



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Einfluss von Umweltlärm moderater Intensität auf kognitive
Leistung und kardiovaskuläre Reaktion“

verfasst von / submitted by

Katja Rosa Frasz

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Psychologie

Betreut von / Supervisor:

A.o. Uni. - Prof. Dr. Michael Trimmel

Inhalt

Inhalt	2
1. PROBLEMSTELLUNG	1
1.1 Schall und Lärm	2
1.2 Lärmwirkung	5
1.3 Physiologische Lärmreaktionen	6
1.3.1 Herzschlagfrequenzvariabilität	8
1.3.2. Untersuchungen über den Einfluss von Lärm auf die Herzratenvariabilität	10
1.4. Psychologische Lärmwirkung	11
1.4.1 task switching Paradigma	13
1.4.2 Grammatical Reasoning Task	14
1.4.3 Untersuchungen über den Einfluss von Lärm auf kognitive Leistung	14
1.5. Lärm und individuelle Einflussfaktoren	16
1.5.1 Lärmempfindlichkeit	16
1.5.2 Untersuchungen zum Konstrukt Lärmempfindlichkeit und Lärm	17
1.6 Forschungsfragen	18
2. METHODEN	22
2.1 Stichprobe	22
2.2 Versuchsdesign	23
2.3 Untersuchungsmaterialien	26
2.3.1 Demographischer Fragebogen	26
2.3.2 medilog® AR 12 Biogsignal Recorder	27
2.3.3 Handheld Pocket Computer, Palm Zire	28
2.3.4 Computergestützte Untersuchung kognitiver Informationsverarbeitung	28
2.3.5 Weinsteins Lärmempfindlichkeitsskala (WLES; deutsche Version Zimmer & Ellermeier, 1997)	31
2.3.6 Kurzfragebogen zur Lärmempfindlichkeit (LEF-K; Zimmer & Ellermeier, 1998b)	31
2.3.7 Noise Sensitivity Questionnaire (NoiSeQ; Schütte et al., 2007)	32
2.3.8 National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX; Hart & Staveland, 1988, Pfendler 1991) in ergänzter Version (M. Trimmel, 2015, in Vorbereitung)	32
2.3.9 Verein Deutscher Ingenieure (VDI; 2013) in ergänzter Version (M. Trimmel, 2015, in Vorbereitung)	33
2.4 Geräte	33
2.4.1 Computer	33
2.4.2 Kopfhörer und digitale Lärmdateien	34
2.5 Untersuchungsdurchführung	34
2.5.1 Untersuchungsablauf	35
3. ERGEBNISSE	37
3.1 Deskriptive Statistik	37
3.1.1 Auswertung der personenbezogenen Daten: Demographischer Fragebogen	37
3.1.2 Reliabilität der Instrumente	39
3.1.3 Korrelative Zusammenhänge zwischen den verwendeten Messinstrumenten	39
3.2 Inferenzstatistische Prüfung kardiovaskulärer Parameter	40
3.2.1 Prüfung des Verhaltens der HRV Parameter in Abhängigkeit zu Lärm, Aufgabenart und individueller Lärmempfindlichkeit	41
3.2.2 Untersuchung des Einflusses der Aufgabenart auf die einzelnen HRV Parameter	42
3.2.3 Prüfung des Parameters SDNN	43
3.2.4 Prüfung des frequenzbezogenen Parameters high frequency (HF)	44
3.2.5 Prüfung des frequenzbezogenen Parameters total power (TP)	45
3.2.6 Ergebnisse der Hypothesenprüfung: kardiovaskuläre Parameter	46
3.3 Inferenzstatistische Prüfung zur lexikalischen Enkodierung (LEX)	46
3.3.1 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema	48
3.3.2 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Switch	49

3.4.3 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekt: Schema und Switch	50
3.4.4 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekte: Schema, Switch, Lärm und Vorgabe	52
3.4.5 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit	55
3.4.6 Ergebnisse der Hypothesenprüfung zur lexikalischen Enkodierung	55
3.4 Inferenzstatistische Prüfung zur semantischen Enkodierung (SEM)	56
3.4.1 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Block	57
3.4.2 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema	58
3.4.3 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Switch	59
3.4.4 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekte	60
3.4.5 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit	64
3.4.6 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema und lem	65
3.4.7 Ergebnisse der Hypothesenprüfung zur semantischen Enkodierung	66
3.5 Inferenzstatistische Prüfung der subjektiven Belastung (NASA–TLX)	67
3.5.1 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen geistigen Anforderung durch die Aufgabe	68
3.5.2 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen körperlichen Anforderung durch die Aufgabe	70
3.5.3 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen zeitlichen Anforderung durch die Aufgabe	71
3.5.4 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Anstrengung durch die Aufgabe	73
3.5.5 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Leistung in der Aufgabe	75
3.5.6 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Frustration durch die Aufgabe	76
3.5.7 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Motivation zur Aufgabenbearbeitung	78
3.5.8 Ergebnisse der Hypothesenprüfung der subjektiven Beanspruchung durch die Aufgabe	79
3.6 Inferenzstatistische Prüfung der subjektiven Belästigung durch Lärm (VDI)	80
3.6.1 Wahrscheinlichkeit der Beendigung der Lärmdarbietung	82
3.6.2 Wahrgenommene Belästigung durch die Lärmpräsentation	84
3.6.3 Wahrgenommene Bedrohung durch die Lärmpräsentation	88
3.6.4 Wahrgenommene Gesamtbelästigung durch die Lärmpräsentation	91
3.6.5 Beurteilung der Zumutbarkeit der Belästigung durch das Geräusch	95
3.6.6 Einschätzung der möglichen Bedrohung durch das Geräusch	95
3.6.7 Ergebnisse der Hypothesenprüfung der subjektiven Belästigung durch die Lärmpräsentation	98
4. DISKUSSION	99
4.1 Interpretation	100
4.1.1 Zusammenhänge kardiovaskulärer Aktivität und Lärm moderater Intensität	100
4.1.2 Zusammenhänge kognitive Leistung und Lärm moderater Intensität: Lexikalische Enkodierung	102
4.1.3 Zusammenhänge subjektiver Aufgabenbelastung und Lärm moderater Intensität	106
4.1.4 Zusammenhänge subjektiver Belästigung und Lärm moderater Intensität	107
4.2 Zusammenfassungen der Ergebnisse	108
Zusammenfassung	109
Abstract	110
Literaturverzeichnis	112
ANHANG	119
Eidesstattliche Erklärung	131
Lebenslauf	132

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

Danksagung

Vorab möchte ich mich bei Univ. Prof. Dr. Michael Trimmel für die Zurverfügungstellung des interessanten und gesellschaftsrelevanten Themas bedanken.

Dank der engmaschigen Betreuung und den vielen Möglichkeiten, Probleme zu besprechen, war es möglich, die vorliegende Diplomarbeit und die zugrunde liegende Forschung in sehr kurzer Zeit zu vollbringen. Mein Dank gilt auch dem Studienassistenten Herrn Severin Maurer, der ebenfalls sehr geduldig und stets bemüht war, meine Fragen zu beantworten. Außerdem möchte ich mich noch bei Herrn Ing. Franz Strässler für die technische Unterstützung und Programmierung der verwendeten Programme bedanken. Und natürlich danke ich allen Probanden für ihre Teilnahme. Danke!

Ich möchte meiner Familie für ein Zuhause danken, in dem ich immer Unterstützung und Rückhalt erfahren habe, die immer mein Bestes im Sinn hatte und mich nie von etwas ab- oder zurückgehalten hat.

Danke an meine Freunde, die meine zweite Familie sind, danke für eure Unterstützung und euren Rückhalt, auch ihr habt immer nur mein Bestes im Sinn. Danke, dass euch nichts zurück hält wenn es darum geht, mich von etwas abzuhalten.

Simon, 5683.

„Es ist absolut unmöglich, irgendwo in der Stadt zu schlafen. Der unaufhörliche Verkehr von Wagen in den Nachbarstraßen genügt, um Tote aufzuwecken. Das Rumpeln der schweren Wagen raubt selbst einem tauben Mann den Schlaf.“

Alle Wege führen nach Rom, und genau diese Tatsache raubte bereits 60 – 140 n. Chr. dem römischen Satiriker Juvenal den Schlaf.

1. PROBLEMSTELLUNG

Die auf den ersten Blick antiquiert anmutenden Schlafprobleme des Satirikers haben erstaunlicherweise auch heute nicht an Aktualität verloren.

Sowohl öffentliche und private Haushalte wie Betriebe erwarten in ihrer Funktion als Konsument und/oder Produzent schnelle effiziente Herstellung und Verteilung von Gütern. Eine zentrale Rolle bei der Realisierung dieser Anforderungen, unserer Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft, nimmt das Thema Mobilität und die mit ihr einhergehenden Probleme einer ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Umsetzung ein. Im Jahr 2013 beförderten alle Eisenbahnunternehmen gesamt rund 274 Mio. Personen über Österreichs Schienenstrecken. Die insgesamt 231.177 auf österreichischen Flughäfen landenden und abfliegenden Flugzeuge transportierten rund 27 Mio. Passagiere, zudem wurden 2013 in Österreich 415.313 Kraftfahrzeuge neu zugelassen (Statistik Austria, 2014). Der aktuellen Mikrozensususerhebung, Umweltbedingung und Umweltverhalten zufolge geben 40% der über 15-jährigen Österreicherinnen und Österreicher an, sich in ihrer Wohnung durch Lärm belastet zu fühlen, für 62% der Befragten stellt Verkehrslärm die größte Lärmquelle dar (Statistik Austria, 2011). Neben dem subjektiv empfundenen Gefühl der Irritation und der Belästigung durch Lärm bzw. dem Belastetsein durch Lärm sind vor allem der Einfluss und die

Auswirkungen von Lärm auf den Organismus als maßgebliche Risikofaktoren für die Gesundheit zu werten. Die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO) bestimmt in der 2011 erschienenen „Burden of diseases of enviromental noise“ folgende mit Lärm in Verbindung stehende Effekte: kardiovaskuläre Erkrankungen, kognitive Einschränkungen, Schlafstörungen, Tinnitus und Belästigung.

Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind Untersuchungen zur Klärung der Fragestellung über den Einfluss von Umweltlärm moderater Intensität auf kognitive Leistung und kardiovaskuläre Parameter.

1.1 Schall und Lärm

Seit Anbeginn der Menschheit ist Lärm Hinweisreiz bevorstehender Gefahren, soll wachrütteln und signalisiert: „Gib Acht, sei auf der Hut.“ Etymologisch geht das Wort Lärm auf das italienische *all* ‘*arme* zurück, was so viel wie „zu den Waffen“ bedeutet. Die Kürzung aus *all* ‘*arme* ist Alarm. Während die Semantik des Begriffs Lärm schnell zu begreifen ist, sucht man vergebens nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten oder Regeln, denen das Konstrukt Lärm folgt.

Vom physikalischen Standpunkt aus betrachtet, stellt Lärm die objektiv messbare Größe Schall dar. Unter Schall versteht man Schwingungen von Luftmolekülen, die das auditive System stimulieren und so für den Menschen hörbar werden (Pinel, 2007). Die Häufigkeit (Frequenz), mit der eine Schallwelle in der Sekunde schwingt, wird in Hertz (Hz) angegeben. Regelmäßige Schwingungen einer Frequenz erzeugen einen (reinen) Ton, während unregelmäßige Frequenzen sich in einem Geräusch manifestieren. Der Hörbereich normal hörender Personen umfasst sehr tiefe Frequenzen (z.B. Donner) von ca. 20 Hertz bis zu sehr hohen Frequenzen (z.B. Vogelgezwitscher) von ca. 16.000 Hertz (Pinel, 2007).

Die Beurteilung über die Lautstärke von Schallereignissen ist subjektiv gefärbt, daher erfolgt die objektive Quantifizierung der Stärke durch die Messungen des Schalldruckpegels, welcher in der Maßeinheit Dezibel (dB) gemessen wird. Zur Bemessung, Festlegung und Beurteilung von Immissionsbelastungen durch Lärm sind errechen- und messbare Schallpegelwerte erforderlich (Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL), Nr. 6/Blatt 18), 2011).

Einen wichtigen Ausgangspunkt zur Bemessung etwaiger Immissionsbelastungen stellt der A-bewertete Schallpegel (Dezibel [dB (A)]) dar. Hierbei kommt Frequenzen, die im mittleren Hörbereich liegen, mehr Bedeutung zu, als jenen Frequenzen am Rande des Hörbereichs (Hellbrück & Kals, 2012). Schallpegel, die einer zeitlich (z.B. über mehrere Stunden) veränderlichen Schwankung unterliegen, werden durch den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel $L_{A, eq}$ beschrieben (ÖAL-Richtlinien, Nr. 6/Blatt 18, 2011; Lebensministerium, 2009). Demnach ist Lärm die Folge eines messbaren Schallereignisses. In der psychologischen Literatur wird Lärm häufig als „unerwünschter Schall“ definiert. In Erweiterung dazu schreibt Guski (1987, S.9): „Lärm kann als negativ empfundener Schall verstanden werden, der für die Betroffenen unerwünscht oder dazu geeignet ist, diese psychisch oder physisch zu beeinträchtigen“. Auch seitens der Gesetzgebung liegt keine begriffliche Definition vor. Jedoch gibt es Weisungen zu Umgang und Klassifikation von Schallpegelwerten. Der Gesetzgeber sieht analog zur Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, unter anderem, folgende Begriffsbestimmung vor:

- a) „Umgebungslärm“ unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusche im Freien, die durch Aktivitäten von Menschen verursacht werden, einschließlich des Lärms, der von Verkehrsmitteln, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr sowie Geländen für industrielle Tätigkeiten [...] ausgeht;

- b) „gesundheitsschädliche Auswirkungen“ negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen;
- c) „Belästigungen“ den Grad der Lärmbelästigung in der Umgebung, der mithilfe von Feldstudien festgestellt wird;
- d) „LärmindeX“ eine physikalische Größe für die Beschreibung des Umgebungslärms, der mit gesundheitsschädlichen Auswirkungen in Verbindung steht.
- e) „Dosis-Wirkung-Relation“ den Zusammenhang zwischen dem Wert eines LärmindeXes und einer gesundheitsschädlichen Auswirkung.

Ein Vergleich des wissenschaftlichen Ansatzes und der Rechtslage zum Thema Lärm zeigt, dass diese hinsichtlich Belästigung und Schädigung übereinstimmen. Lärm kann als Belastung, lästig oder störend wahrgenommen werden und kann schädigend auf den Organismus einwirken, die Beurteilung der Lärmquelle erfolgt mittels physikalischer Größen. Das Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (Arbeitnehmerinnenschutzgesetz – AschG) §22 Abs. 4 und §65 Abs. 1 bis 4 gibt daher einen gesetzlichen Rahmen zur Senkung des auf die Arbeitnehmer einwirkenden Lärms vor. So sind Arbeitgeber beispielsweise gefordert, den Arbeitsraum im Hinblick auf eine Verringerung der Lärmwirkung zu gestalten, aber auch die Zurverfügungstellung von Lärmschutzmitteln ist gesetzlich verankert.

Im Zuge der vorliegenden Studie soll die Wirkung von Umweltlärm moderater Intensität erforscht werden, im experimentellen Teil der Studie wurde Lärm mit einem Schalldruckpegel $L_{A,eq}$ 60 präsentiert, was der Lautstärke einer normalen Unterhaltung zweier Personen im Abstand von ca. 1m oder der alltäglichen Geräuschkulisse in einem Büroraum entspricht (ÖAL-Richtlinien Nr. 3/Blatt 2). Im Rahmen der Verordnung für Lärm und Vibration-VOLV, BGBl. II/NR. 22/2006 werden für Räume, in denen überwiegend geistige

Tätigkeiten ausgeführt werden, Grenzwerte mit $L_{A,r} = 50$ dB und für Räume mit einfachen Bürotätigkeiten oder vergleichbaren Tätigkeiten mit $L_{A,r} = 65$ dB empfohlen.

Auch die WHO spricht sich für ähnliche Pegelwerte aus. So werden zur Wahrung und zum vorbeugenden Schutz der Gesundheit tagsüber Maximalwerte $L_{A,eq}$ [55] und in der Nacht $L_{A,eq}$ [45] empfohlen. In Wohn- und Schlafräumen wird nachts zu max. $L_{A,eq}$ [30] geraten (WHO, 1999, Handbuch Umgebungslärm).

Nach Tomei (2010) lassen Lärmpegel unter 35dB (A) kein Gesundheitsrisiko erwarten, wobei Pegelwerte zwischen 35 und 65 dB (A) bereits den Schlaf-Wachrhythmus beeinflussen. Die Wahrscheinlichkeit, sich durch Lärm belästigt zu fühlen, erhöht sich ab Pegelintensitäten von 65 dB (A). Zwischen 85 und 115 dB (A) sind auditive und psychologische Effekte zu erwarten, bei Werten zwischen 116 und 130dB (A) zeigen sich Beeinträchtigungen des biologischen Funktionssystems. Schallintensitäten über 130 dB (A) führen rasch zu irreversiblen Schädigungen des auditiven Systems.

1.2 Lärmwirkung

Die Auswirkungen von Lärm zeigen sich in psychologischen, physiologischen, sozialen und ökonomischen Folgen (Guski, 1987). So sind Wertverluste durch verminderte Miet- und Kaufpreise lärmexponierter Immobilien und Liegenschaften sowie erhöhte Kosten für Instandsetzung und Instandhaltung etwaiger Lärmschutzmaßnahmen als ökonomische Folgen von Lärm zu nennen. Globaler betrachtet, belasten Hilfsmittel (z.B. Hörgeräte) und zur Linderung oder Heilung eingesetzte Heilmittel wie etwa Psychopharmaka zur Behandlung lärmbedingter Ein- und Durchschlafstörungen das gesamte Sozialsystem. Im sozialen Kontext zeigt sich Lärm als störender Faktor zwischenmenschlicher Interaktionen, der im weiteren Sinne durch die Modulation von Miet- und Kaufpreisen zu Segregationseffekten und zu einer Veränderung gesellschaftlicher Strukturen führen kann.

Aurale und extraaurale Lärmwirkungen

Ein Blick auf bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Lärmwirkungen zeigt Untersuchungsschwerpunkte zu auralen und extraauralen Lärmwirkungen.

Aurale Lärmwirkungen umfassen direkte auf das auditive System einwirkende Hörbeeinträchtigungen wie z.B. Tinnitus, Verlust der Hörempfindlichkeit, akutes Lärmtrauma nach einem Konzertbesuch oder als extreme Folge langjähriger Lärmexposition Lärmschwerhörigkeit (Kryter, 1985, zitiert nach Stansfeld, 2003; Rabinowitz, 2000).

