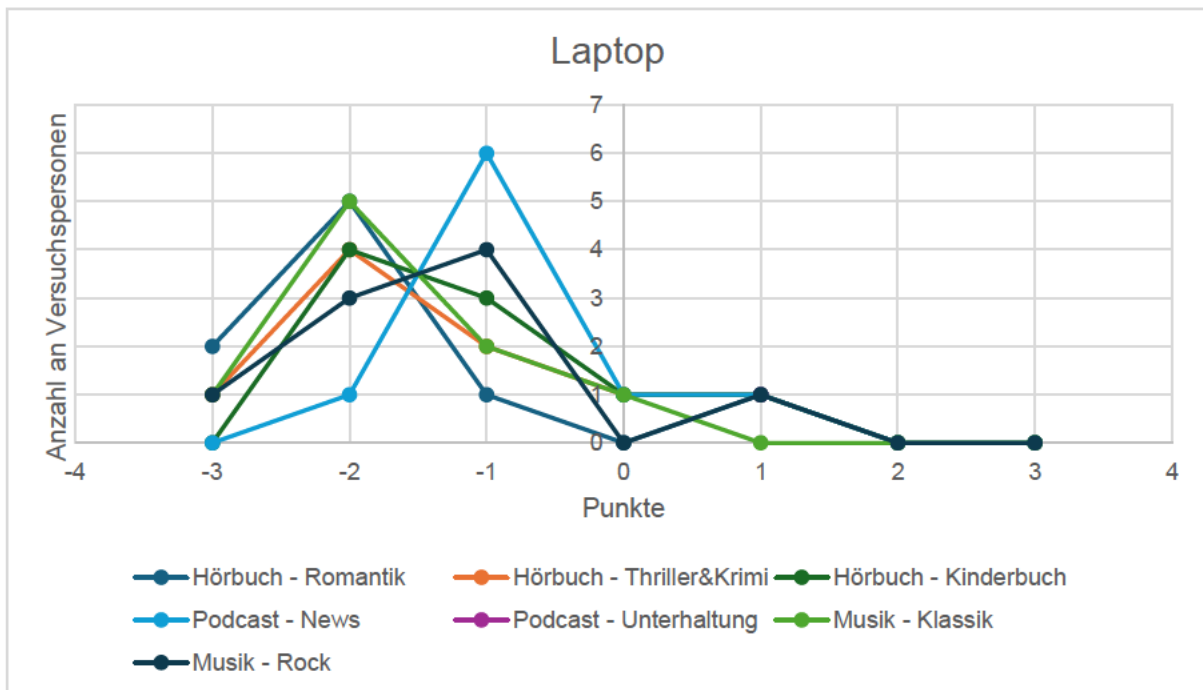


Abbildung 25: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Laptop

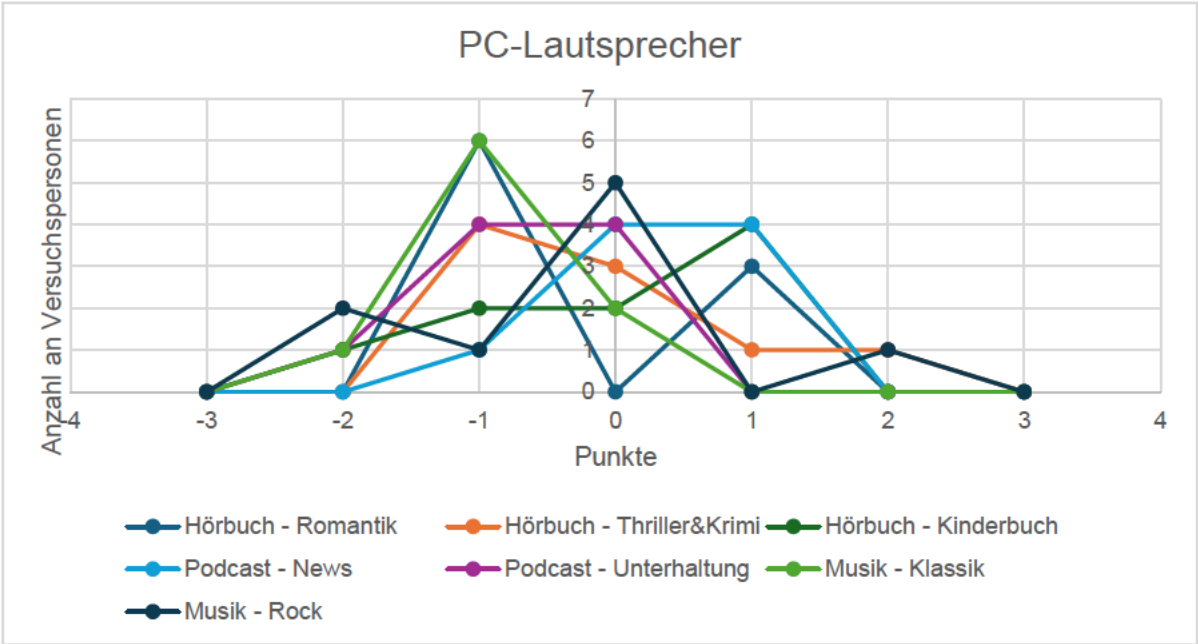


Abbildung 26: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei PC-Lautsprecher

