

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die
Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im
Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Wolfgang Daniel Welz
aus Cottbus

Datum der Promotion: 26.06.2022

Vorwort

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden bereits veröffentlicht in:

- Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. The Influence of Different Auditory Stimuli on Attentiveness and Responsiveness in Road Traffic in Simulated Traffic Situations. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, Volume 17, Issue 24, 9226.
- Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. Wirkung von auditiven Reizen auf das Reaktionsverhalten im Straßenverkehr bei gleichzeitiger Zunahme der Elektromobilität. DGAUM Jahrestagung München 04.09.2020.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. *ZVS – Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. Kirschbaum Verlag Bonn 2017; 2(99).
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety* 2017; 54(5): Sup III-18.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety* 2016; 53(5): Sup III-22.
- Welz W, Preuß G. Wechselwirkungen zwischen Hörspieldarbietung und Straßenverkehrssituation. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior* 2014; 51(5): Sup II-34.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior* 2013; 50(5): Sup II-17–18.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	5
Zusammenfassung.....	7
Abstract	8
1 Einleitung.....	9
1.1 Rechtlicher Hintergrund.....	11
1.2 Physikalische Aspekte akustischer Wahrnehmung.....	12
1.2.1 Lärm und Lärmwirkungen.....	12
1.2.2 Effekte von Schalleinwirkungen.....	16
1.3 Physiologische Aspekte auditiver Wahrnehmung.....	18
1.4 Psychologische Aspekte auditiver Wahrnehmung.....	25
1.4.1 Stress-Effekte durch Lärm.....	27
1.4.2 Freizeitlärm (Soziakusis).....	28
1.4.3 Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitung.....	28
1.4.4 Psychologische Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit.....	31
1.5 Studienlage.....	33
1.6 Fragestellung und Hypothesen.....	36
2 Methodik.....	38
2.1 Gruppenbildung.....	38
2.2 Studienaufbau.....	38
2.3 Fragebögen.....	39
2.4 Methode und Untersuchungsablauf.....	39
2.5 Wiener Testsystem (WTS)	42
2.6 Reaktionstest (RT) – Testform S3.....	43
2.6.1 Anwendung und Durchführung	43
2.6.2 Interpretation der Hauptvariablen	44
2.7 Cognitronetest (COG) – Testform S11	44
2.7.1 Anwendung und Durchführung	45
2.7.2 Interpretation der Hauptvariable	45
2.8 Linienverfolgungstest (LVT) – Testform S3 (Screeningform)	46
2.8.1 Anwendung und Durchführung	46
2.8.2 Interpretation der Hauptvariable	47
2.9 Determinationstest (DT) – Testform S4 (Hannoversche Form)	47
2.9.1 Anwendung und Durchführung	48
2.9.2 Interpretation der Hauptvariablen	48
2.10 Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB) – Testform S1	49
2.10.1 Anwendung und Durchführung.....	49

2.10.2	Interpretation der Hauptvariable ‚Überblicksgewinnung‘	50
2.11	Biometrie und Statistik	50
3	Ergebnisse.....	52
3.1	Reaktionstest (RT) – Testform S3	52
3.2	Cognitronetest (COG) – Testform S11	55
3.3	Linienverfolgungstest (LVT) – Testform S3 (Screeningform)	57
3.4	Determinationstest (DT) – Testform S4	60
3.5	Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB) – Testform S1	64
3.6	Selektive Wahrnehmung von Inhalten des Hörspiels und der Musik	66
4	Diskussion.....	73
4.1	Allgemeine Probleme bei der Auswertung	73
4.2	Vergleich mit anderen Studienergebnissen	74
4.3	Schlussfolgerungen und Ausblicke	82
5	Literaturverzeichnis.....	84
Anhang.....		99
Allgemeiner Fragebogenteil		101
Zusatzfragebogen Musikgruppe.....		105
Zusatzfragebogen Hörspielgruppe		107
Eidesstattliche Versicherung		110
Tabellarischer Lebenslauf.....		118
Publikationsliste		120
Danksagung.....		122

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Hörfläche des menschlichen Gehörs	14
Abbildung 2: Aufbau des Hörorgans (Quelle: www.welt.de)	19
Abbildung 3: Aufbau des Corti-Organes (Quelle: Roche Lexikon Medizin 2003)	21
Abbildung 4: Frequenzverteilung auf der menschlichen Cochlea	22
Abbildung 5: Lage der beiden Hörzentren (Quelle: Spitzer 2003).....	24
Abbildung 6: Probanden-Arbeitsplatz (Quelle: www.amd-ostalb.de).....	40
Abbildung 7: Probandentastatur standard (Quelle: www.amd-ostalb.de).....	41
Abbildung 8: Fußpedale, Anwendung während des Determinationstests	41
Abbildung 9: Reaktionstest, mittlere Reaktionszeit (ms), Rohwert, Boxplot	54
Abbildung 10: Reaktionstest, mittlere motorische Zeit (ms), Rohwert, Boxplot	55
Abbildung 11: Cognitronetest, mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘ (s), Rohwert, Boxplot	57
Abbildung 12: Linienverfolgungstest, Score, Rohwert, Boxplot.....	59
Abbildung 13: Determinationstest, Subtest 1 Modus ‚Aktion‘ (s), Median Reaktionszeit, Rohwert, Boxplot	63
Abbildung 14: Determinationstest, Subtest 2 Modus ‚Reaktion‘ (s), Median Reaktionszeit, Rohwert, Boxplot	63
Abbildung 15: TAVTMB, Überblicksgewinnung, Prozentrang, Boxplot	66
Abbildung 16: Prozentuale Gesamtverteilung der richtigen/falschen Antworten, Tortendiagramm.....	67
Abbildung 17: Richtig beantwortete Fragen, Liniendiagramm	68
Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Antworten zu Frage 15 in der Musikgruppe, Tortendiagramm.....	68
Abbildung 19: Mittelwerte der Empfindungen zu Hörspiel bzw. Musik während des Tests, Balkendiagramm.....	69
Abbildung 20: Veränderung der Reaktion im Straßenverkehr durch Musik/ Hörspiel	70
Abbildung 21: Wahrnehmung des Störpotenzials von Musik/ Hörspielen, Balkendiagramm.....	71

Tabelle 1: Typische Schalldruckpegelbereiche	16
Tabelle 2: Testverfahren des Test-Sets FeV Anlage 5 Nr. 2	42
Tabelle 3: Deskriptive Statistik, Reaktionstest.....	52
Tabelle 4: Tests auf Normalverteilung, Reaktionstest (signifikante p-Werte fett markiert).....	53
Tabelle 5: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Reaktionstest	54
Tabelle 6: Deskriptive Statistik, Cognitronetest.....	55
Tabelle 7: Tests auf Normalverteilung, Cognitronetest (signifikanter p-Wert fett markiert) ...	56
Tabelle 8: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Cognitronetest	56
Tabelle 9: Deskriptive Statistik, Linienverfolgungstest.....	58
Tabelle 10: Tests auf Normalverteilung, Linienverfolgungstest (signifikante p-Werte fett markiert).....	58
Tabelle 11: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Linienverfolgungstest	59
Tabelle 12: Deskriptive Statistik, Determinationstest.....	60
Tabelle 13: Test auf Normalverteilung, Determinationstest (signifikante p-Werte fett markiert)	61
Tabelle 14: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Determinationstest	62
Tabelle 15: Deskriptive Statistik und Tests auf Normalverteilung, TAVTMB (signifikante p- Werte fett markiert)	64
Tabelle 16: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, TAVTMB	65
Tabelle 17: Darstellung der richtig und falsch beantworteten Fragen zum Hörspiel	67
Tabelle 18: Darstellung der Verteilung der Antworten zu den Musikinhalten	69

Zusammenfassung

Die Nutzung portabler Medienabspielgeräte liegt besonders bei jugendlichen Verkehrsteilnehmern im Trend. Die portablen Medien lassen sich zu jeder Zeit in den Alltag integrieren. Mit ihrer Nutzung gehen jedoch eine gewisse Isolierung von der Umwelt und entsprechende psychologische Effekte einher. Beim Hören im Fahrzeug ist der Verkehrsteilnehmer durch die Karosserie akustisch von der Umgebung abgeschirmt. Als Fußgänger oder Fahrradfahrer erfolgt die Abschirmung durch die Nutzung von Kopfhörern. Der Zusammenhang zwischen der psychischen Wirkung verschiedenartig lauter und rhythmischer Musik und der Veränderung der Reaktion im Straßenverkehr mit entsprechend gesteigertem Risikoverhalten speziell beim Autofahren konnte bereits in vorausgegangenen Studien belegt werden. Über die Auswirkungen des Hörens von Hörspielen auf das Reaktionsverhalten und die Konzentration im Straßenverkehr sowie das Risikoverhalten bei Fußgängern und Fahrradfahrern existieren jedoch bislang nur wenige Untersuchungen.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Einflüsse von Popmusik und eines Hörspielkrimis auf das Reaktionsverhalten und somit die Fahrtauglichkeit während der Durchführung einer verkehrspsychologischen Testreihe aus dem Wiener Testsystem analysiert. Der zentrale Untersuchungsgegenstand ist das Abschneiden der Probanden in den einzelnen Tests. Es werden Rückschlüsse auf das Reaktionsverhalten und die Konzentration während der Teilnahme am Straßenverkehr und somit das Risiko der Ablenkung und der möglichen gesteigerten Unfallgefährdung gezogen. Das Abschneiden in den durchgeführten Tests zeigte in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probandengruppen. Jedoch konnten Abweichungen im subjektiven Stressempfinden sowie im Abschneiden in den Tests mit zunehmender Testdauer sowie Testschwierigkeit gefunden werden. In der Zusammenschau der Ergebnisse ist eine Erhöhung der Verkehrssicherheit letztlich nur dann zu konstatieren, wenn während der Teilnahme am Straßenverkehr jegliche akustischen Einflüsse über Kopfhörer, egal welcher Art, weggelassen werden. Nur so ist eine ausreichende Konzentration für die Verkehrsteilnahme gegeben. Zukünftige Studien mit größeren Probandenkollektiven sollten sich detaillierter mit der Verarbeitung von Sprachinhalten während der gleichzeitigen Durchführung einer Konzentration erfordernden Aufgabe befassen, da die vorliegende Studie nicht alle individuellen Faktoren, die einen zusätzlichen Einfluss auf das Abschneiden in den Tests haben können, erfassen konnte.

Abstract

The use of portable media players is especially popular among young road users. Download portals for music and audio books are recording continuously rising numbers. It is possible to integrate portable media into our everyday lives at any time. While listening in a car, the road user is acoustically shielded from the environment by the car body. As a pedestrian or cyclist, the acoustic shielding is achieved by the use of headphones. The connection between the psychological effect of different kinds of loud and rhythmic music and the change of the reaction in traffic with an accordingly higher risk behaviour, especially when driving a car, has already been confirmed in previous studies. Until now, few studies on the effect of the reactive behaviour and concentration in road traffic, as well as on the risk behaviour of pedestrians while listening to radio plays have been available.

In the present study, we have examined the impacts of pop music and a radio thriller on the reactive behaviour and therefore the driving ability during a series of traffic psychology tests from the “Wiener Testsystem”. The central question dealt with the possible differences in the performance of the test groups in each specific test. Conclusions could be drawn from the reactive behaviour and concentration while taking part in road traffic and therefore the risk of distraction and the potential increased risk of accidents. The test results of our study showed no significant differences between the test groups.

Nevertheless, differences could be found in the subjective stress perception as well as in the test performances with increasing test duration and difficulty. Summarizing all the results, a rise in road safety can only be assured by foregoing all acoustic influences by headphones, regardless what kind, while taking part in road traffic. This is the only way to ensure sufficient concentration for the participation in road traffic. Not all individual factors that could have an impact on the test results could be examined in detail. Future studies with bigger groups of test individuals should continue to consider the processing of speech during the performance of a concentration demanding task at the same time, because we could only touch scratch the surface of such complex processes in our present study. The studies on the influence of auditory stimuli and the effects on concentration and responsiveness while taking part in road traffic are of huge interest in traffic psychology and occupational medicine, because a decrease in accident risks leads to an increase of general road safety and therefore to lower health care costs and fewer work-related accidents.

1 Einleitung

In der vorliegenden Einleitung werden die Grundlagen der auditiven Aufnahme und deren Verarbeitung dargestellt. Dies sind sowohl die rechtlichen Hintergründe, aber auch die physikalischen, physiologischen und psychologischen Aspekte. Somit entsteht ein Überblick über die Mechanismen auditiver Wahrnehmung sowie ihre Auswirkungen auf den menschlichen Organismus.

Die meisten Menschen sind heute, insbesondere in den Städten, einer Vielzahl von Geräuschen ausgesetzt, die in ihrer Summe nachweisbar negative psychische und physische Auswirkungen auf den Körper haben können. Vor allem junge Personen belasten ihr Gehör häufig zusätzlich durch die Benutzung tragbarer MP3-Musikgeräte und Handys. Dies kann für sie während der gleichzeitigen Teilnahme am Straßenverkehr eine Gefährdung darstellen, egal ob sie die Stereoanlage des Autos voll aufdrehen oder mit laut gestellter Musik und Kopfhörern als Radfahrer oder Fußgänger unterwegs sind. Das Hören ist nach dem Sehen die wichtigste Voraussetzung zur gefahrlosen Teilnahme am Straßenverkehr. Durch eine störungsarme auditive Wahrnehmung können relevante Informationen über Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen anderer Verkehrsteilnehmer in ausreichendem Maße gewonnen und verarbeitet werden.

Im Jahr 2019 sind die Verkehrstodesfälle in Deutschland im Vergleich zum Vorjahr um insgesamt 7,0 % auf 3046 getötete Personen gesunken. Gleichbleibend hoch ist dabei der Anteil der getöteten jungen Erwachsenen im Alter von 18 bis 24 Jahren mit 11,9 % aller Verkehrstoten. Bezogen auf eine Million Einwohner ihrer Altersstufe sind die jungen Erwachsenen mit 58 Getöteten die am meisten gefährdete Altersgruppe (Statistisches Bundesamt, 2020). Eine Ursache des hohen prozentualen Anteils gerade in diesen Alters- und Personengruppen liegt möglicherweise in einem zunehmenden Trend der Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung durch Benutzung von Smartphones und MP3-Playern, die maßgeblich zu einer visuellen und auditiven Ablenkung vom Straßenverkehrsgeschehen beitragen können.

Für das Verständnis der Auswirkungen auditiver Einflüsse auf das Reaktionsverhalten ist es notwendig, sich die Sinneswahrnehmung des Hörens als einen komplexen

Einleitung

Hirnleistungsprozess der Aufnahme und Verarbeitung akustischer Reize sowie der Reaktion auf diese vorzustellen. Die physiologische Relevanz des Hörens ergibt sich aus dem Zusammenspiel des Informationsflusses und dessen Verarbeitung, der Beeinflussung von Emotionen und ihrer grundlegenden Bedeutung für das soziale Leben.

Die statistische Datenlage bezüglich der ablenkungsbedingten Verkehrsunfälle in Deutschland ist unzureichend, da der Begriff der Ablenkung im Straßenverkehr bislang weder klar definiert ist noch eine Möglichkeit valider Messungen zum gefährvollen Verhalten im Straßenverkehr besteht. In Österreich und der Schweiz wird Ablenkung bereits in der Verkehrsstatistik als Unfallursache geführt (Kubitzki et al., 2018). Die größte Studie zur Thematik der ablenkungsbedingten Unfälle liegt von Dingus et al. (2016) vor: In der „Naturalistic Driving Study“ aus den USA wird deutlich, dass so gut wie alle Ablenkungsfaktoren das Unfallrisiko erhöhen.

Beim Sprechen steigt das Risiko dabei um das Zweifache, beim Lesen und Schreiben bereits um das Zehnfache.

Das gesteigerte Ablenkungsverhalten durch die Zunahme der technischen Mobilität, die die Menschen visuell und auditiv beeinflusst, wird aktuell von Verkehrsexperten viel diskutiert und untersucht (Kubitzki et al., 2018). Für die Zukunft werden vonseiten der Politik eine verbesserte Präventionsarbeit, verkehrssicherheitspolitische Gesetzesreformen sowie von der Industrie gestützte Investitionen gefordert, um die Straßen und den stetig zunehmenden Verkehr sicherer zu gestalten. Die sich ausweitende Technisierung des Alltags und gerade die Nutzung portabler Medien scheinen auf den ersten Blick für viele Menschen eine gewisse Unabhängigkeit zu erzeugen, da diese nun überall erreichbar sind und Zugang zu Medien haben. Jedoch sinkt die Aufmerksamkeit dadurch erheblich, während gleichzeitig der Verkehr auf den Straßen weiter anwächst. Hierüber sind sich Verkehrsexperten aufgrund des Vorliegens zahlreicher neuerer Studien, in denen eine signifikante Einflussnahme zusätzlicher visueller, akustischer und anderer Reize auf das Reaktionsvermögen und die Konzentration im Straßenverkehr nachgewiesen werden konnte, einig. Der Diskussionsbedarf über Ablenkung im Straßenverkehr ist, insbesondere was die Nutzung von Smartphones angeht, gemessen an den Zahlen der Untersuchungen hierzu, offensichtlich stark gestiegen. Es geht dabei um den Umgang mit abgelenkten

Fußgängern, die mit gesenktem Kopf und Kopfhörern im Ohr über die Straßen gehen. Bereits auf dem 53. Deutschen Verkehrsgerichtstag 2015 wurden Empfehlungen in Bezug auf die Ablenkung durch moderne Kommunikationstechniken sowie zu besseren Kontrollmechanismen beim automatisierten Fahren ausgesprochen (Deutscher Verkehrsgerichtstag, 2015).

Durch das Benutzen von Kopfhörern erfolgt eine akustische Abschirmung von der Außenwelt. Es gibt bislang nur wenige repräsentative Studien speziell zum Einfluss von Hörspiieldarbietungen und damit der vermehrten Rezeption von Sprachinhalten auf das Reaktionsverhalten. Die vorliegende Arbeit soll aussagekräftige Ergebnisse zur veränderten Reaktion und Konzentration im Straßenverkehr bei gleichzeitiger Nutzung von Hörmedien über Kopfhörer liefern. Im experimentellen Teil werden Probandengruppen unter verschiedenen auditiven Einflüssen in simulierten Straßenverkehrssituationen untersucht. Die Ergebnisse dieser Studie werden abschließend mit aktuellen Publikationen verglichen; eine Zusammenfassung soll Rückschlüsse und Aussichten erörtern.

1.1 Rechtlicher Hintergrund

Aktuell liegt nach der StVO (Stand Oktober 2017) lediglich ein Verbot für das Benutzen von Handys, jedoch kein generelles Verbot für die Nutzung tragbarer Musikgeräte für Fahrradfahrer vor. Fußgänger sind hierbei von jeglichen Vorschriften ausgenommen. Die StVO sieht jedoch vor, dass jeder Verkehrsteilnehmer dem Straßenverkehr seine volle Aufmerksamkeit widmen muss; im § 23 Absatz 1 über die sonstigen Pflichten von Fahrzeugführenden heißt es hierzu: „Der Fahrzeugführer ist dafür verantwortlich, dass seine Sicht und das Gehör nicht durch die Besetzung, Tiere, die Ladung, Geräte oder den Zustand des Fahrzeugs beeinträchtigt werden.“ Im § 23 Absatz 1a StVO steht ergänzend, dass Fahrzeugführer ein elektronisches Gerät, welches der Kommunikation, Information oder Organisation dient, nur benutzen dürfen, wenn das Gerät weder aufgenommen, noch gehalten wird. Ausnahmen sind nur, dass eine Sprachsteuerung oder Vorlesefunktion genutzt wird. Es sollte außerdem lediglich eine kurze und den Verkehrsbedingungen angemessene Blickzuwendung zum Gerät erfolgen.

Fahrradfahrer können den Tatbestand der Mitschuld erfüllen, sollten sie mit Kopfhörern in einen Unfall verwickelt sein. Verkehrssicherheitsexperten empfehlen daher, auf

Einleitung

Kopfhörer im Straßenverkehr ganz zu verzichten bzw. die Lautstärke so zu drosseln, dass Umgebungsgeräusche noch wahrzunehmen sind. Die Polizei kann unter bestimmten Umständen ein Bußgeld verhängen, sollte ein Verkehrsteilnehmer, der laute Musik über Kopfhörer hört, einen Einsatzwagen blockieren. Bei einem Unfall können Haftpflicht- und Kaskoversicherung beim Verursacher Regressansprüche geltend machen. Untermauert wird diese Tatsache durch den § 1 der StVO. Darin heißt es: „Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksicht. Wer am Verkehr teilnimmt, hat sich so zu verhalten, dass kein anderer geschädigt, gefährdet oder mehr, als nach den Umständen unvermeidbar, behindert oder belästigt wird“ (§ 1 Absatz 1 und 2 StVO).

Ungeachtet der bestehenden Gesetze hat der Deutsche Verkehrssicherheitsrat bei seinen Empfehlungen zum 55. Deutschen Verkehrsgerichtstag 2017 auf die Gefahr der Ablenkung durch Smartphones und ein dadurch erhöhtes Unfallrisiko bei allen Gruppen von Verkehrsteilnehmern hingewiesen und härtere Strafen bei Verstößen gefordert. Weiterhin besteht die Forderung, dass der Gesetzgeber sich stärker mit dem Problem der Ablenkung von Fußgängern durch elektronische Geräte befasst (Deutscher Verkehrsgerichtstag, 2017).

1.2 Physikalische Aspekte akustischer Wahrnehmung

Im folgenden Abschnitt werden der Begriff Lärm erläutert und die Lärmwirkungen auf den menschlichen Organismus näher betrachtet. Anschließend werden die verschiedenen Effekte von Schalleinwirkungen beschrieben.

1.2.1 Lärm und Lärmwirkungen

„Der Lärm aber ist die impertinenteste aller Unterbrechungen, da er sogar unsere eigenen Gedanken unterbricht, ja, zerbricht“, schrieb Schopenhauer in seinen Schriften über Musik (Stabenow, 2013). Lärm kann den Fluss und die Verarbeitung von Informationen verändern und somit zu einer Leistungsminderung führen.

Das Störpotenzial ist dabei abhängig vom Schalldruckpegel, der Frequenzzusammensetzung, dem Informationsgehalt sowie der durchzuführenden Tätigkeit (DGUV 2013; Rutkowski, 2002).

Einleitung

Das menschliche Gehörorgan nimmt jeglichen Lärm in Form von Schall auf; es lässt sich nicht abschalten. Die gesamte akustische Umwelt des Menschen besteht aus physikalischen Schallereignissen. Für das Verständnis der akustischen Wahrnehmung ist es erforderlich, sich sowohl mit dem physiologischen Prozess als auch mit den psychologischen Verarbeitungsmechanismen und Auswirkungen auseinanderzusetzen. Babisch et al. berichten bereits 1996 über die Folgen zu langen und zu lauten Musikhörens. Lautes und häufiges Musikhören über Kopfhörer ist demnach die häufigste Ursache für Gehörschäden bei Jugendlichen. Jeder vierte Proband zwischen 16 und 24 Jahren wies in der Studie mit 1800 befragten jungen Männern bereits nach fünf Jahren entsprechender Nutzungsgewohnheiten nachweisbare irreversible Hörverluste auf (Babisch et al., 1996).

Um den Wahrnehmungsprozesses über das Ohr zu verstehen, müssen die relevanten physikalischen Phänomene aus der Akustik erfasst werden. Lärm sind alle schädlichen Umwelteinwirkungen (Geräuschemissionen), die nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen (§ 1 BImSchG).

Subjektiv gesehen ist Lärm störender Schall. Schall entsteht durch Schwingungen einer Schallquelle, die Luftdruckschwankungen bewirken. Diese Schwankungen nimmt das Ohr wahr. Der Schall ist objektiv messbar; die Messgröße ist der Schalldruckpegel (dB). Das menschliche Ohr ist aber nicht für alle Frequenzen (Tonhöhen) gleich empfindlich (siehe Abb. 1). Deshalb wurde ein Beurteilungspegel mit der Maßeinheit ‚dB (A)‘ eingeführt, der die Unterschiede der Wahrnehmung bei verschiedenen Frequenzen berücksichtigt.

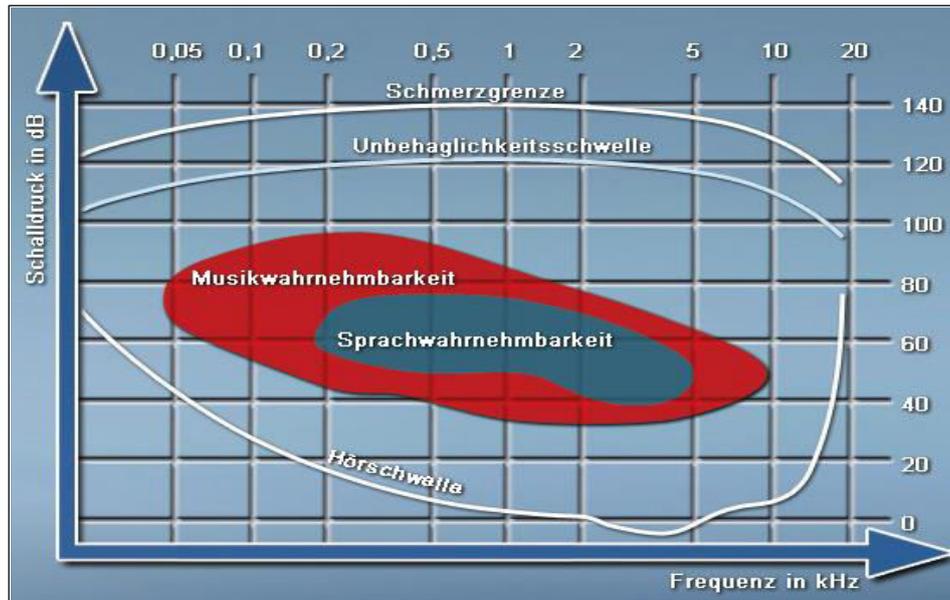


Abbildung 1: Hörfläche des menschlichen Gehörs

(Quelle: www.bilder-plus.de)

Schall – gleichgültig ob Maschinengeräusche, Musik, Gespräche, Sirenen oder Hupen – besteht aus Wellen, die sich nach allen Seiten ausbreiten. Zu unterscheiden ist zwischen den auralen, auf das Gehör einwirkenden, sowie den extra-auralen Lärmwirkungen, unter denen alle übrigen Lärmeinwirkungen zusammengefasst werden. Den auralen Wirkungen werden im Wesentlichen alle Gehörschäden zugeordnet. Hierbei gilt das Dosis-Wirkungs-Prinzip: je höher und länger die Intensität und Dauer des Schalls, umso tiefgreifender die Wirkung. Im schlimmsten Fall kann eine irreversible Innenohrschwerhörigkeit mit Degeneration der inneren Haarzellen resultieren (Ising et al. 1996a).

Zu den auralen Wirkungen (Gehörschäden) zählen:

1. temporäre Hörschwellenverschiebung = TTS, temporary threshold shift
 - Höremüdung, erkennbar an einer Hörverschlechterung
 - um 5–20 dB unter Lärmexposition
 - bildet sich innerhalb von 8–24 h zurück
2. Lärmschwerhörigkeit [BK-Nr. 2301, Liste der Berufskrankheiten] = PTS, permanent threshold shift

Einleitung

- nach fortgesetzter Exposition gegenüber Schalldruckpegeln > 85 dB zu erwarten
- Beginn mit einer Senke der Hörschwellenkurve bei etwa 4000 Hz
- (,c5-Senke‘)
- dann auch niederere und höhere Frequenzen
- Hochtontaubheit möglich
- nicht reversibel durch Degeneration des Sinnesepithels
- eine der häufigsten Berufskrankheiten

3. akutes akustisches Knalltrauma

- Knalltrauma = kurzes energiereiches Schallereignis (< 2 ms, > 150 dB),
- Hörverschlechterung über Stunden oder Tage
- Explosionstrauma = Einwirkung energiereicher Druckwellenfronten (> 2 ms, > 150 dB)
- ggf. Trommelfellriss, Luxationen oder Brüche von Gehörknöchelchen
- nur bei resultierender Lärmschwerhörigkeit als Berufskrankheit anerkannt

Extra-aurale Lärmwirkungen betreffen Auswirkungen auf den gesamten Organismus durch die psycho-physiologische Beeinflussung von Organen und Organsystemen (Ising et al. 1996b).

Zu den extra-auralen Wirkungen zählen:

4. psycho-nervale Wirkungen/Reaktionen

- nahezu unabhängig vom Schalldruckpegel
- vorrangig durch Informationsgehalt und subjektive Einstellung des Hörenden
- Aufmerksamkeits- und Konzentrationsverlust
- subjektives Störempfinden
- Beeinträchtigung der Handlungsregulation
- Abnahme der Geschicklichkeit

5. vegetativ-humorale Reaktionen

- nach Exposition gegenüber Schalldruckpegeln > 65 dB
- Herzfrequenzanstieg

Einleitung

- Gefäßkontraktion mit Blutdruckanstieg
- Erhöhung des Muskeltonus
- Verstärkung der Magensaftproduktion und Darmbewegung
- Schlafstörungen
- Ausschüttung von Nebennierenrindenhormonen

1.2.2 Effekte von Schalleinwirkungen

In der nachfolgenden Tabelle werden Beispiele für typische Schalldruckpegelbereiche aufgeführt.