Extraaurale Lärmwirkungen umfassen neben sozialen und ökonomischen Folgen auch psychologische (z.B. Belästigung, Ärger) und physiologische (z.B. Erhöhter Blutdruck, Schlafstörungen) Auswirkungen von Lärm (Babisch, 2003; Hellbrück & Kals, 2012).

1.3 Physiologische Lärmreaktionen

Die Forschung physiologischer Lärmwirkungen umfasst Lärm als Stressindikator, als Risikofaktor und die Untersuchung der auf chronische Lärmexposition zurückzuführenden Manifestation von Krankheiten (Babisch, 2002). Veränderungen des Blutdrucks und der Herzrate, erhöhte Konzentrationen von mit Stress in Verbindung stehenden Hormonen sowie erhöhte Hautleitpotenziale, konnten als durch lärminduzierte Stressreaktionen belegt werden (Babisch, 2003; Trimmel K., Schätzer, Trimmel M, 2014; van Kempen et al., 2002). Zudem konnte in zahlreichen Studien chronische Lärmexposition als Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen, wie Bluthochdruck (Hypertonie) und Arteriosklerose ausgemacht werden (Babisch et al., 2001; Chang et al., 2003; Ising & Kruppa 2001; Lusk et al., 2002).

Temporäre oder permanente Beeinträchtigungen des Hörvermögens, Schlafstörungen, oder die Einnahme von blutdrucksenkenden Medikamenten infolge chronischer Lärmexposition sind als manifestierte beeinträchtigende Wirkung von Lärm zu verstehen (Canlon et al., 1988; Maschke & Hecht, 2004). Als psychosozialer Stressor aktiviert Lärm das

sympathische und endokrine System und gilt als Faktor für biochemische, physiologische und psychosoziale Veränderungen (Babisch, 2002, Health Council of the Netherlands, 1994).

Was im Körper passiert, *wenn uns etwas zu Ohren kommt*, sei im Folgenden erklärt.

Das Nervensystem als übergeordnete Schalt- und Kommunikationszentrale ist verantwortlich, wie der Organismus auf einwirkende Umweltinformationen reagiert. Treffen akustische Sinneseindrücke (Schallwellen) *einen Nerv* (Hörnerv, 8. Hirnnerv, *Nervus vestibulocochlearis*), werden diese sensorischen Signale zum zentralen Nervensystem weiter getragen und im auditorischen Cortex in nervöse Erregungen umgewandelt, wo sie als Impulsgeber der weiteren Verarbeitung dienen und als motorische Signale an die Organe weitergeleitet werden. Das vegetative Nervensystem, das wichtige Vitalfunktionen wie das Respiratorische System, Metabolismus, Verdauung und Herzschlagfrequenz kontrolliert, agiert komplett autonom und kann nicht willentlich beeinflusst werden.

Innerhalb des autonomen Nervensystems werden zwei Arten von Nerven unterschieden: sympathische und parasympathische Nerven. Das Parasympathische Nervensystem, dessen Aktivität größtenteils durch den *Nervus Vagus* reguliert wird, hält die Aufgabe der Konservierung von Energiereserven, Regeneration und Verdauung inne (*rest and digest*). Im Sympathischen Teilsystem (*fight or flight*) werden Umweltreize wie z.B. ein lautes Geräusch als motorische Signale an Lunge, Auge, Magen-Darm-Trakt und Skelettmuskeln wie sie an Armen, Beinen und im Herzen zu finden sind, weitergeleitet (Pinel, 2007).

In Situationen des sympathischen und endokrinen Arousals ist die Konzentration von Stresshormonen im Blut erhöht (Babisch, 2003). Die Freisetzung von mit Stress in Verbindung stehenden Hormonen (Katecholamine, Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin und Cortisol) führt zu erhöhter Wachheit (Vigilität), gesteigerter Aufmerksamkeit, erhöhter Herz- und Atemfrequenz. Selbst im Schlaf werden Geräusche wie Verkehrslärm als Gefahr eingestuft und

mit der Freisetzung von Stresshormonen beantwortet (Babisch, 2003, Ising & Kruppa, 2001). Anders als in „realen“ Stresssituationen kann die durch den Lärm indizierte Stressreaktion nicht in adäquater Weise abgebaut werden und verursacht dadurch Störungen in neurovegetativen und hormonellen Prozessen. Die daraus resultierenden Veränderungen wichtiger Herz-Kreislaufparameter wie Blutdruck und Herzschlagfrequenz gelten als Risikofaktoren für Kardiovaskuläre Erkrankungen (Ising & Kruppa, 2001).

Der in der Psychophysiologie häufig herangezogene Indikator zur Abbildung kardiovaskulären Geschehens ist die Herz(schlag)frequenz (Gramann & Schandry, 2009). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde zur Hypothesenprüfung über die physiologische Lärmwirkung auf den Parameter Herzfrequenzvariabilität zurückgegriffen.

1.3.1 Herzschlagfrequenzvariabilität

Das im Zentrum des Herz-Kreislauf-Systems stehende Herzstück eines gesunden Erwachsenen schlägt im Ruhezustand zwischen 50-80 Mal pro Minute und wird durch das autonome Nervensystem reguliert. Durch die Anpassung an individuelle physiologische und psychologische Belastungen und Anforderungen unterliegt die Herzfrequenz Schwankungen (Gramann & Schandry, 2009). Schwankungen zwischen den einzelnen Herz(schlag)frequenzen werden als Herzfrequenzvariabilität (HFV, englisch HRV) bezeichnet. Es spiegelt somit den allgemeinen Zustand des autonomen Nervensystems und der Anpassungsfähigkeit des Herzens wider (Acharya et al., 2006). Die heutige allgemeine Auffassung zur Erfassung, Klassifikation und Auswertung der Herzratenvariabilität und deren Analyse basiert auf der 1996 publizierten „Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology“ (Hoyer, 2009).

Als nicht invasive, diagnostisch leicht zugängliche Messgröße, erlaubt die HRV innerhalb des autonomen Nervensystems eine differenzierte Abbildung der Vagus- bzw. Sympathikusaktivität (Task Force, 1996). Die klinische Bedeutung der HRV-Analyse ist weit

gestreut, so kommt sie als Indikator für bestehende Erkrankungen oder im Rahmen der Diagnose diabetischer, neuropathischer Prozesse zum Einsatz, häufig findet sie aber auch im Zuge der Prognose chronischer Herzinsuffizienz oder nach einem Myokardinfarkt Anwendung. Als leistungsdagnostisches Instrument kommt die HRV Analyse in der sportmedizinischen Betreuung von Ausdauersportlern oder in leistungsorientierten Trainings zum Einsatz (Task Force, 1996).

Die diagnostische Erfassung erfolgt durch die Ableitung eines Elektrokardiogramms (EKG), die Dauer der Ableitung kann variieren, für Kurzzeitableitungen spricht sich die Task Force (1996) für die Erfassung von 5 Minuten-Intervallen aus, für Langzeitableitungen haben sich Aufzeichnungen mit einer Dauer von 24 h etabliert.

Die wichtigste Kennziffer zur Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität ist die Intervallabfolge zwischen zwei normalen Herzschlägen (*Normal (beat)-to-Normal (beat)*; NN) (Hoyer, 2009). Die Auswertung dieser Intervallabfolgen kann über eine zeitbezogene Messung oder durch die Anwendung mathematisch-physikalischer Verfahren zur Analyse der Frequenzen erfolgen. Zur Erfassung der schnellen Herzfrequenzrhythmen wird im Rahmen der Frequenzanalyse die gesamte Messreihe in 5 Minuten-Intervallen betrachtet. Für jedes dieser Intervalle wird mittels *Fast Fourier Transformation* (FFT) eine Berechnung des Leistungsspektrums und die Leistung verschiedener Frequenzbänder bestimmt (Task Force, 1996; Löllgen 1999; Hoyer, 2009). Die Messung der Frequenz erfolgt in Millisekunden (ms) und umfasst die Komponenten *very low frequency* (VLF) mit dem Frequenzbereich 0,000-0,04 Hz, *low frequency* (LF) im Frequenzbereich zwischen 0,04 und 0,15 Hz und *high frequency* (HF) mit Werten zwischen 0,15 und 0,4 Hz. Hohe Frequenzanteile (HF) werden dem Vagus System zugeordnet, während ein Frequenzspektrum im niederfrequenten Bereich (LF und VLF) der Beeinflussung beider Systeme unterliegt. Die Summe aller Frequenzbereiche wird durch den Parameter *total power* (TP) dargestellt, der die Varianz aller NN-Intervalle abbildet

und in 24 h Ableitungen hoch mit dem Parameter SDNN korreliert. Mit einer sympathischen Aktivierung geht eine Senkung des Parameters *total power* einher, während eine vagale Aktivierung zu einem Anstieg der *total power* (TP) führt. Der Index LF/HF-Rate beschreibt die sympatho-vagale Balance als Verhältnis, in welchem beide Systeme miteinander interagieren. Die Bedeutung des Parameters ist umstritten, da der Index LF nicht eindeutig und ausschließlich als Abbildung sympathischer Aktivität zu verstehen ist (Task Force, 1996). Im Rahmen der Hypothesenprüfung erfolgt eine Analyse anhand den der zeitbezogenen Messung entnommenen Parametern; SDNN, der als zyklische Komponente, die Standardabweichungen aller NN-Intervalle über die gesamte Aufzeichnungsdauer abbildet und Indizes der Kennwertgruppe pNNxx, welche den Prozentsatz der Intervalle beschreiben, die eine Mindestabweichung von xx ms zum vorigen Intervall aufweisen. Nach Trimmel (2010) bildet der Parameter pNN10 im Vergleich zum Parameter pNN50 und den frequenzbezogenen Indizes HF, LF, LF/HF Ratio und dem Parameter *total power* bereits kleinste Veränderungen der HRV ab, daher wurden die Parameter pNN10, pNN25, pNN50 sowie der Parameter SDNN als zeitbezogene Parameter für die Analysen berücksichtigt. Aus dem Frequenzbereich wurden die Parameter HF, LF, TP und LF/HF Ration untersucht.

1.3.2. Untersuchungen über den Einfluss von Lärm auf die Herzratenvariabilität

In einer Untersuchung von Björ und Kollegen (2007) über den Einfluss von Vibrationen und Lärm auf die Herzratenvariabilität konnte ein Anstieg der *total power* (TP), was einem Anstieg in allen Frequenzbereichen (VLF, LF, und HF) entspricht, nachgewiesen werden. In der Lärmbedingung erfolgte die Präsentation von weißem Rauschen mit einer Pegelintensität von 85 dB (A). Innerhalb einer experimentellen Studie von Kristiansen et al. (2009) wurde die Geräuschkulisse eines Großraumbüros simuliert und der Einfluss auf die HRV untersucht. Die untersuchten Pegelintensitäten von 65 dB (A) und 83 dB (A) zeigen keine Effekte auf die Herzratenvariabilität.

Lee und Kollegen (2010) untersuchten ebenfalls den Einfluss von weißem Rauschen auf die Herzratenvariabilität. Die Ausgabe der Lärmstimuli erfolgte in Pegelintensitäten zwischen 50 und 80 dB (A). Die Studie lieferte Beleg über Anstiege der HRV Parameter, LF und des LF/HF Ratios. Innerhalb einer Untersuchung von Kraus et al. (2013), über den Einfluss von alltäglichen Geräuschen auf die HRV, zeigten sich sowohl während der Lärmpräsentation mit Pegeln unter 65 dB (A) als auch Pegelintensitäten über 65 dB (A) erhöhte Herzfrequenzraten und eine Erhöhung des LF/HF Ratios. Zudem zeigt sich, dass bei Pegelwerten unter 65 dB (A) eine Erhöhung der Pegelintensität um 5 dB (A) zu ansteigenden SDNN-Werten führt. Bei Pegelwerten über 65 dB (A) führte eine Erhöhung der Lärmintensität zu einer geringfügigen Senkung der SDNN-Werten. Pegelwerte unter 65 dB (A) führten zu herabgesetzten LF und HF Werten, wobei bei Pegeln über 65 dB (A) mit der Erhöhung der Pegelintensität ein Anstieg der LF und HF Werten einherging.

Eine Studie von Sim und Kollegen (2015) untersuchte den Einfluss verschiedener Lärmarten auf die Herzratenvariabilität. In den verschiedenen Versuchsgruppen wurden Hintergrundgeräusche (35 dB (A)), Verkehrslärm, sprachbezogener Lärm oder eine gemischte Bedingung (Verkehrslärm und sprachbezogener Lärm) jeweils mit der Pegelintensität von 45 dB (A) präsentiert. In den Teilnehmern der Versuchsgruppe, in der sprachbezogener Lärm dargeboten wurde, konnten verringerte LF Raten nachgewiesen werden.

1.4. Psychologische Lärmwirkung

Beim Verrichten geistiger Tätigkeiten zieht selbst ein tropfender Wasserhahn unsere Aufmerksamkeit auf sich und stört unsere Konzentration. Es folgt die Ablenkung der Aufmerksamkeit, weg von der aktuellen Aufgabe, hin zum irrelevanten Lärmstimulus (Szalma & Hancock, 2011). Innerhalb von Lärmwirkungseffekten kommt Aufmerksamkeit, die Rolle eines vermittelnden Mechanismus, zu (Trimmel, 2010). Vom kognitionspsychologischen Standpunkt aus betrachtet, können Beeinträchtigungen durch Lärm zu verringerten

arithmetischen Kompetenzen, Defiziten des Leseverständnisses und zu verminderten Leistungen bei Aufgaben, die Prozesse der seriellen Informationsverarbeitung erfordern, führen (Jahncke et al., 2011). Nicht jede Art von Lärm führt im gleichen Ausmaß zu Beeinträchtigungen. Sprachbezogener Lärm (*speech noise*), z.B. gesprochene Sprache oder Vokalmusik, übt auf kognitive Leistungen einen größeren Einfluss als sprachfreier Lärm, wie beispielsweise Instrumentalmusik, aus (Hoffmann & von Lüpke, 1986). Beeinträchtigungen, die auf sprachbezogenen Hintergrundsall zurückzuführen sind, gehen auf ein von Colle und Welsh (1976) beschriebenes Phänomen zurück und sind heute gemeinhin als *Irrelevant Speech-Effekte* bekannt.

Besonders häufig werden Prozesse des Arbeitsgedächtnisses durch Hintergrundsall beeinträchtigt (Hellbrück & Fischer, 1999). Allgemein wird in der Kognitionspsychologie unter Arbeitsgedächtnis ein System zur Verwaltung, Erhaltung und Verarbeitung von Informationen verstanden (Baddeley, 2002). Aufgabe des Arbeitsgedächtnisses ist es, Informationen (mentale Repräsentationen) festzuhalten und miteinander in Verbindung zu setzen. Für kognitive Prozesse wie Lernen, Schlussfolgern oder dem Verstehen von komplexen Zusammenhängen ist das Verknüpfen von Informationen überaus bedeutsam. Darüber hinaus ist das Arbeitsgedächtnis in jeden Schritt involviert, der willentlich getroffen wird (Logan, 2004). Um unsere Aufmerksamkeit, trotz konkurrierender Umweltreize, willentlich zu steuern und flexibel zwischen zwei Aufgaben zu wechseln, sind höhere kognitive Kontrollprozesse erforderlich, die unter dem Begriff *exekutive Funktionen* subsumiert werden.

Um die Funktionsweise und dahinterliegende Prozesse besser verstehen zu können, ist es notwendig, Forschung anzustreben, die diese Wirkweise untersucht. Eine Methode zur Erforschung kognitiver Prozesse und Strukturen, die der Aufmerksamkeitsverlagerung zugrunde liegen, ist das auf Jersild (1927) zurückgehende *task switching* Paradigma.

1.4.1 task switching Paradigma

In *task switching* Aufgaben werden Probanden instruiert, zwischen verschiedenen simplen mentalen *mindsets* zu wechseln. Häufig werden dabei Kategorisierungsaufgaben (gerade vs. ungerade Zahlen), Wortleseaufgaben oder Klassifizierungsaufgaben (Vokal oder Konsonant) eingesetzt (Kiesel et al., 2010).

Jersild (1927) hatte die Idee, die Reaktionszeiten, die für die Beantwortung einer Sequenz derselben Aufgaben produziert wurden, den Reaktionszeiten gegenüberzustellen, die durch eine abwechselnde Vorgabe der Aufgabe produziert wurden. Es zeigte sich, dass ein Aufgabenwechsel die Bearbeitungsgeschwindigkeit minderte und zu einem Rückgang der Genauigkeit führte. Wenn nach einer Serie an gleichen Items eine Aufgabe präsentiert wird, die einem anderen *mindset* entspricht, so geht dieser Wechsel mit einer verringerten Genauigkeit und Bearbeitungsgeschwindigkeit einher (*switch costs*). Rogers und Monsell (1995) konnten belegen, dass sich die Leistung nach einem Switch relativ rasch an die zuvor erbrachte Leistung annähert, die produzierte Reaktionszeit aber weiterhin zurückbleibt (*mixing costs*). Während Jersild (1927) in seiner Untersuchung eine Aufgabe in einem Block von Durchgängen variiert hat (*single-task-block*), variierte Rogers und Monsell Aufgaben mit sich wiederholenden und in sich wiederholenden Aufgabensequenzen nach dem Schema AAA BBB AAA (*mixed block*). Es konnte gezeigt werden, dass Probanden, denen Aufgaben in dieser Sequenz präsentiert wurden, höhere Reaktionszeiten produzierten.

Zur Untersuchung über die Zusammenhänge zwischen kognitionspsychologischer Informationsverarbeitung und Lärm wurden im Rahmen der Studie, Aufgaben zur lexikalischen und semantischen Enkodierung, dem *switch task* Paradigma, entsprechend vorgegeben. Die Präsentation des Aufgabenwechsels folgte dem *mixed block* Schema. Die experimentelle Realisierung zur lexikalischen Enkodierung erfolgt durch Klassifizierungsaufgabe nach *Vokal*

oder *Konsonant* und die Klassifizierung von Zahlen *größer* oder *kleiner* 5. (vgl. Abschnitt 2.3.4)

Die semantische Enkodierungsaufgabe basiert auf dem *grammatical reasoning task* (GRT).