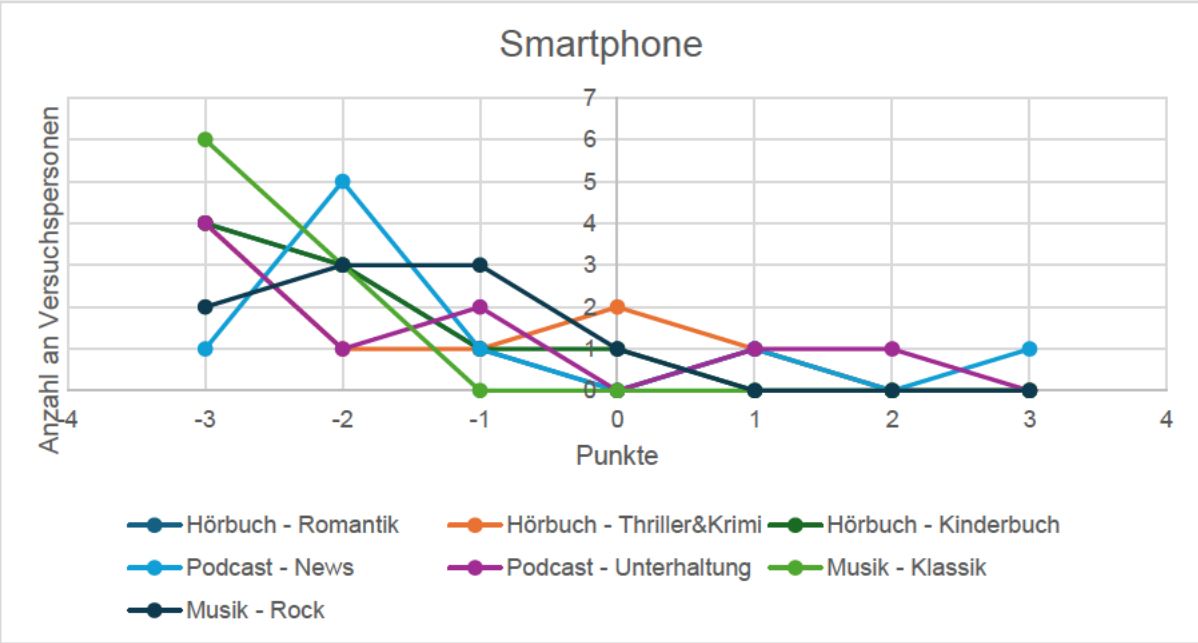


Abbildung 27: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Smartphone

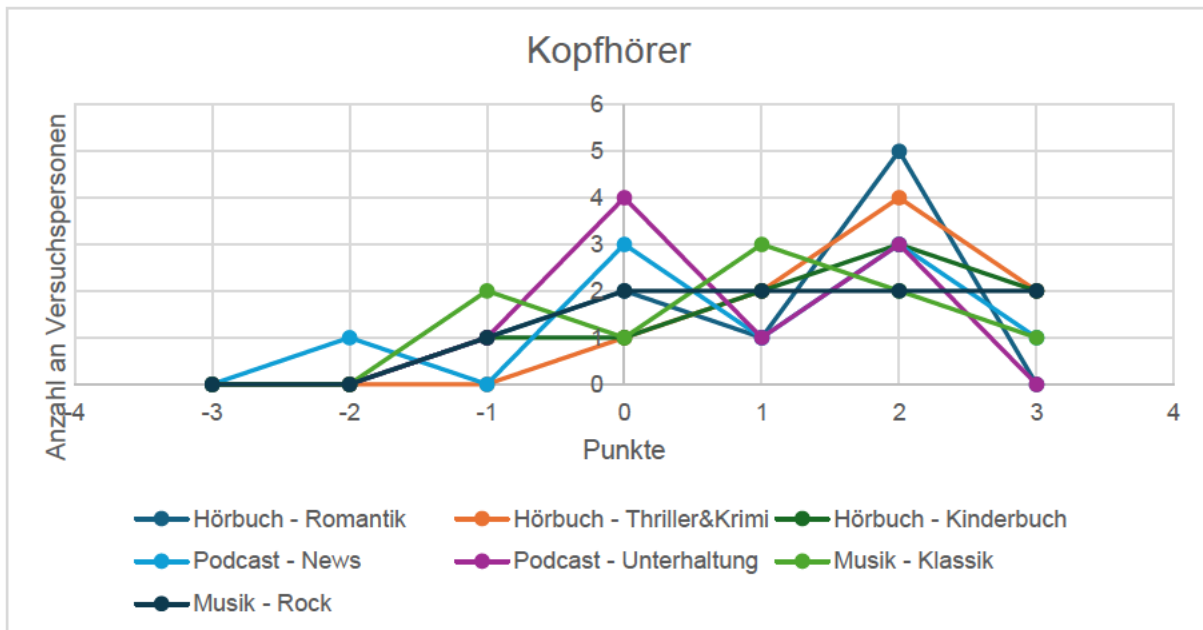


Abbildung 28: Verteilungsdiagramm der Präferenzpunkte bei Kopfhörer

Je näher die Punkte an der linken Seite des Diagramms liegen, desto niedriger ist die Präferenzbewertung, die das Wiedergabegerät von Versuchspersonen erhalten, und je näher die Punkte an der rechten Seite liegen, desto höher ist die Präferenz. Die Darstellung der Diagramme zeigt, dass der Kopfhörer den höchsten Präferenzwert und das Smartphone den niedrigsten hat.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Abbildung 25, 26, 27 und 28, dass die Wiedergabegeräte mit den höchsten/niedrigsten Durchschnittswerten pro Genre gezeigt sind, ist folgend:

- Hörbuch – Romantik Kopfhörer (1,11) / Smartphone (-2)
- Hörbuch – Thriller&Krimi **Kopfhörer (1,78) / Smartphone (-1,56)**
- Hörbuch – Kinderbuch Kopfhörer (1,44) / Smartphone (-2,11)
- Podcast – News Kopfhörer (0,89) / Smartphone (-1,11)
- Podcast – Unterhaltung Kopfhörer (0,67) / Laptop (-1,89)
- Musik – Klassik Kopfhörer (0,89) / **Smartphone (-2,67)**
- Musik – Rock Kopfhörer (1,22) / Smartphone (-1,67)

Das Wiedergabegerät mit dem höchsten durchschnittlichen Präferenzwert war der Kopfhörer von Thriller & Krimi mit 1,78 Punkten, der niedrigste Wert war das Smartphone der Rockmusik mit -2,67

Punkten. Kopfhörer erhielt in allen Genres die höchsten Werte und Smartphone erhielt in allen Genres die niedrigsten Werte, mit Ausnahme von Podcast – Unterhaltung. Dies lässt sich auf einen Blick durch die Diagramme erkennen, da die Kopfhörer-Präferenzdiagramm stärker nach rechts von der x-Achse verzerrt als die anderen, sodass sie hohe Punktzahl erhalten hätte. Im Smartphone-Diagramm hingegen sind die Werte nach links in Richtung niedrigerer Präferenzwerte verschoben. Beim Vergleich von Laptop und PC-Lautsprecher zeigen sich die Präferenzwerte in dem Laptop-Diagramm etwas niedrig.

In der folgenden Tabelle 1 und 2 sind die Durchschnittswerte je nach Wiedergabegeräte und Genre von hoch bis niedrig kategorisiert. In Fällen, in denen die Durchschnittswerte gleich waren, wurden die Werte nach der von den meisten Personen bewerteten Punkten sortiert.

Tabelle 1: Reihenfolge der Durchschnittswerte von Hörversuch nach Wiedergabegeräte

	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
1	Podcast – News (-0,78)	Podcast – News (0,33)	Podcast – News (-1,11)	Hörbuch – Thriller&Krimi (1,78)
2	Hörbuch – Kinderbuch (-1,11)	Hörbuch – Kinderbuch (0)	Podcast – Unterhaltung (-1,44)	Hörbuch – Kinderbuch (1,44)
3	Musik – Rock (-1,33)	Hörbuch – Thriller&Krimi (-0,11)	Hörbuch – Thriller&Krimi (-1,56)	Musik – Rock (1,22)
4	Hörbuch – Thriller&Krimi (-1,33)	Musik – Rock (-0,33)	Musik – Rock (-1,67)	Hörbuch – Romantik (1,11)
5	Musik – Klassik (-1,67)	Hörbuch – Romantik (-0,33)	Hörbuch – Romantik (-2)	Podcast – News (0,89)
6	Hörbuch – Romantik (-1,78)	Podcast – Unterhaltung (-0,67)	Hörbuch – Kinderbuch (-2,11)	Musik – Klassik (0,89)
7	Podcast – Unterhaltung (-1,89)	Musik – Klassik (-0,89)	Musik – Klassik (-2,67)	Podcast – Unterhaltung (0,67)

Tabelle 2: Reihenfolge der Durchschnittswerte von Hörversuch nach Genre

	Hör.-Rom.	Hör.-T&K.	Hör.-Kind.	Pod.-News	Pod.-Unt.	Mu.-Klassik	Mu.-Rock
1	Kopfhörer (1,11)	Kopfhörer (1,78)	Kopfhörer (1,44)	Kopfhörer (0,89)	Kopfhörer (0,67)	Kopfhörer (0,89)	Kopfhörer (1,22)
2	PC-Laut. (-0,33)	PC-Laut. (-0,11)	PC-Laut. (0)	PC-Laut. (0,33)	PC-Laut. (-0,67)	PC-Laut. (-0,89)	PC-Laut. (-0,33)

3	Laptop (-1,78)	Laptop (-1,33)	Laptop (-1,11)	Laptop (-0,78)	Smartphone (-1,44)	Laptop (-1,67)	Laptop (-1,33)
4	Smartphone (-2)	Smartphone (-1,56)	Smartphone (-2,11)	Smartphone (-1,11)	Laptop (-1,89)	Smartphone (-2,67)	Smartphone (-1,67)

Die obigen Tabellen zeigen die durchschnittlichen Präferenzwerte nach Genre und Wiedergabegerät. Die erste Tabelle, in der die Durchschnittswerte nach Geräten geordnet sind, zeigt, dass es je nach Genre des Audioinhalts Unterschiede in der Bewertung gibt, es gibt jedoch keine klare Reihenfolge. In der zweiten Tabelle, in der die Werte nach Genre geordnet sind, scheint die bevorzugte Reihenfolge der Wiedergabegeräte jedoch fast dieselbe zu sein.

3.3. Aufnahme der Audioinhalte

Die Aufnahmen der Audioinhalte erfolgten unter den gleichen Bedingungen wie die Versuchspersonen im Raum 3.030 auf dem Campus Finkenau der HAW machten, wo die Hörversuche durchgeführt wurden. Alle verwendeten Wiedergabegeräte und Audiodateien waren die gleichen wie im eigentlichen Versuch. Zusätzlich zu den im Hörversuch verwendeten Audiodateien wurde auch weißes Rauschen mit jedem Gerät zur weiteren Analyse der Wiedergabegeräte aufgenommen. Die Audiodateien wurden mit Audacity in WAV-Format gespeichert. Die Lautstärke der aufgenommenen Dateien war gering, da der Abstand zwischen Aufnahmefunktion und Wiedergabegerät 1 m überschritt, sodass die Lautstärke durch Normalisierung auf 0 dB erhöht wurde.

In diesem Kapitel werden aufgenommene Audiodateien als Frequenzgangdiagramme in Python visualisiert und gleichzeitig deren SNR-Werte berechnet. Nachdem dieselbe Audiodatei auf jedem Wiedergabegerät aufgenommen wurde, können die Unterschiede anhand von Frequenzgangdiagrammen und berechneten Werten verglichen werden.