Tabelle 1: Typische Schalldruckpegelbereiche

Geräuschsituation	Dezibel	Messentfernung
Hörschwelle bei ca. 2 kHz	0 dB	am Ohr
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	10 dB	am Ohr
sehr ruhiges Zimmer	20–30 dB	am Ohr
normale Unterhaltung	40–60 dB	1 Meter
Fernseher auf Zimmerlautstärke	60 dB	1 Meter
PKW	60–80 dB	10 Meter
Hauptverkehrsstraße	80–90 dB	10 Meter
Gehörschädigung bei langfristiger Einwirkung von 85 dB	85 dB	am Ohr
Presslufthammer, Diskothek	100 dB	1 Meter/am Ohr
MP3-Player, Walkman	80–115 dB	am Ohr
Kampfflugzeug	110–140 dB	100 Meter
Gehörschädigung bei kurzfristiger Einwirkung von 120dB	120 dB	am Ohr
Schmerzschwelle	134 dB	am Ohr
Düsenflugzeug	150 dB	30 Meter
theoretisches Limit für verzerrungsfreien Schall bei Normaldruck	194 dB	

Einleitung

Ein Pegelunterschied von 1 dB kann nur von sehr geübten Personen wahrgenommen werden. Ein Unterschied von 3 dB ist von ungeübten Personen gerade wahrnehmbar; einer von 10 dB wird bei mittleren Frequenzen als Verdopplung bzw. Halbierung der empfundenen Lautstärke erlebt. Bei der Messung der Immission wird der Schalldruckpegel am Ort des Einwirkens auf den Menschen ermittelt. Die Anzahl der vorhandenen Schallquellen sowie deren Abstand vom Messpunkt sind dabei unerheblich. Bei Emissionsmessungen wird untersucht, welchen Schall eine bestimmte Schallquelle verursacht. Hierbei ist neben der Angabe des gemessenen Pegels unbedingt auch die Entfernung erforderlich, in der die Messung durchgeführt wurde (Zwicker & Feldtkeller 1967).

Grundsätzlich kann bei jeder wahrnehmbaren Schallemission eine Belästigungswirkung auftreten, jedoch ist bei Schallpegeln unterhalb von 35 dB nur in seltenen Fällen eine Gesundheitsbeeinträchtigung zu erwarten. Kritisch in diesem Bereich sind lang andauernde Schlafstörungen mit Veränderungen im Schlaf-EEG zu betrachten.

Schallpegel oberhalb von 35 dB können bereits eine Belästigungswirkung haben, insbesondere beim Durchführen von Arbeiten, die eine verstärkte Konzentration erfordern (siehe Tab. 1). An Büroarbeitsplätzen und in Wohnräumen sollte die maximale Lärmdauerbelastung 50–55 dB nicht überschreiten. Ab Schallpegeln von 65 dB bewirken einzelne Schallreize deutliche physiologische Reaktionen wie Herzfrequenzveränderungen (sowohl Zu- als auch Abnahme möglich) oder Verringerungen der Fingerpulsamplitude (Indikator für die periphere Durchblutung). Diese Reaktionen sind bei Einzelreizen voll reversibel. Bei rascher Reizabfolge habituieren sie, verschwinden aber nie ganz.

Lang andauernder Lärm mit Frequenzen zwischen 65 und 70 dB ist ein nachweisbarer Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Es kommt zu messbarem Blutdruckanstieg, der länger anhaltend das Risiko für einen Herzinfarkt erhöht (Ising et al. 1999).

Aktuelle Übersichtsarbeiten von Hahad, Kröller-Schön, Daiber und Münzel (2019) und Weihoven et al. (2019) konnten in ihren Studienrecherchen bestätigen, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen Fluglärm und einem erhöhten Schlaganfallrisiko (Weihoven et al. 2019) sowie nachweisliche negative Auswirkungen von – vor allem nächtlichem – Verkehrslärm auf das Herz-Kreislauf-Risiko (Hahad et al., 2019) mit

Einleitung

entsprechender Blutdruckerhöhung und dadurch negativen Einflüssen auf das Gefäßsystem gibt.

Eine Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) aus dem Jahr 2011 bezeichnet Lärm als den zweitgrößten die Krankheitslast vergrößernden Umweltfaktor (nach der Luftverschmutzung). Der Studie zufolge sind die wichtigsten nachgewiesenen messbaren Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit:

- Hörschäden, Schmerzen und Hörermüdung sowie Tinnitus
 - kreislaufbedingte Erkrankungen (z. B. Herzinfarkt)
 - hormonelle Reaktionen (z. B. Stresshormone)
 - Schlafstörungen mit allen kurz- und langfristigen Konsequenzen
 - Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit (z. B. kognitive Leistungen bei Kindern)
 - Beeinträchtigung von Sprache und Kommunikation
 - Beeinträchtigung im sozialen Verhalten (Aggressivität, Hilfslosigkeit)
- (WHO, 2011)

In der Arbeitsmedizin ist die Lärmschwerhörigkeit eine der am häufigsten anerkannten Berufskrankheiten (BK2301). Der volkswirtschaftliche Schaden ist aufgrund der hohen Präsenz beruflich bedingter chronischer Lärmschädigungen immens.

Die Gesamtaufwendungen für alle gemeldeten BK-Fälle von Lärmschwerhörigkeit (BK 2301) betragen zwischen 1993 und 2005 etwa 2,14 Mrd. Euro. Durchschnittlich wurden jährliche Leistungen zwischen 160 und 170 Mio. Euro erbracht. Durch Präventionsmaßnahmen sank die Anzahl der Neumeldungen in den letzten Jahren (Hecker, Drechsel-Schlund, Francks, Plinske & Butz, 2008).

1.3 Physiologische Aspekte auditiver Wahrnehmung

Das menschliche Ohr als ein komplex aufgebautes Organ ist in der Lage, die empfangenen Schallwellen effizient und präzise zu leiten, zu verstärken und in elektrische Impulse umzuwandeln, die letztendlich vom Gehirn verarbeitet werden.

Einleitung

Das äußere Ohr bilden die aus Haut und elastischem Knorpel bestehende Ohrmuschel (Auricula, Pinna) und der etwa 2,5 cm lange äußere Gehörgang (auditorischer Kanal). Die Ohrmuschel dient der Verstärkung des Schalls und Weiterleitung in den Hörkanal. Die Form der Ohrmuschel ist für die direkte und indirekte Schalleitung von großer Bedeutung. Das äußere Ohr bahnt somit bereits den Weg für die räumliche akustische Wahrnehmung. Die Ohrmuscheln und der Hörkanal können aufgrund von Eigenschwingungen zusätzlich bestimmte Frequenzen verstärken (Jourdain, 2001). Am empfindlichsten reagiert das menschliche Gehör bei Frequenzen zwischen 2000 und 5000 Hz. In diesem Bereich liegt auch ein Großteil der Sprachwahrnehmung (350–3000 Hz) (Spitzer, 2003). Die Druckwellen als Übertragungsmedium enden am Trommelfell, dem Übergang zum Mittelohr. Hier erfolgt eine Umwandlung der Druckwellen in mechanische Bewegung (siehe Abb. 2).

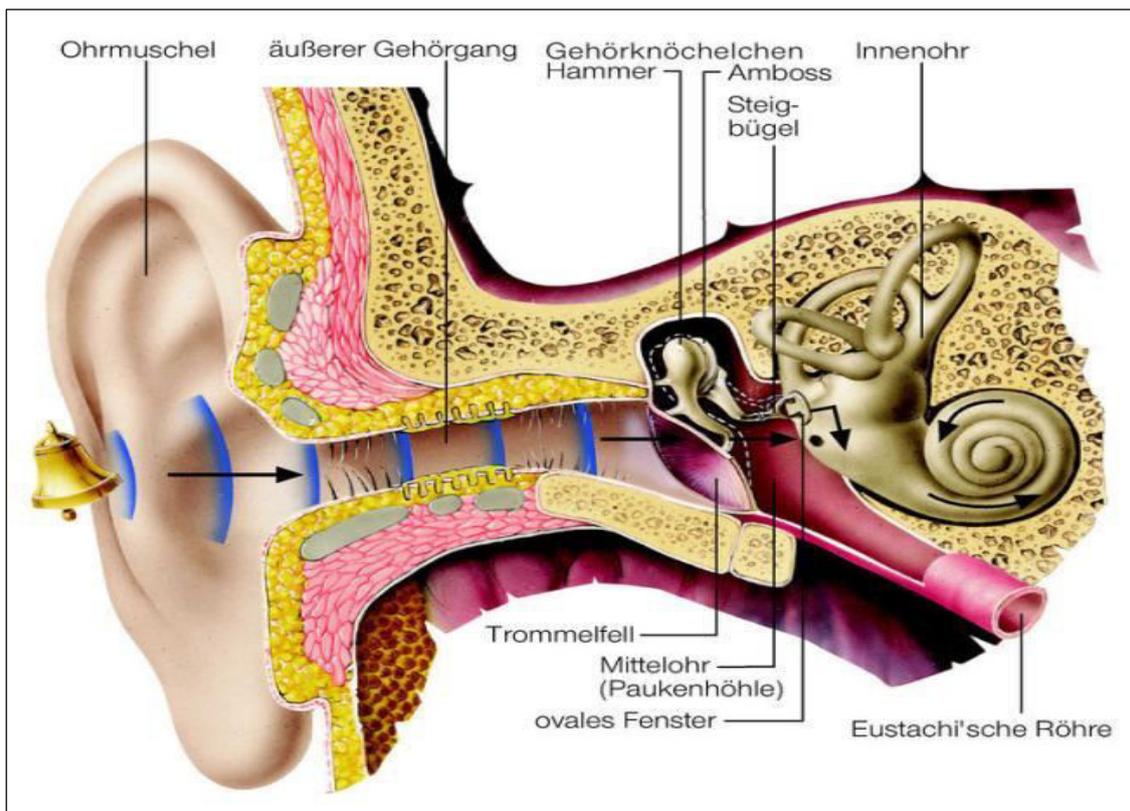


Abbildung 2: Aufbau des Hörorgans (Quelle: www.welt.de)

Einleitung

Das Trommelfell ist eine etwa 0,1 mm dicke, bindegewebige Membran mit ca. 1 cm Durchmesser. Es ist auf der Gehörgangseite mit Hornhautepithel, auf der Innenseite mit Schleimhautepithel bedeckt.

Die Luftschwingungen werden am Trommelfell über die drei Gehörknöchelchen Hammer (Malleus), Amboss (Incus) und Steigbügel (Stapes) verstärkt, bevor sie am ovalen Fenster in das mit Flüssigkeit gefüllte Innenohr übergehen (siehe Abb. 3). Der Hammer ist am inneren oberen Teil des Trommelfells fixiert. Eine Intensivierung des Impulses ist deshalb notwendig, weil nur etwa 1 % des Schalls in der Flüssigkeit weitergeleitet und übertragen werden kann (Jourdain, 2001).

Es folgt eine Umwandlung größerer kraftarmer Schwingungen in kleinere kraftvollere Schwingungen. Eine zusätzliche Verstärkung vollzieht sich durch die Verkleinerung der schwingenden Fläche vom Trommelfell zum ovalen Fenster, an dem der Steigbügel verankert ist. Zusätzlich erfüllt das Mittelohr eine Art Schutzfunktion. Im Gegensatz zur Übertragung der normalen Gesprächslautstärke ohne Dämpfung hemmen die Gehörknöchelchen die Übertragung ab einem Schalldruckpegel über 80 dB, wie z. B. bei einem Rockkonzert. Die zwei Muskeln des Mittelohres, der Musculus stapedius und der Musculus tensor tympani am Steigbügel, spannen sich an und können die Weiterleitung der Schwingung um bis zu 30 dB verringern (Spitzer, 2003). Bei einer Dauerbelastung mit einem Schalldruckpegel über 80 dB kommt es zur Erschöpfung dieser Muskeln mit potenzieller Folge einer Schwerhörigkeit. Vom Mittelohr aus zieht die eustachische Röhre in den Rachenraum. Dadurch ist ein Druckausgleich zwischen Mittelohr und Atmosphäre möglich.

Nach Impulsverstärkung durch die Gehörknöchelchen gelangen die Informationen zum Innenohr (Jourdain, 2001). Das Innenohr liegt geschützt und knöchern eingebettet in der Schädelbasis. Es besteht aus der Schnecke (= Cochlea) und dem Gleichgewichtsorgan mit den Bogengängen. Die Kanäle enthalten eine Flüssigkeit, die durch Schallwellen, Rotation oder Linearbeschleunigung bewegt wird. In der Cochlea erfolgt die Umwandlung der Schwingungen in Nervenimpulse. Als Schallrezeptoren dienen die ca. 15 000 Haarzellen (Schachl, 2002). Die Cochlea besteht aus zwei großen Kammern, dem Vorhofgang (Scala vestibuli) und dem Paukengang (Scala tympani), die am Helikotrema zusammenhängen. Sie sind mit Perilymphe gefüllt, einer Flüssigkeit, die wie andere extrazelluläre Flüssigkeiten natriumreich ist. Zwischen den Kammern liegt

Einleitung

der Schneckengang (Scala media), der mit Endolymphe gefüllt ist. Diese ist auffallend kaliumreich. Das Corti-Organ mit den Hörsinneszellen sitzt auf der Basilarmembran (siehe Abb. 3). Die Schwingungen gelangen als Druckwellen vom Steigbügel über das ovale Fenster mit einer Membran in die Scala vestibuli. Die Flüssigkeit ist nicht kompressibel und weicht daher aus. Dabei drückt sie die Scala media, die Reissner-Membran, das Corti-Organ und die Basilarmembran nach unten. Es kommt zur Flüssigkeitsverdrängung in der Scala tympani. Infolgedessen versetzt der Membranboden dieser Kammer auch die mittlere Kammer in Schwingung. Hier sitzt das Corti-Organ; es enthält ca. 15 000 innere und äußere Haarzellen. Die Wasserwellen versetzen diese in Bewegung. Am oberen Ende berühren die Haarzellen die gallertartige Tektorialmembran (Jourdain, 2001; Schachl, 2002).

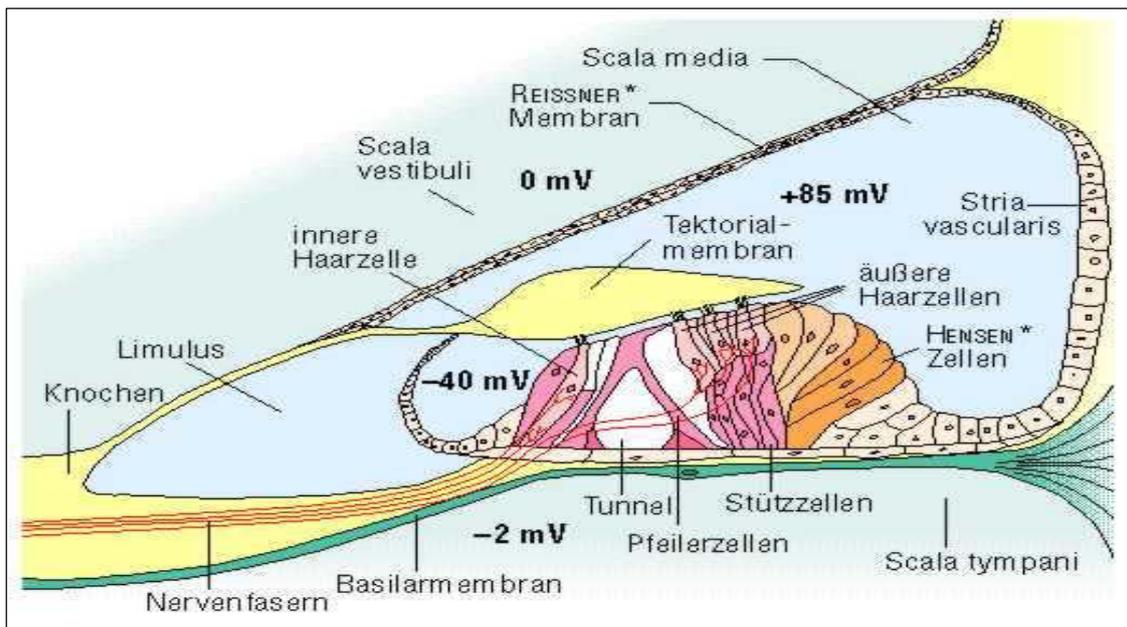


Abbildung 3: Aufbau des Corti-Organs (Quelle: Roche Lexikon Medizin 2003)

Das Prinzip der Arbeitsweise des Cortischen Organs beruht auf dem Trägheitsgesetz, das bedingt, dass hohe Frequenzen stärker gehemmt werden als niedrigere. Somit erklärt sich, dass die am Anfang der Cochlea liegenden Haarzellen empfänglicher für hohe Frequenzen sind. Die tieferen Frequenzen führen hingegen im Inneren der Cochlea zur Stimulation (siehe Abb. 4). Der eintreffende Schall wird nach seiner Frequenz einem bestimmten Ort der Schnecke zugewiesen (Spitzer, 2003).

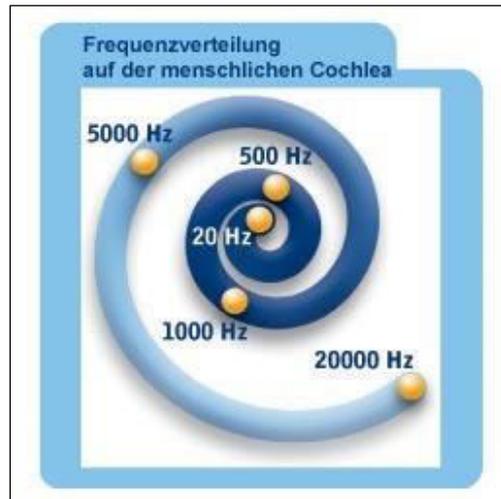


Abbildung 4: Frequenzverteilung auf der menschlichen Cochlea

(Quelle: www.bionicear-europe.com)

Die Nervenimpulse entstehen am jeweiligen Schwingungsmaximum der Haarzellen. Die Haarzellen im Cortischen Organ ragen mit ihren kleinen Fortsätzen in die gallertige Masse der Tektorialmembran hinein. Durch eintreffenden Schall hebt sich die Basilarmembran mit den Haarzellen ab. Diese verbiegen sich und öffnen Ionenkanäle, die sich an den Fortsätzen der inneren Haarzellen befinden. Der Ladungszustand zwischen Zellinnerem und Flüssigkeit ändert sich. Das Entstehen eines elektrischen Impulses geschieht dabei innerhalb von etwa zehn Mikrosekunden. Damit ist die zeitliche Auflösung beim Hören viel schneller als beim Sehen oder Riechen (Spitzer, 2003). Die Impulse von bis zu 10 000 Fasern werden an einem Neuron empfangen. Nach Summation der Reize wird bei Überschreiten einer bestimmten Schwelle ein Impuls weitergeleitet. Die Leitung erfolgt weiter über die sogenannte Hörbahn zum primären auditorischen Cortex in der Großhirnrinde. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass jede innere Haarzelle im Innenohr ca. zehn Fasern im Hörnerv stimuliert. Insgesamt sind ca. 3500 innere Haarzellen jedes Innenohres für die Stimulation von ca. 30 000 Fasern jedes Hörnervs verantwortlich. Die Weiterleitung erfolgt über die Nuclei cochlearis (ca. 90 000 Neurone) und endet schließlich im primären auditorischen Cortex, wo ca. 100 Millionen Nervenzellen die Verarbeitung der Reize steuern (Spitzer, 2003).

Die Nuclei cochleares im Rautenhirn leiten die Schallinformationen im Wesentlichen in drei Abschnitten zum Cortex, wovon zwei für die Schalllokalisierung verantwortlich sind

Einleitung

und ein Abschnitt für die Analyse der Frequenzkomponenten genutzt wird. Auf höherer Ebene kommt es zur Wiedervereinigung der einzelnen Komponenten. Die Olivenkerne dienen der Kombination der Informationen aus beiden Ohren und somit der Unterscheidung in der Wahrnehmung des Schalls.

Es handelt sich hierbei um hoch spezialisierte Kernkomplexe, bei denen z. B. einige Impulse nur bei bestimmten Zeitverzögerungen oder Intensitätsunterschieden senden. Nach der Analyse der räumlichen Beziehungen werden diese dann entsprechend weitergeleitet.

Die unteren (Colliculi inferiores) und oberen Hügel (Colliculi superiores) bilden zusammen die Vierhügelplatte. Die Informationen aus den Olivenkernen sowie direkte Signale der Cochlea gelangen zunächst in die Colliculi inferiores. Hier wird sozusagen eine ‚akustische Landkarte‘ mit der räumlichen Position eines jeden Tones gezeichnet (Jourdain, 2001). Die Colliculi inferiores sind direkt mit Gehirnstrukturen zur Muskelkontrolle verbunden. Es wird die Bewegung von Schallquellen registriert. Dieser Mechanismus ist evolutionsbedingt beim Menschen vorhanden und wichtig, um auf bestimmte Warngeräusche schnellstmöglich reagieren zu können. In den Colliculi superiores treffen Schallinformationen mit Signalen aus dem optischen und dem taktilen System zusammen. Hier wird die ‚räumliche Umgebungskarte‘ durch das Zusammenspiel der verschiedenen Sinneswahrnehmungen weiter vervollständigt. Die mittleren Kniehöcker (Corpus geniculatum mediale) als ein Kerngebiet im Thalamus sind die letzte Umschaltstelle der zentralen Hörbahn. Die Informationen aus dem Colliculus inferior (doppelseitig) werden auf das letzte Neuron der Hörbahn geschaltet und gelangen über die Radiatio acustica zur Hörrinde im Temporallappen. Am Ende der Hörbahn befindet sich der primäre auditorische Cortex im Temporallappenbereich beider Hirnhemisphären. Der primäre auditorische Cortex liegt im Bereich der Sylvischen Furche (Fissura lateralis) und ist größtenteils vom sekundären auditorischen Cortex umgeben (siehe Abb. 5).

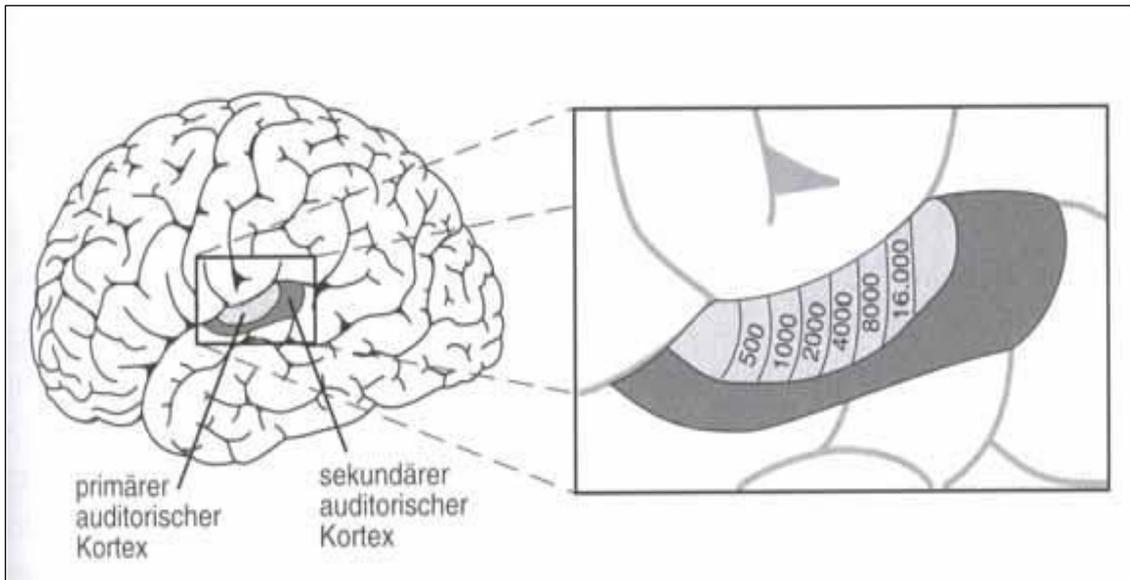


Abbildung 5: Lage der beiden Hörzentren (Quelle: Spitzer 2003)

Die Funktionsweise der Hörrinde entspricht jener der Cochlea tonotop; d.h., die vorderen Teile reagieren auf Töne hoher Frequenzen, die hinteren entsprechend auf zunehmend niedrigere Frequenzen. Die weitere Anordnung basiert auf funktionellen Säulen, was bedeutet, dass alle senkrecht zu den Cortexschichten untereinander liegenden Neurone am stärksten auf Töne desselben Frequenzbereiches antworten (Pinel, 1997).

Bei ca. 85 % aller Neurone erfolgt in der primären Hörrinde bei längerer Erregung eine Desensibilisierung. Weiterhin werden durch gegenseitige Erregung von Nervenzellen und gleichzeitige Hemmung anderer Nervenzellen die akustischen Informationen vereinfacht und wesentliche Konturen bestimmter Schallkomponenten geschärft. Im primären auditorischen Cortex erfolgt sozusagen die Auswahl spezifischer akustischer Muster, die vom sekundären auditorischen Cortex mit übergeordneten Zusammenhängen kombiniert werden. Dies ist ein wichtiger Prozess zur Vermeidung von Reizüberflutung und somit des Verlustes der Fähigkeit zum Bilden sinnvoller Zusammenhänge. Der primäre auditorische Cortex ist aktiviert beim Kurzzeitgedächtnis, wenn akustische Wahrnehmungen gespeichert werden. Der sekundäre auditorische Cortex ist für die komplexen Schallanalysen verantwortlich. Dafür ist er auf die Schallvereinfachung und das Kurzzeitgedächtnis des primären

Einleitung

auditorischen Cortex angewiesen. Erst dieser Prozess führt schließlich zu einem vollständigen Abbild des Schalls.

„Es ist vielmehr der Akt des Herausarbeitens der zugrunde liegenden Beziehungen innerhalb der Schallkomponenten, der letztlich unser Verständnis ausmacht“ (Jourdain, 2001, S.83f).

Beim sekundären Cortex erfolgt die Organisation einzelner Felder entsprechend den Frequenzen. Weiter findet die Analyse einzelner Aspekte durch bestimmte Felder statt. Wie viele Felder es gibt, ist wissenschaftlich bislang noch nicht vollständig geklärt; jedoch besitzt der Mensch insgesamt mehr als die Tiere. Maulwürfe haben z. B. nur ein Feld, Katzen drei Felder und Fledermäuse spezialisierte Felder für ihr Sonarsystem. Die Hemisphären des Menschen sind miteinander durch einen Balken (Corpus callosum) verbunden. Wird in diesem Zusammenhang von Lateralisierung gesprochen, so ist damit gemeint, dass in einer Hirnhälfte die Tätigkeit der Gegenseite gesteuert wird, wie beim Bewegen der Hände. Bei der Verarbeitung auditiver Reize ist diese Lateralisierung weniger ausgeprägt. „Je höher die Funktion, desto ganzheitlicher arbeiten die Hirnteile zusammen, wobei ein Zentrum die Regie übernimmt“ (aus: Schachl, 2002, S.16).

Interessant ist dies bei der Betrachtung der Arbeitsweise des sekundären Cortex, der eine logische Verbindung von aufeinanderfolgenden auditiven Reizen schafft. Töne werden dabei nie isoliert, sondern immer in einem Kontext betrachtet. Von besonderer Bedeutung ist eine umgekehrte Hemisphärendominanz bei der Verarbeitung von Klangfolgen im Vergleich zur Verarbeitung von Sprache. Bei der Spracherkennung ist meist eine Aktivitätsdominanz der linken Hemisphäre, bei Verarbeitung von Klängen hingegen der rechten Hemisphäre zu erkennen. Herausgefunden wurde diese Tatsache über die Untersuchung von Schlaganfallpatienten (Walkowiak, 1996).