1.4.2 Grammatical Reasoning Task

Der von Baddeley (1968) entwickelte *3-minutes-reasoning test* bildet die Grundlage für die vorgegebenen Aufgaben zur semantischen Enkodierung. Hierbei mussten die Probanden in einem *A-B Task* entscheiden, ob eine vorgegebene Buchstabenfolge „BA“ dem vorangegangenen Satz „*A follows B*“ entspricht (vgl. Abschnitt 2.3.4). Bei der Beantwortung der Problemstellung kommen dem Arbeitsgedächtnis drei Aufgaben zu. Nach visueller Wahrnehmung der Aufgabenstellung kommt es zum Festhalten der mentalen Repräsentation der beiden Buchstaben und der Beziehung zur Prämisse. Es folgt eine anschließende Enkodierung und Speicherung der mentalen Repräsentation und der Bereitstellung eines Arbeitsspeichers, der für die Beantwortung der Fragestellung erforderlich ist. Prämisse und das Statement über die logische Konsequenz werden verglichen und eine Entscheidung, ob die Ausführung richtig ist, wird getroffen. Die Präsentation der semantischen Enkodierungsaufgaben folgt dem *switch task* Schema.

1.4.3 Untersuchungen über den Einfluss von Lärm auf kognitive Leistung

Studien über die Auswirkungen von Fluglärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit von Kindern in fluglärmmexponierten Wohngebieten attestierten schlechtere Lese- und Gedächtnisleistungen (Hygge et al., 2002), zudem zeigten diese Kinder defizitäre arithmetische Kompetenzen (Haines et al., 2002). In einer experimentellen Studie von Gulian und Thomas (1986) über die Wirkung von Breitbandlärm reagierten die Probanden beim Bearbeiten arithmetischer Aufgaben in der Lärmbedingung (85dB (A)) mit verringerten Reaktionszeiten. Einer Studie von Hillier und Kollegen (2006) zufolge produzierten die Probanden unter der Präsentation von weißem Rauschen (90 dB (A)) weniger Lösungen und längere Reaktionszeiten. Trimmel und Pölzl (2006) fanden Belege, dass das Lösen von räumlich-visueller Aufmerksamkeitsaufgaben

durch Umweltlärm beeinflusst wird und zu verlängerten Reaktionszeiten führt. Eine experimentelle Studie von Ljungberg und Neely (2007) untersuchte den Einfluss von Lärm und Vibration auf physiologische Prozesse und das subjektive Stress-Erleben während der Bearbeitung eines *grammatical reasoning test (GRT)*. In der Lärmbedingung erfolgt die Präsentation von Geräuschen eines traktorähnlichen Fahrzeugs (78 dB (A)). Es zeigte sich, dass hinsichtlich der Leistung keine Unterschiede in den Reaktionszeiten gefunden werden konnten. Jedoch wurde in den Lärmbedingungen über eine größere Stressbelastung berichtet. In einer schwedischen Studie von Jahncke und Kollegen (2011) wurde die Geräuschkulisse eines Großraumbüros simuliert und in hohen und niedrigen Pegelintensitäten präsentiert (51 dB (A) und 39 dB (A)). Die Untersuchung umfasste die Bearbeitung von einfachen das Arbeitsgedächtnis betreffenden Aufgaben, Erholungsphasen, die Erhebung der physiologischen Stressbelastungen und die Bearbeitung eines Fragebogens über Motivation und Müdigkeit. In der Lärmbedingung mit hoher Intensität berichteten die Probanden über weniger Motivation, mehr Müdigkeit und zeigten schlechtere Leistungen in den Reproduktionsaufgaben. Trimmel M., Atzlsdorfer, Tupy und Trimmel K. (2012) konnten einen beeinträchtigenden Einfluss von Fluglärm auf die Reproduktionsfähigkeit von zuvor gelernten Texten nachweisen.

Einige Studien zur Erforschung des Einflusses von Lärm auf die kognitive Leistungsfähigkeit zeigten keine Effekte. Kjellberg und Sköldström(1991) untersuchten den Zusammenhang zwischen Belästigung und kognitiver Performance bei nicht auditiven Aufgaben. In der Studie wurden in drei unterschiedlichen Experimenten Geschicklichkeitsaufgaben, Korrekturleseaufgaben, simple Reaktionstests, *Stroop Test* und ein *grammatical Reasoning Test* vorgegeben. In den Lärmbedingungen wurde Breitbandlärm und *irrelevant speech noise* in unterschiedlichen Pegelintensitäten vorgegeben. Im Rahmen der Untersuchung konnten keine aufgabenspezifischen Effekte nachgewiesen werden. Trotz

intensiver Forschung konnten bisher noch keine eindeutigen Ergebnisse gefunden werden. Entsprechend einer Meta-Analyse von Szalma und Handcock (2011) kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass Lärm die kognitive Leistung mit geringer bis mittlerer Effektstärke senkt, wobei speziell Aufgaben, die sorgfältiges und genaues Arbeiten erfordern, betroffen sind.

1.5. Lärm und individuelle Einflussfaktoren

Wie Lärm wahrgenommen wird, entscheidet das Individuum. Personenbezogene Faktoren wie Alter, Geschlecht sowie situative Faktoren können jedoch einen moderierenden Einfluss auf die Bewertung ausüben. Die Verbindung zwischen Lärm und potenziellen Faktoren ist nicht linear und einfach zu erklären, Faktoren können einander beeinflussen. Langdon kam 1976 in einer Untersuchung zu Fluglärm im Großraum London zu ähnlichen Ergebnissen, es zeigte sich, dass Personen, die mit ihrer Wohnumgebung zufrieden waren, sich als weniger von Lärm belästigt beschrieben als jene Bewohner, die ihre Wohnumgebung als negativ einstufen. Guski (1987, S. 109) beschreibt Umfeld-Ästhetik als einen in die Lärmbewertung einwirkenden Faktor. Umweltfaktoren wie Infrastruktur, Grünflächen und Sauberkeit fanden im Rahmen der Lärmbeurteilung ebenfalls Berücksichtigung. Einer Metaanalyse von Job (1988) entsprechend spielen situative Faktoren in Bezug auf Lärmwirkung nur eine untergeordnete Rolle, Lärmempfindlichkeit und die Einstellung zur Lärmquelle gibt er als wichtige Moderatoren an.

1.5.1 Lärmempfindlichkeit

Die individuelle Lärmempfindlichkeit stellt nach Weinstein (1978) eine über die Zeit stabile Persönlichkeitseigenschaft dar. Shepherd und Kollegen (2010) definieren Lärmempfindlichkeit als urteilende, evaluierende Prädisposition gegenüber einer Geräuschwahrnehmung, die in keiner Beziehung zu akustischen Faktoren steht und unterstreichen somit die psychologische und kontextuelle Bedeutung des Faktors. Nach Stansfeld (1992, zitiert nach Shepherd et al. 2010) achten lärmempfindliche Personen eher auf

Lärm und neigen eher dazu, diesen negativ zu bewerten. Zudem zeigen sie stärkere emotionale Reaktionen und reagieren im Umgang mit Lärm mit weniger geeigneten Bewältigungsstrategien (*Coping*). Lärmempfindlichkeit ist nach dem Pegel der Lärmquelle der größte Prädiktor für Lärmbelästigung (Job, 1988; Zimmer & Ellermeier, 1999). Nach Koelega (1987, zitiert nach Guski, 1999) ist Belästigung eine negative Evaluierung der Umweltbedingungen und ein Konzept, das unter anderem mit Störung, Irritation und Disstress in Verbindung gebracht wird. Als mögliche Gründe für die Belästigung nennt Schönplflug (1981, zitiert nach Guski, 1999) körperliche Schädigung, Kontrollverlust, negative Bewertung der Lärmquelle und hohe Schallpegel. Nach Stansfeld (2003) wird Fluglärm während Gesprächen oder beim Verfolgen von sprachlichen Inhalten im TV oder Radio als besonders störend empfunden, in der Nacht geht die meiste Belästigung von Straßenlärm aus.

1.5.2 Untersuchungen zum Konstrukt Lärmempfindlichkeit und Lärm

Belojevic und Kollegen (1992) untersuchten unter Berücksichtigung des Konstrukts Lärmempfindlichkeit, den Einfluss von Lärm auf kognitive Leistung. In den Bedingungen wurde den Versuchspersonen Verkehrslärm (55 dB (A) und 75 dB (A)) präsentiert. Den Probanden wurden Aufgaben zu Aufmerksamkeit, räumliches Denken, Merkfähigkeit und Kopfrechnen vorgegeben. Lärmempfindliche Personen zeigten schlechtere Leistungen in den Aufgaben zu Merkfähigkeit und mentaler Arithmetik, zudem fühlten sie sich eher durch Lärm belastet als lärmunempfindliche Personen.

Die Teilnehmer der Ljungberg und Neely Studie (2007), als lärmempfindlich identifizierten Probanden, berichteten über eine deutlich höhere Stressbelastung als lärmunempfindliche Personen. Die subjektive, wahrgenommene Aufgabenschwierigkeit wurde in der Gruppe der lärmempfindlichen Personen höher eingeschätzt als in der Gruppe der lärmunempfindlichen Personen. Die Versuchspersonen der Kjellberg und Sköldström (1991)

Studie berichteten in den Lärmbedingungen mit den höheren Pegelintensitäten über einen höheren Grad an Belästigung und erlebten eine größere Belastung durch die Aufgabe.

Neben dem Einfluss auf das subjektive Stresserleben und die kognitive Leistungsfähigkeit zeigen sich auch Effekte auf die Gesundheit. In einer Studie von Fyhri und Klaeboe (2009), in der der Einfluss von Lärmbeschwerden und Lärmempfindlichkeit untersucht wurde, konnte ein Einfluss der berichteten Lärmempfindlichkeit auf physiologische Reaktionen nachgewiesen werden. Lärmempfindliche Personen berichteten häufiger über ein Stechen in der Brust und gaben eher an, an Hypertonie zu leiden.

1.6 Forschungsfragen

In Übereinstimmung mit den bisherigen Forschungsergebnissen kann gesagt werden, dass Lärm schädigend auf den Organismus einwirkt. Bisher konnten ausreichend Belege für eine das Hörsystem betreffende Schädigungswirkung von Lärm gefunden werden (Rabinowitz, 2000). Der Zusammenhang zwischen chronischer und akuter Lärmexposition und einer damit einhergehenden Vulnerabilität für kardiovaskuläre Erkrankungen kann aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse angenommen werden (Babisch et al., 2001). Die Wirkung von Lärm auf Kennwerte des kardiovaskulären Systems wie Blutdruck oder Herzrate sind ausreichend belegt (Carter et al., 2002; Health Council of the Netherlands, 1999). Das Health Council of the Netherlands sieht den Zusammenhang zwischen Umweltlärm (L_{Aeq} 70 dB) und Hypertonie sowie ischämischen Herzkrankheiten als ausreichend belegt an. Begründet durch den belegten Einfluss von Umweltlärm (L_{Aeq} 70 dB) auf das kardiovaskuläre System wurde für die experimentelle Lärmsimulation Fluglärm und fluglärm-energieäquivalentes weißes Rauschen in der Pegelintensität L_{Aeq} 60 dB vorgegeben.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde, um den Einfluss von Lärm auf Herz-Kreislaufreaktionen zu untersuchen, auf die diagnostisch leicht zugänglichen Prüfgrößen Herzraten und Herzratenvariabilität zurückgegriffen. Bisherige Ergebnisse der Untersuchung

über den Einfluss von Lärm auf die Herzratenvariabilität lieferten heterogene Befunde, sodass bisher keine monokausale Beurteilung der Ergebnisse zulässig ist.

Neben den physiologischen Lärmwirkungen, kann im Einklang mit der Literatur auch von ungünstigen Effekten auf psychologische Prozesse ausgegangen werden. Als kognitionspsychologische Wirkungen sind etwa verminderte Aufmerksamkeit durch Ablenkung, verminderte Konzentration, verringerte Reaktionszeiten und erhöhte Fehlerhäufigkeit zu nennen (Guilian & Thomas 1986; Trimmel 2010; Trimmel & Pölzl 2006). Kjellberg und Sköldström (1991) konnten in einer Studie, die unter anderem die Vorgabe von Aufmerksamkeitsaufgaben und Reaktionsaufgaben beinhaltete, keine kognitionsspezifischen Effekte finden. Ein Blick auf bisherige Forschungsergebnisse zeigt heterogene Befunde, so dass keine generelle Aussage getätigt werden kann und zur Beurteilung der Fragestellung weitere Variablen herangezogen werden müssen. So könnte beispielsweise die Persönlichkeitseigenschaft Lärmempfindlichkeit die Leistung beeinflussen.

In bisherigen Studien konnten bislang heterogene Befunde über einen Zusammenhang zwischen kognitiver Leistung und Lärmempfindlichkeit gefunden werden. Die Annahme über einen engen Zusammenhang zwischen der subjektiv empfundenen Lärmsituation, der daraus resultierenden Beurteilung und der selbstbeschriebenen Belästigung konnte auch statistisch bewiesen werden (Belojevic et al, 1992; Ljungberg & Neely, 2007). Nachstehende Tabelle I stellt alle experimentellen Studien dar, die bisher zur Erörterung des Kenntnisstands angeführt wurden.

Tabelle I. Übersicht der zur Erörterung der Problemstellung vorgestellten experimentellen Studien.

Verfasser	Stimulus Material/ Pegelintensität	Effekte
-----------	---------------------------------------	---------

Herzratenvariabilität

Björ et al. (2007)	Weißes Rauschen 85 dB (A)	Anstieg der Parameter VLF, LF und HF
Kraus et al. (2013)	Alltagsgeräusche < 65 dB (A), >65 dB (A) ± 5 dB (A)	Anstieg HR LF/HF Ratio
Kristinasen et al. (2009)	Bürogeräusche 65 dB (A), 83 dB (A)	keine Effekte auf die Herzratenvariabilität
Lee et al. (2010)	Weißes Rauschen 50 dB (A) und 80 dB (A)	Anstieg LF, LF/HF Ratio
Sim et al. (2015)	Hintergrundgeräusche 35 dB (A) Verkehrslärm speech noise Hintergrund und speech noise gemischt } 65 dB (A)	Speech noise Gruppe verringerte LF

Kognitionspsychologische Effekte

Guilian & Thomas (1986)	Breitbandlärm 86 dB (A) Arithmetik-Aufgaben	verringerte Reaktionszeiten
Hillier et al. (2006)	Weißes Rauschen, 90 dB (A) Merkaufgaben	geringere Reproduktion längere Reaktionszeiten
Kjellberg & Sköldström(1991)	3 EXP, dB innerhalb EXP variiert (44 dB (A), 65 dB (A), 89 dB (A)) verschiedene kognitive Aufgaben ²	keine Effekte höhere Stressbelastung in höheren LB
Ljungberg & Neely (2007)*	Geräusch Traktorähnliches Fahrzeug 78 dB (A) grammatical Reasoning Test	keine Effekte auf Reaktionszeit höhere Stressbelastung lärmempfindliche Vpn
Jahnke et al. (2011)*	Bürogeräusche 39 dB (A), 51 dB (A) verschieden kognitive Aufgaben ¹	weniger gelernte Wörter reproduziert

<i>Verfasser</i>	<i>Stimulus Material/ Pegelintensität</i>	<i>Effekte</i>
------------------	---	----------------

Kognitionspsychologische Effekte

Trimmel, Atzelsdorf & Tupy (2012)	Umgebungslärm 45 dB (A) Fluglärm 48 dB (A)	Bei FL verringerte Reproduktion zu vor gelernter Worte
Trimmel et al. (2006)	Umgebungslärm Verkehrslärm Irrelevant speech Räumlich-visuelle Aufmerksamkeitsaufgaben	längere Reaktionszeiten

Subjektive Belastung

Belojevic et al. (1992)	Verkehrslärm 55 dB (A) 74 dB (A) verschieden kognitive Aufgaben ²	geringere Leistung bei Merkfähigkeit Kopfrechnen fühlten sich eher durch Lärm belastet
-------------------------	---	--

* Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass im Rahmen der Studien Ljunberg und Neely (2007) sowie Jahnke und Kollegen (2011) die physiologische Stressbelastung erfasst wurde. In beiden Studien erfolgte eine Erfassung des Cortisol Gehalts im Speichel. In den Untersuchungen von Jahnke wurde zusätzlich noch die Konzentration der Stresshormone im Urin untersucht. In beiden Studien konnten keine Belege gefunden werden, die eine durch Lärm moderater Intensität, verstärkte physiologische Belastung bestätigen konnten.

¹ Arithmetik-Aufgaben, Merkfähigkeit, Leseverständnis, Suchaufgaben, serielle Reproduktion,

² Merkfähigkeit, mentale Arithmetik, räumliches Denken, Aufmerksamkeit

³ Geschicklichkeitsaufgaben, Korrekturlesen, Reaktionstest, *Stroop Test*, *grammatical Reasoning*.

Aus den dargelegten Untersuchungen ergeben sich folgende Forschungshypothesen:

Physiologische Lärmreaktion

Hypothese 1: Unter Lärm ist die physiologische Lärmreaktion höher.

Lärm und kognitive Leistung

Hypothese 2: Unter Lärm ist die Leistung der kognitiven Informationsverarbeitung geringer.

Hypothese 3: Unter Lärm ist die Leistung im *switch task* geringer.

Individuelle Faktoren

Hypothese 4: Unter Lärm ist die subjektiv wahrgenommene Belastung größer.

Lärmempfindlichkeit

Hypothese 5: Lärmempfindlichkeit verringert die kognitive Leistung.

Hypothese 6: Lärmempfindlichkeit erhöht die subjektive Belastung.

2. METHODEN

2.1 Stichprobe

Die Ergebnisse und daraus gewonnene Erkenntnisse der vorliegenden Studie basieren auf der Untersuchung von 72 Probanden. Bei der Stichprobe handelt es sich um eine anfallende Stichprobe aus dem Umfeld der Versuchsleiterin, welche auch gleichzeitig die Verfasserin der vorliegenden Arbeit ist. Die Untersuchungen zu der vorliegenden Studie erfolgten nach erlangen eines Votums durch die Ethikkommission der Universität Wien. Vor Beginn jeder Einzeltestung und nach erfolgter Information über den Ablauf, wurde den Probanden für die weitere Teilnahme eine Einwilligungserklärung zur Unterzeichnung vorgelegt. Die Probanden waren hinsichtlich der experimentellen Hypothese naiv, die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis und wurde nicht finanziell abgegolten.

Alle teilnehmenden Personen konnten auch in der Studie berücksichtigt werden und kein Proband musste ausgeschlossen werden. Ein Blick auf das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe ($N = 72$) ergibt 29.53 Jahre ($SD = 6.84$), wobei der jüngste Teilnehmer 19 Jahre und der älteste 46 Jahre alt war. Das Durchschnittsalter in den Geschlechtergruppen ($N = 36$) beträgt in der Gruppe Frauen 28.50 ($SD = 6.56$), wobei die jüngste Teilnehmerin 19 Jahre

und die älteste 45 Jahre alt war. Der jüngste männliche Teilnehmer war 19 Jahre und der älteste 46 Jahre alt, das Durchschnittsalter der Männer lag bei 30.56 Jahren ($SD = 6.84$).