3.3.1. SNR-Wert

Die SNR-Werte der aufgenommenen Audiodateien wurden mit Python berechnet. SNR ist das Verhältnis von Signal zu Rauschen. Je größer der Wert, desto höher ist die technische Qualität des Signals [26]. Für das Rauschen im Code wurde eine Hintergrundgeräuschdatei genutzt, was zur Diagrammvisualisierung verwendet wurde. Mithilfe der SNR-Werte lässt sich die Tonqualität aufgenommener Audiodateien vorhersagen.

```

def calculate_snr(signal, noise):
    signal = signal / np.max(np.abs(signal)) # Normalisierung des Signals
    noise = noise / np.max(np.abs(noise)) # Normalisierung des Rauschens

    signal_power = np.mean(signal ** 2)
    noise_power = np.mean(noise ** 2)

    if signal_power != 0 and noise_power != 0:
        snr = 10 * np.log10(signal_power / noise_power)
    else:
        snr = -np.inf

    return snr

```

Abbildung 29: Code für SNR-Wert

Mathematisch ist SNR-Wert folgend beschrieben:

$$SNR = 10 \log \frac{P_{Signal}}{P_{Rauschen}} dB = 10 \log \frac{U_{eff,Signal}^2}{U_{eff,Rauschen}^2} dB \quad (1.1)$$

Wobei P_{Signal} ist signal_power und $P_{Rauschen}$ ist noise_power wie in der Abbildung 29 beschrieben.

Die Signale und Rauschen der eingegebenen Audiodateien wurden normalisiert und anschließend der SNR-Wert berechnet. Der Code wird nur fortgesetzt, wenn die Signal- und Rauschwerte nicht 0 sind, andernfalls wird ,inf' zurückgegeben.

Tabelle 3: Ergebnisse der Berechnung von SNR-Werten mit aufgenommenen Audioinhalten

(Einheit: dB)	Referenz	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	1,55	0,97	0,83	-0,73	4,73
Hörbuch - Thriller&Krimi	1,96	0,47	2,22	-0,5	4,95
Hörbuch - Kinderbuch	1,72	1,72	0,74	-1,51	6,71
Podcast - News	2,19	4,24	2,83	1,41	9,28
Podcast - Unterhaltung	2,93	1,75	3,2	0,71	6,71
Musik - Klassik	5,35	1,33	-2,51	3,62	2,15
Musik - Rock	5,54	6,05	3,24	3,24	7,69
Weißes Rauschen	9,14	9,12	8,99	8,63	11,7

Bei den meisten Wiedergabegeräten hatte der Kopfhörer den höchsten SNR-Wert und das Smartphone den niedrigsten Wert aus den Ergebnissen der Berechnung in der Tabelle 3. Allerdings war bei Musik-Klassik der SNR-Wert des Kopfhörers nicht der höchste, auch der Wert des Smartphones war der zweithöchste. Außer weißes Rauschen lag der höchste Wert bei Kopfhörer für Podcast-News und der niedrigste bei Smartphone für Hörbuch-Kinderbuch. Das Smartphone zeigte in allen drei Hörbuch-Genres negative Werte.

3.3.2. Darstellung des Frequenzgangs

In diesem Kapitel wurden aufgezeichnete Audiodateien, die im Audacity auf -3 dB normalisiert wurden, als Frequenzgangdiagramme durch Python visualisiert. Die Hintergrundgeräusche, die bei der Normalisierung der Audiodatei zusammen zunahmen, wurden mithilfe einer vorfertigten Hintergrundgeräuschdatei entfernt. Nachdem die Hintergrundgeräusche aus der Audiodatei entfernt wurden, wurden die Frequenzwerte für die x-Achse und die Amplitudenwerte für die y-Achse des Diagramms durch Fourier-Transformation berechnet. Die x-Achsenskala des Diagramms wurde auf logarithmisch eingestellt und bis zu 20 kHz dargestellt. Es lässt sich die Unterschiede zwischen denselben Audiodateien, die mit jedem Wiedergabegerät aufgenommen wurden, im Frequenzgangdiagramm sehen.

Die Frequenzgangdiagramme der Kopfhörer und Smartphone mit den höchsten/niedrigsten Präferenzwerten wurden im gleichen Audioformat verglichen. Auf einer Darstellung werden die Diagramme von jeweiligen Audioformaten – Hörbücher, Podcasts und Musik – angezeigt. Dadurch können die Unterschiede oder Gemeinsamkeiten im Diagramm visuell leicht gefunden werden. Wenn es je nach Genre einen großen Unterschied im Frequenzgangdiagramm der einzelnen Wiedergabegeräte gibt, könnte dies ein Faktor sein, der die Präferenz der Hörer beeinflussen kann.

Mit demselben Wiedergabegerät abgespielte Audiodateien zeigten keine signifikanten Unterschiede im Frequenzgangdiagramm (siehe Anhang C). Bei der Musik gab es einen leichten Unterschied zwischen Klassik und Rock im Tieftonbereich (siehe Abbildung C3 und C6). Da es sich hierbei jedoch um einen sehr niedrigen Frequenzbereich unterhalb von 10 Hz handelt, den das menschliche Ohr nicht wahrnehmen kann [27], ist dieser nicht aussagekräftig genug, um beim Hörversuch einen großen Einfluss zu haben.

Für einen genaueren Vergleich zwischen den beiden Geräten wurden dieselbe Audiodateien abgespielt und die Frequenzdiagramme verglichen (siehe Abbildung 30). Die gleiche Datei mit weißem Rauschen wurde verwendet, um etwaige Unterschiede in den Diagrammen aus Genre zu minimieren.

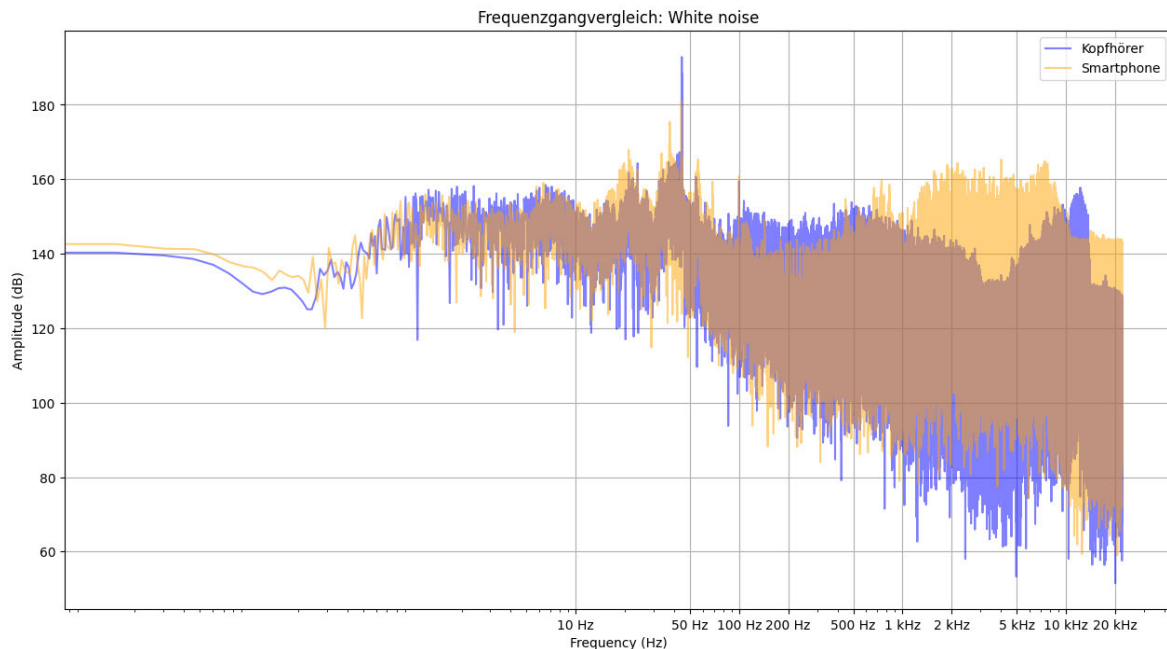


Abbildung 30: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des Weißem Rauschens bei Kopfhörer vs Smartphone

Die beiden Frequenzgänge in der Abbildung 30 zeigten Unterschiede in der Wiedergabe desselben weißen Rauschens. Im Bereich unter 1 kHz gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Diagrammen, im Frequenzbereich über 1 kHz war jedoch die Amplitude des Smartphones deutlich höher als die Amplitude des Kopfhörers. Der SNR-Wert lag bei Kopfhörer bei 11,7 und bei Smartphone bei 8,63, und da der Wert bei Smartphone niedriger war, lässt sich vorhersagen, dass es im Frequenzbereich über 1 kHz zu Verzerrungen kam.