1.4 Psychologische Aspekte auditiver Wahrnehmung

Die auditive Wahrnehmung, Verarbeitung und Auswertung ist ein hochkomplexer Hirnleistungsprozess. Die entsprechende Signalwahrnehmung und -verarbeitung erfolgt in aufsteigender Form entlang der zentralen Hörbahn als sogenannte Bottom-up-Prozesse, die zunehmend durch Top-down-Prozesse – z. B. Vigilanz, Aufmerksamkeit und Gedächtnisleistung – beeinflusst werden (Delp & Nickisch, 2015). Die Diagnostik und Therapie bei im Rahmen der Entwicklung oder aufgrund von Erkrankungen

Einleitung

entstehenden Störungen ist oft schwierig. Für die vorliegende Studie ist der Aspekt der unterschiedlichen Wahrnehmung von Musik (passives vs. aktives Hören) von großer Bedeutung. Was passiert bei einfacher Musikberieselung? Diese Form der auditiven Wahrnehmung wird bereits auf Hirnstammebene (Mittelhirn, Medulla und Brücke) bearbeitet und gelangt nicht in die höheren cortikalen Ebenen. Es erfolgt die Verarbeitung von Frequenz, Lautstärke und Ort eines auditiven Reizes (Jourdain, 2001; Schachl, 2002). Das bewusste Musikhören wird hingegen auf kortikaler Ebene verarbeitet; es wird über Antizipation nach bekannten Mustern im Gedächtnis gesucht. Ein abgleichendes Verhalten kommt zur Anwendung, um entsprechende Reaktionen auszulösen. In der Verhaltenspsychologie wird zwischen Antizipation und Erwartung unterschieden. Erwartung ist spezifisch gerichtet und geht von einer exakten Wiederholung einer bestimmten Abfolge aus. Das episodische Gedächtnis wird aktiviert.

Antizipation ist allgemeiner und entspricht dem semantischen Gedächtnisanteil. Dabei werden ähnliche Strukturen im Gedächtnis abgeglichen; bei komplexeren Zusammenhängen ist eine bestimmte Musik jedoch erst nach mehrmaligem Hören antizipierbar.

Die Wirkung von Musik auf körperliche Prozesse beruht im Wesentlichen auf drei verschiedenen Arten der Verhaltenssteuerung:

- **Mechanische Steuerung:**
Auf der Ebene des Hirnstammes (archaisches System) werden die lebenserhaltenden Prozesse wie Herzfrequenz, Atmung, Blutdruck, Muskeltonus und Schlaf geregelt.
- **Emotionale Steuerung:**
Das limbische System verarbeitet die Reize aus der Umwelt und ist für die emotionalen Antworten wie Wut, Angst, Freude und Glück zuständig. Hier liegen auch die Zentren des autonomen Nervensystems und endokrinen Systems.
- **Rationale Steuerung:**
Diese erfolgt im Neocortex und ist für die bewusste Wahrnehmung verantwortlich. Hier finden alle höheren Funktionen der Schallanalyse statt.

Einleitung

Erst das Zusammenwirken von archaischen, limbischen und cortikalen Hirnanteilen kann die Verarbeitung der mechanischen, emotionalen und rationalen Anteile einer auditiven Wahrnehmung steuern (Hesse, 2003).

Im Hinblick auf das hier zu untersuchende Reaktionsverhalten lassen sich verschiedene musikalische Wirkungsformen definieren, die getrennt betrachtet werden müssen:

- die Verhaltens- und Befindlichkeitsänderung im Sinne von Stimmungswirkungen (z. B. schnelleres vs. langsames Arbeiten, vorsichtigeres vs. leichtsinnigeres Autofahren)
- die Ausdruckswirkung bestimmter Musik abseits der Stimmungswirkungen, d. h. das Empfinden bestimmter Musik, ohne direkt in die entsprechenden Zustände (z. B. ausgelassen oder bedrückt) zu geraten (Behne, 1995)

1.4.1 Stress-Effekte durch Lärm

Die im Abschnitt 1.2.1 erwähnten extra-auralen Lärmwirkungen können eine Reihe durch Stress bedingter körperlicher Reaktionen auslösen. Die Stressforschung beschäftigt sich schon lange mit den Auswirkungen. Stress wird im Allgemeinen als eine durch spezifische äußere und innere Reize (Stressoren) hervorgerufene psychische und physiologische Reaktion bezeichnet, die zur Bewältigung besonderer Anforderungen befähigt (Goldstein & Kopin, 2007).

Auf Basis anderer Arbeiten (Cannon, 1935) untersuchte Selye (1936, 1950, 1956, 1976) körperliche Veränderungen nach Dauerstress. Sein Konzept sieht die Stressreaktionen als ein allgemeines Adaptionssyndrom bestehend aus einer Alarm-, einer Widerstands- und einer Erschöpfungsphase. Er konnte seine Theorien in zahlreichen Untersuchungen bestätigen. In Bezug auf die Gefährdung der verschiedenen Organe und Funktionssysteme ist das Dosis-Wirkungs-Prinzip um den Aspekt der Häufung der Störung zu erweitern. Es ist also nicht nur die einmalig hohe Lärmbelastung für die Gesundheit gefährdend, sondern auch das gehäufte Ausgesetztsein gegenüber niedrigerer Lärmbelastung (Ising et al. 1996a). Weiterhin spielt die Komplexität der zu bewältigenden Aufgaben eine entscheidende Rolle in der Bewertung des Störpotenzials.

Einleitung

Dabei gilt, dass die Komplexität mit dem Informationsgehalt der Aufgaben und der geforderten Präzision bei deren Erledigung sowie mit der Kontinuität der geforderten Konzentration steigt (Ising et al. 1996). Auch in der im Abschnitt 1.5.4 besprochenen Theorie der begrenzten Kapazität der vermittelten Nachrichtenverarbeitung von Lang (1995) findet sich ein Konsens im Qualitätsverlust durch Informationsüberladung.

1.4.2 Freizeitlärm (Soziakusis)

Im Bereich des Freizeitlärms sind Regelungen bislang im Wesentlichen auf die Eigenverantwortlichkeit jedes einzelnen Bürgers beschränkt. Mit der Kommission ‚Soziakusis (Zivilisationsgehörschäden)‘ des Umweltbundesamtes wurde eine Einrichtung geschaffen, die sich gezielt mit der Thematik und den lang geforderten Gesetzen zur Regelung des Freizeitlärms beschäftigt.

Über eine mögliche Hörfähigung durch elektronisch verstärkte Musik wurde schon in den 1970er Jahren diskutiert. In dieser Zeit wurde bereits der Terminus ‚Soziakusis‘ verwendet (Cohen, Anticaglia & Jones, 1970; Rintelmann, Lindberg & Smitley 1971).

Die Untersuchungsergebnisse epidemiologischer Studien mit Jugendlichen ohne bisherige berufliche Lärmexposition haben aufgrund der zu verzeichnenden Zunahme bereits früh auftretender Hörschädigungen den Begriff der Soziakusis mit geprägt (Axelsson & Lindgren, 1981; Axelsson, Jerson, Lindberg & Lindgren, 1981; Babisch & Irsing 1989; 1994; Zenner et al., 1999).

Die Berücksichtigung der verschiedenen Einflussfaktoren gestaltet den Nachweis chronischer Schädigungen durch Freizeitlärm bislang allerdings schwierig.

1.4.3 Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitung

Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert die volle Aufmerksamkeit aller Beteiligten. Aufmerksamkeit als ein hochkomplexer Mechanismus macht aufgrund der begrenzten Kapazität des menschlichen Gedächtnisses eine Selektion für ein störungsfreies und effizientes Handeln notwendig (Krummenacher, von Mühlhagen & Müller, 2005). Für das bessere Verständnis der vorliegenden Untersuchungen sollen an dieser Stelle wichtige Meilensteine der Aufmerksamkeitsforschung erwähnt werden. Broadbent

Einleitung

fasste 1958 die bereits zuvor formulierten Paradigmen des dichotischen Hörens (Cherry, 1953) sowie der psychologischen Refraktärperiode (Welford, 1952) und seine eigene Arbeit, das Split-Span-Paradigma (Broadbent, 1954), zur Filtertheorie der Aufmerksamkeit zusammen. Mehrere gleichzeitig dargebotene Reize werden hierbei von einem Sinnesorgan an einen Zwischenspeicher weitergeleitet. Diesem sensorischen Speicher ist ein Filter nachgeschaltet, der eine Weiterleitung nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip organisiert. Die Filtertheorie erklärt die frühe Nachrichtenselektion dabei auf der Basis physikalischer Merkmale. Sie begründet sich nach Broadbent im Bestreben, eine Überlastung des Verarbeitungssystems jenseits des Filters zu verhindern (limited-capacity channel) (Broadbent, 1958; Zimbardo, 1995). Später wurde diese Theorie von Treisman (1964) erweitert und als Attenuations-(Dämpfungs-)Theorie bezeichnet. Hierbei ist der beschriebene Filter nicht völlig undurchlässig, sondern erfüllt vielmehr eine gewisse Pufferfunktion nach dem ‚Mehr-oder-weniger-Prinzip‘. Nach den bisherigen Theorien spielt die semantische Bedeutung bei der Wahrnehmung eine untergeordnete Rolle; selektiert wird im Wesentlichen nach Stimme, Frequenz oder Reizort. Alternative Theorien beschreiben, dass eine Selektion von Nachrichten nach der Relevanz erst spät erfolgt.

Dem Konzept der späten Selektion von Deutsch und Deutsch (1963) liegt die Annahme zugrunde, dass Reize abhängig von ihrer Relevanz für zukünftige Handlungen gewichtet werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Prozesse aufgrund notwendiger kurzer Reaktionszeiten parallel gesteuert ablaufen müssen. Studien zur Aufmerksamkeit können auf eine Reihe spezieller Untersuchungsmethoden – z. B. auf die funktionelle Magnetresonanztomografie – zurückgreifen, um eine Aktivierung von Stoffwechselprozessen in bestimmten Regionen des Gehirnes bei selektiven Aufmerksamkeitsleistungen nachzuweisen (Brefczynski & DeYoe, 1999). Noch aussagekräftiger scheint die Nah-Infrarotlicht-Spektroskopie bei der Untersuchung auditiver Verarbeitungsprozesse zu sein, da sie keine lauten Geräusche produziert. Eine Studie von Plichta et al. (2011) untersucht in diesem Zusammenhang bereits frühzeitig aktivierte Verarbeitungsprozesse von Geräuschen. Alle genannten Theorien und Studien haben maßgeblich zur Entwicklung der psychologischen Testreihen beigetragen, die in den vorliegenden Untersuchungen verwendet werden.

Einleitung

Zahlreiche Publikationen der Lärmforschung haben sich bislang mit den Auswirkungen von Geräuschen und Musik auf die Konzentration und das Kurzzeitgedächtnis auseinandergesetzt. Der ‚Irrelevant Speech Effect‘ ist ein schon länger bekanntes Phänomen und bezeichnet die Verminderung der Leistung bei einer verbalen Gedächtnisaufgabe, wenn als Hintergrundgeräusch Sprache zu hören ist. Dies spricht nach dem modularen Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley und Hitch (1974) für eine phonetische Schleife. Baddeley und Hitch (1974) gingen davon aus, dass visuell-räumliche und sprachliche Informationen nicht in einer Komponente verarbeitet werden können. In Studien in den 80er Jahren konnten Baddeley und Salamé erstmals den kognitiven Aspekt in die Lärmforschung einbringen (Salamé & Baddeley, 1981). Das verbale Kurzzeitgedächtnis von Probanden wurde dabei durch Hintergrundstimmen beeinträchtigt, selbst wenn die Testpersonen diesen keine Aufmerksamkeit schenkten oder es sich um eine Fremdsprache handelte. Dieser Kurzzeitspeicher ist in hohem Maße anfällig für Störungen. In ihren Experimenten konnten Salamé und Baddeley (1981) beweisen, dass selbst unwichtige und belanglose Hintergrundsprache die Gedächtnisleistung von Probanden deutlich senkte und ihre Fehlerrate um bis zu 30 % steigen ließ.

Inzwischen wurde der Begriff ‚Irrelevant Speech Effect‘ um den Terminus ‚Irrelevant Sound Effect‘ erweitert, da nicht nur Sprache, sondern auch Musik das Kurzzeitgedächtnis negativ beeinflussen kann. Die Kurzzeitspeicherfunktion des Arbeitsgedächtnisses bestimmt dabei, was einer Person gerade bewusst ist. Der Prozess scheint besonders empfindlich gegenüber Sprache im Hintergrund zu sein. Auch das im Folgeabschnitt 1.4.4 besprochene ‚Limited Capacity Model of Motivated Mediated Message Processing‘ von Lang (1995) beschreibt eine kognitive Überladung mit Verlust von Gedächtnisleistungen auf einer der Subebenen der Verarbeitung (Encodierung, Speicherung, Informationsabruf) bei zu komplexen Informationen. Der Einfluss von Hintergrundsprache auf die Gedächtnisleistung konnte in späteren Studien belegt werden (Schlittmeier, Hellbrück, Thaden & Vorländer, 2008). Eine Arbeitsgruppe um Jones, Madden und Miles (1992) konnte Zustandsänderungen im Hintergrundschaall als ein entscheidendes Merkmal für Störungen des Kurzzeitgedächtnisses nachweisen. In ihren Experimenten ist der kurzzeitige Wandel des Hintergrundschaalls das

ausschlaggebende Kriterium. Dies bezeichnen sie als ‚Changing State‘, einen veränderlichen Zustand von Geräuschen, der als besonders störend empfunden wird.

1.4.4 Psychologische Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit

Die Verarbeitung von Gehörtem ist ein hochkomplexer Vorgang, der eine Reihe psychischer Prozesse ablaufen lässt. Im Abschnitt 1.3 wurden bereits die physiologischen Wirkungen des Hörvorganges besprochen. Es können zudem Effekte auf geistige und intellektuelle Prozesse beobachtet werden. Informationsverarbeitung ist durch das Zusammenwirken kognitiver und emotionaler Prozesse geprägt. Jede intellektuelle Leistung bedingt intrinsische oder extrinsische Motivation (Edelmann, 1996). Ein als Peters-Prinzip bezeichnetes Phänomen besagt, dass Inhalte, die mit Emotionen verbunden sind, länger behalten werden als emotional neutrale (netschool 2015). Bei empirischen Untersuchungen von akustischen Einflüssen auf die Gedächtnisleistung konnten unterschiedliche affektive Erregungen in Reaktion auf verschiedene Rhythmen nachgewiesen werden (Traxel & Wrede, 1959). Langsame Rhythmen wirkten entspannend, schnelle Rhythmen entsprechend erregend. Einen negativen Zusammenhang zwischen musikinduzierter Aktivierung und der Gedächtnisleistung konnte Kafitz (1977) feststellen. Die Erinnerung an zuvor gesehene Werbespots war bei den Probanden ohne Hintergrundmusik höher. Visuelle Reize können also von akustischen beeinflusst werden.

Das Modell der begrenzten Kapazität der vermittelten Nachrichtenverarbeitung (engl. Limited Capacity Model of Motivated Mediated Message Processing = LC4MP) wurde erstmalig von Lang (1995) beschrieben und besagt im Wesentlichen, dass bei zu komplexen Medieninhalten eine kognitive Überladung stattfindet. Keiner der drei Subprozesse des Modells – Encodierung, Speicherung und Informationsabruf – darf dabei übermäßig Ressourcen verbrauchen; ansonsten kommt es in der Konsequenz zum Verlust von Informationen.

In der Werbeindustrie hat die akustische Einflussnahme eine lange Tradition. Die Muzak Holdings LLC ist ein 1934 gegründetes amerikanisches Unternehmen, das sich durch das Angebot von Gebrauchsmusik für die Beschallung öffentlicher Räume einen Namen gemacht hat (Lanza, 2004). Es hat den Begriff der funktionellen Musik mit begründet. Ziel war die Schaffung einer entspannten Atmosphäre bei der Arbeit oder

Einleitung

beim Einkaufen. Die Firma Muzak sorgte bis zu ihrer Übernahme im Jahr 2011 durch die Mood Media Corp. für die Beschallung von ca. 300 000 Räumlichkeiten in den USA; in Europa beschallt die Mood Media Corp. immerhin ca. 117 000 Räumlichkeiten.

Seit der Begründung der funktionellen Musik hat sich ein gewisser Wandel vollzogen. Heute wird der Begriff ‚Ambient-Musik‘ verwendet. Diese Musikrichtung ist gekennzeichnet durch sphärische Klänge, seichte Rhythmen sowie eine Lautstärke, die dem Umgebungsgeräuschpegel exakt angepasst ist, und oft fehlenden Gesang. Heute setzen viele Firmen auf ‚Audio branding‘, einen Wiedererkennungswert einer Marke mit einer besonders einprägsamen Melodie (Ringe, 2005). Eine Konzeptstudie der Daimler AG mit dem Namen ‚TopFit-Truck‘ setzt gezielt aktivierende Musik zur Vorbeugung gegen Ermüdungserscheinungen von LKW-Fahrern ein (Rötter, 2008). Neben den akustischen sind auch visuelle und olfaktorische Einflüsse auf das emotionale Verhalten bekannt. So sollen wohlige Gerüche ebenfalls Entspannung verschaffen und positiv stimmen. Die Autoindustrie bedient sich seit einigen Jahren diesbezüglicher Erfahrungen und Ergebnisse zur möglichen situativen positiven Beeinflussung im Straßenverkehr. So werden in einigen Fahrzeugen verschiedenartige Düfte verströmt bzw. der Verkehrssituation angepasste Musikrichtungen wiedergegeben, um eine positive Wirkung auf das Fahrverhalten zu erzielen. Vorreiter war die Fahrzeugstudie ‚Senso‘ des Herstellers Rinspeed aus dem Jahr 2005. Durch Messung biometrischer Werte wird der Gemütszustand des Fahrers ermittelt und entsprechende Melodien, Gerüche und Farben werden dargeboten, die den Lenker in einen Zustand entspannter Aufmerksamkeit versetzen sollen. Dabei werden die Farben der Innenverkleidung, die Musik und der Geruch im Auto variiert. Vier kleine LCD-Bildschirme sollen entweder stimulierend (orange/gelb), beruhigend (blau/violett) oder neutral (grün) auf den Fahrer einwirken. Speziell entwickelte Düfte strömen in den Innenraum (beruhigendes Vanille-Mandarine, stimulierendes Citrus-Grapefruit).

Die Hersteller der Modelle Citroen C4 und Peugeot 207 haben bereits 2004 einen Parfümpender integriert. Auch Mercedes Benz setzt in der ‚S-Klasse‘ auf Duftspender. In Asien erfreut sich dieser Trend großer Beliebtheit (Grundhoff, 2017). Für die Nutzung von Kopfhörern bei Fußgängern und Fahrradfahrern hat die Elektronikindustrie Kopfhörer mit einer Begrenzung der Lautstärke entwickelt (z. B.

Phillips SHK 1030) sowie auch Kopfhörer, die über die Knochenleitung funktionieren und somit noch ein Richtungshören ermöglichen sollen (z. B. Panasonic RP-HGS10E-W Bone Conduction). Diese haben sich jedoch bislang nicht durchgesetzt. Dies könnte im Wunsch der Käufer nach lautem und starkem Sound begründet liegen. Die Konsumenten wollen oft nicht die Umgebung wahrnehmen und sich mit den Kopfhörern quasi abschirmen.

1.5 Studienlage

Zum Zeitpunkt der hier geschilderten Untersuchungen lag eine aktuelle Studie aus den USA von Lichenstein, Smith, Ambrose und Moody (2012) vor. Lichenstein et al. (2012) hatte eine annähernde Verdreifachung der tödlichen Unfälle in den Jahren 2004–2011 in den USA feststellen können, bei denen die Fußgänger nachweislich Kopfhörer getragen und dadurch herannahende Fahrzeuge nicht rechtzeitig wahrgenommen hatten. Diese Studie gab den Anlass für das vorliegende Forschungsvorhaben, den möglichen Einfluss des Tragens von Kopfhörern und die damit verbundene Veränderung des Reaktionsvermögens im Straßenverkehr genauer zu untersuchen.

Bereits 1984 konnte de la Motte-Haber in ihren Studien im Fahrsimulator den Einfluss von Musik auf das Fahrverhalten nachweisen (de la Motte-Haber 1990). Musik hatte während komplexer Verkehrssituationen einen negativen Einfluss auf die Reaktionszeit. Zudem gab es Altersunterschiede, mit höherem Risikoverhalten jugendlicher Fahrer (de la Motte-Haber 1985). Während Rauscher, Shaw und Ky (1995) mit ihrer Studie zur Aktivierung der Gehirnleistung durch Darbietung von Mozarts Klaviersonate D-Dur (KV 448) großes internationales Echo fanden, konnte in späteren Studien (Nantais & Schellenberg, 1999) nachgewiesen werden, dass das Hören eines bevorzugten Stückes bei Probanden den gleichen positiv aktivierenden Effekt hat. Der Effekt ist dabei unabhängig davon, was der jeweiligen Person besser gefällt – ein Musikstück oder eine Textpassage. Sprache und Musik werden vom menschlichen Gehirn in eng verknüpften Arealen verarbeitet. Je komplexer dabei das Gehörte wird, umso mehr werden die Hörer auch geistig gefordert. Wer hingegen beim Autofahren entspannende Musik hört, fährt nicht schlechter als ein Autofahrer, der keine Musik hört. Zu diesem Ergebnis kam eine Studie des Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Mainz (Husemann et al., 2009). Atchley und Chan (2011) stellten bei ihren Studien zu

Einleitung

monotonen Fahrstrecken fest, dass es durchaus sinnvoll sein kann, während des Autofahrens zur Vermeidung von Ermüdung einfach Radio zu hören oder zu telefonieren (über Freisprecheinrichtungen).

Edworthy und Waring (2006) konnte an 30 Probanden auf einem Laufband Steigerungen der gelaufenen Geschwindigkeit sowie erhöhte Herzfrequenzen durch schnelle und laute Musik messen, was die Auswirkungen von Lautstärke und Tempo auf Herzaktion und körperliche Leistung belegt. Den Einfluss unterschiedlicher Musikstile auf das Herz-Kreislauf-System untersuchten auch Trappe und Voit (2016). Sie analysierten bei 120 Teilnehmern, aufgeteilt in eine Kontroll- (n = 60) und eine Musikgruppe (n = 60), die Wirkung von Musik von W. A. Mozart, J. Strauss und ABBA auf Veränderungen von Herzfrequenz, Blutdruck und Cortisolspiegel. Es konnte eine deutliche Blutdruck- und Herzfrequenzsenkung bei der Musik Mozarts im Vergleich zu ABBA festgestellt werden. Dies kann aus Sicht der Autoren unter anderem an den bei Popmusik parallel verarbeiteten Textpassagen liegen, die zusätzliche Hirnareale aktivieren. Brodsky (2001) fand einen direkten Zusammenhang zwischen gesteigertem Musiktempo und der Erhöhung der gefahrenen Geschwindigkeit sowie auch der Risikobereitschaft, z. B. mit nicht beachteten Rotsignalen. Dass die Lautstärke von dargebotener Musik einen signifikanten Einfluss auf die Reaktionsfähigkeit hat, konnte Paridon und Springer (2012) nachweisen. Den gleichen signifikanten Effekt konnten Alimohammadi, Zokaei und Sandrock (2015) auch durch Darbietung von aufgezeichnetem Straßenverkehrslärm belegen. Schwebel et al. (2012) untersuchten die Ablenkungsgefahr von Fußgängern durch Nutzung von Smartphones und konnten feststellen, dass das Risiko der Ablenkung durch SMS-Schreiben und Musikhören am höchsten war. In anspruchsvollen Verkehrssituationen benötigen die beteiligten Personen ihr Gehör zur Wahrnehmung und Ortung wichtiger Geräusche, um entsprechend reagieren zu können.

In den letzten Jahren hat sowohl die Verkehrsdichte als auch die Komplexität des Umfeldes wesentlich zugenommen. Fahrassistenzsysteme mit verschiedenen Stufen der Autonomie stehen nicht lange nach ihrer Einführung bereits in der Kritik, dem Fahrer ein vermeintliches Gefühl der Sicherheit zu geben. Diese Kritik kommt hauptsächlich vonseiten der Verkehrssicherheitsexperten (Kubitzki & Fastenmeier, 2016). Die Autoindustrie wirbt derweil, unbeeindruckt von der Kritik, weiter für das völlig

Einleitung

autonome und somit scheinbar stressfreie Fahren. Die Reaktionszeit des Menschen beim entsprechenden Eingreifen in den automatisierten Prozess bleibt hingegen gleich lang (Lauck, 2019). Aktuell gibt es zahlreiche Studien zum abgelenkten Gehen, Radfahren und Autofahren durch Smartphones.

Stavrinou, Pope, Shen und Schwebel (2018) haben 41 dieser Studien ausgewertet: fünf Untersuchungen zu abgelenkten Fußgängern, eine zu abgelenkten Fahrradfahrern sowie 35 zu abgelenkten Autofahrern. Die Beurteilung der Ergebnisse wurde in den meisten der Studien als sehr komplex angesehen, da die Ablenkung jeweils auf verschiedenen Ebenen auftreten und eine gewisse Summierung ablenkender Effekte auftreten kann. Visuell anspruchsvolle Tätigkeiten führten erwartungsgemäß in der Mehrzahl zu veränderten Reaktionsgeschwindigkeiten nahezu aller Gruppen. Interessant waren die negativen Einflüsse auf das kognitive Verhalten mit entsprechend verlängerten Reaktionszeiten durch anspruchsvolle Telefongespräche.

Mehrheitlich wurde in der letzten Zeit, aufgrund der großen Relevanz durch die hohe Anzahl der Nutzer, die allgemeine Ablenkung durch Smartphones untersucht. Speziell zum Einfluss von Hörspielen auf das Reaktionsverhalten gibt es jedoch bislang kaum Studien, obwohl Hörspiele von immer mehr Menschen, auch während der Teilnahme am Straßenverkehr, konsumiert werden (Gerstung, 2018). Nowosielski et al. (2018) haben die Auswirkung der Darbietung von Hörspielen auf die Bremsreaktionszeit während zweier verschiedenen komplexer Fahrsimulationen untersucht. Es konnte eine Verlängerung der Bremszeit in komplexeren Situationen bei gleichzeitiger Hörspieldarbietung festgestellt werden. Bei einfachen Verkehrssituationen war die Bremsreaktionszeit hingegen teilweise verkürzt.

Gemäß den bislang verfügbaren Studien zum Thema der auditiven Beeinflussung während der Verkehrsteilnahme kann eine Einwirkung durch verschiedenartige Rhythmik, Lautheit, Textinhalte des Gehörten sowie durch das Alter und die Erfahrung der Konsumenten und die verkehrsbedingten und emotionalen Stressoren auf psychische und physische Reaktionen erfolgen. Die Betrachtung des auditiven Einflusses auf das Reaktionsverhalten sollte in zukünftigen Studien generell an Bedeutung gewinnen, insbesondere bei der Ursachenforschung für ablenkungsbedingte Unfälle. Der Forschungsgegenstand der akustischen Einflussnahme im Straßenverkehr bleibt brisant aufgrund der Zunahme der elektronischen Verkehrsmittel und somit der

Entstehung neuer Unerfahrenheit beim Umgang mit deutlich leiseren, jedoch schneller fahrenden Fortbewegungsmitteln bei gleichzeitiger allgemeiner Verkehrszunahme. Einige der hier vorgestellten Studien werden in der Diskussion im Abschnitt 4.2 für einen Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung noch einmal herangezogen.

1.6 Fragestellung und Hypothesen

In der vorliegenden Studie werden die Auswirkungen verschiedenartiger Beschallung auf die Konzentrationsfähigkeit von Teilnehmern im Straßenverkehr betrachtet. Ziel soll die Darstellung eines Zusammenhangs zwischen dem Einfluss auditiver Reize und einer daraus resultierenden Veränderung der Konzentration und Aufmerksamkeit in einer Straßenverkehrssimulation sein. Die zentrale Frage dieser Studie ist, ob und inwieweit die Beschallung mit einem Hörspiel die Konzentration während der Teilnahme am Straßenverkehr beeinflussen kann. Dabei interessiert zunächst der allgemeine Zusammenhang zwischen der auditiven Beschallung und dem Abschneiden im verkehrspsychologischen Test. Hierfür sollen die jeweiligen Gruppen mit einer Kontrollgruppe verglichen werden. Unterschiede mit deutlichen Abweichungen der jeweiligen Gruppen in den Ergebnissen lassen Rückschlüsse auf eine generelle Beeinflussung zu. Weiterhin richtet sich der Fokus der Untersuchung auf Zusammenhänge zwischen der Art der auditiven Beschallung und dem Testergebnis. Hierfür sollen die Gruppen mit Musik und Hörspieldarbietung einander gegenübergestellt werden. So lassen sich Schlussfolgerungen aus den unterschiedlichen Arten der Beschallung und dem jeweiligen Abschneiden im Test ziehen. Zuletzt soll auf die Frage nach einer möglichen Verminderung der selektiven Wahrnehmung für Inhalte eines dargebotenen Hörspieles während der gleichzeitigen Durchführung eines verkehrspsychologischen Tests eingegangen werden. Ziel ist es, Aussagen über den Zusammenhang zwischen der auditiven Beeinflussung und einer resultierenden Veränderung im Abschneiden in der verkehrspsychologischen Testreihe zu treffen. Auf Basis dieser Fragestellungen wurden die folgenden Hypothesen formuliert, die im weiteren Verlauf der Arbeit zu überprüfen sind.