2.2 Versuchsdesign

In der vorliegenden Studie wurde ein mehrfaktorielles, varianzanalytisches *mixed design* realisiert. Um Vollständigkeit und Balance des Designs zu erreichen, erfolgt die Vorgabe der Versuchsbedingungen nach dem *Williams Design* (1949). Im Rahmen der Untersuchung wurden zwei unabhängige Variablen, Lärm und Aufgabenart, systematisch variiert. Die drei Lärmbedingungen umfassten die Präsentation von Fluglärm (FL), fluglärm-energieäquivalentes Rauschen (WR), jeweils 60 dB (A), und als Kontrollbedingung eine Versuchsbedingung, in der keine Lärmpräsentation (KL) erfolgte. Die Modulation der Aufgabenart beinhaltete Aufgaben zur lexikalischen Enkodierung (LEX), semantischen Enkodierung (SEM) und die Kontrollbedingung der kognitiven Entspannung, in der keine kognitive Aufgabe vorgegeben wurde (ENT). Die Zuweisung zu den Versuchsbedingungen erfolgte zufällig. Um die Repräsentativität der Studie zu erhöhen, wurden jeweils 36 Männer sowie 36 Frauen nach identem Versuchsdesign untersucht. Die Zuweisung zu den Versuchsbedingungen erfolgte zufällig. Die Untersuchung umfasste Beobachtungen über den Einfluss der Faktoren, Lärm und Aufgabenart auf physiologische, subjektive und verhaltensbezogene Merkmale. Zudem wurde, um etwaige moderierende Effekte der individuellen Lärmempfindlichkeit nachzuweisen, diese als Faktor mit modelliert. Als abhängige Variablen (AV) wurden die gemessenen kardiovaskulären Parameter, die subjektiven Angaben der Selbstbeschreibungsfragebögen zur wahrgenommenen Belastung durch die Aufgabe und Angaben zur Lärmbelästigung durch den Stimulus sowie die Reaktionszeiten als Verhaltensreaktion innerhalb der kognitiven Aufgaben definiert.

Im Zuge der Untersuchung wurden folgende Hypothesen untersucht:

Hypothese 1:

H₁: In den Versuchsbedingungen mit Lärm werden die gemessenen kardiovaskulären Parameter stärker durch Lärm beeinflusst als in den Versuchsbedingungen ohne Lärm.

H₀: Zwischen den in den Lärmbedingungen gemessenen kardiovaskulären Parametern und den Messungen jener Bedingungen, in der keine Lärmpräsentation erfolgte, besteht kein Unterschied.

Hypothese 1a:

H₁: In den Versuchsbedingungen mit Lärm wird die gemessene kardiovaskuläre Belastung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit verstärkt.

H₀: Die individuelle Lärmempfindlichkeit hat keinen verstärkenden Einfluss auf die in den Lärmbedingungen gemessenen kardiovaskulären Parameter.

Hypothese 2:

H₁: Die in den Aufgaben zur lexikalischen Enkodierung erbrachten Leistungen sind in den Lärmbedingungen geringer, als in den Bedingungen in der keine Lärmpräsentation erfolgt.

H₀: Zwischen den in den Lärmbedingungen erbrachten lexikalischen Enkodierungsleistungen und den Leistungen aus den Bedingungen ohne Lärm besteht kein Unterschied.

Hypothese 2a:

H₁: In den lexikalischen Enkodierungsaufgaben werden in den Versuchsbedingungen mit Lärm im *switch task* geringere Leistungen produziert als in den Versuchsbedingungen ohne Lärm.

H₀: Zwischen den in der lexikalischen Aufgabe produzierten *switch task* Leistungen der Versuchsbedingungen mit Lärm und jenen, die in Bedingungen produziert wurden, in der keine Lärmpräsentation erfolgte, bestehen keine Unterschiede.

Hypothese 2b:

H₁: In den Lärmbedingungen wird die lexikalische Enkodierungsleistung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst.

H₀: Die individuelle Lärmempfindlichkeit hat keinen Einfluss auf die in den Lärmbedingungen erbrachten lexikalischen Enkodierung Leistungen.

Hypothese 3:

H₁: Die in den Aufgaben zur semantischen Enkodierung erbrachten Leistungen sind in den Lärmbedingungen geringer als in den Bedingungen ohne Lärmpräsentation.

H₀: Zwischen den in den Lärmbedingungen erbrachten semantischen Enkodierungsleistungen und den Leistungen aus den Bedingungen ohne Lärm besteht kein Unterschied.

Hypothese 3a:

H₁: In den semantischen Enkodierungsaufgaben werden in den Versuchsbedingungen mit Lärm im *switch task* geringere Leistungen produziert als in der Versuchsbedingung ohne Lärm.

H₀: Zwischen den in der semantischen Aufgabe produzierten *switch task* Leistungen der Versuchsbedingungen mit Lärm und jenen, die in Bedingungen produziert wurden, in der keine Lärmpräsentation erfolgte, bestehen keine Unterschiede.

Hypothese 3b:

H₁: In den Lärmbedingungen verringert die individuelle Lärmempfindlichkeit die in den semantischen Enkodierungsaufgaben erbrachte Leistung.

H₀: Die individuelle Lärmempfindlichkeit hat keinen Einfluss auf die in den Lärmbedingungen produzierten semantischen Enkodierungsaufgaben.

Hypothese 4:

H₁: In den Lärmbedingungen ist die subjektiv wahrgenommene Beanspruchung durch die Aufgabe höher als in den Bedingungen, in denen kein Lärm präsentiert wurde.

H_0 : Zwischen der wahrgenommenen Aufgabenbeanspruchung der Lärmbedingungen und den wahrgenommenen Beanspruchungen in den Bedingungen ohne Lärm liegen keine Unterschiede vor.

Hypothese 4a:

H_1 : Die subjektiv wahrgenommene Beanspruchung durch die Aufgabe wird in den Lärmbedingungen durch die individuelle Lärmempfindlichkeit erhöht.

H_0 : Die individuelle Lärmempfindlichkeit hat keinen Einfluss auf die in den Lärmbedingungen wahrgenommene Aufgabenbeanspruchung.

Hypothese 5:

H_1 : In den Lärmbedingungen ist die subjektiv wahrgenommene Belästigung durch Lärm höher als in den Bedingungen, in denen keine Lärmpräsentation erfolgte.

H_0 : Zwischen der wahrgenommenen Belästigung durch Lärm in den Lärmbedingungen und den wahrgenommenen Beanspruchungen in den Bedingungen ohne Lärm bestehen keine Unterschiede.

Hypothese 5a:

H_1 : Die subjektiv wahrgenommene Belastung durch die Lärmbedingungen wird durch individuelle Lärmempfindlichkeit erhöht.

H_0 : Die individuelle Lärmempfindlichkeit hat keinen Einfluss auf die in den Lärmbedingungen wahrgenommene Belastung.

2.3 Untersuchungsmaterialien

2.3.1 Demographischer Fragebogen

Der Fragebogen zur Erfassung personenbezogener Daten umfasste Fragen zu Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, beruflicher Tätigkeit und Ausbildung. Zudem wurden etwaige Herz-Kreislauf-Erkrankungen gegebenenfalls mit Medikamenteneinnahme sowie Nikotin und

Koffeinkonsum erhoben, außerdem wurden die Notwendigkeit eines Hörgerätes und das Vorliegen eines Hörschadens oder einer Lese- bzw. Rechtschreibschwäche erfragt. Überdies wurden die Probanden noch betreffend Lärmstörungen befragt. So wurde jeweils mittels fünfstufiger Likert-Skala („gar nicht“ bis „sehr stark“) die Belästigung durch Lärmstörung im Wohnbereich (Tag und Nacht) für den/die Tätigkeitsbereich/Arbeit und für die Belästigung durch Lärmstörungen insgesamt erfasst.

Zur Erhebung der kardiovaskulären Aktivität fanden folgende Messinstrumente Anwendung:

2.3.2 medilog® AR 12 Biogsignal Recorder

Zur Erfassung der elektrischen Aktivität der Herzmuskelfasern (Elektrokardiogramm, EKG) wurden die Probanden mit einem tragbaren Holter EKG Gerät medilog® der Schiller AG ausgestattet. Die Erfassung der Ableitung umfasste, neben Herzrhythmus und Herzschlagfrequenzrate auch die Herzratenfrequenzvariabilität. Die erhobenen Daten wurden auf einer Compact Flash Speicherkarte gespeichert. Am Ende jedes Untersuchungstages wurden die Daten in den Computer im physiologischen Labor des Umwelthygiene Instituts überspielt.

Auswertung Elektrokardiogramm

Nachdem alle Teilnehmer die experimentelle Phase der Studie durchlaufen hatten, erfolgte eine Analyse der EKG Ableitungen aller Probanden, hierzu wurde das Programm Darwin medilog® eingesetzt. Im ersten Arbeitsschritt der Dateninspektion der Template Analyse wurden die Schlagformen (Templates) identifiziert und analysiert und der Datensatz nach etwaigen Aufzeichnungsfehlern untersucht. Die Analyse der Daten erfolgte mittels der *Fast Fourier Transformation* (Task Force, 1996).

Im zweiten Schritt der Datenanalyse *Advanced Analysis* erfolgte eine genaue Inspektion der Aufzeichnung. Vom Programm als auffällig klassifizierte Schläge wurden auf Plausibilität untersucht und gegebenenfalls umklassifiziert. Zur Gewährleistung, dass nur Normalschläge in

der Auswertung berücksichtigt werden, wurden Artefakte, fehlende Schläge oder etwaige Arrhythmien ausgeschlossen. Zudem ist es wichtig, dass die Analyse der Ableitungen auf bereinigten Daten basiert, da beispielsweise der Gesamtvariabilität darstellende Parameter SDNN abhängig von der Aufnahmedauer ist und so künstliche Verzerrungen ausgeschlossen werden können. Die exportierten Daten beinhalten für jede der neun Versuchsbedingungen ein 5-minütiges Intervall (*time range* 5min). Die inspizierten Daten wurden mittels einer vom Institut zur Verfügung gestellten Excel Macro Anwendung in MS Excel importiert und in eine SPSS® kompatible Form überführt, wo auch die weitere statistische Datenanalyse erfolgte.

2.3.3 Handheld Pocket Computer, Palm Zire

Die Justierung der medilog® Geräte erfolgte durch einen Pocket Computer der Firma Palm Inc. Hierbei wurden jeweils zu Beginn der Testung Datum und Uhrzeit synchronisiert und der anonyme Probandencode, beginnend mit dem Buchstabenkürzel der Testleiterin und einer fortlaufenden Nummer, für die jeweilige EKG Ableitung vergeben.

Zur Erhebung der kognitiven Leistung fanden nachstehende Messinstrumente Anwendung:

2.3.4 Computergestützte Untersuchung kognitiver Informationsverarbeitung

Für die Bearbeitung der Fragestellung zur kognitiven Leistung wurden für die Präsentation des computergestützten Stimulus Materials vom Institut für Umwelthygiene zwei Programme erstellt, welche nachstehend beschrieben werden.

Lexikalische Enkodierung (LEX)

Die Aufgabe zur lexikalischen Enkodierung umfasst in Anlehnung an Rogers und Monsell (1995) die Bearbeitung zweier simpler Klassifizierungsaufgaben. Aufgabe der Probanden war es, eine Klassifizierung des Stimulus nach Vokal oder Konsonant bzw. zwischen Ziffern kleiner oder größer 5 vorzunehmen. Durch die Vorgabe von computergestützten Instruktionen wurden die Probanden informiert, dass in Aufgaben, in denen eine Klassifizierung nach Größe vorzunehmen war, die Ziffern 1,2,3,4 und 6,7,8 oder 9 präsentiert werden. Bei einem

Ziffernwert kleiner 5 musste die Taste „A“ gedrückt werden, bei Ziffern größer 5 die Taste „Ä“.

Im Rahmen der zweiten Aufgabe mussten die Probanden beurteilen, ob es sich bei dem präsentierten Buchstaben um einen Vokal oder einen Konsonanten handelte. Im Rahmen der computergestützten Instruktionen wurden die Probanden informiert, dass im Falle eines Vokals die Buchstaben A, E, I und U präsentiert werden würden und mit der Taste „A“ bestätigt werden müssten. Für Konsonanten wurden die Beispielbuchstaben G, K, M und R angegeben und auf die Tastenreaktion „Ä“ verwiesen. In Fällen, in denen es zu falschen Richtig/Falsch-Beurteilungen durch den Probanden kam, wurden diese durch einen roten Punkt am Bildschirm als Fehler gekennzeichnet und die weitere Bearbeitung der Aufgabe verzögert. Der primären experimentellen Untersuchung ging eine Trainingsphase voran, in der die Probanden 80% der Items erfolgreich bearbeiten mussten, um für die Experimentalphase zugelassen zu werden.

Die Aufgaben wurden entsprechend dem *task-switch* Paradigma und nach dem Schema *Ziffer* oder *Buchstabe* in der Sequenz AAABBBAAA/BBBAAABBB bzw. AAAAAAAAAA oder BBBBBBBB in dreimal wechselnden Aufgaben vorgegeben.

Die Aufgaben wurden in schwarzer Schrift auf grauem Hintergrund in Schriftgröße 60pt präsentiert. Insgesamt hatte die Testung zur lexikalischen Enkodierung eine Dauer von 5 Minuten, innerhalb der Versuchsbedingung wurden 6 Blöcke präsentiert. Am Ende der Untersuchung wurde den Probanden über eine Bildschirmmeldung mitgeteilt, dass die Untersuchung zu Ende sei und man sich an die Testleiterin wenden solle. Die Testleiterin beendete das Programm mit einem Tastenklick und ein Report über die produzierte Leistung der Probanden wurde im Excel Format ausgegeben. Die Reporte wurden mit dem Probandenkürzel und einem Kürzel entsprechend der durchlaufenen Versuchsbedingung versehen und von der Versuchsleiterin gespeichert.

Semantische Enkodierung (SEM)

Für die Aufgabe zur semantischen Enkodierung wurde auf den *grammatical reasoning* Test (GRT) von Baddeley (1968) zurückgegriffen. Die Präsentation erfolgte computergestützt, für die Bearbeitung wurde vom Institut für Umwelthygiene ein Programm erstellt. Aufgabe der Probanden war es zu entscheiden, ob eine Buchstabenfolge „AB“ bzw. „BA“ dem vorangegangenen Satz entspricht. Zum Beispiel:

Wird „AB“ mit dem Satz „A vor B“ beschrieben, so ist das richtig.

Wird „AB“ mit dem Satz „B nach A“ beschrieben, so ist das richtig.

Wird „AB“ mit dem Satz „A nach B“ beschreiben, so ist das falsch.

Wird „BA“ mit dem Satz „B nach A“ beschrieben, so ist das falsch.

Entsprach die Buchstabenfolge dem vorangegangenen Beispielsatz, so mussten die Versuchspersonen die Aussage als richtig bestätigen und die Taste „Ä“ drücken, bei keiner Übereinstimmung der Buchstabenfolge und des Beispielsatzes musste die Taste „A“ betätigt werden. In Fällen, in denen es zu falschen Richtig/Falsch-Beurteilungen durch den Probanden kam, wurden diese durch einen roten Punkt am Bildschirm als Fehler gekennzeichnet, zudem wurde die weitere Bearbeitung der Aufgabe verzögert. Der primären experimentellen Untersuchung ging eine Trainingsphase voran, in der die Probanden 80% der Items erfolgreich bearbeiten mussten, um für die Experimentalphase zugelassen zu werden. Die gesamte Versuchsbedingung hatte eine Dauer von 5 Minuten, innerhalb der Versuchsbedingung wurden fünf Blöcke präsentiert. Die Aufgaben wurden entsprechend dem *task-switch* Paradigma und nach dem Schema „vor“ oder „nach“ in der Sequenz AAABBBAAA/BBBAAABBB bzw. AAAAAAAAAA oder BBBBBBBB in dreimal wechselnden Aufgaben vorgegeben. Die Aufgaben wurden in schwarzer Schrift auf grauem Hintergrund in Schriftgröße 60pt präsentiert. Am Ende der Untersuchung wurde den Probanden über eine Bildschirmmeldung mitgeteilt, dass die Untersuchung zu Ende sei und man sich an die Testleiterin wenden solle. Die

Testleiterin beendete das Programm mit einem Tastenklick und ein Report über die Leistung der Probanden wurde im Excel Format ausgegeben. Die Reports wurden mit dem Probandenkürzel und einem Kürzel entsprechend der durchlaufenen Versuchsbedingung versehen und von der Versuchsleiterin gespeichert.

Auswertung der Aufgaben zur semantischen und lexikalischen Enkodierung

Die Auswertung der erfassten Reaktionszeiten erfolgte über die nach Beendigung der Versuchsbedingungen vom Programm ausgegebenen Reports. Für die weitere Analyse wurde vom Umwelthygiene Institut ein Programm erstellt, welches die einzelnen Excel Dateien zusammen- und in eine SPSS® kompatible Form überführte, wo auch die weitere statistische Analyse der Daten erfolgte.

Zur Erhebung der individuellen Lärmempfindlichkeit fanden folgende Verfahren Anwendung:

2.3.5 Weinsteins Lärmempfindlichkeitsskala

(WLES; deutsche Version Zimmer & Ellermeier, 1997)

Das 1978 von Weinstein entwickelte Inventar zur Messung der Lärmempfindlichkeit wurde 1997 von Zimmer & Ellermeier ins Deutsche übersetzt und umfasst 21 Items. Die Aussagen setzen sich aus allgemeinen, situationsunabhängigen Einstellungen zu Lärm und affektiven Reaktionen auf verschiedene Alltagsgeräusche zusammen. Die Zustimmung zu den Aussagen soll mittels sechsstufiger Skala in der Abstufung („stimme sehr zu“ bis „stimme gar nicht zu“) ausgedrückt werden. Die Bearbeitungsdauer des Fragebogens liegt bei ca. 5 bis 10 Minuten. Die angegebene innere Konsistenz (Cronbach) beträgt $\alpha = 0.85$, die Testwiederholungsreliabilität, nach einer Wiederholung nach vier Wochen liegt bei $r = 0.87$. In der englischen Originalversion wurde nach neun Wochen eine Testwiederholung durchgeführt mit dem Ergebnis $r = 0.75$ (Zimmer & Ellermeier, 1997).

2.3.6 Kurzfragebogen zur Lärmempfindlichkeit (LEF-K; Zimmer & Ellermeier, 1998b)

Basierend auf dem 52 Items umfassenden Lärmempfindlichkeits-Fragebogen LEF von Zimmer und Ellermeier aus dem Jahre 1997, liegt mit dem LEF-K eine Kurzversion mit 9 Items vor.