4. Auswertung

Durch den Hörversuch waren die Präferenzen der Versuchspersonen für Wiedergabegeräte über die Audiogenres hinweg nahezu konsistent (siehe Tabelle 2 in Kapitel 3.2.1.). Lediglich bei ‚Podcast-Unterhaltung‘ änderte sich die Reihenfolge von Smartphone und Laptop, im Übrigen waren die Präferenzreihenfolgen alle gleich: Kopfhörer – PC-Lautsprecher – Laptop – Smartphone. Die Verteilung der Präferenzwerte zeigte für jedes Wiedergabegerät in allen Genres eine konstante Tendenz (siehe Diagramme in Kapitel 3.2.1.).

In der Umfrage wurde festgestellt, dass die meisten Befragten unabhängig vom Audiogenre hauptsächlich Kopfhörer zum Anhören von Audioinhalten verwenden. Der Grund dafür ist nicht nur die Tonqualität, sondern auch verschiedene Gründe, die mit anderen Wiedergabegeräten nicht bekommen werden können. Im täglichen Leben wurden Laptop und PC-Lautsprecher seltener genutzt als die beiden anderen Geräte, und die Präferenz und Häufigkeit der Nutzung von Musik war deutlich höher als die von Podcast und Hörbuch.

4.1. Zusammenhänge der Ergebnisse

Die Frequenzgangdiagramme von Wiedergabegeräten (siehe Abbildung C1, C2 und C3) mit hohen SNR-Werten in den meisten Audiogenres zeigten im Großen und Ganzen relativ niedrige Amplitudenwerte im Frequenzbereich über 1 kHz. Der Kopfhörer mit dem höchsten SNR-Wert stellte in der Gesamtgrafik eine ordentliche Form, ähnlich wie das Diagramm des Referenz-Lautsprechers dar. Ausnahmsweise hatte das Smartphone den höchsten SNR-Wert im Genre ‚Musik – Klassik‘, eher PC-Lautsprecher den niedrigsten Wert. Wenn man den SNR-Wert einfach rechnerisch auswertet, kann man sagen, dass die Tonqualität der Wiedergabe von Musik-Klassik auf Smartphone am besten ist. Den Ergebnissen des tatsächlichen Hörversuchs zufolge zeigte das Genre jedoch die gleiche Präferenzreihenfolge für Wiedergabegeräte wie andere Genres (Kopfhörer – PC-Lautsprecher – Laptop – Smartphone), sodass ersichtlich ist, dass die allein anhand des SNR-Werts bewertete Tonqualität nicht mit der echten Präferenz von Hörer zusammenhängt.

Betrachtet man die Frequenzgangdiagramme des weißen Rauschens, lässt sich erkennen, dass im Vergleich zum Referenz-Lautsprecher die Ausgabe im Bereich von 50 bis 1 kHz anderer Wiedergabegeräte relativ unzureichend ist (siehe Anhang C7 und C8). Das Frequenzgangdiagramm des Kopfhörers zeigt, dass der Frequenzgang über 50 Hz im Vergleich zu anderen Wiedergabegeräten sehr schlecht ist, aber ironischerweise den höchsten SNR-Wert hat. Diese bedeuten auch, dass ein Fehler gemacht werden kann, wenn man die tatsächliche Präferenz des Geräts mithilfe einfacher mathematischer Berechnungen der Tonqualität und Frequenzgangdiagrammen bewertet, indem man einfach diese beiden Indikatoren verwendet.

Der Grund, warum die Befragten der Umfrage den Kopfhörer verwenden, war nicht nur Tonqualität, sondern auch der Schutz der Privatsphäre und die Unterdrückung der Geräusche von außen. Da die andere in der Umfrage vorgestellten Wiedergabegeräte nicht über die oben genannten Funktionen verfügen, konnten sie für die Hörer, die sich für Kopfhörer entschieden, keine Option werden. Basierend auf den Ergebnissen, die zeigten, dass die Präferenz für Kopfhörer in allen Audiogenres deutlich hoch war, und die Antwort auf die letzte Aussagefrage (siehe Abbildung 21, 22, 23 und 24 in Kapitel 3.1.1.),

spürten die Befragten keine Unterschiede je nach Genre zwischen Kopfhörer und anderen Wiedergabegeräten. Eher war der Kopfhörer am höchsten Nutzungsrate aufgrund seiner vielen anderen Vorteile.

4.2. Verifikation der Hypothesen

Im Kapitel 2.2. wurde die Hypothese H1 aufgestellt, dass das am meisten bevorzugte Wiedergabegerät für jedes Genre unterschiedlich sein würde: Smartphone wird für Audioinhalte bevorzugt, die menschliche Stimmen übertragen, PC-Lautsprecher wird für Rockmusik bevorzugt, die verschiedene Tonbereiche, Vocals und Instrumente spielt, und Laptop wird am meisten für die Audiogenres bevorzugt, die die menschlichen Stimmen und Lieder mischen, wie etwa Podcast-Unterhaltung. Laut der Tabelle 2 im Kapitel 3.2.1. wurde jedoch nicht für jedes Genre ein bestimmtes Wiedergabegerät bevorzugt, sondern es wurde eine klare Präferenzreihenfolge angezeigt. Es wurde erwartet, dass das Hörerlebnis, das mit jedem Wiedergabegerät erzielt werden kann, je nach Audiogenre, Inhalt und Atmosphäre des Audioinhalts unterschiedlich sein wird. Die Versuchspersonen zeigten jedoch unabhängig vom Genre eine Gerätepräferenz, und die Befragten wählten in der Umfrage unabhängig vom Genre auch ähnliche Wiedergabegeräte. Darüber hinaus lässt sich in den Frequenzgangdiagrammen verschiedener Genres von Audioinhalten, die auf demselben Wiedergabegerät abgespielt werden, erkennen, dass sich die Diagramme für Hörbücher, Podcasts und Musik nicht wesentlich unterscheiden. Dies bedeutet, dass es keine Unterschiede in den Gerätepräferenz der Hörer oder Faktoren gibt, die zu den Unterschieden zwischen den Audiogenres führen könnten. Daher kann die Hypothese H1 als falsch angesehen werden.

Angesichts der verschiedenen Vorteile von Kopfhörer wurde die Hypothese H2 aufgestellt, dass der Kopfhörer in den meisten Audiogenres bevorzugt wird. Sowohl im Hörversuch als auch in der Umfrage wurde die Kopfhörerpräferenz deutlich. Unabhängig vom Audiogenre gibt es für Consumer viele Gründe, sich für Kopfhörer zu entscheiden. Beim Hörversuch wurden alle anderen Elemente des Kopfhörers außer der Tonqualität ausgeschlossen und mit anderen Wiedergabegeräten getestet. Dennoch erhielt der Kopfhörer den höchsten Präferenzwert, was bedeuten könnte, dass er in allen Faktoren die erste Wahl der Hörer sein wird. Daher wird die Hypothese H2 als richtig verifiziert.

5. Zusammenfassung und Diskussion

Die beiden vorgestellten Hypothesen lauten: Erstens wird das bevorzugte Wiedergabegerät für jedes Audiogenre unterschiedlich sein, zweitens wird der Kopfhörer das am meisten bevorzugte Gerät sein,

unabhängig vom Audiogenre. Diese wurden aus Neugier angefangen, da es keine diesbezüglichen Untersuchungen bis heute gab. Um die Hypothesen zu verifizieren, wurden der Hörversuch an tatsächlichen Versuchspersonen und Online-Umfrage durchgeführt. Durch den Hörversuch wurde festgestellt, dass es tatsächlich die leichten Unterschiede in den Präferenzwerten zwischen Audiogenres und Wiedergabegeräten gab und dass die Gerätepräferenz deutlich dargestellt wurden. Bei der Wiedergabe verschiedener Audiodateien konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten nach den Audiogenres festgestellt werden, und es wurden lediglich die Tendenz beobachtet, die von den Präferenzen der am Hörversuch teilnehmenden Versuchspersonen abhingen. Die Nutzungsrate von Kopfhörer war sehr hoch und die Ergebnisse sowohl des Hörversuchs als auch der Umfrage zeigten, dass die Präferenz entsprechend hoch war. Es stellt sich heraus, dass dies auf viele komplexe Gründe zurückzuführen war, darunter nicht nur die Tonqualität, sondern auch die Benutzerfreundlichkeit und Tragbarkeit. Darüber hinaus kann es ein aussagekräftiger Indikator sein, unabhängig vom Audiogenre eine konsistente Gerätepräferenz zu zeigen. Obwohl die erste Hypothese H1 als falsch bestätigt wurde, ist die Existenz der spezifischen Präferenzen für Wiedergabegeräte bei Hörern interessant und hat Potenzial für die Entwicklung in weiteren Bereichen bezüglich Audioprodukte. Da die Anzahl der Versuchspersonen in dieser Arbeit gering war, war es natürlich schwierig, sehr genaue Tendenz zu bestimmen. Wenn man genauere Ergebnisse wünscht, könnte man die Anzahl der Versuchspersonen in Folgeexperimenten erhöhen, um deutlich klarere Tendenz zu erhalten.