Einleitung

Hypothese 1:

Die Darbietung eines Hörspieles während der Durchführung einer verkehrspsychologischen Untersuchung führt zu einem signifikant schlechteren Reaktionsverhalten im Vergleich zur Darbietung von Musik oder fehlender auditiver Beeinflussung.

Hypothese 2:

Die auditive Beeinflussung während der Durchführung einer verkehrspsychologischen Untersuchung verursacht – unabhängig davon, welcher Art sie ist – ein signifikant schlechteres Abschneiden im Vergleich zu einer Kontrollgruppe.

2 Methodik

Im folgenden Kapitel werden die methodische Vorgehensweise mit der Gruppenbildung und dem Studienaufbau aufgeführt sowie die Fragebögen detailliert erläutert. Weiterhin werden der Untersuchungsablauf, die einzelnen Testverfahren sowie die Prinzipien der statistischen Auswertung beschrieben.

2.1 Gruppenbildung

Untersucht wurden insgesamt 90 Probanden (59 ♀, 31 ♂) zwischen 17 und 49 Jahren. Das durchschnittliche Alter betrug 25,2 Jahre. Die Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip (Randomisierung) in drei gleich große Gruppen eingeteilt (n = 30). Alle drei Gruppen sollten einen aus fünf Teilen bestehenden verkehrspsychologischen Test durchführen.

Die Kontrollgruppe (KG) absolvierte den Test ohne jegliche auditive Beeinflussung. Die Musikgruppe (MS) hörte während des Tests Popmusik der Beatles. Die Hörspielgruppe (HS) bekam ein Krimi-Hörspiel dargeboten. Anschließend wurden die Leistungen der Gruppen mit Musik- oder Hörspielbeschallung denjenigen der Kontrollgruppe gegenübergestellt. Es handelte sich um freiwillige Testpersonen, die überwiegend aus dem Studiengang Psychologie der Charité Berlin sowie Schülern der Medizinischen Bildungsakademie der Ruppiner Kliniken GmbH (akademisches Lehrkrankenhaus der Charité) rekrutiert wurden. Ein Teil der Probanden wurde durch Werbung für die Studie gewonnen. Die Untersuchungen erfolgten im Zeitraum vom 19.04.2011 bis zum 28.10.2011.

2.2 Studienaufbau

Es wurde eine kontrollierte klinische Studie (Controlled Clinical Trial = CCT) durchgeführt. Die zu untersuchenden Effekte werden hierbei durch den Vergleich der Interventionsgruppen mit einer in den wesentlichen Merkmalen vergleichbaren Kontrollgruppe analysiert. Eine Randomisierung wurde vorgenommen, um einen Selektionsbias zu vermeiden, also um strukturgleiche Gruppen zu erhalten. Dies trägt

zur internen Validität dieser klinischen Studie bei, die im Institut für Arbeitsmedizin der Charité Berlin sowie an der Medizinischen Bildungsakademie der Ruppiner Kliniken GmbH realisiert wurde. Es wurden mithilfe des Wiener Testsystems (WTS) an 90 Probanden Untersuchungen zur reaktiven Belastbarkeit, der Orientierungs-, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistung sowie der Reaktionsfähigkeit durchgeführt.

Das WTS gilt weltweit als ‚Goldstandard‘ für computergestützte psychometrische Diagnostik und ist auch ohne Computervorkenntnisse einfach zu bedienen.

Die Musikgruppe bekam während des Tests eine Titelauswahl der Beatles aus dem „Red Album 1962–1966“ (erschieden unter dem Label EMI Records Ltd., © 2009) zu hören. Es wurden die folgenden Lieder dargeboten: Love me do, Help, Paperback writer, A hard day’s night, Can’t buy me love, All my loving, Ticket to ride, Drive my car.

Die Hörspielgruppe wurde während des Tests mit den Kapiteln 1–5 aus der Hörspielserie „Schrei der Angst – Metro Feeder 4“ (erschieden unter dem Label Marctropolis, © 2010) beschallt. Nach Absolvieren des Tests erhielten Musikgruppe und Hörspielgruppe einen Fragebogen mit Fragen zur während des Tests gehörten Musik bzw. zu Sprachinhalten des Hörspieles.

2.3 Fragebögen

Alle Probanden bekamen nach dem Absolvieren des Tests einen entsprechend ihrer zugehörigen Gruppe entwickelten, standardisierten Fragebogen zum Ausfüllen. Der Fragebogen liegt in ausführlicher Form im Anhang vor. Der Anfangsteil beinhaltete dabei 13 allgemeine Fragen, die für alle drei Gruppen identisch waren. In der Kontrollgruppe wurden keine weiteren Fragen gestellt. Die Musikgruppe sollte fünf zusätzliche Fragen zur während des Tests gehörten Musik beantworten. In der Hörspielgruppe wurden neun zusätzliche Fragen zu den Inhalten des während des Tests dargebotenen Hörspieles gestellt.

2.4 Methode und Untersuchungsablauf

Die Durchführung der Testreihe erforderte neben einem ruhigen, geschlossenen Raum einen Arbeitsplatz mit Computer und ausreichend großem Monitor, optimal 19 Zoll

Methodik

(siehe Abb. 6). Weiterhin wurde die Software des Wiener Testsystems (WTS) der Firma Schuhfried GmbH mit dem entsprechenden Zubehör verwendet. Im vorliegenden Fall waren das die ‚Probandentastatur standard‘ sowie zwei angeschlossene Fußpedale (siehe Abb. 7 und 8).

Die Probanden bekamen während des Tests angeschlossene Stereokopfhörer aufgesetzt. Diese wurden aufgrund zusätzlicher akustischer Signale in drei von fünf durchgeführten Tests benötigt, weshalb auch die Kontrollgruppe ohne weitere auditive Beeinflussung die Kopfhörer aufsetzen musste.



Abbildung 6: Probanden-Arbeitsplatz (Quelle: www.amd-ostalb.de)

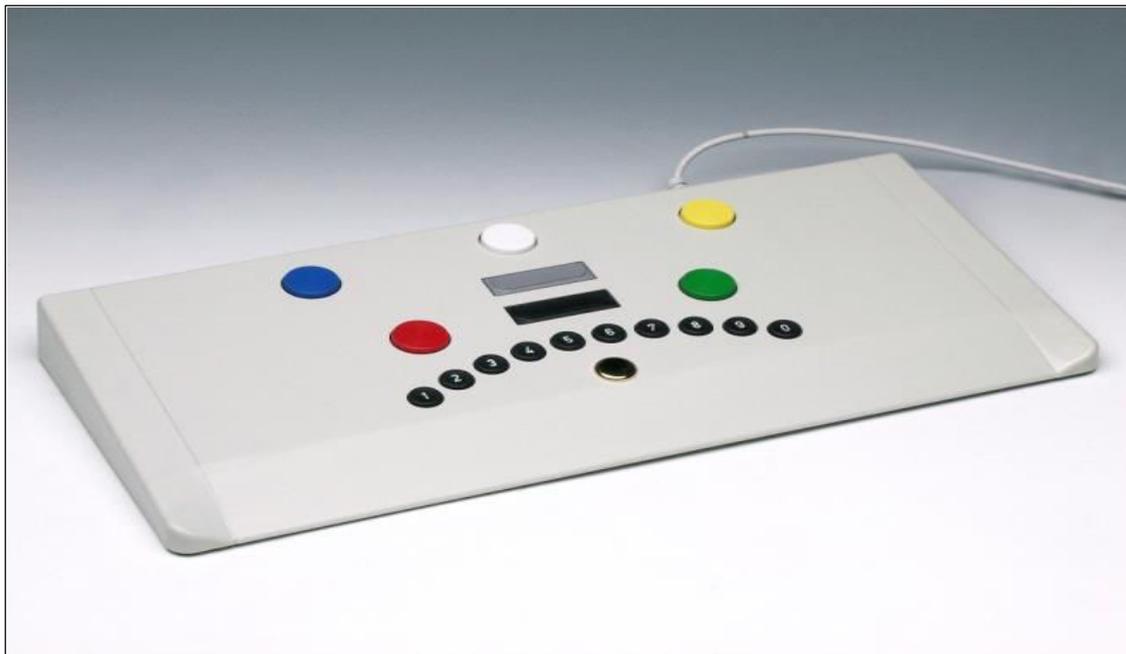


Abbildung 7: Probandentastatur standard (Quelle: www.amd-ostalb.de)



Abbildung 8: Fußpedale, Anwendung während des Determinationstests
(Quelle: www.barfi.ch)

2.5 Wiener Testsystem (WTS)

Das Wiener Testsystem (WTS) ‚Verkehr‘ ist internationaler Standard für die Fahreignungsdiagnostik. Es dient der Überprüfung von verkehrsauffälligen Fahrern, Fahrern mit möglicher eingeschränkter psychischer, physischer oder kognitiver Leistungsfähigkeit sowie Berufskraftfahrern, die im Straßenverkehr eine besonders hohe Verantwortung wahrnehmen. Die vorliegende Studie verwendete das Test-Set zur Leistungsuntersuchung nach FeV Anlage 5 Nr. 2 in modifizierter Form (Wiener Testsystem Manual, Schuhfried GmbH, 2012). Damit wurden die folgenden verkehrspsychologisch relevanten Dimensionen untersucht: Belastbarkeit, Orientierungs-, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistung sowie Reaktionsfähigkeit. Das Test-Set FeV zeichnet sich aufgrund der Durchführungsdauer von nur rund 45 Minuten durch eine hohe Ökonomie bei gleichzeitig hoher Messgenauigkeit der Testverfahren aus. Für die Auswertung der Leistungsuntersuchung nach FeV Anlage 5 Nr. 2 wird jeweils die Hauptvariable herangezogen.

In der Tabelle 2 werden die in den Untersuchungen verwendeten Testverfahren aufgeführt.

Tabelle 2: Testverfahren des Test-Sets FeV Anlage 5 Nr. 2

Test	Dimensionen	Testformen	Dauer (min)
RT – Reaktionstest	Reaktionsfähigkeit	S3	6
COG – Cognitronetest	Konzentrationsleistung	S11	10
LVT – Linienverfolgungstest	Orientierungsleistung	S3	10
DT – Determinationstest	Belastbarkeit	S1	4
TAVTMB – Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest	Aufmerksamkeitsleistung	S1	10

Für diese Untersuchung wurde beim Determinationstest die Testform S1 (adaptiv kurz), wie sie in der Testbatterie der verkehrspsychologischen Testung FeV Anlage 5 Nr. 2 durchgeführt wird, durch die Testform S4 ersetzt. Sie bietet eine Kombination aus freier

und fester Darbietungsdauer. Damit wird eine Anpassung an die Reaktionszeiten der Probanden und weiterhin an das subjektive Belastungsempfinden erreicht.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich bei den fünf Tests aufgrund der Menge des erhobenen Datenmaterials auf die jeweilige Interpretation der Hauptvariablen.

2.6 Reaktionstest (RT) – Testform S3

Nach Dorsch (1994) bezeichnet der Begriff ‚Reaktionszeit‘ die Zeit, die zwischen einem Signal und dem Beginn der mechanischen Bewegungsantwort vergeht, unter der Instruktion, möglichst schnell zu reagieren. Da es sich hier um Genauigkeiten im Millisekunden-Bereich handelt, muss das eingesetzte Testinstrument sehr zuverlässig und genau sein.

Der Reaktionstest ist ein Test zur Messung der Reaktionszeit auf optische und akustische Reize. Er erlaubt durch spezielle Testformen die Erfassung der Reaktions- und der motorischen Zeit. Mit dem RT ist die Messung der Reaktionszeit sowohl bei Einfachwahlreaktionen als auch bei einfachen Mehrfachwahlreaktionen möglich. Es stehen die Reizmodalitäten Licht/Ton und die Merkmale Rot/Gelb/Weiß zur Verfügung, sodass sich unterschiedliche Reizkonstellationen zur Reaktionszeitmessung herstellen lassen. Diese können in den einzelnen Testformen von Einzelreizen bis hin zu gleichzeitig oder sequenziell dargebotenen Reizkombinationen reichen. Die Verwendung einer Ruhe- und einer Reaktionstaste ermöglicht eine Aufspaltung in Reaktions- und motorische Zeit. In der vorliegenden Studie kam die Testform S3 mit verschiedenen Wahlreaktionen auf Gelb und Ton zum Einsatz.

2.6.1 Anwendung und Durchführung

Als Eingabemedium dient die Probandentastatur. Eine animierte Instruktions- und eine fehlersensitive Übungsphase führen in die Aufgabenstellung ein. Im Rahmen der Testvorgabe werden den Probanden Farbreize und/oder akustische Signale vorgegeben. Der Proband erhält die Instruktion, die Reaktionstaste nur bei Darbietung relevanter Reize zu drücken und anschließend den Finger sofort wieder auf die Ruhetaste zurückzulegen. Die Verwendung von Kopfhörern garantiert eine ungestörte

Reizdarbietung. Parallel bekommt die Musikgruppe jeweils Musik und die Hörspielgruppe das Hörspiel zu hören.

2.6.2 Interpretation der Hauptvariablen

1. Mittlere Reaktionszeit (ms)

Dieser Testwert ist die Reaktionszeit an sich. Genauer gesagt, gibt die mittlere Reaktionszeit die Zeit an, die zwischen einem Reiz und dem Beginn der mechanischen Bewegungsantwort (also dem Verlassen der Ruhetaste) vergeht. Die Reaktionszeiten wurden anschließend einer Box-Cox-Transformation unterzogen. So sollte ermöglicht werden, eine optimale Reaktionszeitverteilung zu erzielen, da es sonst durch einzelne Ausreißer mit verlängerter Reaktionszeit zu fehlerhaften arithmetischen Mittelwerten der Reaktionszeiten mit falscher Aussagekraft kommen würde.

2. Mittlere motorische Zeit (ms)

Dieser Wert gibt Auskunft über die Bewegungsgeschwindigkeit des Probanden. Er sollte im Allgemeinen niedriger sein als die mittlere Reaktionszeit. Falls die motorische Zeit über der Reaktionszeit liegt, so kann dies als ein Hinweis auf eine eventuelle psychomotorische Störung gesehen werden. Hingegen lässt eine mittlere motorische Zeit unter 50 ms auf eine nicht ordnungsgemäße Durchführung des Tests schließen („Zwei-Finger-System“, d. h., zum Drücken der schwarzen Reaktionstaste wird ein anderer Finger verwendet als jener, der auf der Ruhetaste liegt).

2.7 Cognitronetest (COG) – Testform S11

Der Cognitronetest dient der Messung der Konzentrationsleistung. Dem Cognitronetest-Verfahren liegt das theoretische Modell von Reulecke (1991) zugrunde, das Konzentration als einen Zustand sieht, der im Wesentlichen durch drei Variablen definiert ist:

1. Energie: die Energie, die im (anstrengenden) konzentrativen Zustand verbraucht wird
2. Funktion: die Funktion der Konzentration bei der Aufgabenbewältigung
3. Präzision: die Güte der Aufgabenbewältigung

In den Testformen mit freier Bearbeitungszeit wird die Variable ‚Energie‘ sensu Reulecke (1991) über die benötigte Zeit bei vorab festgelegter Präzision und Funktion erfasst.

2.7.1 Anwendung und Durchführung

Bei der vorliegenden Untersuchung wird die Testform S11 verwendet.

Der Test umfasst 60 Reize; er erlaubt Aussagen über die Aufmerksamkeit und Konzentration. 24 Treffer und 36 korrekte Zurückweisungen sind die Höchstwerte.

Als Eingabemedium dient die Probanden- oder die Rechnertastatur. Wie beim Reaktionstest führen eine animierte Instruktions- und eine fehlersensitive Übungsphase in die Aufgabenstellung ein. Bei Testformen mit freier Bearbeitungszeit ist es Aufgabe des Probanden, eine abstrakte Figur mit der Vorlage zu vergleichen und hinsichtlich ihrer Identität zu beurteilen. Nach der Antworteingabe wird automatisch zur nächsten Aufgabe weitergeschaltet. Bei Testformen mit fester Bearbeitungszeit ist eine Reaktion nur bei Identität der Figur mit der Vorlage gefordert. Auch nach Ablauf der Präsentationszeit wird automatisch zur nächsten Aufgabe weitergeschaltet. Das Überspringen einer Aufgabe oder Zurückblättern ist nicht möglich.

2.7.2 Interpretation der Hauptvariable

Mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘

Diese Variable misst die selektive Aufmerksamkeit in Form der notwendigen Energie zur Einhaltung eines bestimmten Genauigkeitsniveaus. Personen mit verminderter Leistungsfähigkeit ($PR < 16$) verfügen über ein geringes Ausmaß an selektiver Aufmerksamkeit. Um auch tatsächlich Aspekte der Konzentration zu erfassen, muss vorausgesetzt werden, dass mindestens 85 % der Aufgaben richtig gelöst werden, denn nur dann ist die Regulation des Arbeitstempos als gelungen zu bezeichnen. Dies bedeutet, dass sowohl 85 % der geforderten Reize (Treffer) als auch 85 % der nicht geforderten Reize (korrekte Zurückweisung) richtig beurteilt werden müssen.

Ist das 85-%-Kriterium erfüllt, stellt das ‚persönliche Arbeitstempo‘, das durch die Variable ‚mittlere Zeit korrekte Zurückweisung‘ ausgedrückt wird, einen guten Indikator der Konzentrationsfähigkeit dar und der automatisch ausgegebene Normwert

kann somit interpretiert werden. Das Erreichen des 85-%-Kriteriums wird automatisch durch das Auswerteprogramm geprüft.

Werden weniger als 85 % der Aufgaben richtig bearbeitet, wird ein entsprechender Hinweis ausgegeben. In diesem Fall ist von einer nicht gelungenen Regulation des Arbeitstempos auszugehen und von der Interpretation der Variable ‚mittlere Zeit korrekte Zurückweisung‘ abzusehen, denn bei nicht erfolgter Regulation des Arbeitstempos stellt das ‚persönliche Tempo‘ keinen Indikator der Konzentrationsleistung dar.

Die Gründe für die mangelhafte Regulationsleistung sind durch ein Gespräch mit dem Probanden abzuklären. Besteht der Verdacht, dass es sich dabei um mangelndes Instruktionsverständnis handelt, ist der Test gegebenenfalls zu wiederholen.

Die hier gegebene Interpretation bezieht sich auf individuelle Bewertungen. Für die vorliegende Untersuchung können die Rohwerte der vier Variablen bzw. die Mittelwerte der vier Variablen aus den drei Untersuchungsgruppen direkt verglichen werden, etwa in der Art, dass die Anzahl der Treffer abnimmt und/oder die Reaktionszeit sich erhöht.

2.8 Linienverfolgungstest (LVT) – Testform S3 (Screeningform)

Zur Überprüfung komplexerer Dimensionen der Wahrnehmung werden spezielle psychologische Verfahren eingesetzt, die zumeist aufgrund bestimmter experimentalpsychologischer oder praktischer Fragestellungen entwickelt wurden. Der vorliegende Linienverfolgungstest stellt keine bloße Neuauflage eines alten Verfahrens dar, sondern entstand aus Beobachtungen und Erfahrungen mit zahlreichen Vorversionen. Es wird jener Aspekt der visuellen Orientierungsleistung erfasst, der darin besteht, einfache optische Strukturen in einem relativ komplexen Umfeld zielgerichtet und unbeeinflusst von Störungen unter Zeitdruck zu verfolgen. Er eignet sich somit auch zur Diagnostik der selektiven Aufmerksamkeit im visuellen Bereich.

2.8.1 Anwendung und Durchführung

Der Linienverfolgungstest dient zur Überprüfung der selektiven Aufmerksamkeit und Orientierungsleistung im visuellen Bereich. Erfasst wird hier die konzentrierte gezielte

Wahrnehmung. Es wird die Testform 3, die sogenannte Screeningform, angewandt. Der Test umfasst 18 Bilder. 18 richtige Antworten sind somit der Höchstwert.

Der Test besteht aus einer kombinierten Instruktions- und Übungsphase. Werden die acht Übungs-Items mit weniger als drei Fehlern bearbeitet, erfolgt die Weiterleitung zu den Items der Testphase. Aufgabe des Probanden ist es, aus einem Durcheinander von Linien das Ende einer vorgegebenen Linie so schnell wie möglich zu ermitteln. Das Bearbeitungstempo kann vom Probanden frei gewählt werden.

2.8.2 Interpretation der Hauptvariable

Für die Interpretation des Testergebnisses wird die Hauptvariable ‚Score‘ herangezogen. Diese Variable berücksichtigt sowohl die Tempoleistung als auch die Leistungsgüte. Ein hoher Wert bedeutet demnach, dass der Proband sowohl über eine schnelle als auch über eine genaue Wahrnehmungsleistung im Sinne der Überblicksgewinnung verfügt. In der Variable ‚Score‘ sind die Faktoren ‚Genauigkeit‘ und ‚Geschwindigkeit‘ enthalten.

2.9 Determinationstest (DT) – Testform S4 (Hannoversche Form)

Der Determinationstest ist ein Test zur Messung komplexer Mehrfachreiz-Mehrfachreaktionsbelastungen, der Aufmerksamkeit und der Reaktionsgeschwindigkeit. Nach Kisser, Kraffack und Vaughn (1986) lässt sich das Verhalten unter verschiedenen hoher psycho-physischer Belastung untersuchen. Das Verfahren erfordert als kognitive Teilleistungen die Unterscheidung verschiedener Farben und Töne, das begriffliche Fixieren der relevanten Merkmale von Reizkonfiguration und Bedienungselementen sowie der Zuordnungsregeln und das Auswählen der relevanten Reaktion nach den per Instruktion vereinbarten und/oder im Testverlauf erlernten Zuordnungsregeln. Das Belastende beim DT liegt im fortlaufenden, möglichst anhaltend schnellen und unterschiedlichen Reagieren auf schnell wechselnde Reize. Eine Belastung ist nach Hoyos (1969) dann gegeben, wenn ein hochmotiviertes Individuum nicht fähig ist, auf eine Reizkonstellation extremer Art eine angepasste Reaktion zu finden.

2.9.1 Anwendung und Durchführung

Es erfolgt die Messung der reaktiven Belastbarkeit, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit bei fortlaufend geforderten schnellen und unterschiedlichen Reaktionen auf rasch wechselnde optische und akustische Reize. Die Testdauer beträgt 300 Sekunden. Je kürzer dabei die Reaktionszeit ist, desto mehr (richtige) Aktionen sind prinzipiell möglich. Je nach Reiz-Reaktionsmodus werden die folgenden Variablen ausgewertet: Median der Reaktionszeit, Anzahl der richtigen (zeitgerecht, verspätet), Anzahl der falschen, Anzahl der ausgelassenen Reaktionen sowie Anzahl der Reize.

2.9.2 Interpretation der Hauptvariablen

1. Median Reaktionszeit im Subtest 1 Modus ‚Aktion‘

Dies ist die Hauptvariable der Testform. Im Modus ‚Aktion‘ ergibt sich die mittlere Reaktionszeit aus der vorgegebenen Subtestdauer, dividiert durch die Anzahl richtiger Reaktionen, sodass beide Variablen (Median Reaktionszeit und Richtige) exakt dasselbe messen (vgl. die Interpretation der Anzahl richtiger Reaktionen).

Demnach sind Personen, die einen hohen Wert in dieser Variable aufweisen, in der Lage, sehr schnell zu reagieren.

2. Median Reaktionszeit im Subtest 2 Modus ‚Reaktion‘

Diese Variable bringt zum Ausdruck, in welchem Maße die Darbietungsgeschwindigkeit unterschritten wird. Die Interpretation dieser Variable ist nur sinnvoll, solange der Proband in seinem Reaktionsverhalten nicht in einem Maße überfordert ist, dass er zeitgerechte richtige Reaktionen nur noch zufällig erzielen kann.

Die Reaktionszeit sollte nicht ohne die zeitgerechten Reaktionen interpretiert werden, denn dort zeigen sich für die Probanden durchaus unterschiedliche Effekte.

Die Korrelation beider Variablen liegt zwischen -0,68 und -0,77. In der Regel werden mit schnellen Reaktionszeiten auch überdurchschnittlich viele richtige Reaktionen erzielt. Für Probanden mit wenigen Richtig-Antworten ergibt sich ein differenziertes Bild. Wenige Richtig-Antworten kommen mit längeren, aber auch mit relativ kurzen Zeiten zustande. In Verbindung mit den höheren Zeiten treten gehäuft falsche Reaktionen auf. Bei kurzen Zeiten und wenigen richtigen Reaktionen kommt es eher zu

Auslassungen. Die Kombination ‚kurze Zeit und wenig Richtige‘ kennzeichnet am ehesten eine Belastungssituation, bei der die richtige Reaktion zwar immer wieder möglich, insgesamt jedoch relativ selten ist. Diese Zusammenhänge könnten auf unterschiedliche Strategien verweisen. Während einerseits manche Probanden versuchen, auf jeden Reiz zu reagieren, und damit mehr Falsche in Kauf nehmen, scheinen sich andere durch gezieltes Auslassen von Reaktionen mehr zeitliche Sicherheit zur adäquaten Beantwortung der Reize zu verschaffen.

Personen mit einem hohen Wert in dieser Variable und ebenso in der Variable ‚Zeitgerechte‘ sind demnach überdurchschnittlich gut dazu in der Lage, bei einfachen Aufgaben über längere Zeit unter Stress adäquat (richtig) zu reagieren.

2.10 Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB) – Testform S1

Der tachistoskopische Verkehrsauffassungstest ist ein Test zur Prüfung der optischen Wahrnehmungsleistung im Sinne von Überblicksgewinnung und Beobachtungsfähigkeit durch Kurzdarbietungen (1 sec) von Verkehrssituationen. Hauptanwendungsbereiche des Tests sind verkehrs- sowie flugpsychologische Untersuchungen.

Der Test ist fair, da weder Verkehrserfahrung noch Regelwissen einen Vorteil darstellen. Die Sehschärfe spielt nur eine geringe Rolle.

2.10.1 Anwendung und Durchführung

Es gibt zwei Testformen mit je 20 Items. Die für die vorliegende Untersuchung ausgewählte Testform S1 wurde für die Vorgabe in Ländern mit Rechtsverkehr entwickelt, die Testform S2 entsprechend für Länder mit Linksverkehr. Nach einer Instruktionsphase mit zwei Probestudien werden dem Probanden 20 Bilder mit einer Darbietungsdauer von einer Sekunde gezeigt. Anschließend soll der Proband anhand von fünf verschiedenen Antwortmöglichkeiten angeben, was er im Bild gesehen hat. Um die Testsicherheit zu erhöhen, wird die Reihenfolge der Bilder bei jeder Testanwendung randomisiert. Die Dauer des Tests beträgt ca. zehn Minuten. Es werden die ‚Anzahl der richtigen Antworteingaben‘, die ‚Anzahl der falschen Antworteingaben‘ und der Testkennwert ‚Überblicksgewinnung‘ als Anzahl ausschließlich richtig erkannter Verkehrssituationen ausgegeben. Für die letztgenannte

Variable stehen zudem kritische Rohwertdifferenzen, basierend auf einem IRT-Modell zur Veränderungsmessung auf Einzelpersonenebene von Fischer (2001), in Tabellenform zur Interventionseffektkontrolle zur Verfügung.

2.10.2 Interpretation der Hauptvariable ‚Überblicksgewinnung‘

Die Interpretation der Testergebnisse stützt sich primär auf diese Variable. Der Kennwert ‚Überblicksgewinnung‘ stellt ein Maß für die Genauigkeit und Geschwindigkeit der visuellen Situationserfassungsfähigkeit sowie der Beobachtungsfähigkeit dar.

Ein hoher Prozentrang weist auf eine stark ausgeprägte Fähigkeit zur raschen und genauen Situationserfassung hin. In diesem Testkennwert kommen somit die Wahrnehmungskapazität und das Wahrnehmungstempo am deutlichsten zum Ausdruck.

2.11 Biometrie und Statistik

Für die statistische Auswertung wurde das Programm SPSS Statistics 21 für Windows (SPSS Inc., an IBM Company) verwendet. Der deskriptiven Beschreibung der Daten folgte die Testung auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test sowie dem Shapiro-Wilk-Test, wobei in allen Tests signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung auffielen. Daher fand die weitere Auswertung mit nichtparametrischen Methoden statt. Hierfür wurde der Kruskal-Wallis-H-Test als rangvarianzanalytisches Verfahren zum Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben genutzt. Zuletzt erfolgte die jeweilige Signifikanzermittlung.