Mithilfe einer vierstufigen Skala („stimmt genau“ bis „stimmt gar nicht“) soll die Zustimmung zu vorgegebenen Reaktionen auf Alltagsgeräusche ausgedrückt werden. Die Aussagen umfassen perzeptuelle, affektive und kognitive Reaktionen aus den Bereichen: Leistung, allgemeine Einstellung zu Lärm, Schlaf und sozialem Kontext. Die Bearbeitungsdauer der Kurzform liegt bei zwei Minuten. Der vorliegende Fragebogen wird im Manual mit Cronbachs $\alpha_{\text{Stud}} = 0.66$ und in der repräsentativen Stichprobe $\alpha_{\text{repr}} = 0.69$ angegeben. Die Retest-Reliabilität liegt bei $r_{\text{tt-stud}} = 0.82$ (Zimmer & Ellermeier, 1998a).

2.3.7 Noise Sensitivity Questionnaire (NoiSeQ; Schütte et al., 2007)

Der Noise Sensitivity Questionnaire (NoiSeQ) wurde 2007 von Schütte und Kollegen entwickelt und umfasst 35 Items. Die Bearbeitung erfolgte mittels vierstufiger Likert-Skala mit Ausprägungen von „stimme gar nicht zu“ bis „stimme zu“. Der NoiSeQ erhebt sowohl die allgemeine Lärmempfindlichkeit als auch die Empfindlichkeit für Lebensbereiche wie Arbeit, Freizeit, Kommunikation, Wohnumgebung und Schlaf. In der vorliegenden Studie wurde der Fragebogen zur Erfassung der globalen allgemeinen Lärmempfindlichkeit angewendet und auf 33 Items verkürzt, laut Paper zur Entwicklung des NoiSeQ liegt die interne Konsistenz bei einem Gini-Index (G) von 0.90, was den NoiSeQ entsprechend der ISO 10075-als akkurates Messinstrument klassifiziert (Schütte et al., 2007).

Zur Erhebung der subjektiven Empfindungen: Belästigung durch Lärm und Aufgabenbeanspruchung fanden folgende Materialien Anwendung:

2.3.8 National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX;

Hart & Staveland, 1988, Pfendler 1991)

in ergänzter Version (M. Trimmel, 2015, in Vorbereitung)

Der 1988 von Heart & Staveland entwickelte National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) erhebt mittels sechs Subskalen die subjektiv erlebte Beanspruchung durch eine Aufgabe. Die Subskalen erfassen: Geistige Anforderung, körperliche Anforderung, zeitliche Anforderung, Anstrengung, Leistung und Frustration.

Zudem wurde der Fragebogen um ein Item zur Erfassung der Motivation erweitert. Die Einschätzung erfolgt mittels 20- stufiger Ratingskala mit numerischer Entsprechung.

2.3.9 Verein Deutscher Ingenieure (VDI; 2013)

in ergänzter Version (M. Trimmel, 2015, in Vorbereitung)

Der vorliegende Fragebogen wurde 2013 vom Verein Deutscher Ingenieure zur Wirkung und Bewertung von Gerüchen und zur Erfassung von Geruchsbelästigungen entwickelt. Im Original umfasst er vier Items und wurde für die Testung um zwei Items zur Erfassung der erlebten Bedrohung erweitert. Die Probanden waren aufgefordert, mittels visueller Analogskala (VAS, 10cm Spannweite unterteilt in drei Quartile) die Wahrscheinlichkeit auszudrücken, mit der sie die Darbietung beendet hätten.

Zur Erfassung der subjektiv erlebten Belästigung und Bedrohung durch das Geräusch wurde eine numerische Rating Skala (NRS) von null („überhaupt nicht“) bis max. zehn („äußerst“) eingesetzt. Die insgesamt erlebte Belästigung durch das Geräusch wurde mittels vierstufiger Likert Skala („überhaupt nicht“ bis „äußerst“) erhoben. Eine Einschätzung über die Zumutbarkeit des Geräuschs war ebenfalls mittels Likert Skala zu beantworten („zumutbar“ bis „unzumutbar“), zudem war die Kategorie „trifft nicht zu“ wählbar. Für die abschließende Frage zur Einschätzung der möglichen Bedrohung durch das Geräusch wurde wieder auf eine 10- stufige NRS zurückgegriffen, wobei null „überhaupt keine Bedrohung“ und max. Ausprägung zehn „starke Bedrohung“ darstellte.

2.4 Geräte

2.4.1 Computer

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein computergestützter Probandenarbeitsplatz eingerichtet. Bei dem Computer, auf dem die Probanden die Fragestellungen zur lexikalischen und semantischen Enkodierung bearbeiteten, handelte es sich um ein IBM Think Pad Type 2668 (Software Microsoft Windows XP) mit QWERT Tastatur.

2.4.2 Kopfhörer und digitale Lärmdateien

Für die Lärmpräsentation innerhalb der Versuchsbedingungen wurde den Probanden ein handelsüblicher Kopfhörer der Marke Panasonic, Modell RP-HX550 mit verstellbaren Kopfbügeln und ohrumschließenden Ohrkissen ausgehändigt. Vor Beginn der gesamten Untersuchungsserie wurden diese einmalig mittels weißem Rauschen auf 60 dB (A) eingemessen und während der gesamten Messserie allen Teilnehmern in derselben Lautstärke und mit demselben Kopfhörer präsentiert. In den Versuchsbedingungen mit kognitiven Aufgaben wurde die Lärmausgabe automatisch gestartet und den Probanden via Kopfhörer abgespielt. In den Versuchsbedingungen ohne kognitive Aufgabe wurde die Beschallung der Lärmdateien durch die Versuchsleiterin gestartet.

2.5 Untersuchungsdurchführung

Die nachstehende Tabelle II stellte den Untersuchungsablauf schematisch dar.

Tabelle II. Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufs.

1. Phase		2. Phase		3. Phase		4. Phase	
3 min		5 min		15 min		4 min	
Patienteninformation Demographischer Fragebogen		Anlegen: EKG Nexus-4		LEF-K NoiseQ WLES		Trainingsphase SEM	

5. Experimentalphase									
5 min	2 min	5 min	2 min	5 min	2 min	5min	2 min	5min	2 min
VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	VB	VDI NASA

5. Experimentalphase								6. Phase	
5 min	2 min	5 min	2 min	5 min	2 min	5min	2 min	5 min	
VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	VB	VDI NASA	Debriefing	

Anmerkung: Vorgabe der VB nach Versuchsplan

2.5.1 Untersuchungsablauf

Um eine möglichst hohe Standardisierung und Durchführungsobjektivität zu gewährleisten, wurde während der gesamten Messserie nur eine Versuchsleiterin eingesetzt. Alle Probanden wurden im Rahmen einer Einzeltestung untersucht. Die Probanden wurden an einem zuvor mit der Testleiterin vereinbarten Termin in das Institut für Umwelthygiene, Zentrum für Public Health, 1090 Wien, Kinderspitalgasse 15, gebeten, wo auch die Untersuchung stattfand. Der Versuch fand für alle Teilnehmer der Studie im selben Raum statt. Im Untersuchungsraum wurden auf einem 3,2 m langen Tisch im Abstand von 1,5 m zwei Arbeitsplätze, ein Probanden- und ein Arbeitsplatz für die Versuchsleiterin aufgebaut. Die Zuordnung der Probanden zu den Versuchsbedingungen erfolgte zufällig und wurde dem Versuchsplan entsprechend nacheinander und nach Eintreffen der Versuchspersonen in der jeweiligen Geschlechtergruppe vorgegeben. Die Dauer der Testung lag bei ca. 95 Minuten.

Zu Beginn des Experiments wurden die Teilnehmer über den Ablauf des Experiments informiert und ein Fragebogen zur Erhebung der demographischen Daten sowie die Patienteninformation vorgelegt. Nachdem die Probanden die Einverständniserklärung unterzeichnet hatten, wurde mit der Untersuchung begonnen. Zunächst wurden die Versuchspersonen mit einem tragbaren EKG Gerät medilog® ausgestattet. Die Ableitung des EKGs erfolgte mittels einer Brustwandableitung, hierzu wurden während der gesamten Messserie Schaumstoff-Einmalelektroden Ag/AgCl vorgeliert verwendet, welche unter dem rechten Schlüsselbein, unterhalb des linken Rippenbogens und in der Mitte des Brustbeins platziert wurden. Nach Ausstattung mit dem EKG Gerät wurde dieses mittels Palm justiert und die Aufzeichnung mit dem jeweiligen anonymen Probandencode versehen. Um das Bewegungsempfinden der Probanden nicht einzuschränken, verblieb das medilog® Gerät den gesamten Verlauf der Untersuchung über in einer speziell dafür vorgesehenen Tragetasche.

Den Probanden wurden eine Fragebogenbatterie zur Erfassung der Lärmempfindlichkeit, LEF-K, NoiSeQ und WLES zur Bearbeitung vorgelegt. Alle Fragebögen, die im Rahmen der Studie ihre Anwendung fanden, wurden im Papier- und Bleistift-Format und in deutscher Sprache vorgegeben. Auf die Bearbeitung der Fragebögen folgte eine genaue Instruktion über die weitere Vorgehensweise. Die Teilnehmer wurden angewiesen, die Kopfhörer über den gesamten Verlauf der Testung nicht abzunehmen und den schriftlichen Instruktionen, die den computergestützten Aufgabenblöcken vorangestellt waren, zu folgen.

Insgesamt wurden drei Stufen der Aufgabe und drei Lärmbedingungen innerhalb einer Versuchsperson variiert. Die Lärmausgabe erfolgte über Kopfhörer und wurde den Probanden während der Bearbeitung der Aufgabenblöcke zugespielt, in den Kontrollbedingungen wurden die Stimuli Präsentation von der Versuchsleiterin gestartet. Überdies beinhaltet der experimentelle Teil der Untersuchung die Vorgabe von zwei verschiedenen Aufgabenblöcken und einer Kontrollbedingung. Dabei umfasste ein Block Aufgaben zur lexikalischen Enkodierung, ein weiterer erforderte die Bearbeitung semantischer Aufgaben und innerhalb des dritten Blocks, der als Kontrollbedingung für kognitive Belastung diente, wurde keine Aufgabe vorgegeben. Jedem Probanden wurden neun Versuchsbedingungen mit einer jeweiligen Dauer von 5 Minuten präsentiert. Aufgrund des erhöhten Schwierigkeitsgrades der Aufgabe zur Semantischen Enkodierung wurde der primären experimentellen Untersuchung vorab noch eine Trainingsphase vorangestellt, welche im Rahmen der weiteren Datenanalyse keine Berücksichtigung fand. In der Trainingseinheit wurden die Probanden aufgefordert, das regulär für das Experiment vorgesehene Verfahren zu bearbeiten, dazu war es erforderlich, 80% der in der Übungsphase vorgegebenen Items richtig zu beantworten. Um die Probanden mit den Aufgaben der experimentellen Situation vertraut zu machen, folgte der Trainingsphase noch die Bearbeitung der ersten Einheit des Aufgabenblocks zur semantischen Enkodierung. Nach

Beendigung der Trainingsphase wurde das Experiment entsprechend dem Versuchsdesign gestartet. Jeder der neun Versuchsbedingungen war eine Übungsphase vorangestellt, in der die Versuchspersonen 80% der vorgegebenen Items positiv bearbeiten mussten, der exakte Beginn und das Ende der Experimentalphase wurden von der Versuchsleiterin zur späteren Verwendung im Rahmen der Auswertung zur HRV notiert. Nach Beendigung jeder Bedingung waren die Teilnehmer aufgefordert, zwei Fragebögen, den NASA-TLX über die subjektive Belastung durch die Aufgabe und VDI zur Einschätzung der subjektiven Belastung durch das Geräusch, zu bearbeiten. Während die Probanden mit der Bearbeitung der Fragebögen beschäftigt waren, öffnete die Versuchsleiterin, entsprechend dem Versuchsdesign, jeweils die neue Versuchsbedingung auf dem Probanden PC.

Nach der letzten Versuchsbedingung wurden die Probanden von den Messinstrumenten getrennt und es erfolgte ein Debriefing durch die Versuchsleiterin, in dem die Versuchspersonen über Zielsetzung und Aufgabe der Studie informiert wurden.

3. ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse und die Auswertungen der Untersuchung dargestellt. Für die Auswertung der deskriptiv- und inferenzstatistischen Analysen wurde das Statistikprogramm IBM SPSS® 22.0 herangezogen. Die Signifikanzprüfung erfolgte zweiseitig. Entsprechend dem Fehler 1. Art wurde vorab ein Signifikanzniveau mit $\alpha = 5\%$ festgelegt, demnach werden Ergebnisse einer Hypothesenprüfung $p \leq .05$, als signifikant bezeichnet.

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Auswertung der personenbezogenen Daten: Demographischer Fragebogen

Von den 72 teilnehmenden Personen gaben 67 Personen (93.1%) an, nicht durch eine Lese- und Rechtschreibschwäche beeinträchtigt zu sein, 5 Personen (6.9%) teilten eine Beeinträchtigung

mit. Keiner der Probanden gab an, an einem Hörschaden oder einer Herz-Kreislauf-Krankung zu leiden. Ebenfalls teilte keiner der Teilnehmer mit, Herz-Kreislauf-Medikamente einzunehmen. 31 Personen (43.1%) bezeichneten sich als Nichtraucher, 11 (15.3%) Probanden berichteten darüber, gelegentlich zur Zigarette zu greifen und 30 Teilnehmer (41.7%) gaben an, regelmäßig zu rauchen. Die letzte Zigarette lag im Durchschnitt 12.14 min zurück ($SD = 24.59$). Die Verteilung der höchsten abgeschlossenen Ausbildung ist Tabelle III zu entnehmen.

Tabelle III. Verteilung der höchsten abgeschlossenen Ausbildung.

<i>Höchste abgeschlossene Ausbildung</i>	<i>Häufigkeit</i>	<i>Häufigkeit in Prozent</i>
Pflichtschule	1	1.4
Lehrabschluss	6	8.3
Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS)	20	27.8
Berufsbildende Höhere Schule (HTL, HAK)	17	23.8
Berufsreifeprüfung/Studienberechtigungsprüfung	8	11.1
Bachelor	12	16.7
Magister, Master	7	9.7
Doktorat	1	1.4

Anmerkung $N = 72$

Eine Person verfügt über einen Pflichtschulabschluss (1.4%), 6 Personen (8.3%) gaben einen Lehrabschluss an. Zwanzig (27.8%) Absolventen einer Allgemeinbildenden Höheren Schule und 17 (23.8 %) Absolventen einer Berufsbildenden Höheren Schule waren unter den Probanden. 8 Personen gaben an, eine Berufsreifeprüfung abgelegt zu haben. 12 (16.7 %) Personen berichteten ein Studium mit Bachelor abgeschlossen zu haben, 7 (9.7%) Personen gaben an, mit Master abgeschlossen zu haben. 1 (1.4%) Person gab als höchste abgeschlossene Ausbildung ein Doktoratsstudium an.

Gefragt nach der gesamten Störung durch Lärm, teilten 5 (6.9%) der Untersuchungsteilnehmer mit, gar nicht betroffen zu sein, 31 (43.1%) sahen sich nur geringfügig von Lärm gestört. Für 27 (37.5%) Probanden stellt Lärm nur eine mittlere Störung der gesamten Lebenssituation dar. Sieben Personen (9.7%) gaben an, sich stark durch Lärm

gestört zu fühlen, 2 (2.8%) Personen sprachen von einer sehr starken Störung. Nachstehende Tabelle IV stellt die Verteilung der in N = 72 erhobenen erlebten Gesamtlärmstörung dar.

Tabelle IV. Verteilung der erlebten Lärmstörung gesamt.

<i>Lärmstörung Gesamt</i>	<i>Häufigkeit</i>	<i>Häufigkeit in Prozent</i>
gar nicht	5	6.9
Geringfügig	31	43.1
Mittel	27	37.5
stark	7	9.7
sehr stark	2	2.8

3.1.2 Reliabilität der Instrumente

Um den Grad der Genauigkeit zu bestimmen, mit welchen die vorliegenden Fragebögen LEF-K, NoiSeQ, und WLES das Konstrukt Lärmempfindlichkeit messen, wurde zur Ermittlung des Alpha-Koeffizienten eine Konsistenzanalyse nach Cronbach durchgeführt. Die Ergebnisse der Analysen sind Tabelle V zu entnehmen.

Tabelle V. Übersicht Reliabilität der verwendeten Lärmempfindlichkeitsfragebogen.

<i>Instrumente</i>	<i>Item Anzahl</i>	<i>Cronbach α</i>
LEF – K	9	.748
NoiSeQ	35	.905
WLES	21	.844

3.1.3 Korrelative Zusammenhänge zwischen den verwendeten Messinstrumenten

Für die Auswertung der individuellen Lärmempfindlichkeit wurden die Selbstbeschreibungsf Fragebögen LEF-K, NoiSeQ und WLES berücksichtigt. Da die Fragebögen alle das Konstrukt Lärmempfindlichkeit erfassen, wurden diese mittels Pearson Korrelation über die Gesamtstichprobe korreliert. Aufgrund der hohen Korrelation zwischen den Verfahren wurde für die Bestimmung und die weitere Analyse des Konstrukts Lärmempfindlichkeit das Instrument mit der höchsten inneren Konsistenz (Cronbach α) herangezogen. Da der NoiSeQ die höchste innere Konsistenz aufweist, wurde über die erzielten Scores ein Median gebildet und als Kriterium zur Differenzierung zwischen lärmempfindlichen und lärmunempfindlichen Personen herangezogen. Nachfolgende Berechnung über etwaige Unterschiede zwischen

Personen mit hoher und geringer Lärmempfindlichkeit basieren auf dieser Berechnung. In der nachstehenden Tabelle VI finden sich die Ergebnisse der Korrelationen zwischen den verwendeten Lärmempfindlichkeitsfragebögen LEF-K, NoiSeQ und WLES.

Tabelle VI. Übersicht der Korrelationen der Lärmempfindlichkeitsfragebögen LEF-K, NoiSeQ und WLES.

Instrumente		1	2	3
1)	LEF-K	-	.769	.710
2)	NoiSeQ		-	.881
3)	WLES			-

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.05 (2-seitig) signifikant.

3.2 Inferenzstatistische Prüfung kardiovaskulärer Parameter

Um Rückschlüsse über den Einfluss der Faktoren Lärm bzw. Aufgabenart und deren Faktorstufen auf kardiovaskuläre Parameter ziehen zu können, wurden die jeweils in den Versuchsbedingungen gemessenen Aufzeichnungen über die 5 Minuten-Intervalle der EKG Ableitungen einander gegenübergestellt.