Wenn ein Hörversuch zur weiteren Forschung durchgeführt wird, wäre es besser, mehr als 100 Teilnehmer zu sammeln, um die Ergebnisse zu erhalten. Eine größere Teilnehmerzahl macht die experimentellen Ergebnisse sicherer. In dieser Arbeit ging es um Wiedergabegeräte, von denen angenommen wird, dass sie hauptsächlich im täglichen Leben verwendet werden. In der nächsten Studie könnte es möglich sein, die Unterschiede bei Kopfhörern, die als das am häufigsten verwendete und bevorzugte Gerät gelten, zu analysieren, indem sie nach Typ detailliert werden. Beispielsweise kann die Forschung fortgesetzt werden, indem die Kopfhörer in die Typen In-Ear-, On-Ear- und Over-Ear-Kopfhörer unterteilt werden.

6. Literatur

- [1] Writecream (2022, 4. Oktober): Top 10 Audio Marketing Statistics to Know in 2022, URL: https://www.writecream.com/top-10-audio-marketing-statistics-to-know-in-2022/#1_Market_Sizing (abgerufen am 12.11.2024)
- [2] Statista (2022, April): Ownership of digital devices worldwide as of December 2023
- [3] Statista (2024, März): Speakers - Worldwide
- [4] Grand view research (2023): U.S. Earphones & Headphones Market
- [5] Ravi Kondapalli, Ben-Zhen Sung (2012, April): Toward an unbiased standard in testing laptop pc audio quality
- [6] Tim Dunphy (2018, Juli): Small Speakers: Achieving a Powerful Mix in all Devices, URL: <https://www.masteringbox.com/learn/small-speakers> (abgerufen am 12.11.2024)
- [7] Veronika Hromadova (2022, Juni): Frequency Response of Smartphones at the Upper Limit of the Audible Range
- [8] Francis Rumsey (2016, November): Headphone technology – Personalization, perception, preference
- [9] Statista: Music, Radio & Podcasts – Worldwide, URL: <https://www.statista.com/outlook/amo/media/music-radio-podcasts/worldwide> (abgerufen am 12.11.2024)
- [10] Statista: Audiobooks – Worldwide, URL: <https://www.statista.com/outlook/amo/media/books/audiobooks/worldwide> (abgerufen am 12.11.2024)
- [11] Hearing Health Foundation, What Are Safe Decibels?, URL: <https://hearinghealthfoundation.org/keeplistening/decibels> (abgerufen am 16.09.2024)
- [12] Adam A7X manual, URL: <https://www.manua.ls/adam/a7x/manual?p=16>
- [13] Christian Möller, Review ADAM Audio (08.2017), URL: https://www.adam-audio.com/content/uploads/2017/11/review_adam_audio_a7x_studio_reference_monitor_audio.pdf.pdf
- [14] Lenovo, Technische Daten
- [15] Apple, iPhone XS - Technische Daten, URL: <https://support.apple.com/de-de/111881>

- [16] Kopfhoerer.de, URL: <https://www.kopfhoerer.de/test/sennheiser-hd-25-c-ii/>
- [17] audible, URL: https://www.audible.de/pd/Mr-Heartbreaker-Kuesse-im-Central-Park-Hoerbuch/B09MSF129L?eac_link=Bdh14zm41BpG&ref=web_search_eac_asin_1&eac_selected_type=asin&eac_selected=B09MSF129L&qid=RNLSgoPmUI&eac_id=260-9880269-0906325_RNLSgoPmUI&sr=1-1
- [18] Gratis Hoerspiele.de, URL: https://www.gratis-hoerspiele.de/jo-nesbo-doktor-proktors-puspulver-kiraka-hoerspiel/#google_vignette
- [19] Deutschlandfunk, URL: <https://www.deutschlandfunk.de/olympia-von-sicherheitszonen-anti-sex-betten-und-nachhaltigkeit-dlf-516d91cb-100.html>
- [20] ARD Audiothek, URL: <https://www.ardaudiothek.de/episode/too-many-tabs-der-podcast/supperreiche-tiere-miriam-rivera/ndr/12442311/>
- [21] DW Classical Music, URL: https://www.youtube.com/watch?v=czBSj6_6rkE
- [22] AC/DC, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pAgnJDJN4VA>
- [23] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2008, Kompendium zur Durchführung von Hörversuchen in Wissenschaft und industrieller Praxis, S39
- [24] Wikipedia, White noise, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/White_noise (abgerufen am 16.09.202)
- [25] Musicproductionglossary, White noise, URL: <https://musicproductionglossary.com/what-is-white-noise/#white-noise-in-acoustic-treatment> (abgerufen am 16.09.2024)
- [26] Wikipedia, Signal-Rausch-Verhältnis, URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Signal-Rausch-Verh%C3%A4ltnis>
- [27] Wikipedia, Hörfläche, URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%B6rfl%C3%A4che>

7. Anhang

Anhang A (ausgefüllte Fragebogen von Versuchspersonen)

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-2	-1	-2	0
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-1	0	-3	1
Hörbuch - Kinderbuch	0	-1	-1	-2	3
Podcast - News	0	-1	1	-1	3
Podcast - Unterhaltung	0	0	0	-2	0
Musik - Klassik	0	-2	-1	-3	0
Musik - Rock	0	-1	0	-3	2

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	+1	+1	-2	+2
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-2	-1	0	+2
Hörbuch - Kinderbuch	0	-1	+1	0	-1
Podcast - News	0	+1	+1	+3	+2
Podcast - Unterhaltung	0	-2	0	+2	-1
Musik - Klassik	0	-2	-1	-3	+1
Musik - Rock	0	-3	-2	-1	+1

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-1	1	-3	2
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-2	-1	-2	0
Hörbuch - Kinderbuch	0	-1	1	-3	1
Podcast - News	0	-1	0	-2	0
Podcast - Unterhaltung	0	-2	0	-1	0
Musik - Klassik	0	-2	-1	-3	1
Musik - Rock	0	-1	0	0	1

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-2	1	-1	2
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-1	0	1	3
Hörbuch - Kinderbuch	0	-2	1	-1	3
Podcast - News	0	-1	1	1	2
Podcast - Unterhaltung	0	-2	0	-1	1
Musik - Klassik	0	-2	-1	-3	2
Musik - Rock	0	-1	0	-1	2

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-3	-1	-3	+1
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-2	-1	-3	+2
Hörbuch - Kinderbuch	0	-2	-2	-3	+2
Podcast - News	0	-1	0	-2	0
Podcast - Unterhaltung	0	-2	-2	-3	+2
Musik - Klassik	0	-3	-2	-3	-1
Musik - Rock	0	-2	-2	-2	0

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-2	-1	-3	+2
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-2	0	-3	+2
Hörbuch - Kinderbuch	0	-2	0	-3	0
Podcast - News	0	-1	0	-2	0
Podcast - Unterhaltung	0	-2	-1	-3	0
Musik - Klassik	0	-2	-1	-3	-1
Musik - Rock	0	-2	-1	-3	-1

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-3	-1	-3	0
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	-3	-1	-3	1
Hörbuch - Kinderbuch	0	-2	-1	-3	2
Podcast - News	0	-2	-1	-3	2
Podcast - Unterhaltung	0	-3	-1	-3	2
Musik - Klassik	0	-1	0	-2	3
Musik - Rock	0	-2	0	-2	3

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-2	-1	-2	-1
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	0	1	0	2
Hörbuch - Kinderbuch	0	0	0	-2	1
Podcast - News	0	-1	0	-2	1
Podcast - Unterhaltung	0	-2	-1	-3	0
Musik - Klassik	0	-1	-1	-2	1
Musik - Rock	0	-1	0	-1	0