Für die Auswertung der Fragen zum Hörspiel und der Musik im Anschluss an den Test wurde zunächst der Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben durchgeführt. Die Nullhypothese war, dass der Unterschied zwischen den Gruppen gleich null, also die Verteilung des Scorewertes über die beiden Kategorien von Gruppen identisch ist. Somit konnte getestet werden, ob es überhaupt einen Unterschied im Empfinden zwischen der Musik- und der Hörspielgruppe gibt. Um herauszufinden, ob die Reaktionsbeeinflussung durch die Musik bzw. das Hörspiel von den Probanden überhaupt wahrgenommen wird, wurde anschließend der Wilcoxon-Vorzeichenrangtest für eine Stichprobe (Gesamtstichprobe) durchgeführt. Die Nullhypothese war, dass der

Methodik

Scorewert gleich null ist, dass also die akustische Störung keine gefühlte Reaktionsverhaltensbeeinflussung bewirkt. Die Verwendung der Testreihe aus dem Wiener Testsystem stellt eine aussagekräftige Untersuchung dar, die allgemeine Gütekriterien der Validität, Reliabilität und Objektivität erfüllt. Gleiches gilt für die mit dem standardisierten SPSS Verfahren erstellten Ergebnisse, die den aktuellen Forschungskriterien entsprechen.

3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse in den einzelnen Testkategorien aufgeführt. Es werden jeweils die Hauptvariablen untersucht und mögliche Unterschiede auf Signifikanzen dargestellt.

3.1 Reaktionstest (RT) – Testform S3

Die hier ausgewerteten Hauptvariablen sind die mittlere Reaktionszeit sowie die mittlere motorische Zeit. In der deskriptiven Statistik zeigte die Hörspielgruppe eine leicht erhöhte mittlere Reaktionszeit von 437 ms gegenüber der Musikgruppe mit 422 ms und der Kontrollgruppe mit 414,5 ms. Hinsichtlich der mittleren motorischen Zeit erzielte die Hörspielgruppe mit 160,5 ms das beste Ergebnis. Zwischen der Kontrollgruppe (168,5 ms) und der Musikgruppe (169 ms) waren die Unterschiede minimal (siehe Tab. 3).

Tabelle 3: Deskriptive Statistik, Reaktionstest

Deskriptive Statistik								
					Perzentile			
Gruppe		N	Mittelwert	Min.	Max.	25.	50. Median	75.
HS	RT mittlere Reaktionszeit Rohwert	30	476,7	342,0	760,0	399,3	437,5	521,8
	RT mittlere motorische Zeit Rohwert	30	179,6	103,0	389,0	132,5	160,5	196,3
MS	RT mittlere Reaktionszeit Rohwert	31	446,5	342,0	654,0	388,0	422,0	494,0
	RT mittlere	31	180,7	109,0	562,0	132,0	169,0	203,0

Ergebnisse

	motorische Zeit Rohwert							
KG	RT mittlere Reaktionszeit Rohwert	30	422,3	290,0	568,0	364,5	414,5	475,8
	RT mittlere motorische Zeit Rohwert	30	174,9	95,0	316,0	137,0	168,5	207,5

Tabelle 4: Tests auf Normalverteilung, Reaktionstest (signifikante p-Werte fett markiert)

Tests auf Normalverteilung							
Gruppe		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
RT mittlere Reaktionszeit Rohwert	HS	,227	30	< 0,001	,807	30	,000
	MS	,139	31	,133	,927	31	,036
	KG	,135	30	,169	,964	30	,388
RT mittlere motorische Zeit Rohwert	HS	,196	30	,005	,828	30	,000
	MS	,195	31	,004	,669	31	,000
	KG	,130	30	,200*	,928	30	,043

^a = Signifikanzkorrektur nach Lilliefors, * = untere Grenze der echten Signifikanz

Bei der Testung auf Normalverteilung der Daten zeigen sich signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung (siehe Tab. 4). Die weitere statistische Analyse erfolgt demnach mit nichtparametrischen Methoden. Die Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse des Kruskal-Wallis-H-Tests.

Tabelle 5: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Reaktionstest

Kruskal-Wallis-Test		
Statistik für Test ^{1,2}		
	RT mittlere Reaktionszeit Rohwert	RT mittlere motorische Zeit Rohwert
Chi-Quadrat	3,211	0,23
df	2	2
Asymptotische Signifikanz	,201	,988

¹ = Kruskal-Wallis-Test, ² = Gruppenvariable: Gruppe

Im Ergebnis sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisbar. Die Nullhypothese kann somit bei allen drei Parametern nicht zurückgewiesen werden, da die p-Werte über 5 % liegen ($p = 0,201 > 0,05$ für die mittlere Reaktionszeit, $p = 0,988 > 0,05$ für die mittlere motorische Zeit). Die untersuchten Hauptvariablen werden grafisch in Boxplots dargestellt, da so ausreichende Informationen über die Verteilung zu sehen sind (siehe Abb. 9 und 10).

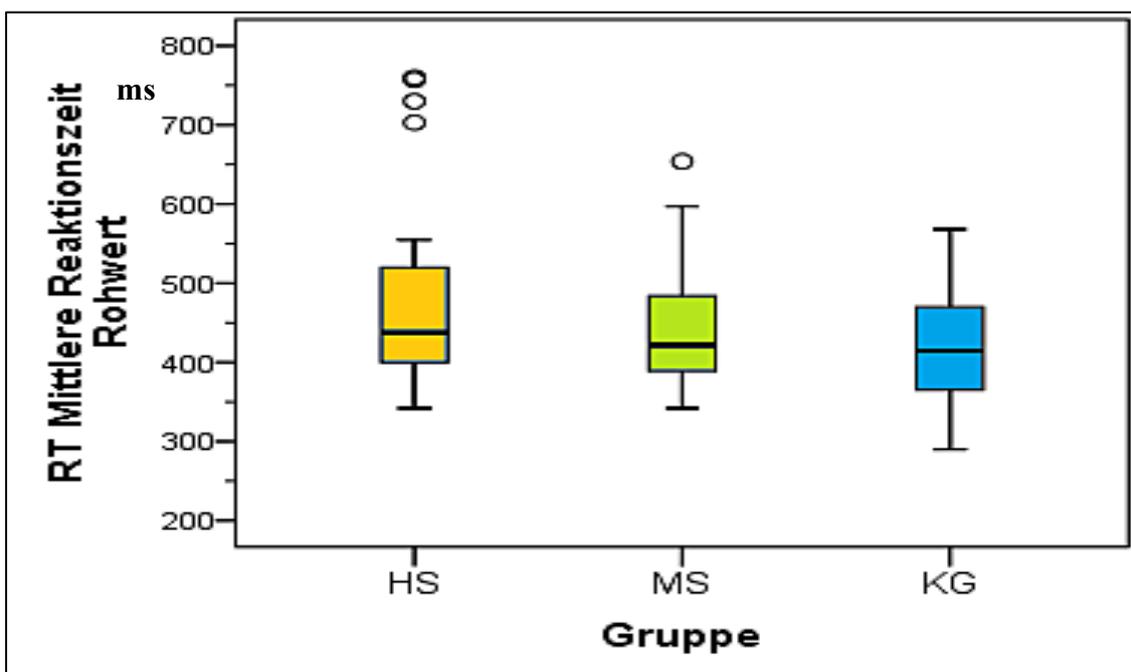


Abbildung 9: Reaktionstest, mittlere Reaktionszeit (ms), Rohwert, Boxplot

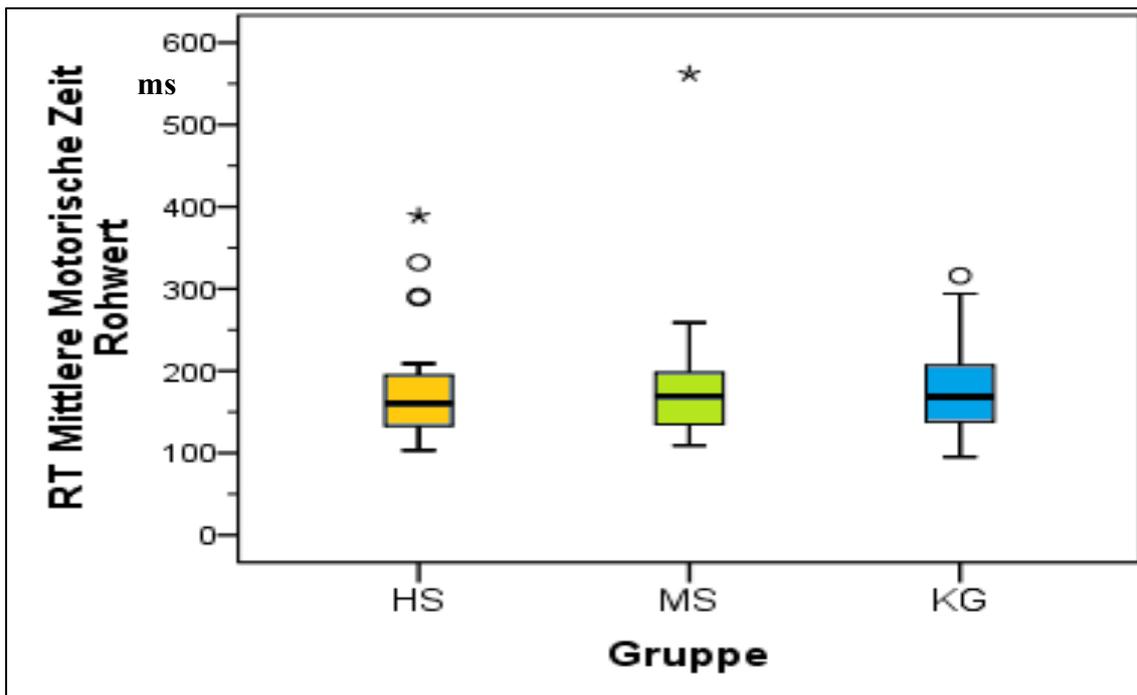


Abbildung 10: Reaktionstest, mittlere motorische Zeit (ms), Rohwert, Boxplot

3.2 Cognitronetest (COG) – Testform S11

Im Cognitronetest schneidet die Musikgruppe mit einer mittleren Zeit von 2,06 Sekunden bei der ‚korrekten Zurückweisung‘ besser ab als die Hörspielgruppe mit 2,23 Sekunden und die Kontrollgruppe mit 2,28 Sekunden. Es konnten nur geringe Unterschiede ohne Signifikanz gefunden werden (siehe Tab. 6).

Tabelle 6: Deskriptive Statistik, Cognitronetest

Deskriptive Statistik								
					Perzentile			
Gruppe		N	Mittelwert	Min.	Max.	25.	50. Median	75.
HS	COG mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘ [s] Rohwert	30	2,4	1,37	4,93	1,88	2,23	2,88

Ergebnisse

MS	COG mittlere Zeit ,korrekte Zurück- weisung' [s] Rohwert	31	2,07	1,39	3,38	1,64	2,06	2,37
KG	COG mittlere Zeit ,korrekte Zurück- weisung' [s] Rohwert	30	2,34	1,59	3,65	1,92	2,29	2,67

Tabelle 7: Tests auf Normalverteilung, Cognitronetest
(signifikanter p-Wert fett markiert)

Tests auf Normalverteilung							
Gruppe		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
COG mittlere Zeit ,korrekte Zurück- weisung'	HS	,163	30	,041	,889	30	,005
	MS	,145	31	,095	,940	31	,083
	KG	,097	30	,200*	,957	30	,261

^a = Signifikanzkorrektur nach Lilliefors, * = untere Grenze der echten Signifikanz

Es finden sich teilweise signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung (siehe Tab. 7). Die weitere statistische Analyse wird daher mit nichtparametrischen Methoden durchgeführt (siehe Tab. 8).

Tabelle 8: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Cognitronetest

Kruskal-Wallis-Test	
Statistik für Test ^{1,2}	
	COG mittlere Zeit ,korrekte Zurückweisung' [s] Rohwert
Chi-Quadrat	5,158
df	2
Asymptotische Signifikanz	,076

¹ = Kruskal-Wallis-Test, ² = Gruppenvariable: Gruppe

Ergebnisse

Die untersuchte Hauptvariable (mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘) zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen. Die Nullhypothese kann nicht zurückgewiesen werden, da der p-Wert über 5 % liegt ($p = 0,076 > 0,05$ für die mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘). Die Verteilung der untersuchten Hauptvariable (mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘) wird in Abbildung 11 grafisch dargestellt.

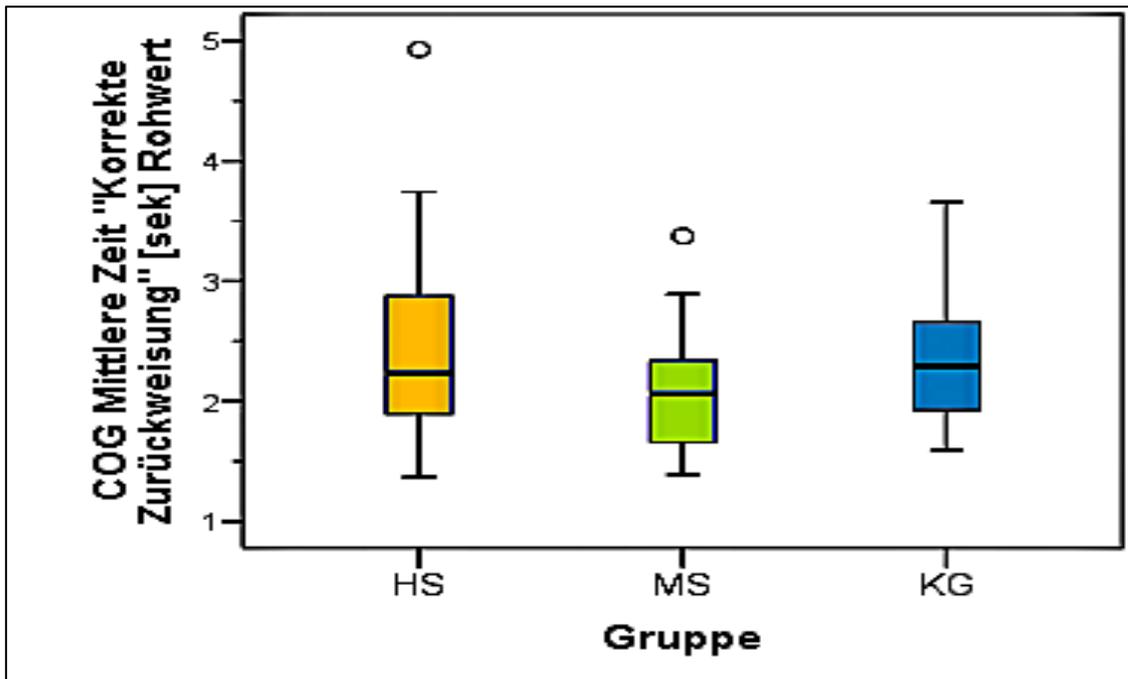


Abbildung 11: Cognitronetest, mittlere Zeit ‚korrekte Zurückweisung‘ (s), Rohwert, Boxplot

3.3 Linienverfolgungstest (LVT) – Testform S3 (Screeningform)

Die Auswertung erfolgt nach der Hauptvariable ‚Score‘. In der Variable ‚Score‘ sind bereits die Genauigkeit und die Geschwindigkeit enthalten. Die Kontrollgruppe erzielt mit einem Score von 17 ein geringfügig besseres Ergebnis als die Musikgruppe und die Hörspielgruppe mit einem Score von jeweils 16 (siehe Tab. 9).

Tabelle 9: Deskriptive Statistik, Linienvorfolgungstest

Deskriptive Statistik								
					Perzentile			
Gruppe		N	Mittelwert	Min	Max	25.	50. Median	75.
HS	LVT Score	30	14,500	1,0	18,0	14,000	16,000	17,000
	Rohwert							
MS	LVT Score	31	14,452	1,0	18,0	13,000	16,000	17,000
	Rohwert							
KG	LVT Score	30	15,800	7,0	18,0	15,000	17,000	18,000
	Rohwert							

Tabelle 10: Tests auf Normalverteilung, Linienvorfolgungstest
(signifikante p-Werte fett markiert)

Tests auf Normalverteilung							
Gruppe	Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
LVT Score Rohwert	HS	,290	30	< 0,001	,686	30	,000
	MS	,259	31	< 0,001	,764	31	,000
	KG	,228	30	< 0,001	,754	30	,000

^a = Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Wiederum bestehen signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung; die weitere statistische Analyse erfolgt demnach mit nichtparametrischen Methoden (siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Linienverfolgungstest

Kruskal-Wallis-Test	
Statistik für Test ^{1,2}	
	LVT Score Rohwert
Chi-Quadrat	2,425
df	2
Asymptotische Signifikanz	,298

¹ = Kruskal-Wallis-Test, ² = Gruppenvariable: Gruppe

Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen nachweisbar (siehe Tab. 11). Die Nullhypothese kann beim Parameter ‚Score‘ nicht zurückgewiesen werden, da der p-Wert über 5 % liegt ($p = 0,298 > 0,05$ für den Score-Rohwert). Die untersuchte Hauptvariable ‚Score‘ wird grafisch im Boxplot dargestellt, um ausreichende Informationen über die Verteilung zu vermitteln (siehe Abb. 12).

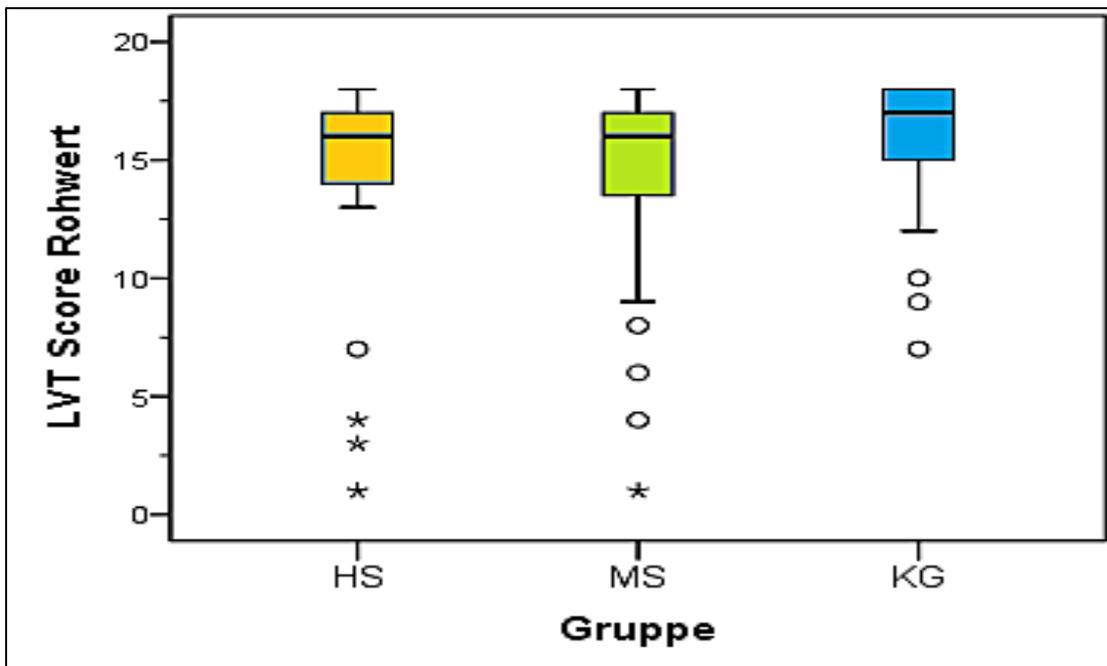


Abbildung 12: Linienverfolgungstest, Score, Rohwert, Boxplot

3.4 Determinationstest (DT) – Testform S4

Die Auswertung erfolgt im Subtest 1 Modus ‚Aktion‘ nach der Hauptvariable ‚Median der Reaktionszeit‘. Hier zeigt sich die Kontrollgruppe mit 0,76 Sekunden am schnellsten. Die Hörspielgruppe ist mit 0,770 Sekunden nahezu gleich schnell wie die Musikgruppe mit 0,775 Sekunden. Im Subtest 2 Modus ‚Reaktion‘ wurde wiederum die Hauptvariable ‚Median der Reaktionszeit‘ betrachtet. Hierbei zeigte die Musikgruppe mit 0,665 Sekunden eine nahezu gleiche Reaktionszeit wie die Kontrollgruppe mit 0,670 Sekunden. Die Hörspielgruppe war mit 0,695 Sekunden minimal langsamer (siehe Tab. 12).

Tabelle 12: Deskriptive Statistik, Determinationstest

Deskriptive Statistik								
						Perzentile		
Gruppe		N	Mittelwert	Min.	Max.	25.	50. Median	75.
HS	M. ‚Aktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	30	,7917	,67	1,02	,7400	,7700	,8400
	M. ‚Reaktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	30	,7087	,57	,86	,6375	,6950	,7775
MS	M. ‚Aktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	30	3,1367	,60	72,00	,7150	,7750	,8050
	M. ‚Reaktion‘ Median	30	,6687	,47	,91	,6150	,6650	,7225

Ergebnisse

	Reaktionszeit Rohwert							
KG	M. ‚Aktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	30	,7760	,63	1,01	,7275	,7600	,8050
	M. ‚Reaktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	30	14,9860	,54	429,00	,6375	,6700	,7925

Tabelle 13: Test auf Normalverteilung, Determinationstest
(signifikante p-Werte fett markiert)

Tests auf Normalverteilung							
Gruppe		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
M. ‚Aktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	HS	,160	30	,048	,933	30	,060
	MS	,534	30	,000	,184	30	,000
	KG	,193	30	,006	,899	30	,008
M. ‚Reaktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	HS	,122	30	,200*	,932	30	,054
	MS	,092	30	,200*	,980	30	,817
	KG	,537	30	< 0,001	,181	30	,000

^a = Signifikanzkorrektur nach Lilliefors, * = untere Grenze der echten Signifikanz

Auch hier finden sich signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung; die weitere statistische Analyse wird daher mit nichtparametrischen Methoden durchgeführt (siehe Tab. 14).

Tabelle 14: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, Determinationstest

Kruskal-Wallis-Test		
Statistik für Test ^{1,2}		
	DT Modus ‚Aktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert	DT Modus ‚Reaktion‘ Median Reaktionszeit Rohwert
Chi-Quadrat	,932	3,068
df	2	2
Asymptotische Signifikanz	,627	,216

¹ = Kruskal-Wallis-Test, ² = Gruppenvariable: Gruppe

Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen der Hörspiel-, der Musik- und der Kontrollgruppe nachweisbar (siehe Tab. 14). Die Nullhypothese kann somit nicht zurückgewiesen werden, da die p-Werte über 5 % liegen ($p = 0,627 > 0,05$ für den Median der Reaktionszeit im Modus ‚Aktion‘ und $p = 0,216 > 0,05$ für den Median der Reaktionszeit im Modus ‚Reaktion‘). Die untersuchten Hauptvariablen werden grafisch in Boxplots dargestellt, um ausreichende Informationen über die Verteilung sichtbar zu machen (siehe Abb. 13 und 14).

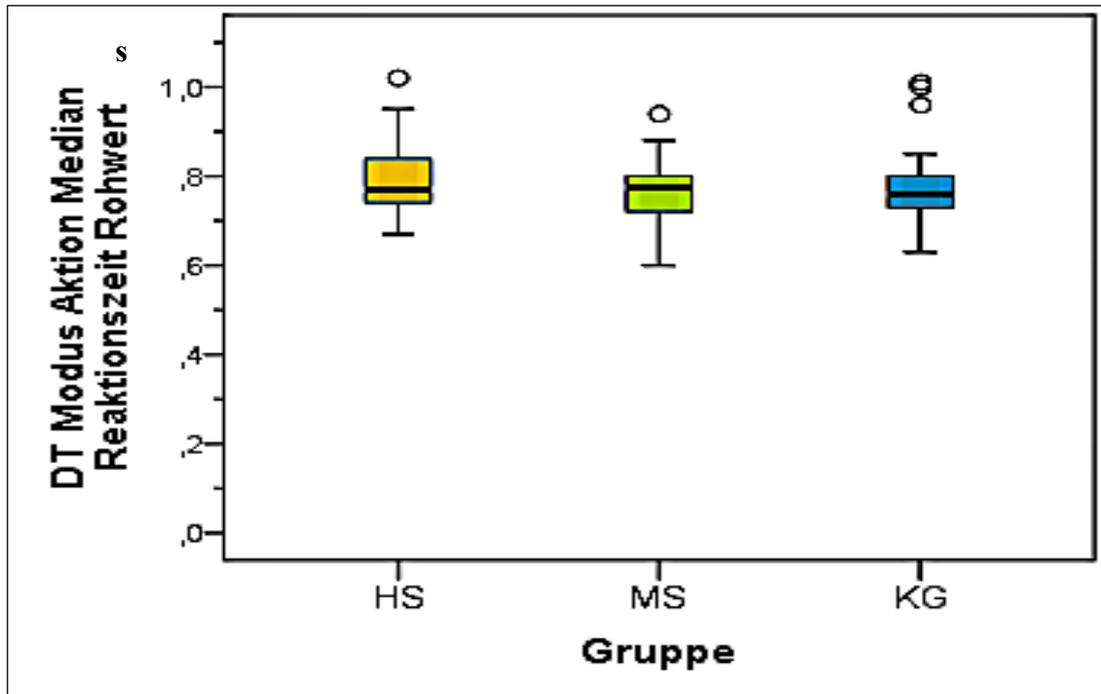


Abbildung 13: Determinationstest, Subtest 1 Modus ‚Aktion‘ (s), Median Reaktionszeit, Rohwert, Boxplot

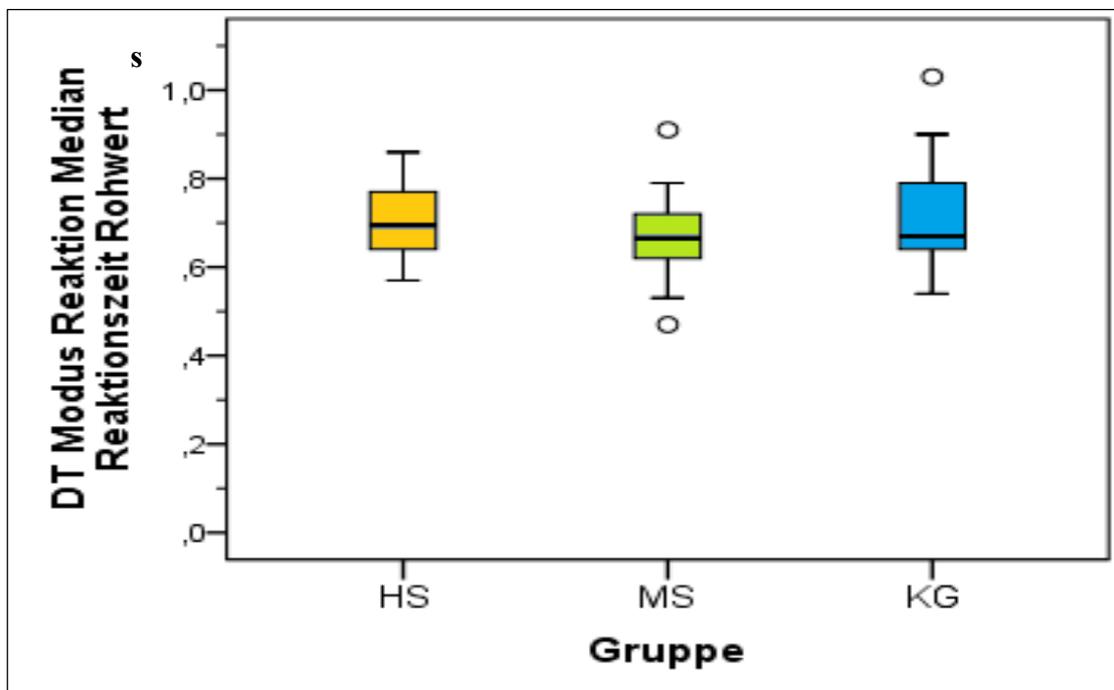


Abbildung 14: Determinationstest, Subtest 2 Modus ‚Reaktion‘ (s), Median Reaktionszeit, Rohwert, Boxplot

3.5 Tachistoskopischer Verkehrsauffassungstest (TAVTMB) – Testform S1

Im tachistoskopischen Verkehrsauffassungstest erreicht die Kontrollgruppe mit einem Prozentsatz richtiger Antworteingaben von 67 % das schlechteste Ergebnis. Die Musik- und die Hörspielgruppe erreichen jeweils einen Prozentsatz richtiger Antworteingaben von 80 % (siehe Tab. 15).

Tabelle 15: Deskriptive Statistik und Tests auf Normalverteilung, TAVTMB
(signifikante p-Werte fett markiert)

Deskriptive Statistik								
					Perzentile			
Gruppe		N	Mittelwert	Min.	Max.	25.	50. Median	75.
HS	TAVTMB Überblicks- gewinnung Prozentsatz	30	72,533	23,0	98,0	50,750	80,000	87,750
MS	TAVTMB Überblicks- gewinnung Prozentsatz	31	74,290	37,0	99,0	62,000	80,000	93,000
KG	TAVTMB Überblicks- gewinnung Prozentsatz	30	67,300	17,0	99,0	53,000	67,000	86,000
Tests auf Normalverteilung								
Gruppe		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
		Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	
TAVTMB Überblicks- gewinnung Prozentsatz	HS	,237	30	< 0,001	,860	30	,001	
	MS	,170	31	,022	,928	31	,039	
	KG	,140	30	,140	,951	30	,175	

Ergebnisse

Abermals bestehen signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung. Die weitere statistische Analyse erfolgt demnach mit nichtparametrischen Methoden (siehe Tab. 16).