Die statistische Analyse beinhaltet die Untersuchung der primären Faktoren Lärm (3) und Aufgabenart (3), zusätzlich wurde, um etwaige moderierende Effekte der individuellen Lärmempfindlichkeit (2) nachzuweisen, diese mit modelliert. Die statistische Prüfung erfolgte anhand eines dreifaktoriellen ($3 \times 3 \times 2$) varianzanalytischen *mixed designs*. In Fällen, in denen mithilfe des Mauchly-Tests eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden konnte, erfolgte bei $(\epsilon) < .75$ eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser, bei $(\epsilon) > .75$ wurde eine entsprechende Korrektur nach Huynh-Feldt vorgenommen (Field, 2013). Etwaige dargestellte Konfidenzintervalle wurden von SPSS® errechnet und nach dem Ansatz von Cousineau und O'Brien (2014) korrigiert.

Zur weiteren Analyse wurden die zeitbezogenen Parameter SDNN (ms), pNN10, pNN25, pNN50 sowie die der Spektralanalyse entnommenen Parameter HF (ms^2), LF (ms^2),

LF/HF Ratio und total power (TP) herangezogen. Eine detaillierte Tabelle aller deskriptiven Parameter, die dieser Analyse zugrunde liegen, findet sich im Anhang A1.

Die im Folgenden dargelegten Analysen basieren auf den innerhalb der Untersuchung durchgeführten Beobachtungen an einer Stichprobe. Etwaige Schwankungen der ausgewiesenen Anzahl an beobachteten Fällen sind auf technische Ausfälle während der EKG Aufzeichnung zurückzuführen. Im Folgenden werden nur statistisch signifikante Ergebnisse und Wechselwirkungen berichtet und dargestellt, Aufzeichnungen über detaillierte Ergebnisse sind im Anhang zu finden und sind an den entsprechenden Stellen mit einem Verweis gekennzeichnet.

3.2.1 Prüfung des Verhaltens der HRV Parameter in Abhängigkeit zu Lärm, Aufgabenart und individueller Lärmempfindlichkeit

Die Nachstehende Tabelle VII berichtet über die Ergebnisse eines über alle interessierenden HRV Parameter (SDNN, pNN10, pNN25, pNN50, LF, HF, LF/HF und total power (TP)), durchgeführten Multivariaten Test (Wilks λ , $p < .05$).

Tabelle VII. Ergebnisse einer über alle HRV Parameter gesamt durchgeführten MANOVA (Wilks λ).

<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η^2</i>
Aufgabenart	16	51	4.123	.001	.564
Lärm	16	51	1.152	.336	.266
Lem	8	59	1.148	.346	.135
Aufgabenart*Lärm	32	35	1.290	.231	.541
Aufgabenart*lem	16	51	1.487	.142	.318
Lärm*lem	16	51	1.152	.336	.135
Aufgabenart*Lärm*Lem	32	35	1.321	.211	.547

Anmerkung: Lärm = Lärmbedingung, Lem = Lärmempfindlichkeit

Nach statistischer Prüfung kann für den Faktor Aufgabenart ein signifikanter ($F(16, 51) = 4.12$, $p < .001$, $\eta^2 = .564$) Einfluss auf die Herzratenvariabilität angenommen werden. Für den Faktor Lärm und seine Faktorstufen konnte kein signifikanter ($F(16, 51) = 1.152$, $p = .336$, $\eta^2 = .266$)

Einfluss nachgewiesen werden. Im Zuge der Hypothesenprüfung konnten keine statistisch signifikanten ($F(8, 59) = 1.148, p = .346, \eta^2 = .135$) Belege gefunden werden, die einen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit auf die interessierenden kardiovaskulären Kennwerte belegen würden. Wie aus der Tabelle VII ersichtlich, konnten darüber hinaus keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Zum künftigen Erkenntnisgewinn über den Einfluss der Aufgabenart auf die einzelnen Parameter der Herzratenvariabilität wurden weitere statistische Analysen durchgeführt.

3.2.2 Untersuchung des Einflusses der Aufgabenart auf die einzelnen HRV Parameter

Die statistische Prüfung erfolgte unter Anwendung einer MANOVA mit Messwiederholung, die Ergebnisse sind aus Tabelle VIII zu ersehen. Etwaige signifikante Ergebnisse wurden im Rahmen einer *follow-up* ANOVA mit Messwiederholung analysiert, welche im Folgenden dargestellt werden. Die Tabelle A2 im Anhang ist als Übersicht über alle gerechneten einfaktoriellen Varianzanalysen der einzelnen HRV Parameter zu verstehen.

Tabelle VIII. Ergebnisse der MANOVA mit Messwiederholung nach Aufgabenart.

<i>Tests der</i>	<i>Quadratsumme vom</i>		<i>Mittel</i>				
<i>Innersubjekteffekte</i>	<i>Typ III</i>	<i>df</i>	<i>der Quadrate</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η^2</i>	
pNN10	78.008	1.425	54.741	.391	.677	.006	
pNN25	33.154	1.465	22.624	.121	.815	.002	
pNN50	121.209	1.679	69.500	.728	.463	.011	
SDNN	107.94730	1.788	6.036.583	25.865	.001	.282	
LF	937.473.579	2	468.736.790	.650	.524	.010	
HF	2.322.972.632	1.503	1.545.072.066	4.708	.019	.067	
LF/HF	.142	2	.071	1.845	.162	.027	
total	209.976.972.296	1.704	123.205.807.309	8.200	.001	.111	

Anmerkung: ($p < .05$).

Im Zuge der statistische Prüfung konnte für die Parameter SDNN ($F(1.788, 132) = 25.87, p < .001, \eta^2 = .282$), HF ($F(1.503, 132) = 4.71, p = .019, \eta^2 = .067$) und total power ($F(1.704, 132) = 8.20, p < .001, \eta^2 = .111$), in Abhängigkeit zur Art der Aufgabenart ein signifikanter Effekt nachgewiesen werden.

3.2.3 Prüfung des Parameters SDNN

Der in $N = 68$ gemessene Parameter SDNN wurde aufgrund einer Sphärizitätsverletzung nach Huynh-Feldt ($\epsilon = .894$) korrigiert und zeigte zwischen den zu neun Messzeitpunkten gemessenen Mittelwerten signifikante Unterschiede ($F(1.788, 132) = 25.87, p < .001, \eta^2 = .282$). Die gemessenen Mittelwerte der Bedingungen, in denen keine mentale Beanspruchung erfolgt ist, (ENT-Bedingungen) unterscheiden sich signifikant von jenen Bedingungen, in denen kognitiver Stimulus vorgegeben wurde. Zwischen den Mittelwerten, die während der Präsentation von lexikalischem Aufgabenmaterial (LEX) und der Vorgabe von semantischem Material (SEM) gemessen wurden, konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Abbildung 1 illustriert die berichteten Ergebnisse.

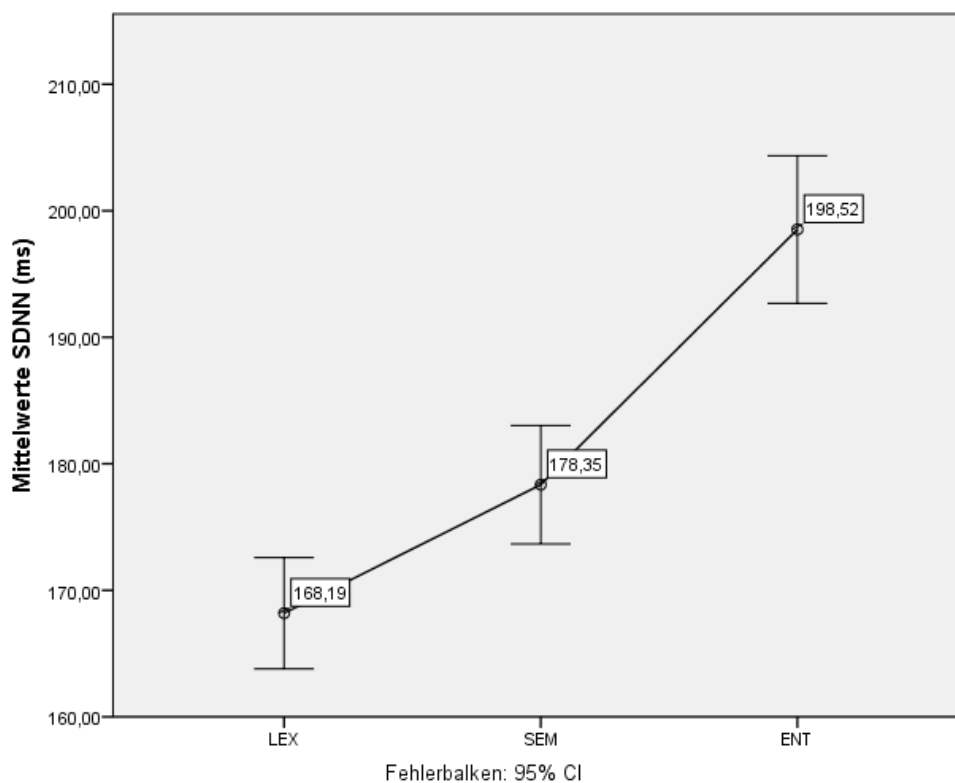


Abbildung 1. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT gemessene Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle des Parameters SDNN. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf den Parameter SDNN. ($F(1.788, 132) = 25.87, p < .001, \eta^2 = .282$).

3.2.4 Prüfung des frequenzbezogenen Parameters high frequency (HF)

Für den in $N = 68$ gemessenen Parameter HF konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Korrektur nach Huynh-Feldt ($\epsilon = .752$). Die statistische Prüfung über einen Zusammenhang zwischen der Art der Aufgabe und des Parameters HF spricht mit ($F(1.503, 132) = 4.71, p = .019, \eta^2 = .067$) für einen signifikanten Einfluss. Die Mittelwerte der Bedingungen LEX und SEM unterscheiden sich signifikant von den gemessenen Mittelwerten der Bedingungen ENT, in der keine mentale Beanspruchung gefordert wurde. Zwischen den Bedingungen LEX und SEM konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Nachstehende Abbildung 2 illustriert diese Unterschiede.

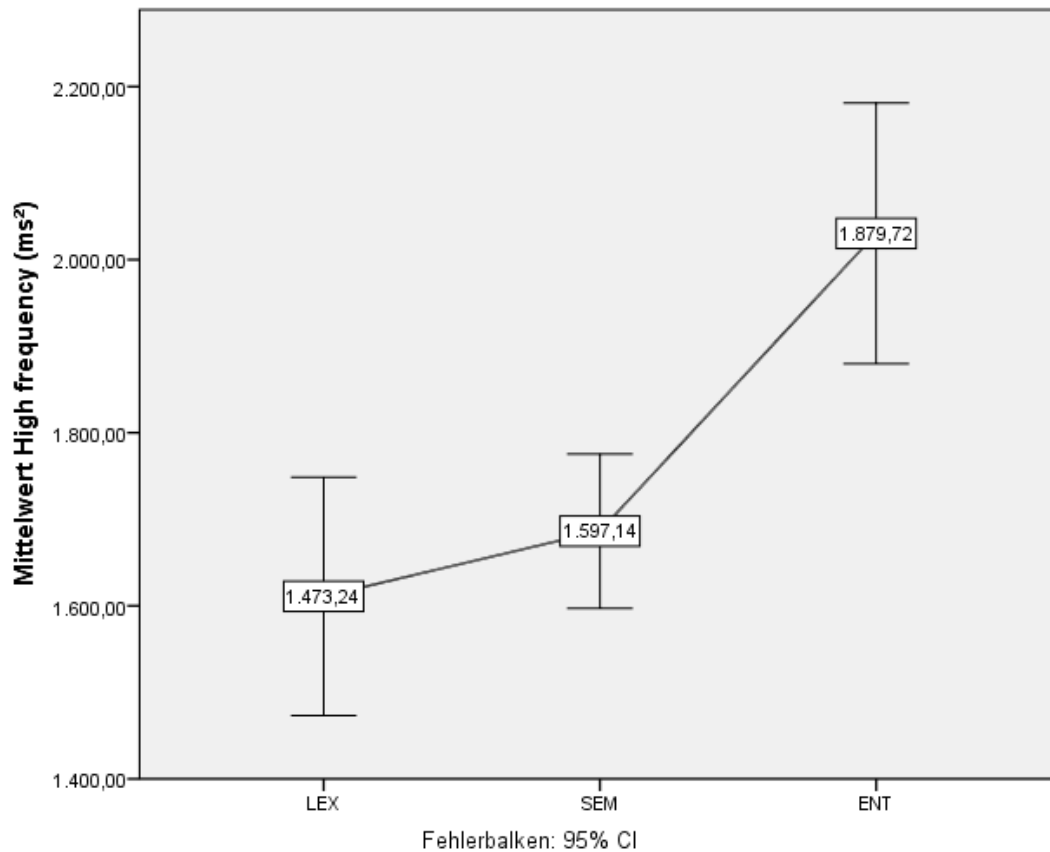


Abbildung 2. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT gemessene Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle des Parameters HF. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf den Parameter HF. ($F(1.503, 132) = 4.71, p = .019, \eta^2 = .067$).

3.2.5 Prüfung des frequenzbezogenen Parameters total power (TP)

Der in $N = 68$ durchgeführte Sphärizitätstest für den Parameter TP zeigte, dass diese nicht angenommen werden kann, es erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\epsilon = .852$). Die statistische Prüfung über einen möglichen Einfluss der Aufgabenart auf den Parameter TP kann mit $p < .001$ ($F(1.704, 132) = 8.20$, $\eta^2 = .111$) als signifikant angenommen werden. Die gemessenen Mittelwerte der ENT-Bedingungen unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen LEX und SEM, zwischen den Mittelwerten der Bedingungen LEX und SEM konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Die nachfolgende Abbildung 3 ist als Illustration der berichteten Ergebnisse zu verstehen.

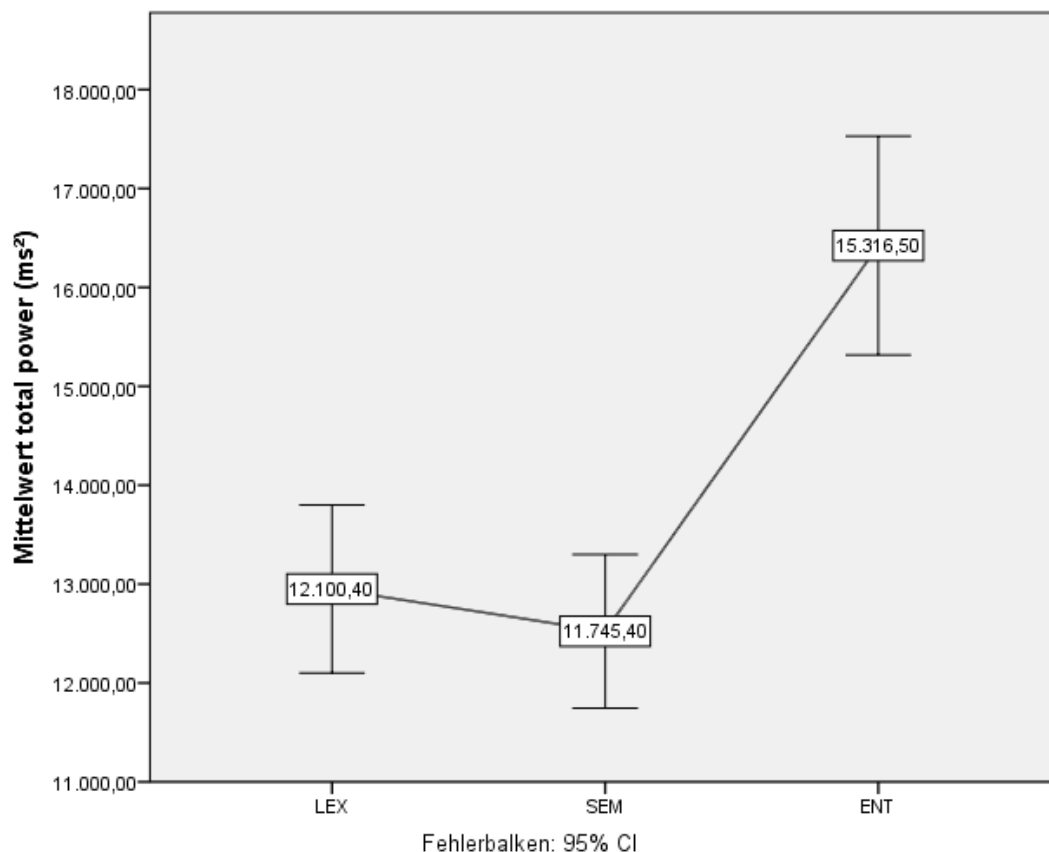


Abbildung 3. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT gemessene Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle des Parameters total power. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf den Parameter total power. ($F(1.704, 132) = 8.20$, $p < .001$, $\eta^2 = .111$).

3.2.6 Ergebnisse der Hypothesenprüfung: kardiovaskuläre Parameter

Hypothese 1

H_1 : In den Versuchsbedingungen mit Lärm werden die gemessenen kardiovaskulären Parameter stärker durch Lärm beeinflusst als in den Versuchsbedingungen ohne Lärm.

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnten keine durch Lärm hervorgerufenen, statistisch signifikanten, Veränderungen kardiovaskulärer Parameter beobachtet werden. Die H_1 kann daher nicht angenommen werden, die H_0 , die keinen Unterschied zwischen den Bedingungen mit Lärm und den Versuchsbedingungen, in welchen keine Lärmpräsentation erfolgt, vermutet, wird beibehalten.

Hypothese 1a:

H_1 : In den Versuchsbedingungen mit Lärm wird die gemessene physiologische Belastung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit verstärkt.

Durch die statistische Prüfung konnte kein Beleg gefunden werden, der auf eine durch die individuelle Lärmempfindlichkeit hervorgerufene Veränderung kardiovaskulärer Kennwerte hindeuten würde. Die H_1 wird daher verworfen und die H_0 , die keinen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit annimmt, wird beibehalten.

3.3 Inferenzstatistische Prüfung zur lexikalischen Enkodierung (LEX)

Um Rückschlüsse über den Einfluss der Faktoren Lärm bzw. Aufgabenart und deren Faktorstufen auf die lexikalische Enkodierungsleistung ziehen zu können, wurden die jeweils in den Versuchsbedingungen gemessenen Reaktionszeiten einander gegenübergestellt. Im Rahmen der experimentellen Bedingung wurden die Faktoren Schema (2) und Switch (3) sowie die Zwischensubjektfaktoren Lärmbedingung (3) und der innerhalb der drei Lärmbedingungen gewählte Zeitpunkt der Vorgabe (3) des Lärmstimulus untersucht. Für die Prüfung auf statistische Signifikanz des vierfaktoriellen Varianzanalytischen Designs ($2 \times 3 \times 3 \times 3$) wurde,

aufgrund einer Sphärizitätsverletzung, von der Anwendung einer *mixed* ANOVA abgesehen und auf die Verwendung einer multivariaten ANOVA zurückgegriffen. Zur Identifizierung einer potenziellen moderierenden Wirkung der individuellen Lärmempfindlichkeit (2) wurde diese als Faktor mit modelliert und in einem separaten fünffaktoriellen Varianzanalytischen Design ($2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 2$) untersucht.