	Referenz-Lautsprecher	Laptop	PC-Lautsprecher	Smartphone	Kopfhörer
Hörbuch - Romantik	0	-2	-1	1	2
Hörbuch - Thriller & Krimi	0	1	2	-1	3
Hörbuch - Kinderbuch	0	1	1	-2	2
Podcast - News	0	0	1	-2	-2
Podcast - Unterhaltung	0	-2	-1	1	2
Musik - Klassik	0	0	0	-2	2
Musik - Rock	0	1	2	-2	3

Anhang B (Tabellen der Präferenzpunkte von Versuchspersonen)

Tabelle B1: Ergebnisse des Hörversuchs bei Laptop

1. Laptop	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Durchschn.
Hörbuch - Romantik	-2	1	-1	-2	-3	-2	-3	-2	-2	-1.78
Hörbuch - Thriller&Krimi	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-3	0	1	-1.33
Hörbuch - Kinderbuch	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	0	1	-1.11
Podcast - News	-1	1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	-0.78
Podcast - Unterhaltung	0	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-1.89
Musik - Klassik	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-1	-1	0	-1.67
Musik - Rock	-1	-3	-1	-1	-2	-2	-2	-1	1	-1.33

Tabelle B2: Ergebnisse des Hörversuchs bei PC-Lautsprecher

2. PC-Lautsprecher	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Durchschn.
Hörbuch - Romantik	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-0.33
Hörbuch - Thriller&Krimi	0	-1	-1	0	-1	0	-1	1	2	-0.11
Hörbuch - Kinderbuch	-1	1	1	1	-2	0	-1	0	1	0
Podcast - News	1	1	0	1	0	0	-1	0	1	0.33
Podcast - Unterhaltung	0	0	0	0	-2	-1	-1	-1	-1	-0.67
Musik - Klassik	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	-1	0	-0.89
Musik - Rock	0	-2	0	0	-2	-1	0	0	2	-0.33

Tabelle B3: Ergebnisse des Hörversuchs bei Smartphone

3. Smartphone	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Durchschn.
Hörbuch - Romantik	-2	-2	-3	-1	-3	-3	-3	-2	1	-2
Hörbuch - Thriller&Krimi	-3	0	-2	1	-3	-3	-3	0	-1	-1.56
Hörbuch - Kinderbuch	-2	0	-3	-1	-3	-3	-3	-2	-2	-2.11
Podcast - News	-1	3	-2	1	-2	-2	-3	-2	-2	-1.11
Podcast - Unterhaltung	-2	2	-1	-1	-3	-3	-3	-3	1	-1.44
Musik - Klassik	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2.67
Musik - Rock	-3	-1	0	-1	-2	-3	-2	-1	-2	-1.67

Tabelle B4: Ergebnisse des Hörversuchs bei Kopfhörer

4. Kopfhörer	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Durchschn.
Hörbuch - Romantik	0	2	2	2	1	2	0	-1	2	1.11
Hörbuch - Thriller&Krimi	1	2	0	3	2	2	1	2	3	1.78
Hörbuch - Kinderbuch	3	-1	1	3	2	0	2	1	2	1.44
Podcast - News	3	2	0	2	0	0	2	1	-2	0.89
Podcast - Unterhaltung	0	-1	0	1	2	0	2	0	2	0.67
Musik - Klassik	0	1	1	2	-1	-1	3	1	2	0.89
Musik - Rock	2	1	1	2	0	-1	3	0	3	1.22

Anhang C (Vergleich der Frequenzgangdiagramme)

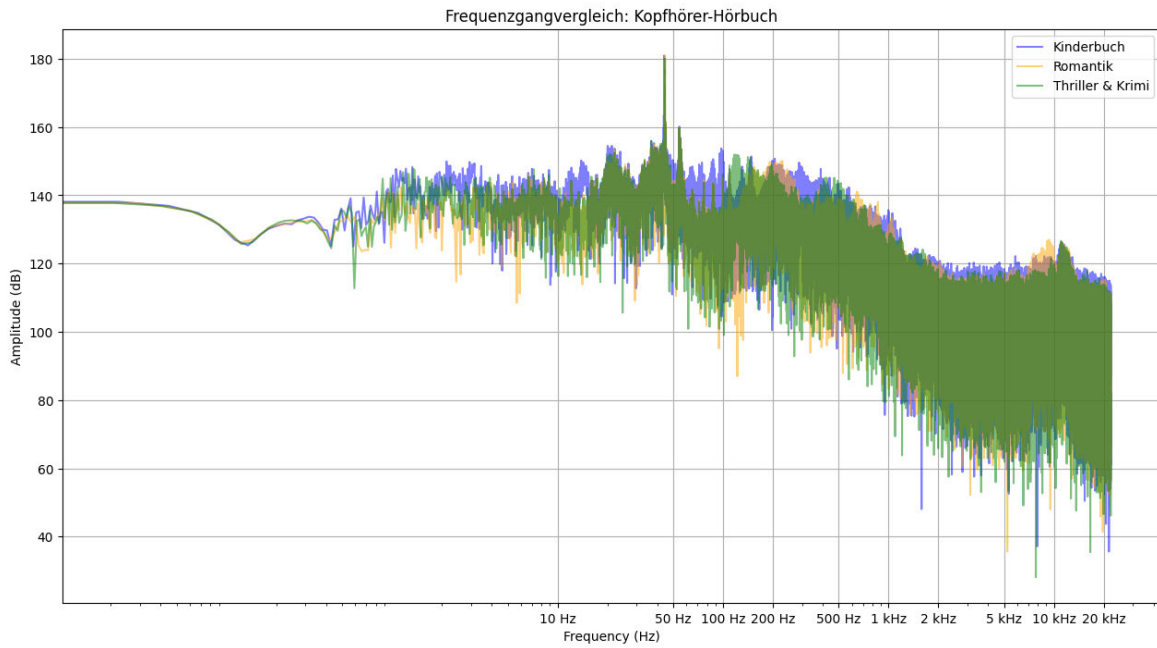


Abbildung C1: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Hörbücher bei Kopfhörer

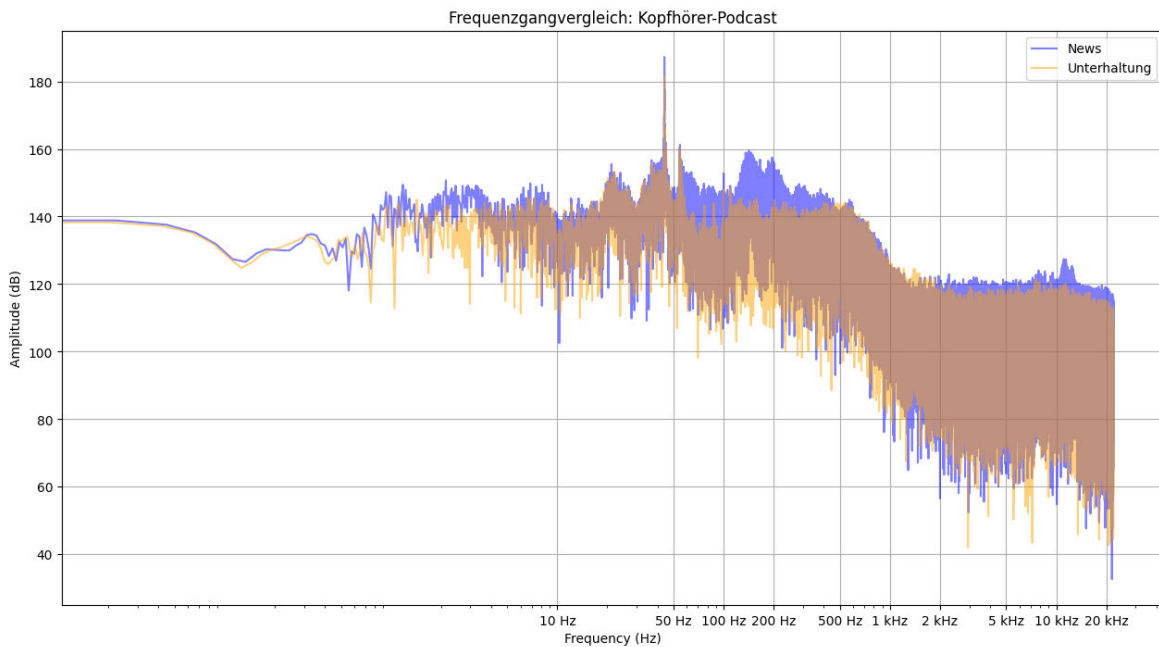


Abbildung C2: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Podcasts bei Kopfhörer