Tabelle 16: Kruskal-Wallis-Test und Teststatistik, TAVTMB

Kruskal-Wallis-Test	
Statistik für Test ^{1,2}	
	TAVTMB Überblicksgewinnung Prozentsatz
Chi-Quadrat	1,570
df	2
Asymptotische Signifikanz	,456

¹ = Kruskal-Wallis-Test, ² = Gruppenvariable: Gruppe

Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen nachweisbar (siehe Tab. 16). Die Nullhypothese kann bei dem untersuchten Parameter nicht zurückgewiesen werden, da der p-Wert über 5 % liegt ($p = 0,456 > 0,05$). Die analysierte Hauptvariable wird grafisch im Boxplot dargestellt, um ausreichende Informationen über die Verteilung zu veranschaulichen (siehe Abb. 15).

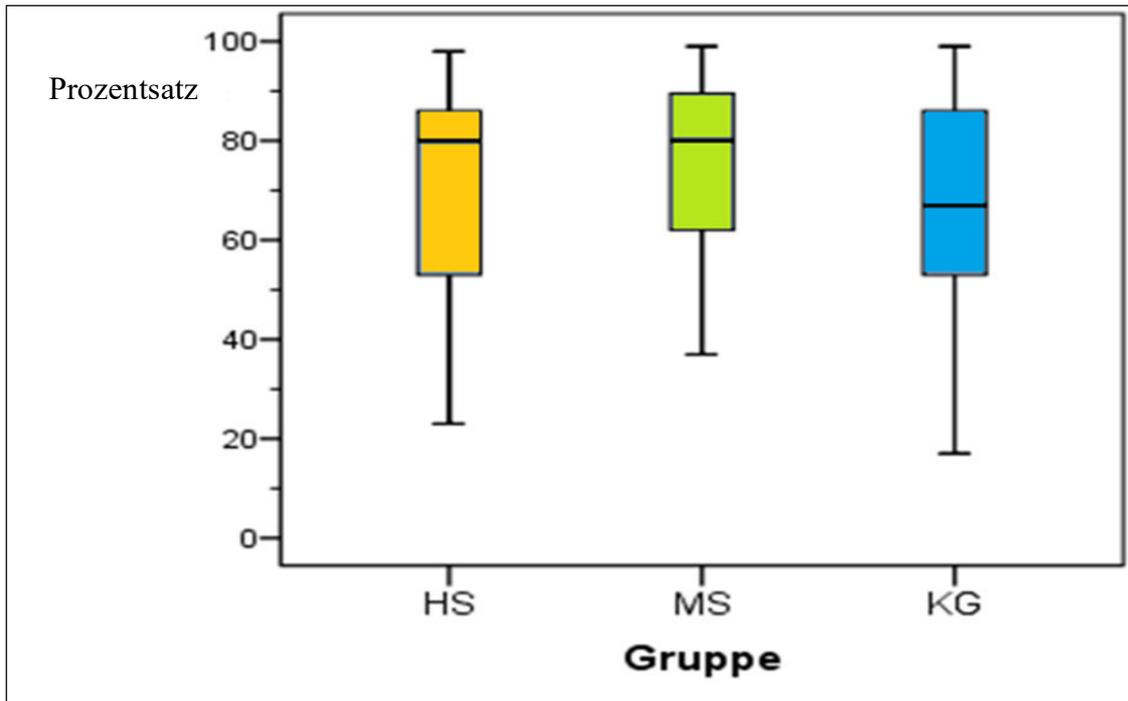


Abbildung 15: TAVTMB, Überblicksgewinnung, Prozentrang, Boxplot

3.6 Selektive Wahrnehmung von Inhalten des Hörspiels und der Musik

Die Daten aus den Fragebögen wurden ausgewertet und in Balken- und Liniendiagrammen dargestellt. Dabei wurden falsche und mit ‚weiß nicht‘ angekreuzte Antworten zusammengezählt, da diese insgesamt als nicht korrekt beantwortet gelten. Die sechs Fragen zum Hörspiel wurden von 31 % der Probanden richtig und von 69 % falsch oder unzureichend beantwortet (siehe Abb. 16). Es lässt sich feststellen, dass die Fragen mit fortschreitendem zeitlichen Verlauf deutlich fehlerhafter beantwortet wurden. So antworteten bei der ersten Frage noch 21 von 30 Probanden richtig, bei der letzten Frage hingegen kein Proband (siehe Tabelle 17 und Abb. 17). Dies kann möglicherweise an der steigenden Komplexität der Fragen, aber auch an der unterschiedlichen Testkomplexität oder der Testdauer gelegen haben.

Ergebnisse

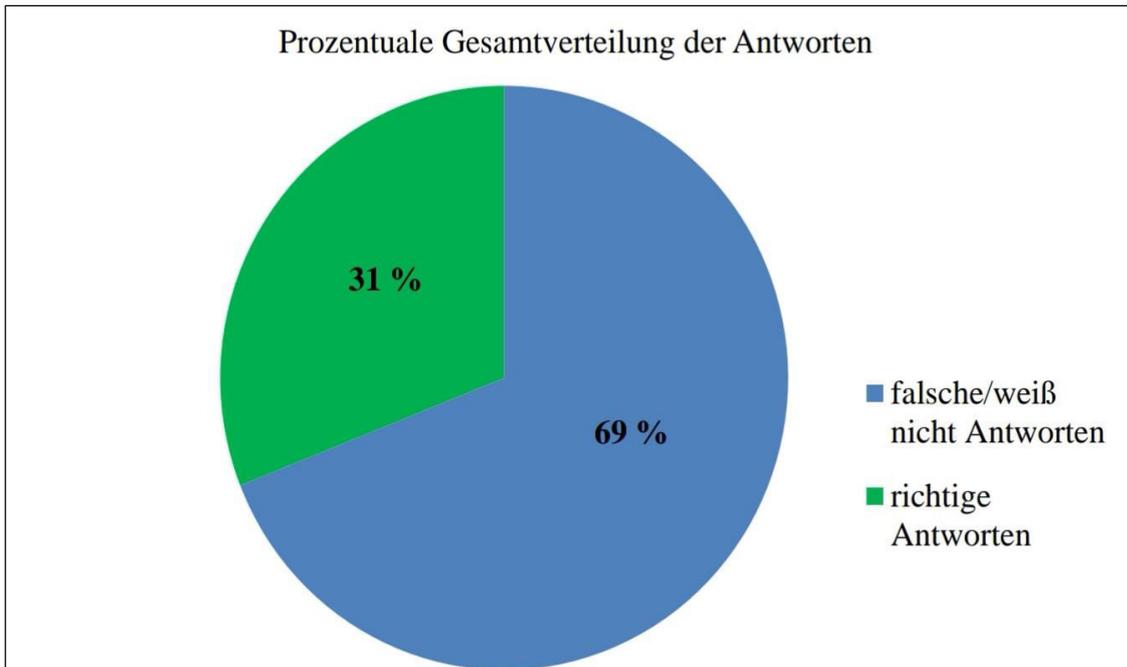


Abbildung 16: Prozentuale Gesamtverteilung der richtigen/falschen Antworten, Tortendiagramm

Tabelle 17: Darstellung der richtig und falsch beantworteten Fragen zum Hörspiel

Frage	Richtig (n = 30)	Richtig (%)	Falsch (n = 30)	Falsch (%)
1	21	70	9	30
2	11	37	19	63
3	8	27	22	73
4	10	33	20	67
5	5	17	25	83
6	0	0	30	100

Ergebnisse

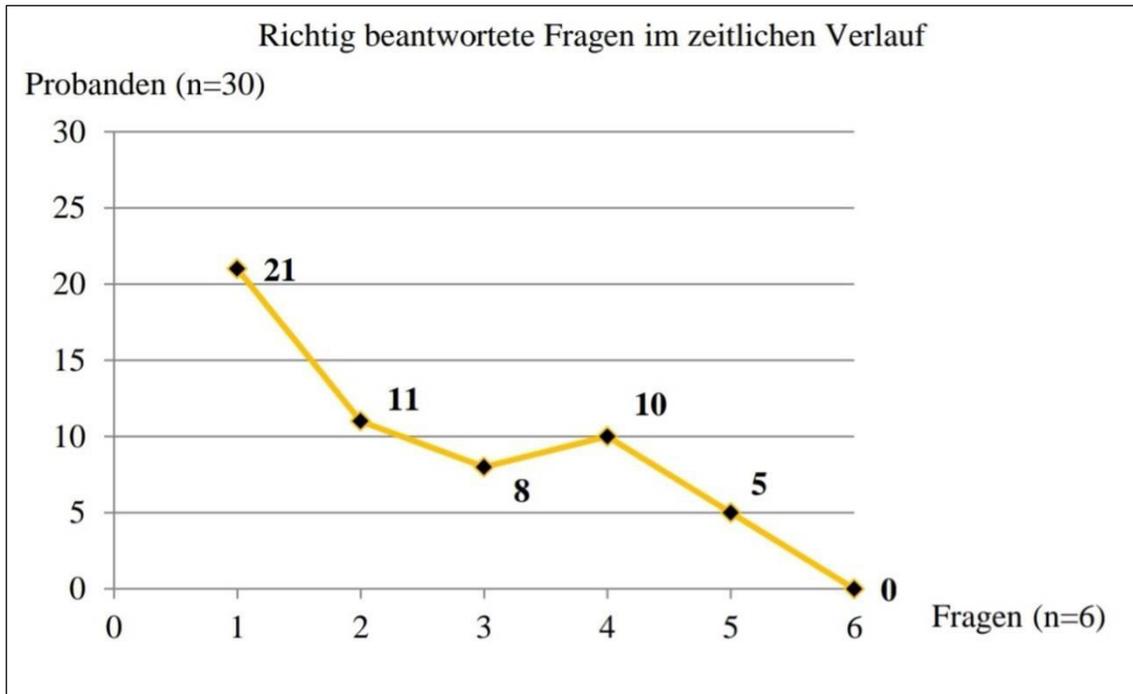


Abbildung 17: Richtig beantwortete Fragen, Liniendiagramm

Die Musikgruppe musste nach der Durchführung des Testes Fragen zur gehörten Musik beantworten, deren Auswertung in Abbildung 18 und Tabelle 18 dargestellt sind



Abbildung 18: Prozentuale Verteilung der Antworten zu Frage 15 in der Musikgruppe, Tortendiagramm

Tabelle 18: Darstellung der Verteilung der Antworten zu den Musikinhalten

Haben Sie während des Tests auf die Musikinhalte geachtet?		
	N (= 30)	Prozent (%)
Ja, sehr genau	3	10
eher weniger	19	63
überhaupt nicht	8	27

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Musik – wahrscheinlich auch dadurch bedingt, dass populäre Musik der Beatles ausgewählt wurde – den meisten Probanden bekannt war. Die Mehrheit der Probanden hatte die dargebotenen Lieder schon einmal gehört bzw. glaubte, einige zu kennen. Allerdings wurde auf die Inhalte der Liedtexte während der Testdurchführung eher weniger oder gar nicht geachtet. Auf die Frage, als wie angenehm bzw. unangenehm die Probanden das Hörspiel oder die Musik während der Testdurchführung empfunden hatten, gab die Hörspielgruppe auf einer zehnstufigen numerischen Ratingskala von 0 (sehr angenehm) bis 9 (sehr unangenehm) einen Mittelwert von 6, die Musikgruppe einen Mittelwert von 2 an (siehe Abb. 19).

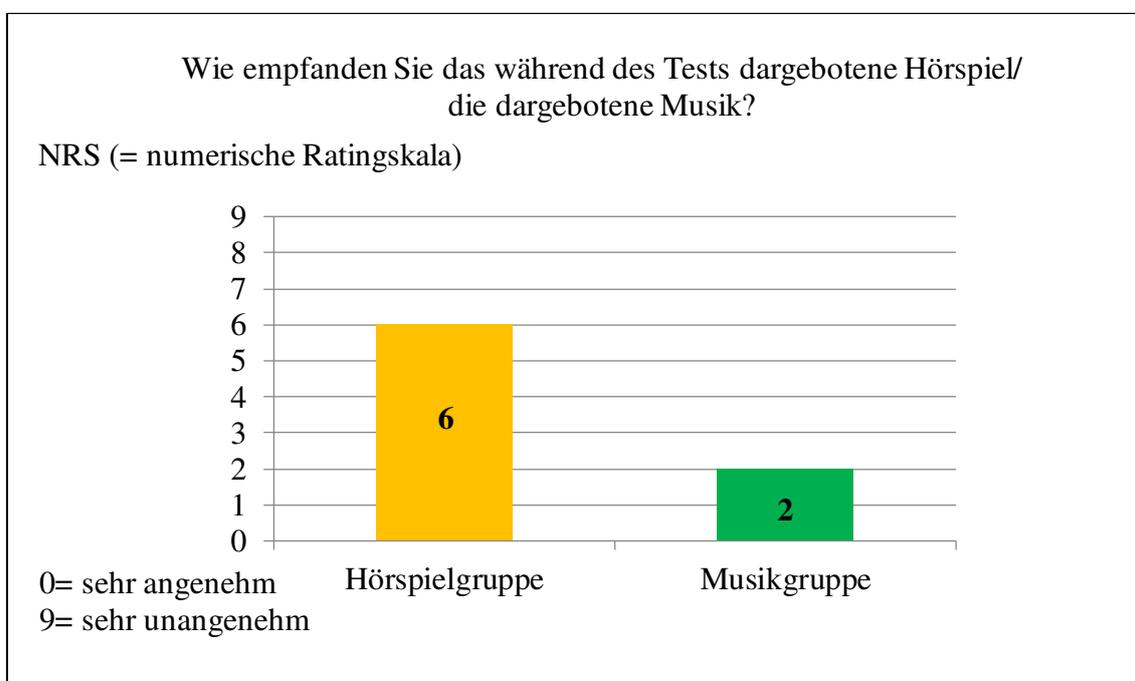


Abbildung 19: Mittelwerte der Empfindungen zu Hörspiel bzw. Musik während des Tests, Balkendiagramm

Ergebnisse

Interessante Ergebnisse ergab die Auswertung der Fragen 18 (Musikgruppe) bzw. 22 (Hörspielgruppe) im Fragebogenteil: „Glauben Sie, dass Ihr Verhalten/ Ihre Reaktion sich wesentlich unterscheiden würde, wenn Sie ohne auditive Beeinflussung (Musik/Hörspielkrimi) am Straßenverkehr teilnehmen würden?“ Die Musikgruppe schätzte dabei die Beeinflussung durch die Musik geringer ein (Durchschnittswert 3 auf einer Skala von 0 bis 9) als die Hörspielgruppe die Beeinflussung durch den Hörspielkrimi (Durchschnittswert 4,2).

Möglicherweise sah sich die Hörspielgruppe durch den während des Tests gehörten Krimi stärker im Reaktionsverhalten beeinflusst als die Musikgruppe (siehe Abb. 20).

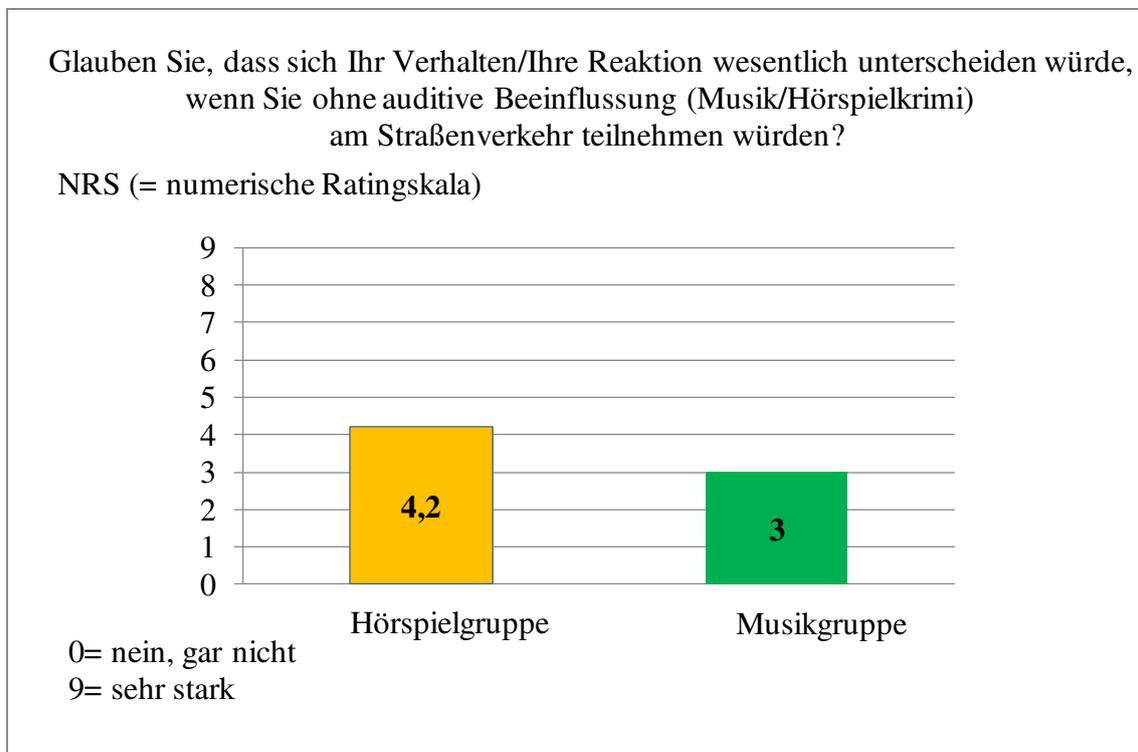


Abbildung 20: Veränderung der Reaktion im Straßenverkehr durch Musik/ Hörspiel

Um diese Aussage zu bestätigen oder auch zu verwerfen, wurde für die statistische Auswertung der Ergebnisse untersucht, ob es Unterschiede im Scorewert zwischen der Musik- und der Hörspielgruppe gibt. In beiden Gruppen zeigt sich dabei eine gleichbleibende Verteilung der Scorewerte. Somit wird die Nullhypothese bei einem p-Wert von 0,061 beibehalten. Die Ergebnisse machen sichtbar, dass die Beeinflussung

Ergebnisse

durch die Musik als ähnlich stark empfunden wird wie diejenige durch das Hörspiel. Die Abbildung 21 stellt die Ergebnisse grafisch im Balkendiagramm dar.

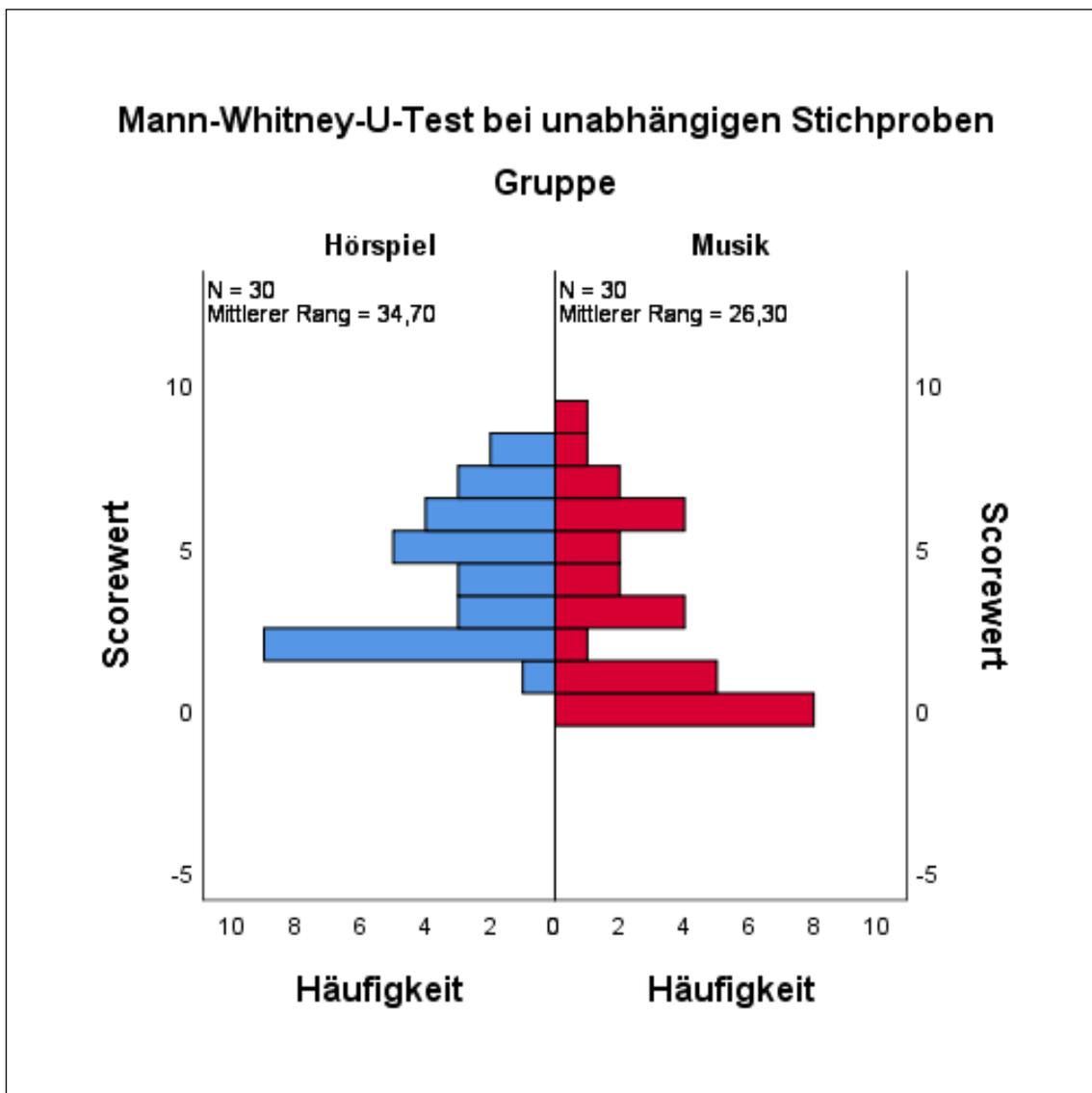


Abbildung 21: Wahrnehmung des Störpotenzials von Musik/ Hörspielen, Balkendiagramm

Um herauszufinden, ob die Probanden es überhaupt wahrnehmen, in ihrem Reaktionsverhalten beeinflusst zu werden, wurde anschließend getestet, ob der Scorewert sich von null unterscheidet. Da Letzteres der Fall ist, muss die Nullhypothese hier verworfen werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich beide Gruppen in etwa gleich stark durch die Musik bzw. das Hörspiel in ihrem Reaktionsverhalten beeinflusst fühlen.

Ergebnisse

Die Form der akustischen Darbietung ergab somit keine signifikanten Unterschiede im Abschneiden in den Tests. Bezugnehmend auf unsere Arbeitshypothesen im Abschnitt 1.6 lässt sich festhalten, dass die Darbietung eines Hörspieles zu keinem signifikant schlechteren Reaktionsverhalten im Vergleich zur Darbietung von Musik oder fehlender auditiver Beeinflussung führt. Auch führt die auditive Beeinflussung, unabhängig von ihrer Art, zu keinem signifikant schlechteren Abschneiden in den Tests. In der folgenden Diskussion der Ergebnisse wird auf mögliche Ursachen der fehlenden Signifikanz eingegangen und Vergleiche mit anderen Studienergebnissen herangezogen.

4 Diskussion

In diesem Kapitel werden zunächst allgemeine Probleme bei der Auswertung der Ergebnisse erörtert. Im Anschluss erfolgt die vergleichende Diskussion der Studienergebnisse mit vergleichbaren Untersuchungen. Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und Ausblicke dargestellt.

4.1 Allgemeine Probleme bei der Auswertung

Die isolierte Betrachtung auditiver Einflüsse auf das Reaktionsverhalten während der Teilnahme am Straßenverkehr bereitet Schwierigkeiten bei der Diskussion der Ergebnisse. Bereits die Einleitung dieser Arbeit befasste sich mit der Komplexität der auditiven Wahrnehmung und den entsprechenden Verarbeitungsprozessen. Es existieren nur wenige aussagekräftige Studien, die signifikante Einflüsse von verschiedenartiger Musik oder Sprachinhalten auf das Reaktionsverhalten nachweisen können. Allen Studien ist gemeinsam, dass zusätzliche visuelle Einflüsse, das individuelle Aktivierungslevel bei Intro- und Extraversion bzw. im Tages- und Nachtrhythmus, Emotionen, die Erfahrung und das Alter der Verkehrsteilnehmer, individuelle Verkehrssituationen sowie die parallele Durchführung fahrfremder weiterer Tätigkeiten hinzukommende Auswirkungen auf die Ergebnisse gehabt haben können. Daher wurden in der vorliegenden Arbeit solche Studien vergleichend herangezogen, die nicht nur den Primäraspekt des Einflusses von Sprachinhalten betrachtet haben. Allgemein lassen sich bei den hier gegebenen Versuchsbedingungen nur bedingt realistische Aussagen über die jeweilige Reaktion im Straßenverkehr treffen; dementsprechend vielschichtig ist auch die Studienlage in Bezug auf vergleichbare Publikationen. Stark angestiegen sind die Zahlen der Studien, in denen die allgemeine Ablenkung im Straßenverkehr durch sekundäre, also fahrfremde oder von der Verkehrsteilnahme abwendende Tätigkeiten untersucht wurde. In Österreich und der Schweiz wird Ablenkung bereits als eigenständiger Begriff in der Unfallursachenstatistik geführt, in Deutschland bislang noch nicht (Kubitzki & Fastenmeier, 2015). Bisher fehlt eine klare Definition des Begriffes ‚Ablenkung‘ als Ursache von Unfällen im Straßenverkehr. Aufgrund der Mehrdimensionalität, die eine allgemeine Ablenkung im Straßenverkehr beinhaltet, ist

Ablenkung keine exakt messbare Größe. Die allgemeinen Gütekriterien der Untersuchung, die Validität, Reliabilität und Objektivität, sind durch die standardisierten Methoden des Wiener Testsystems und des SPSS erfüllt. Eine Verallgemeinerbarkeit der Untersuchungsergebnisse ist jedoch dadurch erschwert, dass vorwiegend jüngere Probanden untersucht wurden.

4.2 Vergleich mit anderen Studienergebnissen

In den fünf im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Tests konnten insgesamt keine signifikanten Unterschiede der Ergebnisse zwischen der Kontroll-, der Hörspiel- und der Musikgruppe gemessen werden. Ähnliche Ergebnisse haben Husemann et al. (2009) während einer simulierten Überlandfahrt bei 60 Probanden zwischen 18 und 35 Jahren festgestellt. In deren Studien waren keine signifikanten Unterschiede im Fahrverhalten mit und ohne Musik ermittelbar. Während der Simulationsfahrt wurde Entspannungsmusik des Deutschen Verkehrssicherheitsrates dargeboten. Der Einfluss von Musik auf die kognitive Leistungsfähigkeit wurde durch eine Tauglichkeitskennzahl gemessen, die sich aus der Reaktionsgeschwindigkeit sowie der Unfallhäufigkeit ergibt. Die subjektive Beanspruchung wurde durch einen psychologischen Fragebogen sowie anhand physiologischer Messwerte erfasst. Es konnte kein Einfluss von Musik auf das Fahrverhalten festgestellt werden. Die Ergebnisse von Husemann et al. (2009) decken sich mit dem nahezu identischen Abschneiden von Kontroll-, Musik- und Hörspielgruppe in der vorliegenden Studie.

Die im Anschluss an den hier durchgeführten Test erfolgte Befragung zu Inhalten des während des Tests dargebotenen Hörspiels zeigte, dass die am Ende des Tests gestellten Fragen schlechter beantwortet wurden. Dies kann entweder an der steigenden Komplexität der Fragen oder der zunehmenden Komplexität des Tests gelegen haben, da nach länger anhaltend geforderter Konzentration und Ausdauer sowie bei Darbietung von Mehrfachreizen, wie im Determinationstest, die selektive Aufmerksamkeit für gleichzeitig dargebotene Sprachinhalte sinkt. Es gibt bislang kaum vergleichbare Untersuchungen zum Einfluss von Hörspielen auf Konzentration und Fahrverhalten.