Die im Folgenden dargelegten Analysen basieren auf den im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Messungen der Reaktionszeiten (ms) an einer Stichprobe ($N = 72$). Die nachstehende Tabelle IX berichtet über die signifikanten Ergebnisse der Multivariaten Tests (Wilks λ). Detaillierte Ergebnisse aller Berechnungen finden sich in Tabelle A3 im Anhang. Im Folgenden werden die signifikanten Ergebnisse präsentiert.

Tabelle IX. Ergebnisse des durchgeführten multivariaten Test (Wilks λ) über die in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten.

<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Schema	1	210	100.76	.001
Switch	2	209	232.47	.001
Schema*Switch	2	209	7.55	.001
Schema*Switch*Lärm*Vorgabe	8	418	2.11	.033

Anmerkung: ($p < .05$). Lärm = Lärmbedingung

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte gezeigt werden, dass die gemessenen Reaktionszeiten signifikant ($F(1, 210) = 100.76, p < .001$) durch das Präsentationschema sowie durch Vorgabe eines Aufgabenwechsels (*task-switch*) beeinflusst wurden ($F(2, 209) = 232.47, p = .001$). Für die Faktoren Schema und Switch konnte eine signifikante ($F(2, 209) = 7.55, p < .001$) Wechselwirkung nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurden Belege für eine signifikante ($F(8, 418) = 2.11, p = .033$) Interaktion zwischen den Faktoren Schema, Switch, Lärm und Vorgabe gefunden.

3.3.1 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für die objektiv gemessene Reaktionszeit ein signifikanter Einfluss des Präsentationsschematas ($F(1, 210) = 100.76, p < .001$) nachgewiesen werden. Die im Schema Buchstabe produzierten Mittelwerte $M = 563.92$ ms ($SE = 3.43, [557.15 - 570.70]$) lagen über alle Bedingungen hinweg unter den im Schema Ziffer produzierten Mittelwerten $M = 554.69$ ms ($SE = 3.41, [547.97 - 561.42]$). Nachstehende Abbildung 4 illustriert diese Ergebnisse.

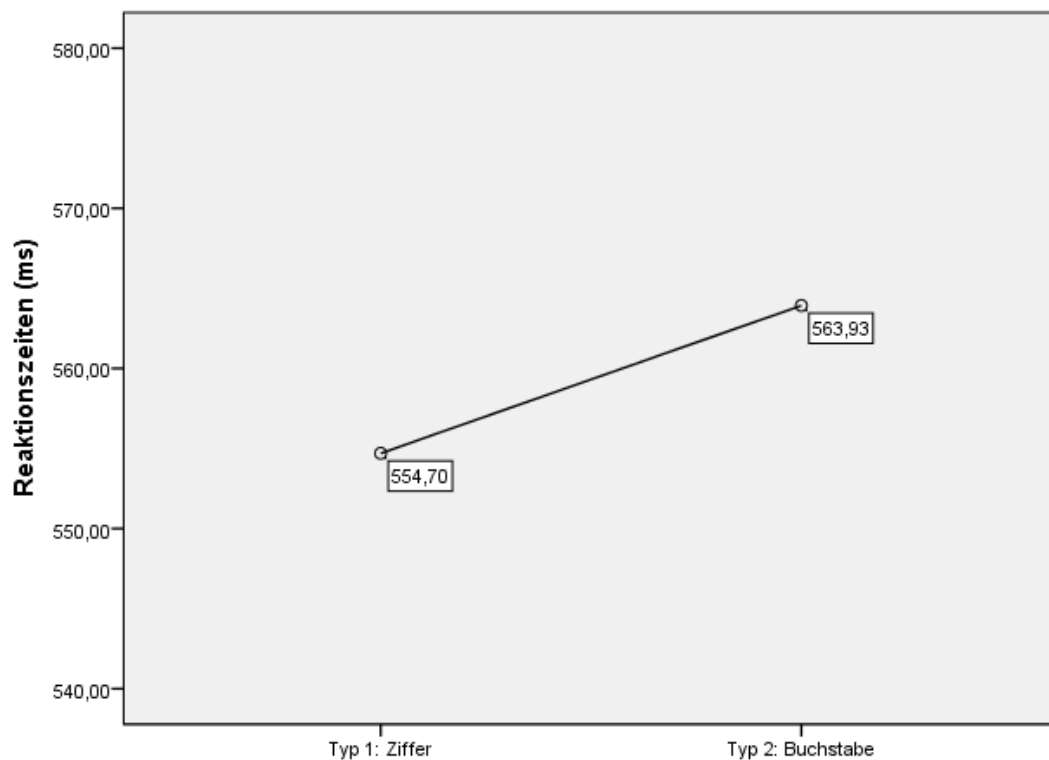


Abbildung 4. Gegenüberstellung der Mittelwerte des Faktors Schema und der Faktorstufen Ziffer und Buchstabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Präsentationsschemata auf die gemessenen Reaktionszeiten der lexikalischen Enkodierungsaufgaben. ($F(1, 210) = 100.76, p < .001$).

3.3.2 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Switch

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte gezeigt werden, dass die produzierten Reaktionszeiten signifikant ($F(2, 209) = 232.47, p < .001$) durch die Vorgabe eines Aufgabenwechsels beeinflusst wurden. Über alle Messzeitpunkte hinweg produzierten die Probanden zum Zeitpunkt des ersten Switchs Mittelwerte, die mit $M = 574.59$ ms ($SE = 3.50$, $[567.67 - 581.50]$) über den zum Zeitpunkt des zweiten Switchs gemessenen Mittelwerten ($M = 551.84$ ms ($SE = 3.3$, $[545.19 - 558.49]$)) lagen. Im Vergleich dazu wurden zum Zeitpunkt des dritten Switchs Mittelwerte von $M = 551.51$ ms ($SE = 3.45$, $[544.70 - 558.31]$) produziert, welche sich kaum von den Mittelwerten des zweiten Switchs unterscheiden. Nachstehende Abbildung 5 illustriert diese Ergebnisse.

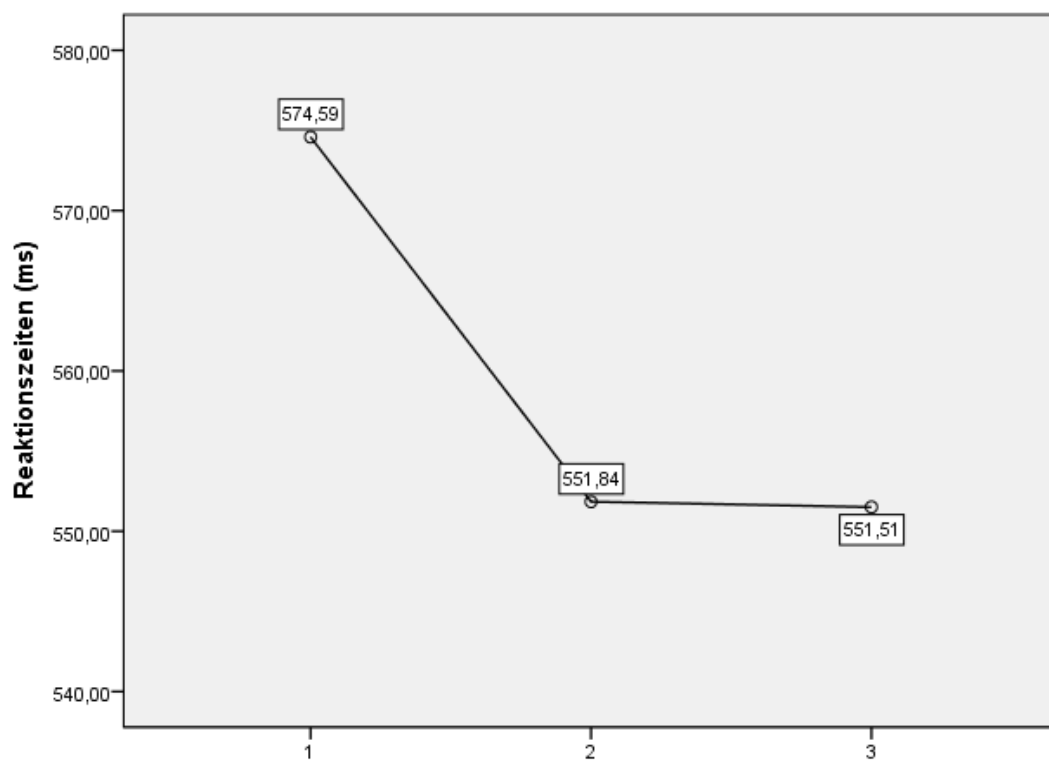


Abbildung 5. Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg, gemittelten Mittelwerte der nach einem Switch (erster Switch, zweiter Switch, dritter Switch) in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben, produzierten Reaktionszeiten.

Dargestellter Effekt: Einfluss des Faktors Switch auf die gemessenen Reaktionszeiten der lexikalischen Enkodierungsaufgaben. ($F(2, 209) = 232.47, p < .001$).

3.4.3 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekt:

Schema und Switch

Durch die statistischen Prüfung konnte eine signifikante ($F(2, 209) = 7.55, p < .001$) Interaktion der Faktoren Schema und Switch nachgewiesen werden. Über alle Messzeitpunkte und Aufgabenwechsel hinweg wurden im Schema Buchstaben höhere Mittelwerte produziert. Die nachstehende Abbildung 6 stellt diese Ergebnisse grafisch dar.

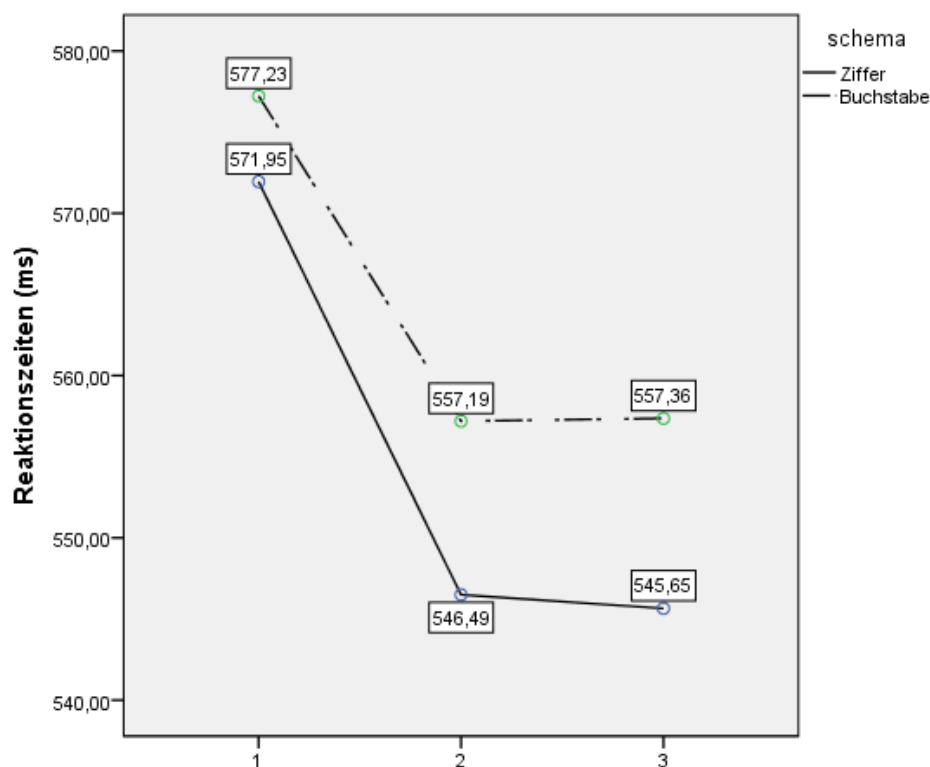


Abbildung 6. Nach Präsentationsschemata (Ziffer, Buchstabe) geteilte Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg, gemittelten Mittelwerte der nach einem Switch (erster Switch, zweiter Switch, dritter Switch) in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema und Switch. ($F(2, 209) = 7.55, p < .001$).

Im Schema Buchstaben wurden zum Zeitpunkt des ersten Switchs Mittelwerte $M = 577.23\text{ms}$ ($SE = 3.67$, $[569.98 - 584.47]$) gemessen, welche mit $M = 571.95\text{ ms}$ ($SE = 3.46$, $[565.12 - 578.78]$) über den zum Zeitpunkt des ersten Switchs gemessenen Mittelwerten des Schemas Ziffern lagen. Die zum Zeitpunkt des zweiten Switchs produzierten Mittelwerte lagen im Schema Buchstaben bei $M = 557.19\text{ ms}$ ($SE = 3.38$, $[550.52 - 563.86]$), die im Schema Ziffer produzierten Werte lagen mit $M = 546.49\text{ ms}$ ($SE = 3.49$, $[539.59 - 553.39]$) darunter. Im Vergleich dazu wurden zum Zeitpunkt des dritten Switchs im Schema Buchstaben Mittelwerte von $M = 557.36\text{ ms}$ ($SE = 3.49$, $[550.48 - 564.23]$) produziert und im Schema Ziffer konnten Mittelwerte von $M = 545.65\text{ ms}$ ($SE = 3.53$, $[538.69 - 552.61]$) gemessen werden. Die nachstehende nochmalige Darstellung der Abbildung 6 veranschaulicht diese Ergebnisse.

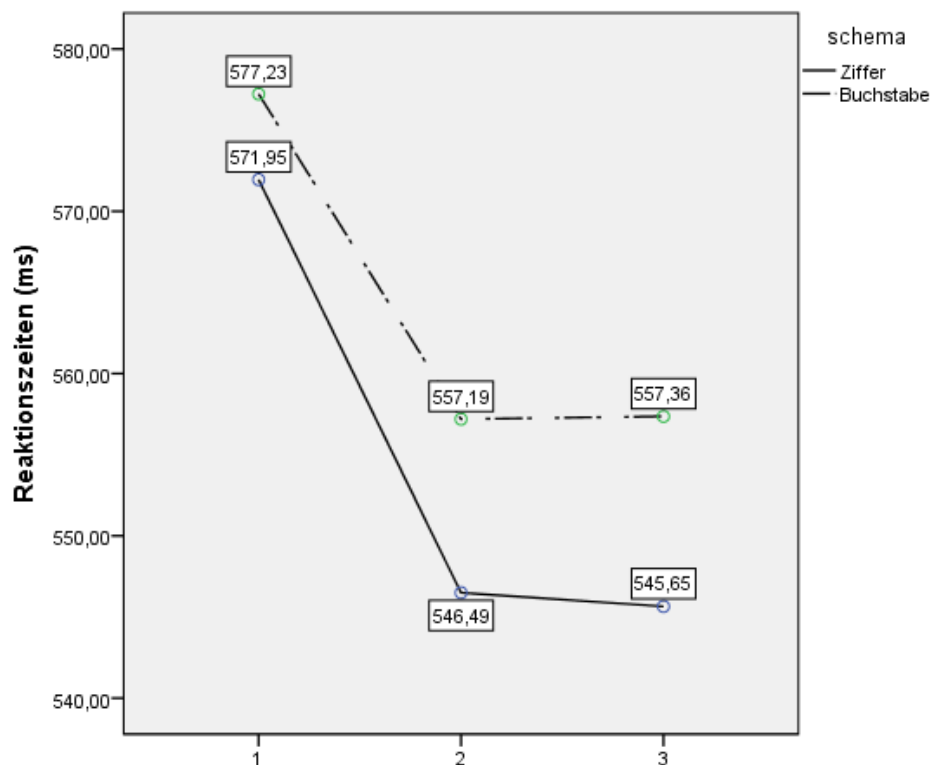


Abbildung 6. Nach Präsentationsschemata (Ziffer, Buchstabe) geteilte Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg, gemittelten Mittelwerte der nach einem Switch (erster Switch, zweiter Switch, dritter Switch) in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema und Switch. ($F(2, 209) = 7.55$, $p < .001$).

3.4.4 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekte:

Schema, Switch, Lärm und Vorgabe

Im Zuge der statistischen Analyse konnte eine signifikante Interaktionen zwischen den Faktoren Schema, Switch, Lärm und Vorgabe nachgewiesen werden ($F(8, 420) = 2.24, p = .023$). Die folgende Abbildung 7 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Schema, Switch, Lärm und Vorgabe zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli dar.

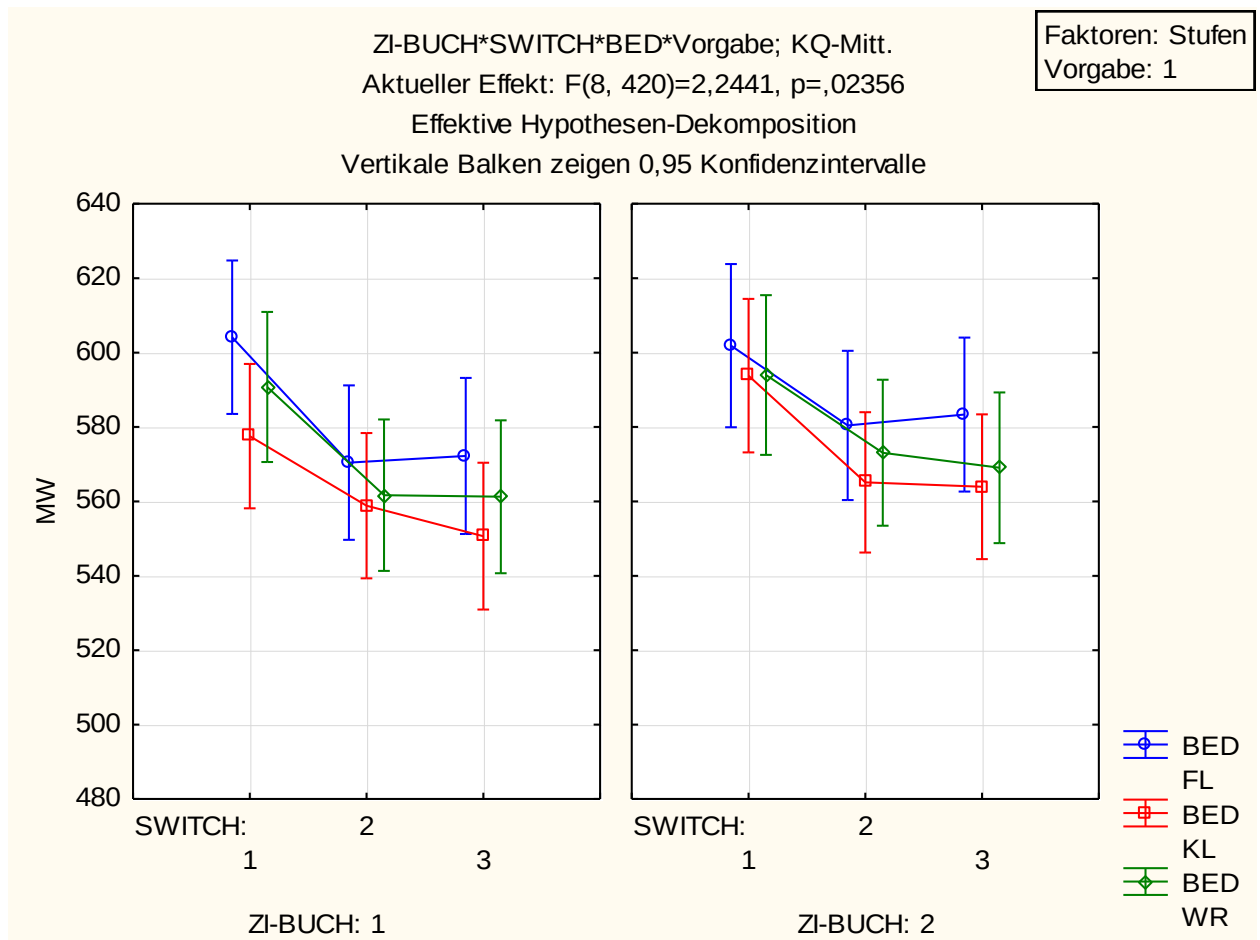


Abbildung 7. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle, der in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren *Schema* (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(8, 420) = 2.24, p = .023$). Anmerkung: ZI-BU = Schema, BED = Lärmbedingung.