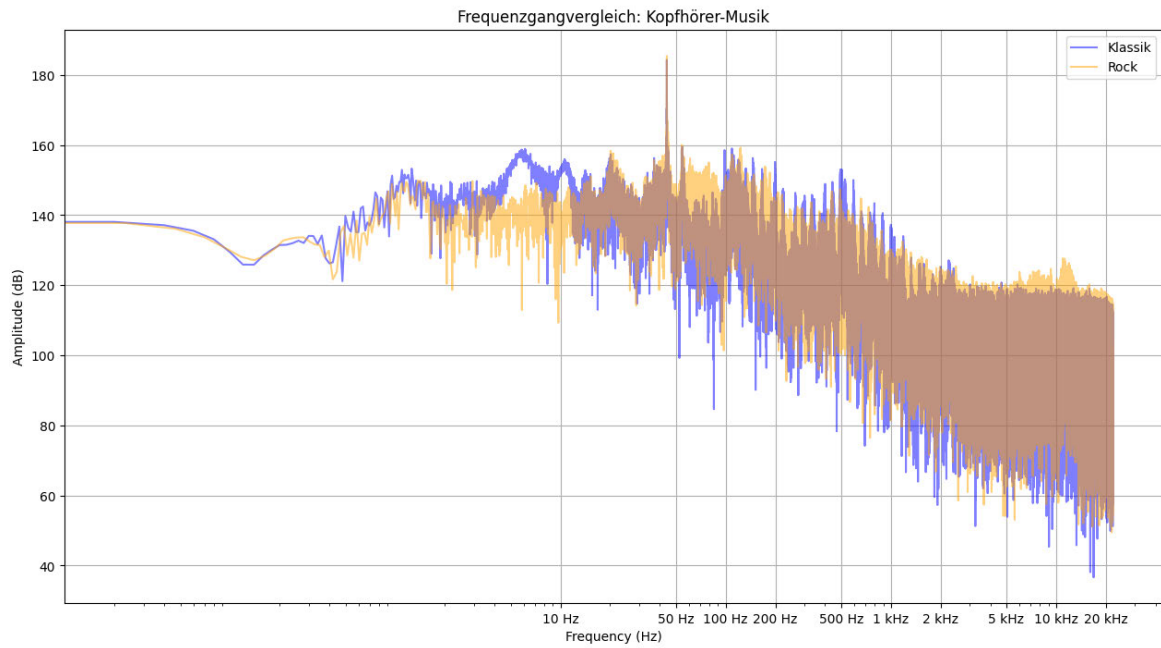


Abbildung C3: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Musik bei Kopfhörer

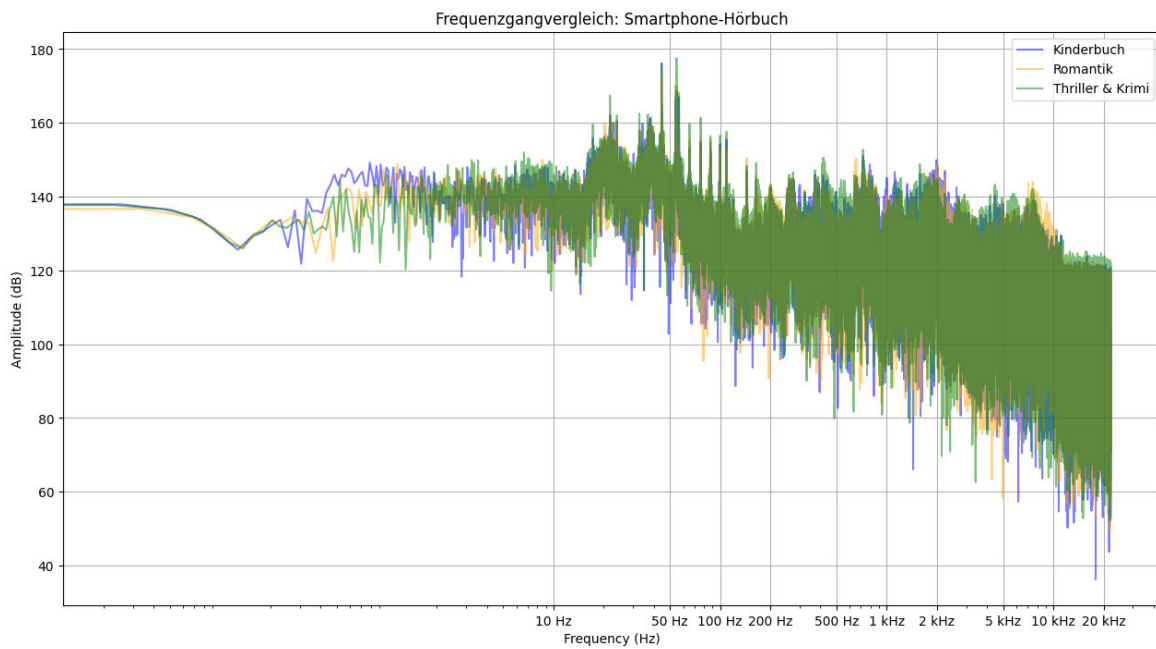


Abbildung C4: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Hörbücher bei Smartphone

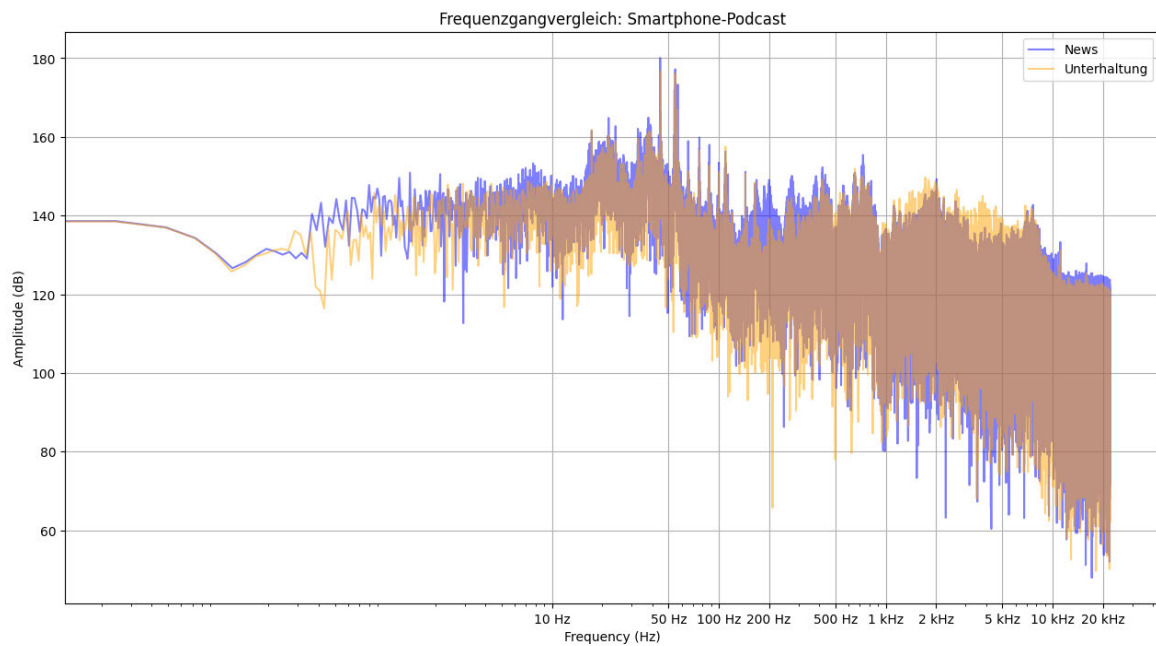


Abbildung C5: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Podcasts bei Smartphone