Die Studiengruppe um Furnham und Bradley und Furnham und Allass (1997, 1999) fand in ihren zahlreichen arbeitspsychologischen Untersuchungen individuelle Unterschiede zwischen extravertierten und introvertierten Personen. Introvertierte

Personen haben demnach ihr optimales Aktivierungsniveau bereits ohne Hintergrundstimulation und arbeiten bei zusätzlicher Beeinflussung durch Hintergrundmusik schlechter. Extravertierte Personen hingegen können durch zusätzliche Stimulation auf ein höheres Aktivierungsniveau gelangen und qualitativ sowie quantitativ besser arbeiten. Der Aspekt der Intro- und Extraversion als leistungssteigernder Faktor ist hinlänglich bekannt und kann beispielsweise wie bei Furnham und Bradley (1997) über den Eysenck-Persönlichkeitsfragebogen im Vorfeld getestet werden. Ebenfalls eine signifikante Leistungsverbesserung unter Musikeinfluss bei extravertierten Personen konnte Chamorro-Premuzic (2009) nachweisen. Hierbei spielten die Schwierigkeit der Primärtätigkeit, die Länge der Hintergrundmusik sowie die individuelle Persönlichkeit eine Rolle (Jäncke, 2008). Gerade die Schwierigkeit der zu absolvierenden Primärtätigkeit – in den untersuchten Studien ist damit die aktive Teilnahme am Straßenverkehr gemeint – scheint sich wesentlich auf das Reaktions- und Konzentrationsverhalten auszuwirken.

Stressinduzierte Veränderungen des Reaktionsverhaltens konnten bereits in früheren Studien nachgewiesen werden. In den Untersuchungen von de la Motte-Haber et al. (1985) verschlechtern sich die Reaktionszeit und die Unfallhäufigkeit bei schwierigen Strecken in der Fahrergruppe mit Musikbeschallung um 14,9 %. In komplexen Verkehrssituationen wirkte sich Musikbeschallung dabei negativ belastend aus. De la Motte-Haber et al. (1985) untersuchten an 182 Personen das Fahrverhalten mithilfe eines Autosimulators mit und ohne Musik. Bei einfachen Strecken hatte Musik einen begünstigenden Einfluss auf die Reaktionszeit: Die Fahrer reagierten eine Zehntelsekunde schneller, was bei 100 km/h einer Bremswegverkürzung um 2,77 Meter entspricht. Es fanden sich keine Unterschiede bei den Ergebnissen durch die Art der dargebotenen Musik. In der vorliegenden Studie waren sowohl die Lautstärke als auch die Art der akustischen Beschallung vorgegeben.

Signifikante Unterschiede im Fahrverhalten bei schneller Musik konnte Brodsky (2001) in seinen Studien im Fahrsimulator feststellen. Bei schneller Musik wurde schneller gefahren, mit entsprechender Erhöhung der Risikobereitschaft und dadurch Unfallhäufigkeit, die sich fast verdoppelte.

Golka, Hengstler, Letzel und Nowak (2011) beschreiben sowohl die Fahrleistung als auch die subjektive Beanspruchung im Fahrsimulator bei moderater Stresssituation und

vorgegebener Musik als stabil gegenüber der Musik. Allerdings wurden in der Studie hauptsächlich jüngere Probanden berücksichtigt (60 Studenten/-innen zwischen 18 und 35 Jahren). In der experimentellen Studie erfolgte zunächst eine Stressinduktion durch Absolvierung kognitiver Tests. Anschließend durchliefen die Probanden einen 60-minütigen Parcours im Fahrsimulator. Bei den durchweg jüngeren Probanden konnten insgesamt im Vergleich der Gruppe mit Entspannungsmusik zur Kontrollgruppe ohne Musik keine schlechtere Fahrleistung oder höhere Beanspruchung festgestellt werden. Auch in der hier durchgeführten Studie betrug das Durchschnittsalter 25 Jahre. Ein Großteil der älteren Bevölkerung konnte somit sowohl in der genannten als auch in der vorliegenden Studie nicht miterfasst werden. Dies war bezüglich der Fragestellung nach den erhöhten Unfallzahlen und Todesfällen unter jugendlichen Verkehrsteilnehmern auch nicht beabsichtigt. Jedoch ist ein altersunterschiedliches Abschneiden in anderen vergleichbaren Studien untersucht worden.

Horberry, Anderson, Regan, Triggs und Brown (2006) konnten Veränderungen im Reaktionsverhalten während einer Fahrsimulation bei Fahrern unterschiedlichen Alters nachweisen. 31 Teilnehmer der Studie wurden in drei Gruppen unterteilt; zehn waren unter 25 Jahre alt, elf waren zwischen 30 und 45 Jahre alt und zehn waren zwischen 60 und 75 Jahre alt. In der Untersuchung wurde während einer Fahrsimulation jeweils ein Telefongespräch über Freisprecheinrichtung gegen Einstellungsaufgaben am Bordcomputer verglichen. Es konnte beobachtet werden, dass routinierte Fahrer bei gleichzeitiger Erhöhung der Schwierigkeit der Fahrsimulation (z. B. ein plötzlich die Fahrbahn überquerender Fußgänger) die Fahrgeschwindigkeit entsprechend reduzierten. Bei den jüngeren Fahrern konnte eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit nicht beobachtet werden, mit der Folge erhöhter Unfallgefahr. Alle Probanden lösten die gestellten Aufgaben durchschnittlich gleich gut.

Klauer et al. (2014) konnten in einer Studie einen Zusammenhang zwischen der Erfahrung der Verkehrsteilnehmer und der Unfallhäufigkeit durch ablenkende Tätigkeiten feststellen. Sie untersuchten 42 Fahranfänger und 109 erfahrene Führerscheinbesitzer während der Durchführung von Nebentätigkeiten beim Autofahren. Dies waren z. B. Handygespräche, Nummern wählen oder Nachrichten verfassen mit Handy, Suchen nach bestimmten Dingen im Auto sowie Essen und Trinken während des Fahrens. Das Risiko von Unfällen bei den Fahranfängern stieg

dabei signifikant in allen untersuchten Kategorien. Bei den erfahrenen Fahrern war dies nur beim Wählen einer Telefonnummer auf dem Handy der Fall. Die Fahroutine spielt demnach eine wesentliche Rolle. Vergleichend hierzu wurde in der vorliegenden Untersuchung die Fahroutine nicht separat betrachtet. Jedoch scheint sie als ein Faktor für mögliche Unterschiede im Abschneiden bei den Untersuchungen starken Einfluss auszuüben.

Eine Studie von Paridon und Springer (2012) hat signifikante Abweichungen in der Reaktionsgeschwindigkeit bei unterschiedlich lauter Musik feststellen können. 40 Probanden absolvierten einen Reaktionstest ohne oder mit verschiedenen lauter Musikbeschallung. Sie bekamen während des Tests acht unterschiedliche Verkehrsgeräusche dargeboten, unter anderem eine Straßenbahnklingel (84 dB), eine Fahrradklingel (65 dB), eine vorbeifahrende Straßenbahn (81 dB), ein vorbeifahrendes Auto (74 dB) und ein Martinshorn (81 dB). Im Ergebnis war bei paralleler Darbietung der Verkehrsgeräusche die Reaktionszeit von 1,98 ms ohne Musikdarbietung auf 2,32 ms mit leiser Musikdarbietung erhöht. Hieraus wurden Schlussfolgerungen für die Erhöhung des Unfallrisikos unter Musikbeschallung gezogen. Im Gegensatz dazu konnte in den vorliegenden Untersuchungen bei vorgegebener Musik und Lautstärke kein signifikant schlechteres Reaktionsverhalten der Musik- und der Hörspielgruppe gegenüber der Kontrollgruppe festgestellt werden.

Dass bei monotonen Fahrten das Lösen einer Aufgabe das Reaktionsverhalten im Straßenverkehr verbessern kann, schlussfolgerten Atchley und Chan (2011). In deren Studie absolvierten 45 Studenten in drei Gruppen eine Fahrsimulation. Sie bekamen während der Fahrt im Simulator entweder keine Aufgabe, kontinuierliche Aufgaben oder spät gestellte Denkaufgaben. Die Studie untersuchte dabei speziell das Verhalten von Autofahrern während monotoner Fahrstrecken. Sie kamen zu dem Schluss, dass eine gewisse aktivierende Wirkung und somit Anhebung der Konzentration bewirkt werden kann, wenn bei einer monotonen Fahrt einfache Gespräche geführt werden. Die Ermüdungssituation spielte bei der Versuchsanordnung insgesamt eine geringe Rolle, aufgrund der relativ geringen Testdauer von 30 Minuten. Sie gewinnt erst bei längeren Fahrzeiten an Bedeutung und dürfte die Aufmerksamkeit in Verbindung mit der Monotonie stärker beeinträchtigen. Die Wissenschaftler vermuteten, dass persönlichere Gespräche im Unterschied zu einfachen verbalen Aufgaben eine besser aktivierende

Wirkung haben könnten. In der vorliegenden Studie war eine Abnahme der richtig beantworteten Fragen zum Hörspiel im zeitlichen Verlauf zu beobachten, was ebenfalls auf eine gewisse Ermüdungssituation nach Absolvierung aller Testeinheiten hindeuten kann. Weiterhin stellt die Testbatterie mit steigendem Schwierigkeitsgrad im Determinationstest eine Belastungssituation dar, die eine korrekte Beantwortung der anschließend gestellten einfachen Inhaltsaufgaben schwierig macht.

Eine Studie von Horrey, Lesch, Garabet, Simmons und Maikala (2017) untersuchte den Einfluss interessanter und langweiliger akustischer Informationen auf die Fahrleistung und subjektive sowie physiologische Reaktionen von 31 Studienteilnehmern. Die Überwachung erfolgte während des Fahrens im Simulator durch Nahinfrarotspektroskopie, Herz- und Kreislaufmonitoring und ein Eye-Tracking-System. Es kam zu verlängerten Bremszeiten in kritischen Situationen beim Hören von interessantem Audiomaterial. Subjektiv wurde es jedoch von den Teilnehmern als nicht anspruchsvoller eingestuft. In der vorliegenden Studie waren die Ergebnisse homogen und ohne signifikante Unterschiede; jedoch wurde das Hörspiel als subjektiv störender bewertet.

Andere Untersuchungen verwendeten die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT), um die Gehirnaktivierung bestimmter Areale, die für Sprachverarbeitung und visuell-räumliche Verarbeitung bedeutsam sind, zu messen. Just, Keller und Cynkar (2008) konnten eine Abnahme der Aktivierung der Gehirnanteile in den Bereichen für räumliche Verarbeitung und somit Konzentrationsleistung für die Fahrsimulation im Parietallappen von 37 % bei gleichzeitiger Darbietung von Sprachinhalten feststellen. In der Summe der von ihnen durchgeführten Untersuchungen konnte konstatiert werden, dass die Absolvierung einer kognitiven Leistung während des gleichzeitigen Fahrens in einer Verkehrssimulation zur Fahrleistungsverschlechterung führen kann.

In einer von Trappe und Voit (2016) durchgeführten Studie, die bereits im Abschnitt 1.5 näher erläutert wird, zeigt sich eine messbare Abnahme von Blutdruck und Herzfrequenz beim Hören klassischer Musik im Vergleich zum Hören von Popmusik sowie im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Musikbeschallung. Insbesondere bei der Musik Mozarts konnte eine Abnahme des Blutdruckes (im Mittel von -4,7 mmHg systolisch) und der Herzfrequenz (im Mittel von -5,6 Schlägen pro Minute) nach der Beschallung festgestellt werden. Die Autoren machen für diesen Effekt unter anderem

die ausgeprägte Periodizität in Mozarts Musik mit Wiederholungen verantwortlich, wie sie auch in anderen Studien (Hughes & Fino, 2000) bereits nachgewiesen wurde. Weiterhin scheint die Beschallung mit Musik mit Textpassagen, wie hier bei der Musik von ABBA, durch zusätzliche Aktivierung anderer Hirnareale zur Verarbeitung von Sprache eine Rolle bei der Veränderung der gemessenen Parameter zu spielen (Peh, Roberts & Mooney, 2015).

Neuere Untersuchungen befassen sich entsprechend der thematischen Aktualität mit der allgemeinen Ablenkung während der Teilnahme am Straßenverkehr und hierbei insbesondere durch Smartphones und multimediale Navigationsgeräte. In der Studie von Chen und Pai (2018) wurde das Ablenkungspotenzial von Smartphone-Nutzern während der Teilnahme am Straßenverkehr analysiert. Hierbei ging es nicht nur um die ‚Erblindung‘ durch anhaltend auf das Handy gerichtete Blicke, sondern auch um die akustische Beeinträchtigung durch Musikhören. Das Musikhören war dabei unter 2556 interviewten Smartphone-Nutzern diejenige Tätigkeit, die am meisten zur akustischen Ablenkung führte. Bei den visuell ablenkenden Tätigkeiten war es das Handyspiel ‚Pokémon GO‘.

Die 41 von Stavrinos et al. (2018) betrachteten Studien zu durch Smartphones abgelenkten Fußgängern, Fahrradfahrern sowie Autofahrern zeigten die Schwierigkeit der Messung des Faktors ‚Ablenkung‘. Jedoch ist allgemein bekannt, dass Gehen, Fahrradfahren und Autofahren visuelle und akustische Wahrnehmung erfordern, um auf verkehrsdynamische Entwicklungen reagieren zu können. Die Thematik wird hierbei als hochkomplex angesehen, da die Ablenkung jeweils auf verschiedenen Ebenen auftreten kann. Visuell anspruchsvolle Tätigkeiten führten erwartungsgemäß in der Mehrzahl zu veränderten Reaktionsgeschwindigkeiten aller Gruppen. Interessant waren die kognitiven Einflüsse durch anspruchsvolle Telefongespräche bei den Fußgängern, die verzögertes und somit unsicheres Überqueren von Straßen und Kreuzungen verursachten (Thomson 2013). Auch Wells, McClure, Porter und Schwebel (2018) konnten durch eine Beobachtungsstudie mit Campusstudenten eine Ablenkung durch Smartphone-Nutzung beim Überqueren von Straßen feststellen. Sie beobachteten bei insgesamt 10 543 Fußgängern am häufigsten eine Ablenkung durch Kopfhörer (19 %), gefolgt von Textnachrichten (8 %) und Telefongesprächen (5 %). Frauen haben dabei häufiger SMS geschrieben und telefoniert, Männer häufiger Kopfhörer getragen.

Radfahrer scheinen hingegen beim Telefonieren visuelle Kompensationsstrategien zu verwenden (Ahlstrom, Kircher, Thorslund & Adell, 2016).

Zu Unterschieden im Reaktionsverhalten von Fahrradfahrern und Fußgängern konnten in der vorliegenden Studie keine Aussagen getroffen werden. Dennoch sind die Ergebnisse entsprechender Publikationen bezüglich der verschiedenartigen Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmechanismen interessant.

Useche, Alonso, Montoro und Esteban (2018) fanden in ihren Analysen von 1064 Fahrradfahrern aus 20 verschiedenen Ländern heraus, dass der Effekt der Ablenkung im Verkehr mit Gefahr von Unfällen signifikant mit dem Alter, der Risikowahrnehmung und dem Risikoverhalten in Zusammenhang zu bringen ist.

Eine weitere Studie von Pandey, Saroshe, Dixit und Sabde (2015) untersuchte das Verhalten von 260 Medizinstudenten eines Colleges in Indien. Obwohl bei 65 % der Studenten die Gefahren des Hörens über Kopfhörer während der Verkehrsteilnahme bekannt waren, benutzten 37 % der Studenten Kopfhörer, 22 % sogar mit hoher Lautstärke. Vergleichsweise trugen nur 27 % der Studenten einen Helm beim Fahren. Die Ergebnisse bestätigen einmal mehr den Zusammenhang von Alter und Risikoverhalten, was die höheren Unfallzahlen in jüngeren Lebensjahren erklären könnte.

In der aktuellen Literatur untersucht eine Studie von Nowosielski, Trick und Toxopeus (2018), die bereits in Abschnitt 1.5 erwähnt wurde, den Einfluss von Hörbüchern auf das Ablenkungsverhalten von insgesamt 38 Probanden während des Fahrens in einem Fahr Simulator. Es wurden ein einfacher sowie ein komplexerer Parcours jeweils mit und ohne Hörspielbeschallung gefahren. Hierbei konnte eine verlängerte Bremszeit unter Hörspielbeschallung bei komplexeren Fahrstrecken festgestellt werden. Beim einfachen Fahrparcours verkürzte sich die Bremszeit in Reaktion auf Gefahren hingegen. Interessant war das Ergebnis der Personen, die einen hohen OSPAN-(Operation-Span-)Score hatten. Dieser kann eine erhöhte Multitasking-Fähigkeit identifizieren und wurde zuvor bei allen Teilnehmern bestimmt. Die Personen mit hohem OSPAN-Score hatten in beiden Fahrsimulationen beim Hören des Hörbuches eine kürzere Bremsreaktionszeit. Kritisch erwähnen Nowosielski et al. (2018) die Schwierigkeiten bei der Auswertung der Ergebnisse aufgrund der Differenzierung zwischen der geistigen Über- vs. Unterbelastung während entsprechender Zustände des Fahrens und den individuell

verfügbaren kognitiven Ressourcen. Anhand der Ergebnisse kann nur andeutungsweise davon ausgegangen werden, dass Hörbücher während monotoner Fahrstrecken eine verbesserte Aufmerksamkeit bewirken. Dies hängt unter anderem vom dargebotenen Hörspiel ab. Zudem wäre vonseiten der Autoren eine weitere Untersuchung der Ablenkung durch Freisprechtelefonate gegenüber verschiedenen Hörbüchern sinnvoll. In ihrer Studie wurde ein Kinderhörbuch dargeboten. In der vorliegenden Studie wurde ein Krimihörspiel ausgewählt, um den Ablenkungsfaktor bewusst gegenüber einem einfachen Hörspiel zu erhöhen.

Beim Vergleich der in diesem Abschnitt aufgeführten Studienergebnisse mit den Resultaten der vorliegenden Untersuchung ist mehrheitlich eine Abnahme der Konzentration in einer Straßenverkehrssimulation, unter anderem auch durch zusätzliche auditive Reizeinflüsse, festzustellen. In den bisher verfügbaren Studien sind es hauptsächlich die Veränderung der Lautheit, des Musiktempos, der Inhalte akustischer Beschallung sowie die Ablenkung durch andere Störfaktoren, die Stress auslösen können. Auch wenn die Ergebnisse nicht immer signifikant sind, kann postuliert werden, dass akustische Beschallung physische und psychische Einflüsse auf die Reaktionsfähigkeit während der Teilnahme am Straßenverkehr hat. Diese können sich – je nach Situation und Begleiteinflüssen – sowohl positiv, mit verbesserter Reaktion, als auch umgekehrt auswirken. Weitere Aspekte wie der individuelle Wachheits-, Erregungs- oder Entspannungszustand sowie visuell-räumliche Verarbeitungsprozesse konnten in ihren komplexen Zusammenhängen in dieser Studie nicht detailliert betrachtet werden.

Worin liegt schließlich die fehlende Signifikanz der vorliegenden Ergebnisse begründet? Da ein in sich valides Testsystem verwendet wurde, sind zahlreiche andere mögliche Einflussfaktoren in Betracht zu ziehen. Zusätzliche visuelle Einflüsse, das individuelle Aktivierungslevel der einzelnen Person (Biorhythmus, Intro- vs. Extraversion, Emotionen), die individuelle Verkehrssituation, bislang nicht diagnostizierte Hörschäden und die parallele Durchführung anderer fahrfremder Tätigkeiten können eine Rolle spielen. Weiterhin können sowohl Fahroutine als auch Erfahrungen im Umgang mit Computertests Vorteile bei der Testdurchführung verschaffen. Dass eine gewisse Routine mit dem schnellen Erfassen neuer oder komplexerer Situationen und dem entsprechend sicheren und richtigen Reagieren vorteilhaft ist, konnte in

vorausgegangenen Studien belegt werden (Klauer et al., 2013; Horberry et al., 2006). Auf weitere individuelle Unterschiede haben die Forschenden nur sehr begrenzten Einfluss. Größere Probandenkollektive können die individuellen Fehlerquellen gering halten, allerdings nie ganz ausblenden. In einer realen Straßenverkehrssituation fällt gelegentlich der Blick auf das MP3-Abspielgerät, das Handydisplay oder im Auto auf den Bordcomputer, um Einstellungen wie Titel oder Lautstärke zu verändern, wodurch die Personen jeweils zusätzlich abgelenkt sind. Die Aufmerksamkeit vieler Verkehrsteilnehmer wird durch die bereits existierenden Kommunikations- und Informationssysteme beeinträchtigt (Vollrath, Huemer, Nowak & Pion, 2014). Diese Problematik wird sich voraussichtlich zunehmend verstärken, da durch die Weiterentwicklung der Fahrassistenzsysteme das autonome Fahren propagiert wird. Der Fahrer wird durch technische Accessoires in Sicherheit gewogen, muss jedoch weiterhin jederzeit schnell genug eingreifen können. Die kognitiven Ressourcen eines Menschen während der Teilnahme am Straßenverkehr sind limitiert; Multitasking hat seine physiologischen Grenzen. Prävention durch Aufklärung, innovative Ideen und strengere Gesetze können zur Förderung der gegenseitigen Rücksichtnahme und zur Steigerung der Verkehrssicherheit beitragen.

4.3 Schlussfolgerungen und Ausblicke

Abschließend ist festzuhalten, dass die auditive Wahrnehmung im Gesamtkomplex der möglichen Ablenkungen und Reaktionsveränderungen während der Teilnahme am Straßenverkehr einen hohen Stellenwert hat. Im Jahr 2019 wurden die Elektro-Scooter, die mittlerweile teilweise offizielle Straßenzulassungen haben, immer beliebter. Lautlos und mit bis zu 25 km/h rauschen sie zusätzlich zu den schon weit verbreiteten E-Bikes auf Geh- und Radwegen sowie durch Parks und Gärten. Vermehrte Kollisionen mit Fußgängern oder anderen Verkehrsteilnehmern können durch die Unterschätzung der Geschwindigkeit bei gleichzeitiger fehlender Lautstärke die Folge sein (Albert, Nefzger, & Sorge 2018). Der Autoindustrie ist seit dem 1. Juli 2019 der Einbau akustischer Warnsignale (= Acoustic Vehicle Alerting System) in allen neuen Elektroautos vorgeschrieben, mit der Konsequenz des besseren Schutzes der Fußgänger und Radfahrer (Sommer, 2018). Von führenden Verkehrssicherheitsexperten werden mehrheitlich eine Verstärkung der Präventionsarbeit, eine staatlich geförderte

Diskussion

Unterstützung beim Ausbau von Sicherheitskonzepten auch für die schwächeren Verkehrsteilnehmer, also Radfahrer und Fußgänger, sowie Gesetzesnovellierungen auf politischer Ebene gefordert (Kubitzki et al., 2018). Letztlich liegt es an allen Verkehrsteilnehmern, unter besonderer Rücksichtnahme auf die schwächeren und unerfahrenen, sich aufmerksamer, rücksichtsvoller und konzentrierter im Straßenverkehr zu bewegen. Hierzu bedarf es einer uneingeschränkten visuellen, akustischen, physischen und psychischen Wahrnehmungskraft zum sicheren Handeln.

Weiterführende Forschungen sollten ausführlicher die Komplexität des Begriffes der Ablenkung im Straßenverkehr betrachten, da mehrdimensionale Betrachtungsweisen der Verkehrsablenkung eine realistische Verkehrsteilnahme besser widerspiegeln können. Eine isolierte Herausarbeitung der Ablenkung durch auditive Einflüsse berücksichtigt andere Faktoren nicht ausreichend. Auch sollte die Zusammensetzung des Probandenkollektivs differenzierter betrachtet werden.

5 Literaturverzeichnis

- Ahlstrom, C., Kircher, K., Thorslund, B. & Adell, E. (2016). Bicyclists' visual strategies when conducting self-paced vs system-paced smartphone tasks in traffic. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 41, 204–216. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.01.010>
- Alimohammadi, I., Zokaei, M. & Sandrock, S. (2015). The effect of road traffic noise on reaction time. *Health Promotion Perspectives*, 5(3), 207–214. <https://dx.doi.org/10.15171%2Fhpp.2015.025>
- Albert, A., Nefzger, E. & Sorge, N. (2018, 17. November). Hype um Elektroroller - Deutschland rüstet sich für den E-Scooter-Boom. *Spiegel Online*. Abgerufen von <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/e-scooter-deutschland-ruestet-sich-fuer-den-boom-der-elektroroller-a-1238874.html>
- Atchley, P. & Chan, M. (2011). Potential benefits and costs of concurrent task engagement to maintain vigilance: A driving simulator investigation human factors. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 53(1), 3–12. <https://doi.org/10.1177%2F0018720810391215>
- Axelsson, A. & Lindgren, F. (1981). Pop music and hearing. *Ear and Hearing*, 2(2), 64–69. <https://doi.org/10.1097/00003446-198103000-00002>
- Axelsson, A., Jerson, T., Lindberg, U. & Lindgren, F. (1981). Early noise-induced hearing loss in teenage boys. *Scandinavian Audiology*, 10(2), 91–96. <https://doi.org/10.3109/01050398109076167>

- Babisch, W. & Ising, H. (1989). Zum Einfluss von Musik in Diskotheken auf die Hörfähigkeit. *Sozial- und Präventivmedizin*, 34, 239–242. <https://doi.org/10.1007/BF02083447>
- Babisch, W. & Ising, H. (1994). Musikhörgewohnheiten bei Jugendlichen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 41(4), 91–97. Abgerufen von <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=6071328>
- Babisch, W., Bambach, G., Ising, H., Kruppa, B., Plath, P., Rebentisch, E., Struwe, F. (1996). Gehörgefährdung durch laute Musik und Freizeitlärm. WaBoLu-Hefte 05/1996. Umweltbundesamt. Abgerufen von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gehorgefaehrdung-durch-laute-musik-freizeitlaerm>
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. *The Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Behne, K. (1995). Wirkungen von Musik. In S. Helms, R. Schneider & R. Weber (Hrsg.), *Kompendium der Musikpädagogik* (S. 333–348). Kassel: Gustav Bosse.
- Bleuler, E. (1983). *Lehrbuch der Psychiatrie* (15. Aufl.) Berlin: Springer.
- Brefczynski, J. A. & DeYoe, E. A. (1999). A physiological correlate of the "spotlight" of visual attention. *Nature Neuroscience*, 2, 370–374. <https://doi.org/10.1038/7280>
- Broadbent, D. E. (1954). The role of the auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47(3), 191–196. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0054182>
- Broadbent, D. E. (1964). *Perception and communication*. London: Pergamon.1964.

- Brodsky, W. (2001). The effects of music tempo on simulated driving performance and vehicular control. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4(4), 219–241. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00025-0)
- Cannon, W. B. (1935). Stresses and strains of homeostasis. *American Journal of the Medical Sciences*, 189(1), 13–14. <https://doi.org/10.1097/00000441-193501000-00001>
- Chamorro-Premuzic, T. (2009). The effects of background auditory interference and extraversion on creative and cognitive task performance. *International Journal of Psychological Studies*, 1(2), 18–24. Abgerufen von <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijps/article/view/4458>
- Chen, P. L. & Pai, C. W. (2018). Pedestrian smartphone overuse and inattentive blindness: an observational study in Taipei, Taiwan. *BMC Public Health*, 18(1), 1342. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6163-5>
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975–979. <https://doi.org/10.1121/1.1907229>
- Cohen, A., Anticaglia, J. & Jones, H. H. (1971). "Socioculus" hearing loss from non-occupational noise exposure. *Journal of Occupational Medicine*, 13(5), 267. Abgerufen von https://journals.lww.com/joem/Citation/1971/05000/_Socioculus___Hearing_Loss_from_Non_Occupational.21.aspx
- De la Motte-Haber, H., Gembris, H. & Rötter, G. (1985). *Musikhören und Verkehrssicherheit*. Berlin: Technische Universität Berlin.

- De la Motte-Haber, H. & Rötter, G. (1987). *Eine paradox- einleuchtende Wirkung von leiser klassischer Musik auf die Reaktionszeit. Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- De la Motte-Haber, H. & Rötter, G. (1990). *Musikhören beim Autofahren. Acht Forschungsberichte. Schriften zur Musikpsychologie und Musikästhetik* (Bd. 4). Frankfurt am Main: Verlag Peter Lang.
- Delp, W. & Nickisch, A. (2015). *Leitlinie Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen*. Abgerufen von https://dgpp.de/cms/media/download_gallery/DGPP-Leitlinie-AVWS-2015.pdf
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70(1), 80–90.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0039515>
- Deutscher Verkehrsgerichtstag. (2015). *Empfehlungen des 53. Deutschen Verkehrsgerichtstages, Arbeitskreis II- automatisiertes Fahren, Arbeitskreis V- Ablenkung durch moderne Kommunikationstechniken*. Abgerufen von https://www.deutscher-verkehrsgerichtstag.de/images/empfehlungen_pdf/empfehlungen_53_vgt.pdf
- Deutscher Verkehrsgerichtstag. (2017). *Empfehlungen des 55. Deutschen Verkehrsgerichtstages, Arbeitskreis II- Unfallursache Smartphone*. Abgerufen von https://www.deutscher-verkehrsgerichtstag.de/images/empfehlungen_pdf/empfehlungen_55_vgt.pdf
- DGUV- Information. (2013). *„Lärm-Stress“ am Arbeitsplatz - nicht das Innenohr betreffende, extra-aurale Lärmwirkungen*. Abgerufen von https://www.dguv.de/medien/fb-holzundmetall/publikationen-dokumente/infoblaetter/infobl_deutsch/018_laermstressamarbeitsplatz.pdf

- Dingus, T. A., Guo, F., Lee, S., Antin, J. F., Perez, M., Buchanan-King, M. & Hankey, J. (2016). Naturalistic driving evaluation of crash risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Mar 2016, 113(10), 2636–2641. <https://doi.org/10.1073/pnas.1513271113>
- Dorsch, F. (1994). *Psychologisches Wörterbuch*. Bern: Hans Huber.
- Edelmann, W. (1996). *Lernpsychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Edworthy, J. & Waring, H. (2006). The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*, 49(15), 1597-1610. <https://doi.org/10.1080/00140130600899104>
- Fischer, G. H. (2001). Gain Scores revisited under an IRT perspective. In A. Boomsma, M. van Duijn & T. Snijders (eds.), *Essays in Item Response Theory: Lecture Notes in Statistics* (S. 43–68). New York: Springer.
- Furnham, A. & Bradley, A. (1997). Music while you work: The differential distraction of background music on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Applied Cognitive Psychology*, 11(5), 445–455. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199710\)11:5%3C445::AID-ACP472%3E3.0.CO;2-R](https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/(SICI)1099-0720(199710)11:5%3C445::AID-ACP472%3E3.0.CO;2-R)
- Furnham, A. & Allass, K. (1999). The influence of musical distraction of varying complexity on the cognitive performance of extroverts and introverts. *European Journal of Personality*, 13(1), 27–38. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/\(SICI\)10990984\(199901/02\)13:1%3C27::AID-PER318%3E3.0.CO;2-R](https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/(SICI)10990984(199901/02)13:1%3C27::AID-PER318%3E3.0.CO;2-R)
- Goldstein, D. S. & Kopin, I. J. (2007). Evolution of concepts of stress. *Stress*, 10(2), 109–120.

- Golka, K., Hengstler, J. G., Letzel, S. & Nowak, D. (Hrsg.) (2011). Verkehrsmedizin – arbeitsmedizinische Aspekte, Orientierungshilfe für Praxis, Klinik und Betrieb. Heidelberg: Ecomed Medizin.
- Grundhoff, S. (2017, 30. Juni). Schnüffelstoffe fürs Auto. Duftbäume ade: Die geheimen Geruch-Tricks der Autobauer. *Focus*. Abgerufen von https://www.focus.de/auto/ratgeber/unterhaltung/gerueche-im-auto-schnueffelstoffe_id_3515056.html
- Hahad, O., Kröller-Schön, S., Daiber, A. & Münzel, T. (2019). The cardiovascular effects of noise. *Deutsche Ärzteblatt International*, 116(14), 245–250. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0245>
- Hecker, C., Drechsel-Schlund, C., Francks, H. P., Plinske, W. & Butz, M. (2008). *Dokumentation des Berufskrankheiten- Geschehens in Deutschland. Daten und Fakten zu Berufskrankheiten*. Abgerufen von <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/1804>
- Hesse, H.-P. (2003). *Musik und Emotion: Wissenschaftliche Grundlagen des Musik-Erlebens*. Wien: Springer.
- Horberry, T., Anderson, J., Regan, M. A., Triggs, T. J. & Brown, J. (2006). Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 38(1), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.09.007>
- Horrey, W. J., Lesch, M. F., Garabet, A., Simmons, L. & Maikala, R. (2017). Distraction and task engagement: How interesting and boring information impact driving performance and subjective and physiological responses. *Applied Ergonomics*, 58, 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.07.011>

- Hoyos, C. (1969). Die psychologische Belastbarkeit als diagnostische Kategorie der Kraftfahrtauglichkeit. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 7, 226–243.
- Hughes, J. R. & Fino, J. J. (2000). The Mozart effect: Distinctive aspects of the music - A clue to brain coding? *Clinical EEG and Neuroscience*, 31(2), 94–103.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0245>
- Husemann, B., Löffler, I., Mentel, A., Fella, K., Roßbach, B. & Letzel, S. (2009). Musik beim Autofahren – Unfallrisiko erhöht oder Fahrleistung verbessert? *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin*, 44, 113.
- Ising, H., Babisch, W. & Kruppa, B. (1999). Noise-induced endocrine effects and cardiovascular risk. *Noise Health*, 1(4), 37–48. Abgerufen von <https://www.noiseandhealth.org/text.asp?1999/1/4/37/31725>
- Ising, H., Plath, P., Rebentisch, E. & Sust, C. A. (1996a). *Lärmbeurteilung – Gehörschaden. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse*. Abgerufen von https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/AWE/AWE97.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Ising, H., Sust, C. A. & Rebentisch, E. (1996b). *Lärmbeurteilung – Extra-aurale Wirkungen. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse*. Abgerufen von https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/AWE/AWE98.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D1
- Ising, H., Sust, C. A. & Plath, P. (2004). *Gesundheitsschutz 4, Lärmwirkungen, Gehör, Gesundheit, Leistung* (11.Aufl.). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

- Jäncke, L. (2008). Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie. Bern: Hans Huber.
- Jones, D., Madden, C. & Miles, C. (1992). Privileged access by irrelevant speech to short-term memory: The role of changing state. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 44(4), 645–669.
<https://doi.org/10.1080%2F14640749208401304>
- Jourdain, R. (2001). *Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt*. Berlin: Spektrum.
- Just, M. A., Keller, T. A. & Cynkar, J. (2008). A decrease in brain activation associated with driving when listening to someone speak. *Brain Research*, 1205, 70–80.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.12.075>
- Kafitz, W. (1977). Der Einfluss der musikalischen Stimulierung auf die Werbewirkung - eine experimentelle Untersuchung. Dissertation. Saarbrücken: Universität des Saarlandes.
- Kallweit, D. & Schuhfried, G. (2011). *Wiener Testsystem. Psychologische Diagnostik*.
Abgerufen von https://asystems.as/wp-content/uploads/2018/05/Katalog_Vienna-Test-System_en.pdf
- Klauer, S. G., Guo, F., Simons-Morton, B. G., Ouimet, M. C., Lee, S. E. & Dingus, T.A. (2014). Distracted driving and risk of road crashes among novice and experienced drivers. *New England Journal of Medicine*, 370(1), 54–59.
<https://doi.org/10.1056/NEJMsa1204142>
- Kisser, R., Krafack, A. & Vaughn, C. (1986). Determinationsgeräte. In R. Brickenkamp (Hrsg.), *Handbuch apparativer Verfahren in der Psychologie* (S.225–249). Göttingen: Hogrefe.

- Krummenacher, J., von Mühlennen, A. & Müller, H. J. (2003). Selektive Aufmerksamkeit. In B. Kersten & M. Groner (Hrsg.), *Praxisfelder der Wahrnehmungspsychologie*. Bern: Huber.
- Kubitzki, J. & Fastenmeier, W. (2016). Ablenkung durch moderne Informations- und Kommunikationstechniken und soziale Interaktion beim Autofahren. Abgerufen von <https://www.allianzdeutschland.de/wp-content/uploads/2018/10/allianz-ablenkungsstudie-2016.pdf>
- Kubitzki, J., Fastenmeier, W., Wagner, T., Ewert, U., Chaloupka-Risser, C. & Risser, R.(2018). Ablenkung im Straßenverkehr. Abgerufen von https://www.dgvp-verkehrspsychologie.de/wp-content/uploads/2018/04/DGVP_Positionspapier-05-2018_Ablenkung-im-Stra%C3%9Fenverkehr.pdf
- Lang, A. (1995). Defining audio/video redundancy from a limited-capacity information processing perspective. *Communication Research*, 22(1), 86–115. <https://doi.org/10.1177%2F009365095022001004>
- Lanza, J. (2004). *Elevator music: A surreal History of Muzak, Easy Listening, and Other Moodsong*. Michigan: The University of Michigan Press.
- Lichtenstein, R., Smith, D. C., Ambrose, J. L. & Moody, L. A. (2012). Headphone use and pedestrian injury and death in the United States: 2004-2011. *Injury Prevention*, 18(5), 287–290. <http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2011-040161>
- Nantais, K. & Schellenberg, E. (1999). The Mozart Effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10(4), 370–373. <https://doi.org/10.1111%2F1467-9280.00170>
- Netschool Redaktion. (2015). Denken, Lernen, Selbstlernen. Abgerufen von www.netschool.de/ler/lerzit19.htm

- Nowosielski, R. J., Trick, L. M. & Toxopeus, R. (2018). Good distractions: Testing the effects of listening to an audiobook on driving performance in simple and complex road environments. *Accident Analysis and Prevention*, *111*, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.033>
- Pandey, D., Saroshe, S., Dixit, S. & Sabde, Y. (2015). Estimation of prevalence of headphone usage during driving and awareness about their health hazards among medical undergraduates. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, *2*(2), 167–171. Abgerufen von <https://ijcmph.com/index.php/ijcmph/article/download/943/814>
- Paridon, H. & Springer, J. (2012). Effekte von Musik per Kopfhörer auf das Reaktionsverhalten bei unterschiedlichen Verkehrsgeräuschen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, *4*, 192–195. Abgerufen von <https://trid.trb.org/view/1245438>
- Paridon, H., Kaufmann, M. & Pälchen, A. (2010). Multitasking in realitätsnahen Situationen: Wirkungen auf Leistung und physiologische Parameter. In R. Trimpop, G. Gericke & J. Lau (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit* (S. 63–66). Kröning: Asanger.
- Peh, W. Y., Roberts, T. F. & Mooney, R. (2015). Imaging auditory representations of song and syllables in populations of sensorimotor neurons essential to vocal communication. *Journal of Neurosciences*, *35*(14), 5589–5606. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2308-14.2015>
- Perham, N. & Vizard, J. (2011). Can preference for background music mediate the irrelevant sound effect? *Applied Cognitive Psychology*, *25*(4), 625–631. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/acp.1731>
- Pinel, J. (1997). *Biopsychologie. Eine Einführung*. Berlin: Spektrum.

- Plichta, M. M., Gerdes, A. B., Alpers, G. W., Harnisch, W., Brill, S., Wieser, M. J. & Fallgatter, A. J. (2011). Auditory cortex activation is modulated by emotion: A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neuroimage*, 55(3), 1200–1207. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.01.011>
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L. & Ky, K. N. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Lett*; 185(1), 44–47. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(94\)11221-4](https://doi.org/10.1016/0304-3940(94)11221-4)
- Rebentisch, E., Plinkert, P., Bachmann, K. D., Ising, H. & Lehnert, G. (1999). Gehörschäden durch Freizeitlärm. *HNO*, 47, 236–248. <https://doi.org/10.1007/s001060050390>
- Reulecke, W. (1991). Konzentration als trivalente Performanzvariable - Theoretische Prämissen, Rastermodell und empirisches Umsetzungsbeispiel. In J. Janssen & E. Hahn (Hrsg.), *Konzentration und Leistung* (S. 63–73). Göttingen: Hogrefe.
- Ringe, C. (2005). *Audio Branding: Musik als Markenzeichen von Unternehmen*. Saarbrücken: VDM Dr. Müller.
- Rintelmann, W. F., Lindberg, R. F. & Smitley, E. K. (1971). Temporary threshold shift and recovery patterns from two types of rock and roll music presentation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 51(4), 1249–1255. <https://doi.org/10.1121/1.1912968>
- Rötter, G. & Rothe, S. (2012). Die musikalischen Präferenzen von LKW- Fahrern. Zielgruppenspezifische Musikauswahl und Einsatz von Musik in unterschiedlichen Verkehrssituationen. Abgerufen von <https://core.ac.uk/download/pdf/46911715.pdf>
- Rutkowski, G. (2002). *Extra-aurale Lärmwirkungen*. München: GRIN.

- Salamé, P. & Baddeley, A. D. (1981). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21(2), 150–164. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(82\)90521-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(82)90521-7)
- Schachl, H. (2002). *Das lernende Gehirn*. Linz: Pädagogische Akademie der Diözese.
- Schlittmeier, S. J., Hellbrück, J., Thaden, R. & Vorländer, M. (2008). The impact of background speech varying in intelligibility: Effects on cognitive performance and perceived disturbance. *Ergonomics*, 51(5), 719–736. <https://doi.org/10.1080/00140130701745925>
- Schwebel, D. C., Stavrinou, D., Byington, K. W., Davis, T., O'Neal, E. E. & de Jong D. (2012). Distraction and pedestrian safety: How talking on the phone, texting, and listening to music impact crossing the street. *Accident, Analysis & Prevention*, 45, 266–271. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.07.011>
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138, 32. <https://doi.org/10.1038/138032a0>
- Selye, H. (1950). Forty years of stress research: Principal remaining problems and misconceptions. *CMA Journal*, 115(1), 53–55. Abgerufen von <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1878603/>
- Selye, H. (1976). *Stress in health and disease*. London: Butterworths.
- Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sommer, M. (2019, 24. September). Pflicht-Sound für E-Autos- ab 2019 müssen Elektroautos zu hören sein. *Auto Motor Sport*. <https://www.auto-motor-und-sport.de/news/sound-fuer-elektroautos/>

Literaturverzeichnis

- Spitzer, M. (2003). *Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Stuttgart: Schattauer.
- Stabenow, K. (2013). *Arthur Schopenhauer: Schriften über Musik*. Hamburg: Severus.
- Statistisches Bundesamt. (2019). *Fachserie 8, Reihe 7, Verkehr, Verkehrsunfälle*.
Abgerufen von https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/verkehrsunfaelle-jahr-2080700187004.pdf?__blob=publicationFile
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Verkehrsunfälle: Unfälle von 18- 24-jährigen im Straßenverkehr 2018*. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-18-bis-24-jaehrigen-5462406187004.pdf?__blob=publicationFile
- Straßenverkehrs- Ordnung (StVO) vom 06.03.2013 (BGBl. I S.367), zuletzt geändert am 06.10.2017 (BGBl. I S.3549)
- Stavrinos, D., Pope, C. N., Shen, J. & Schwebel, D. C. (2018). Distracted walking, bicycling, and driving: Systematic review and meta-analysis of mobile technology and youth crash risk. *Child Development, 89*(1), 118–128. <https://doi.org/10.1111/cdev.12827>
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm -TA Lärm vom 26.08.1998, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,S.118.
- Thompson, L. L., Rivara, F. P., Ayyagari, R. C. & Ebel, B. E. (2013). Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: An observational study. *Injury Prevention, 19*(4), 232–237. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040601>

- Trappe, H. J. & Voigt, G. (2016). The cardiovascular effect of musical genres. *Deutsches Ärzteblatt International*, 113, 347–352. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0347>
- Traxel, W. & Wrede, G. (1959). Hautwiderstandsänderungen bei Musikdarbietungen. *Zeitschrift für Experimentelle & Angewandte Psychologie*, 6, 293–309.
- Treisman, A. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20(1), 12–16. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a070274>
- Useche, S. A., Alonso, F., Montoro, L. & Esteban, C. (2018). Distraction of cyclists: How does it influence their risky behaviors and traffic crashes? *PeerJ*, 6, e5616, <https://doi.org/10.7717/peerj.5616>
- Vollrath, M., Huemer, A. K., Nowak, P. & Pion, O. (2014). Ablenkung durch Informations- und Kommunikationssysteme. Abgerufen von https://udv.de/system/files_force/tx_udvpublications/fb_26_ablenkung.pdf?download=1
- Walkowiak, T. (1996). *Prinzipien der Wahrnehmung: Auditorische Systeme*. Heidelberg: Spektrum.
- Weihoven, V. M., Hegewald, J., Euler, U, Schlattmann, P., Zeeb, H. & Seidler, A. (2019). Aircraft noise and the risk of stroke - A systematic review and meta-analysis. *Deutsches Ärzteblatt International*, 116, 237–244. <https://dx.doi.org/10.3238%2Farztebl.2019.0237>
- Welford, A. T. (1952). The psychological refractory period and the timing of high-speed performance - A review and a theory. *British Journal of Psychology*, 43(1), 2–19. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1952.tb00322.x>

Literaturverzeichnis

- Wells, H. L., McClure, L. A., Porter, B. E. & Schwebel, D. C. (2018). Distracted pedestrian behavior on two urban college campuses. *Journal of Community Health, 43*(1), 96–102. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs10900-017-0392-x>
- World Health Organization. (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. Abgerufen von www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf
- Zenner, H. P., Struwe, V., Schuschke, G., Spreng, M., Stange, G., Plath, P., Babisch, W., Rebentisch, E., Plinkert, P., Bachmann, K. D., Ising, H. & Lehnert, G. (1999). Gehörschäden durch Freizeitlärm. *HNO, 47*, 236-248. <https://doi.org/10.1007/s001060050390>
- Zimbardo, P. G. (1995). *Psychologie*. New York: Springer.

Anhang

Anhang



Universitätsmedizin Berlin

Institut für Arbeitsmedizin

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

vielen Dank, dass Sie bereit sind, an unserem Test teilzunehmen.

Ihre Testergebnisse werden anonymisiert und nur von wissenschaftlichen Institutsmitarbeitern der Charité ausgewertet. Es wird versichert, dass die erhobenen Daten nur in zusammengefasster Form an Dritte weitergegeben werden.

Was Sie zur Beantwortung der Fragen wissen sollten:

- Bei Frage 2 gehen Sie wie folgt vor: (Bsp. 27 Jahre)
○ ○ Ø ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Ø ○ ○
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
- Mehrfachnennungen sind bei einigen Fragen möglich.

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Allgemeiner Fragebogenteil

1. Geschlecht:

männlich

weiblich

2. Alter:

<input type="radio"/>									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

3. Was ist Ihr höchster erreichter Bildungsgrad/Schulabschluss?

Hauptschule

Realschule

Ausbildungsberuf

Abitur

Bachelor

Master/Diplom/Magister

Sonstige, bitte angeben:

Anhang

7. Wie viele Kilometer pro Woche legen Sie durchschnittlich im Straßenverkehr (Wege zur Arbeit/Studium/Schule/privat) zurück?

- 0 20 40 60 80 100 120 140 160 > 180 km

8. Welche Verkehrsmittel benutzen Sie dabei am häufigsten?

- zu Fuß
- Fahrrad
- Moped/Motorrad
- Auto
- Bus/Tram
- S- oder U-Bahn
- Zug

9. Nutzen Sie tragbare Medien (mit Kopfhörern) im Straßenverkehr?

- ja
- nein

Anhang

10. Wenn ja, wie häufig nutzen Sie diese, wenn Sie unterwegs sind (Antwort in Prozent angeben)?

- 0 10 20 30 40 50 60 70 80 > 80 %

11. Was hören Sie während der Nutzung am häufigsten?

- Radio
- eigene Musik (MP3)
- Hörspiele

12. Welche Musikrichtung hören Sie im Straßenverkehr am häufigsten?

- Klassik
- Jazz & Blues
- Techno & House
- Hip-Hop & Rap
- Folklore & Weltmusik
- Reggae & Dub
- Hardcore & Punk
- Heavy Metal & Rock

Anhang

Alternative

13. Mit welcher durchschnittlichen Lautstärke hören Sie dabei etwa?

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
sehr leise mittel sehr laut

Zusatzfragebogen Musikgruppe

14. Wie empfanden Sie die während des Tests dargebotene Musik?

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
angenehm mittel sehr unangenehm

15. Wie viel Prozent der dargebotenen Lieder kannten Sie bereits oder haben Sie schon mehrfach gehört?

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
0 10 20 30 40 50 60 70 80 > 80 %

16. Nennen Sie ein Lied, das während des Tests gespielt wurde:

Love me do

Help!

Drive my car

Anhang

- Paperback writer
- A hard day's night
- Yesterday
- Michelle
- Can't buy me love
- weiß nicht

17. Haben Sie während des Tests auf Inhalte geachtet?

- ja, sehr genau
- eher weniger
- überhaupt nicht

18. Glauben Sie, dass Ihr Verhalten / Ihre Reaktion sich wesentlich unterscheiden würde, wenn Sie ohne auditive Beeinflussung (Musik/Hörspielkrimi) am Straßenverkehr teilnehmen würden?

- | | | | | | | | | | |
|------------|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| sehr leise | | | mittel | | | | sehr stark | | |

Anhang

17. Wie ermordete die Agentin ihr erstes Opfer?

- Erdrosseln in der Dusche
- Schuss durch einen Türspion
- Erschlagen aus dem Hinterhalt
- Überfahren mit dem Auto
- Ertränken im Fluss
- weiß nicht

18. Welches Auto fährt die Agentin Sophia Buchnell?

- roter Dodge Viper
- schwarzer Ford Mustang
- dunkelblauer Nissan-Geländewagen
- heller Cadillac
- grauer DeLorean
- weiß nicht

Anhang

19. Wodurch verlieren 2 Personen im Untergrund der alten Metro ihr Augenlicht?

- Gewehrschüsse
- flüssiger Stickstoff
- Wasserstrahlen
- Blenden durch verbrennendes Magnesium
- ätzende Säure
- weiß nicht

20. Wie heißt das Volk der im Hörspiel erwähnten sibirischen Nomaden?

- Samen
- Inuit
- Maya
- Nenzen
- Sorben
- weiß nicht

Anhang

21. Wie heißt die international kooperierende Organisation im Hörspiel?

O N Y A W

O

N

Y

A

W

weiß nicht

22. Glauben Sie, dass Ihr Verhalten / Ihre Reaktion sich wesentlich unterscheiden würde, wenn Sie ohne auditive Beeinflussung (Musik/Hörspielkrimi) am Straßenverkehr teilnehmen würden?

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
sehr leise mittel sehr stark

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Wolfgang Welz, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen/ The influence of different auditory stimuli on attention and responsiveness in road traffic in simulated traffic situations“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 1:

Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. The Influence of Different Auditory Stimuli on Attentiveness and Responsiveness in Road Traffic in Simulated Traffic Situations. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, Volume 17, Issue 24, 9226.

- substantielle Mitwirkung an der Erhebung, Auswertung und Diskussion der vorliegenden Daten
- zusammenfassende Darstellung der Methodik, Ergebnisse und Diskussion
- tabellarische Zusammenfassung der Methodik in Tabelle 2 auf Grundlage des Manuals zum Wiener Testsystem
- selbständige Erstellung der Grafiken 4. bis 7. aus den statistischen Daten

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 2:

Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. Wirkung von auditiven Reizen auf das Reaktionsverhalten im Straßenverkehr bei gleichzeitiger Zunahme der Elektromobilität. DGAUM Jahrestagung München 04.09.2020.

- Präsentation der selbst erhobenen Daten im Rahmen eines online- Vortrages
- Darstellung wesentlicher Punkte der Einleitung, Methodik, Ergebnisse in einer Power Point Präsentation
- Erstellung und Präsentation der Abbildung 21 aus der Monografie mit Hilfe des SPSS Programmes
- gekürzte Darstellung von Schlussfolgerungen und Ausblicken aus der Monografie

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 3:

Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. ZVS – Zeitschrift für Verkehrssicherheit. Kirschbaum Verlag Bonn 2017; 2(99).

- Ausarbeitung einer gekürzten Ergebnispräsentation der selbständig erhobenen Daten aus der Monografie
- in einer begleitenden Poster- Präsentation werden selbst erstellte Grafiken dargestellt

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Eidesstattliche Versicherung

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 4:

Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety 2017; 54(5): Sup III-18.

- wesentliche Beteiligung an der Ausarbeitung des Abstracts
- eigenständige Darstellung von Einleitung, Forschungsfrage, Methodik, Ergebnissen und Diskussion

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Eidesstattliche Versicherung

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 5:

Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety 2016; 53(5): Sup III-22.

- Einbringen neuer Studienergebnisse in die Diskussion
- eigenständige Präsentation der eigenständig erhobenen Daten und Ergebnisse
- Poster-Diskussion anhand selbstgestalteter Grafiken aus der Monografie

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Eidesstattliche Versicherung

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 6:

Welz W, Preuß G. Wechselwirkungen zwischen Hörspieldarbietung und Straßenverkehrssituation. Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior 2014; 51(5): Sup II-34.

- Hauptanteil an der Gestaltung und Ausarbeitung des Abstracts
- Erstellung und Präsentation des korrespondierenden Posters

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Eidesstattliche Versicherung

Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen

Publikation 7:

Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior 2013; 50(5): Sup II-17–18.

- erstmalige Darstellung der selbständig erhobenen Daten und Diskussion der Ergebnisse aus der Monografie
- eigenständige Präsentation im Rahmen einer Postersitzung
- maßgebliche Mitgestaltung des Abstracts

Datum, Unterschrift des Doktoranden

Tabellarischer Lebenslauf

Tabellarischer Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Tabellarischer Lebenslauf

Publikationsliste

- Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. The Influence of Different Auditory Stimuli on Attentiveness and Responsiveness in Road Traffic in Simulated Traffic Situations. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, Volume 17, Issue 24, 9226.
- Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. Wirkung von auditiven Reizen auf das Reaktionsverhalten im Straßenverkehr bei gleichzeitiger Zunahme der Elektromobilität. DGAUM Jahrestagung München 04.09.2020.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. *ZVS – Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. Kirschbaum Verlag Bonn 2017; 2(99).
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety* 2017; 54(5): Sup III-18.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs, Behavior and Traffic Safety* 2016; 53(5): Sup III-22.
- Welz W, Preuß G. Wechselwirkungen zwischen Hörspieldarbietung und Straßenverkehrssituation. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior* 2014; 51(5): Sup II-34.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. *Blutalkohol – Alcohol, Drugs and Behavior* 2013; 50(5): Sup II-17–18.

Posterbeiträge

- Welz W, Voelter-Mahlknecht S, Große-Siestrup C, Preuss G. Wirkung von auditiven Reizen auf das Reaktionsverhalten im Straßenverkehr bei gleichzeitiger Zunahme der Elektromobilität. DGAUM Jahrestagung München, 04.09.2020.
- Welz W, Große-Siestrup C, Fischer A, Preuss G. Posterbeitrag P06: Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. 13. Gemeinsames Symposium Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. (DGVP) und Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. (DGVM), 06.–07.10.2017 in Leipzig.
- Welz W, Große-Siestrup C, Preuss G. Posterbeitrag P06: Der Einfluss unterschiedlicher auditiver Reize auf die Aufmerksamkeit und das Reaktionsvermögen im Straßenverkehr in simulierten Verkehrssituationen. 12. Gemeinsames Symposium Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. (DGVP) und Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. (DGVM), 30.09.–01.10.2016 in Rostock.
- Welz W, Preuss G. Posterbeitrag P23: Wechselwirkungen zwischen Hörspieldarbietung und Straßenverkehrssituationen. 10. Gemeinsames Symposium Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. (DGVP) und Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. (DGVM), 05.–06.09.2014 in München.
- Welz W, Große-Siestrup C, Preuss G. Posterbeitrag P04: Auswirkungen auditiver Reize auf die Konzentrationsfähigkeit in simulierten Straßenverkehrssituationen. 9. Gemeinsames Symposium Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e.V. (DGVP) und Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin e.V. (DGVM), 27.–28.09.2013 in Heringsdorf/Usedom.

Danksagung

Danksagung

Allen voran möchte ich Frau Dr. med. Preuss für die freundliche Übernahme der Betreuung meiner Arbeit danken. Sie hat zu jedem Zeitpunkt ein offenes Ohr für Fragen und Probleme gehabt und mich bis zur Fertigstellung motivierend unterstützt.

Auch Herrn PD Dr. med. Große-Siestrup möchte ich danken für die formelle Übernahme der Betreuung und die Zeit für beratende Gespräche.

Weiterhin gilt mein großer Dank Frau Professor Völter-Mahlknecht, die die Arbeit bis zur Einreichung weiter betreut hat. Frau Pohrt möchte ich für die Unterstützung bei der Statistik danken.

Besonders am Herzen liegt mir der Dank an Frau Kölzow, der ‚gute Seele‘ des Institutes. Sie hat nicht nur organisatorisch vieles möglich gemacht, sondern bei so manchen Kaffee-Gesprächen im Institut aus ihrem langen Erfahrungsschatz mit vielen Doktoranden berichtet und mir dabei stetig Mut zum Durchhalten gemacht.

Einen großen Dank möchte ich an meine Familie richten.

Hier möchte ich meinen verstorbenen Vater nennen, der mir selbst ein großes Vorbild war und ist. Er hat den Großteil meiner Studien zur Dissertationsschrift noch miterlebt und war stolz auf jeden kleinen Fortschritt, den es zu berichten gab. Ihm widme ich den Abschluss der Arbeit. Meine Mutter und auch mein Bruder verfolgten stets interessiert den Werdegang der Dissertationsschrift. Ihnen beiden möchte ich Dank sagen für die mentale Unterstützung.

Den abschließenden besonderen Dank soll meine Frau bekommen. Sie ist diejenige, die mich stetig motiviert hat und in entbehnungsreicher Zeit mein beruhigender Partner war, auch wenn die Nerven mal wieder blank lagen. Ihr danke ich für ihre liebevolle, humorvolle und wertschätzende Art und Weise.