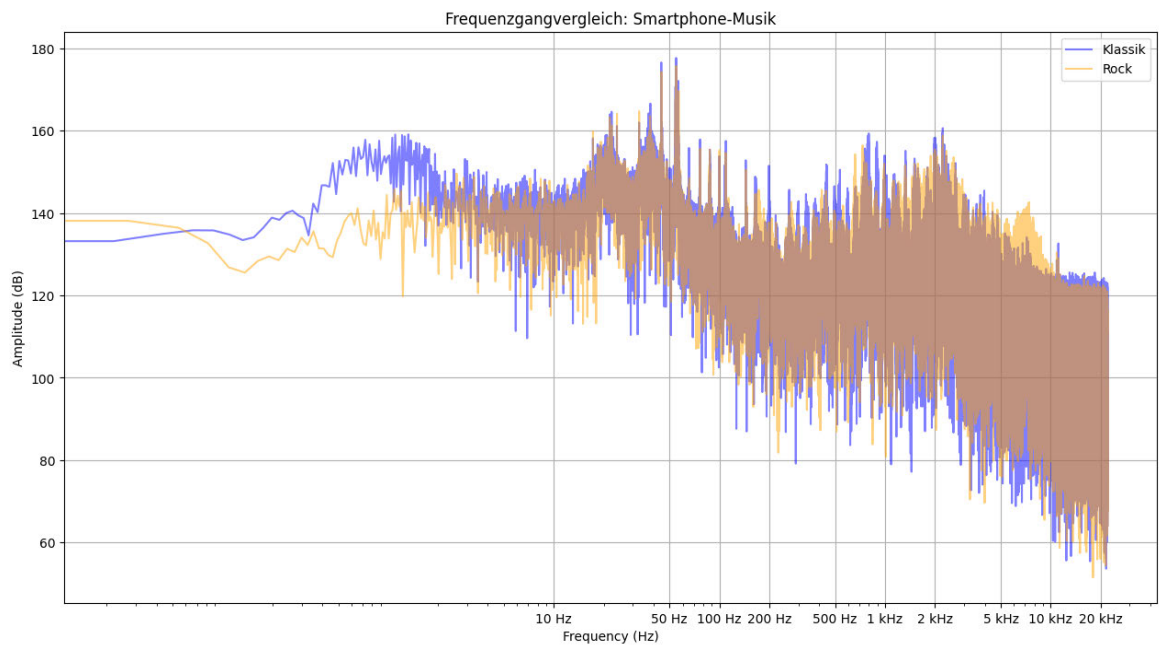


Abbildung C6: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich der Musik bei Smartphone

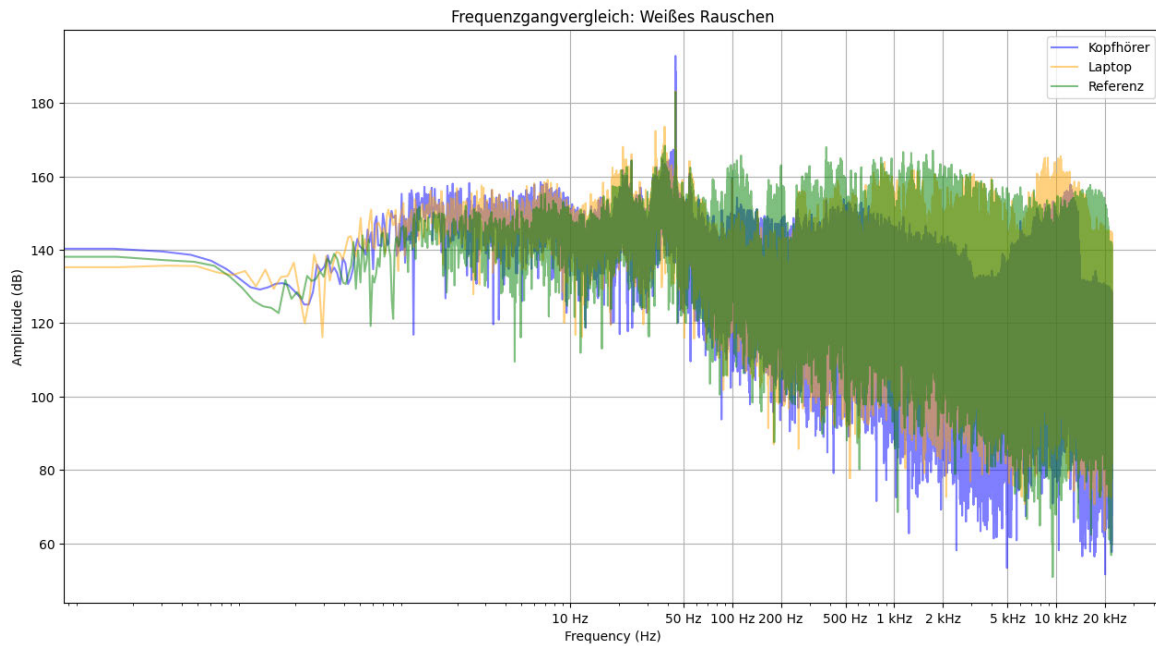


Abbildung C7: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des weißen Rauschens bei Kopfhörer, Laptop und Referenzlautsprecher

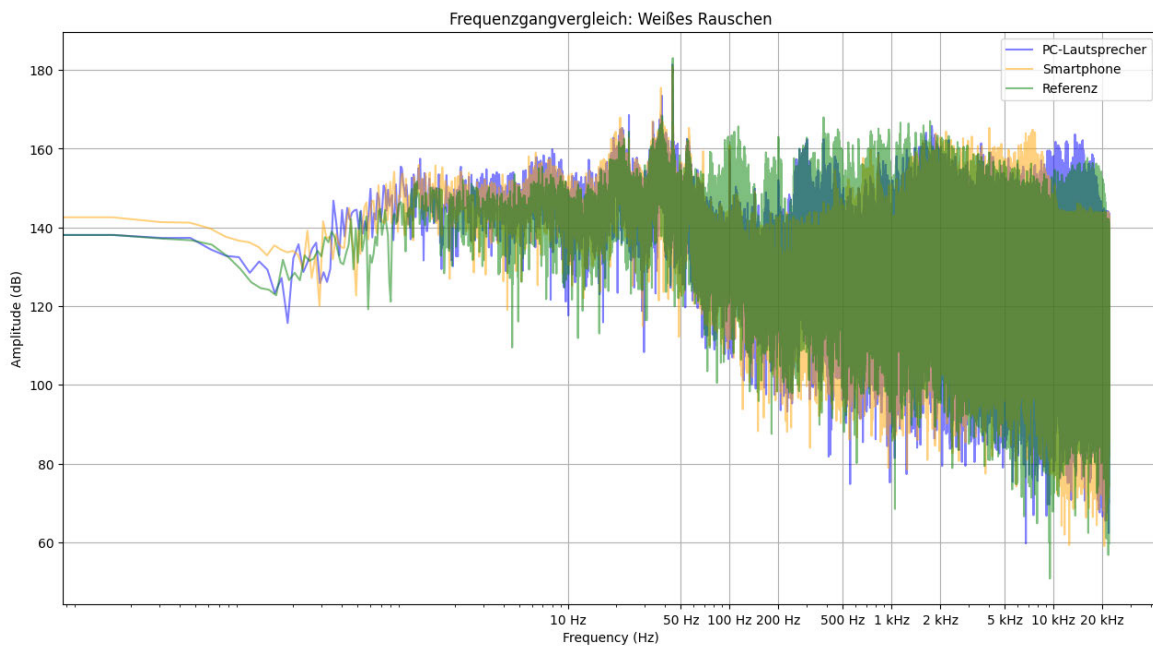


Abbildung C8: Frequenzgangdiagramm vom Vergleich des weißen Rauschens bei PC-Lautsprecher, Smartphone und Referenzlautsprecher

Danksagung

Für die Fertigstellung dieser Bachelorarbeit durfte ich die Unterstützung vieler Menschen zählen, denen ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen möchte.

Zuerst möchte ich mich bei meiner Betreuerin, Frau Prof. Dr. Eva Wilk, bedanken. Durch Ihr kontinuierliches Interesse und Ihre Unterstützung konnte ich die Richtung dieser Arbeit klar definieren und erfolgreich abschließen.

Ebenso möchte ich meinem zweiten Betreuer, Herr Matthias Fehling, meinen Dank aussprechen. Dank Ihrer Hilfe konnte ich wiederholte Hörversuche erfolgreich durchführen.

Ein besonderer Dank gilt auch den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Umfrage und der Hörversuch sowie Dohun Kim, der mich bei der Korrektur dieser Arbeit tatkräftig unterstützt hat.

Vielen Dank an alle, die mich auf diesem Weg begleitet haben.

Yeji Yun

Hamburg, 28.11.2024

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorstehende Bachelorthesis mit dem Titel

Systematische Analyse von Smartphone, Laptop- und PC-Lautsprecher als Wiedergabegerät

– bzw. im Falle einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – selbstständig ohne fremde Hilfe gefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Hamburg, _____ ,