Die folgende Abbildung 8 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Schema, Switch, Lärm und Vorgabe zum zweiten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli dar.

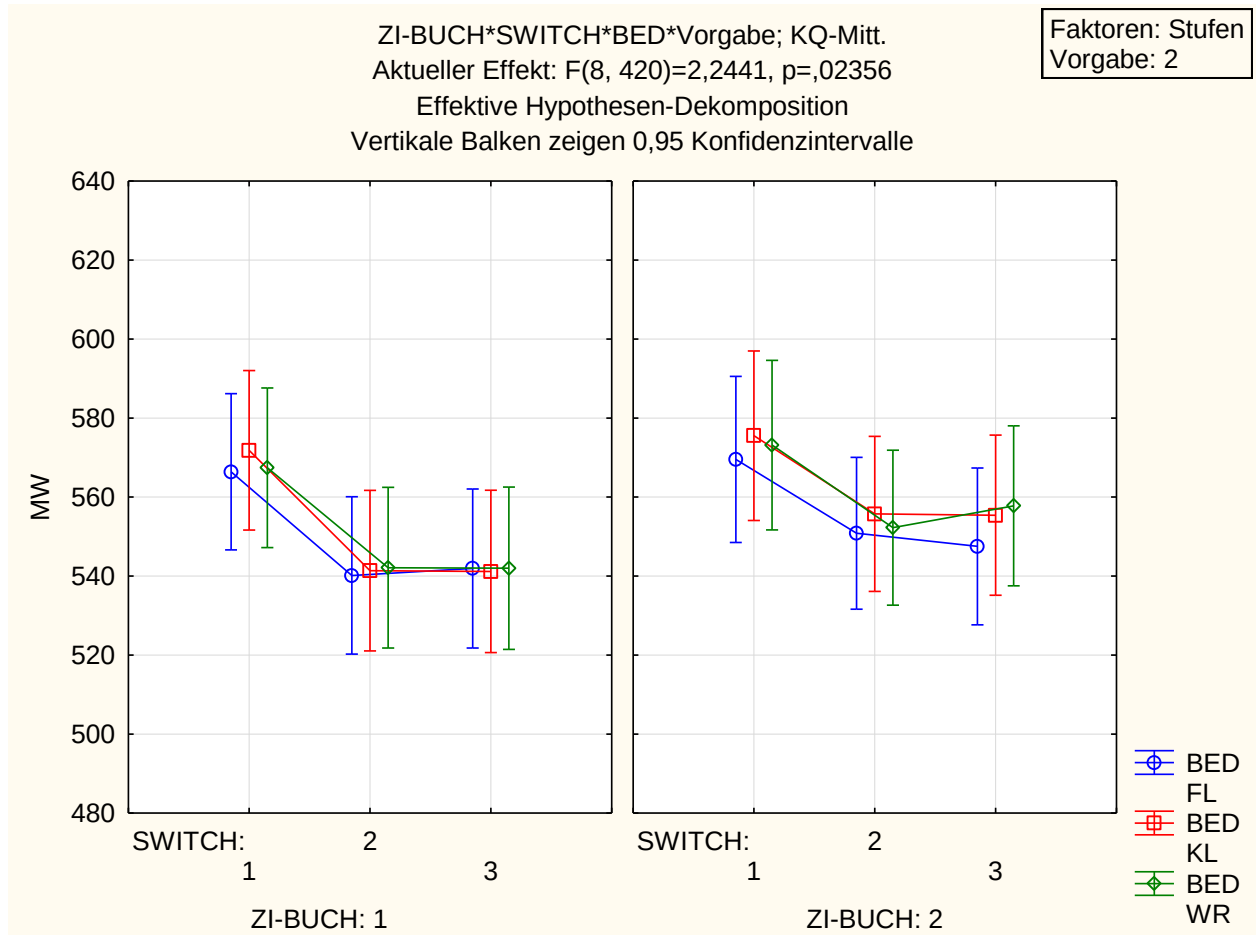


Abbildung 8. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle, der in den lexikalischen Enkodierungsaufgaben zum zweiten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(8, 420) = 2.24$, $p = .023$).

Die folgende Abbildung 9 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Schema, Switch, Lärm und Vorgabe zum dritten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli dar.

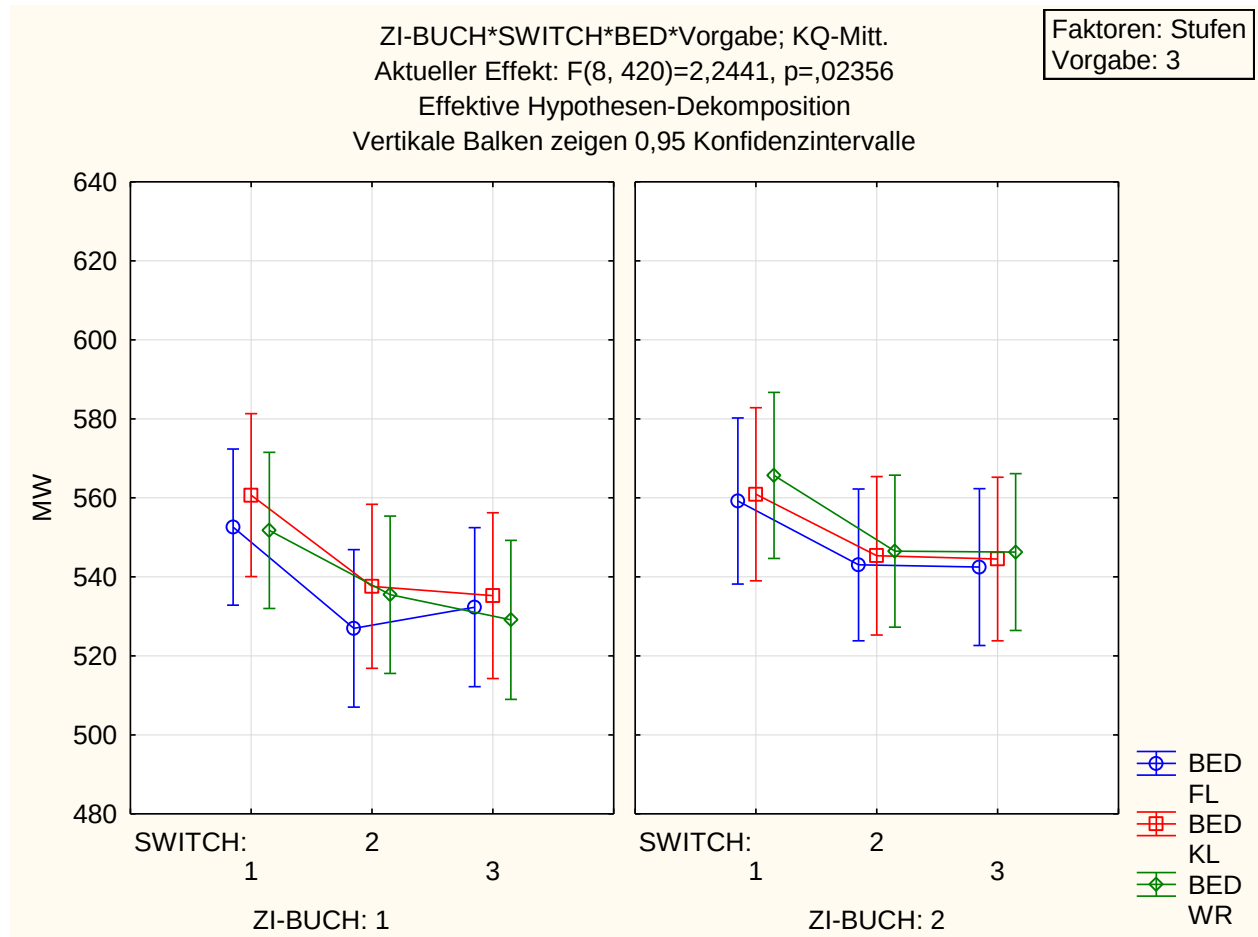


Abbildung 9. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle, der in den lexikalischen Enkodierungsaufgabe, zum dritten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(8, 420) = 2.24$, $p = .023$).

3.4.5 Ergebnisse der lexikalischen Enkodierungsaufgabe unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnten keine Belege gefunden werden, die einen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit auf die Faktoren Schema, Switch, Lärm und Vorgabe statistisch belegen würden. Darüber hinaus konnte keine statistischen, signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren nachgewiesen werden. Die detaillierten Ergebnisse des durchgeführten multivariaten Tests (Wilks λ) sind der Tabelle A4 im Anhang zu entnehmen.

3.3.6 Ergebnisse der Hypothesenprüfung zur lexikalischen Enkodierung

Hypothese 2:

H_1 : Die in den Aufgaben zur lexikalischen Enkodierung erbrachten Leistungen sind in den Lärmbedingungen geringer als in den Bedingungen, in der keine Lärmpräsentation erfolgt.

Für die zu prüfende Hypothese konnte kein statistischer Nachweis einer Gültigkeit erbracht werden. Die H_1 kann daher nicht angenommen werden, die H_0 , die keinen Unterschied zwischen den Lärmbedingungen annimmt, wird beibehalten.

Hypothese 2a:

H_1 : In den lexikalischen Enkodierungsaufgaben werden in den Versuchsbedingungen mit Lärm *switch task* geringere Leistungen produziert als in den Versuchsbedingungen ohne Lärm.

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnten keine Belege gefunden werden, die diese Annahmen bestätigen, die H_1 wird daher verworfen und die H_0 , die keinen signifikanten Einfluss des Faktors Lärm annimmt, wird beibehalten.

Hypothese 2b:

H_1 : In den Lärmbedingungen wird die lexikalische Enkodierungsleistung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst.

Die Annahme über einen in den Lärmbedingungen die Leistung moderierenden Effekt der individuellen Lärmempfindlichkeit konnte im Rahmen der statistischen Prüfung nicht bestätigt werden. Die H_1 wird verworfen und die H_0 , die keinen moderierenden Einfluss annimmt, wird beibehalten.

3.4 Inferenzstatistische Prüfung zur semantischen Enkodierung (SEM)

Um Rückschlüsse über den Einfluss der Faktoren Lärm bzw. Aufgabenart und deren Faktorstufen auf die semantische Enkodierungsleistung ziehen zu können, wurden die jeweils in den Versuchsbedingungen gemessenen Reaktionszeiten einander gegenübergestellt. Im Rahmen der experimentellen Bedingung wurden die Faktoren Block (5), Schema (2), Switch (3) sowie die Zwischensubjektfaktoren Lärmbedingung (3) und der innerhalb der drei Lärmbedingungen gewählte Zeitpunkt der Vorgabe (3) des Lärmstimulus untersucht. Für die Prüfung auf statistische Signifikanz des fünffaktoriellen Varianzanalytischen Designs ($5 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3$) wurde aufgrund einer Sphärizitätsverletzung von der Anwendung einer *mixed* ANOVA abgesehen und auf die Verwendung einer multivariaten ANOVA zurückgegriffen. Zur Identifizierung einer potenziellen moderierenden Wirkung der individuellen Lärmempfindlichkeit (2) wurde diese als Faktor modelliert und in einem separaten sechsfaktoriellen Varianzanalytischen Design ($5 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 2$) untersucht.

Die im Folgenden dargelegten Analysen basieren auf den im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Messungen der Reaktionszeiten (ms) an einer Stichprobe ($N = 72$). Die nachstehende Tabelle X berichtet über die signifikanten Ergebnisse der Multivariaten Tests (Wilks λ) detaillierte Ergebnisse aller Berechnungen finden sich in Tabelle A5 im Anhang. Im Folgenden werden die signifikanten Ergebnisse präsentiert.

Tabelle X. Ergebnisse des durchgeführten multivariaten Test (Wilks λ) über die in den semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten.

<i>Effekt</i>	<i>df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Block	4	207	6.85	.001
Schema	1	210	57.59	.001
Switch	2	209	54.05	.001
Block*Vorgabe	8	414	2.256	.022
Block*Schema*Lärm	8	414	2.55	.009
Schema*Switch*Vorgabe	4	418	2.744	.030
Block*Switch*Lärm*Vorgabe	32	750.22	1.61	.018

Anmerkung: ($p < .05$).

3.4.1 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Block

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnten zwischen den in den Blöcken produzierten Reaktionszeiten signifikante ($F(4, 207) = 6.85, p < .001$) Unterschiede nachgewiesen werden. Wie in der nachstehenden Abbildung 10 ersichtlich, wurden im ersten Block die höchsten Mittelwerte produziert ($M = 1.583.03, SE = 35.843, [1.512.34 - 1.653.71]$), die mit $M = 1.503.24$ ms ($SE = 32.14, [1.439.85 - 1.566.62]$) gemessenen Werte des zweiten Blocks liegen deutlich darunter. Im Vergleich dazu wurden im dritten Block Mittelwerte ($M = 1.500.17, SE = 33.25, [1.434.59 - 1.565.74]$) gemessen, welche nur marginal von jenen des zweiten Blocks abweichen. Die geringsten Mittelwerte wurden im fünften Block gemessen ($M = 1.484.49 (SE = 31.37, [1.423.38 - 1.547.41])$), welche unter den im vierten Block gemessenen Mittelwerten ($M = 1.485.54, SE = 31.37, [1.423.68 - 1.547.41]$) lagen.

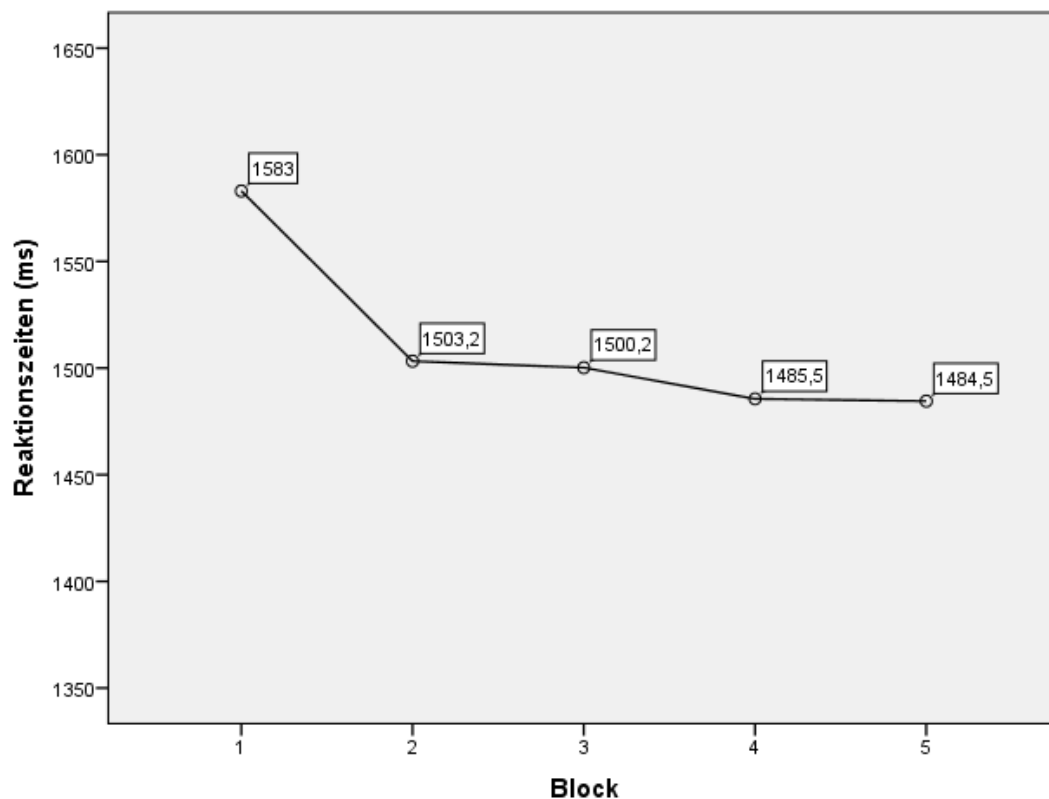


Abbildung 10. Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg, über alle Blöcke gemittelten Mittelwerte der in den semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Einfluss Block auf die gemessenen Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgaben ($F(4, 207) = 6.85, p < .001$).

3.4.2 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema

Im Zuge der statistischen Analysen konnte belegt werden, dass die gemessenen Reaktionszeiten einem signifikanten ($F(1, 210) = 57.59, p < .001$) Einfluss der Präsentationsschemata unterliegen. Die im Präsentationstyp 1 (Vor) produzierten Mittelwerte ($M = 1.461.14, SE = 30.12, [1.401.74 - 1.520.53]$) lagen über alle Bedingungen hinweg unter den im Präsentationstyp 2 (Nach) produzierten Mittelwerten ($M = 1.551.37, SE = 31.42, [1.489.41 - 1.613.34]$). Nachstehende Abbildung 11 illustriert diese Ergebnisse.

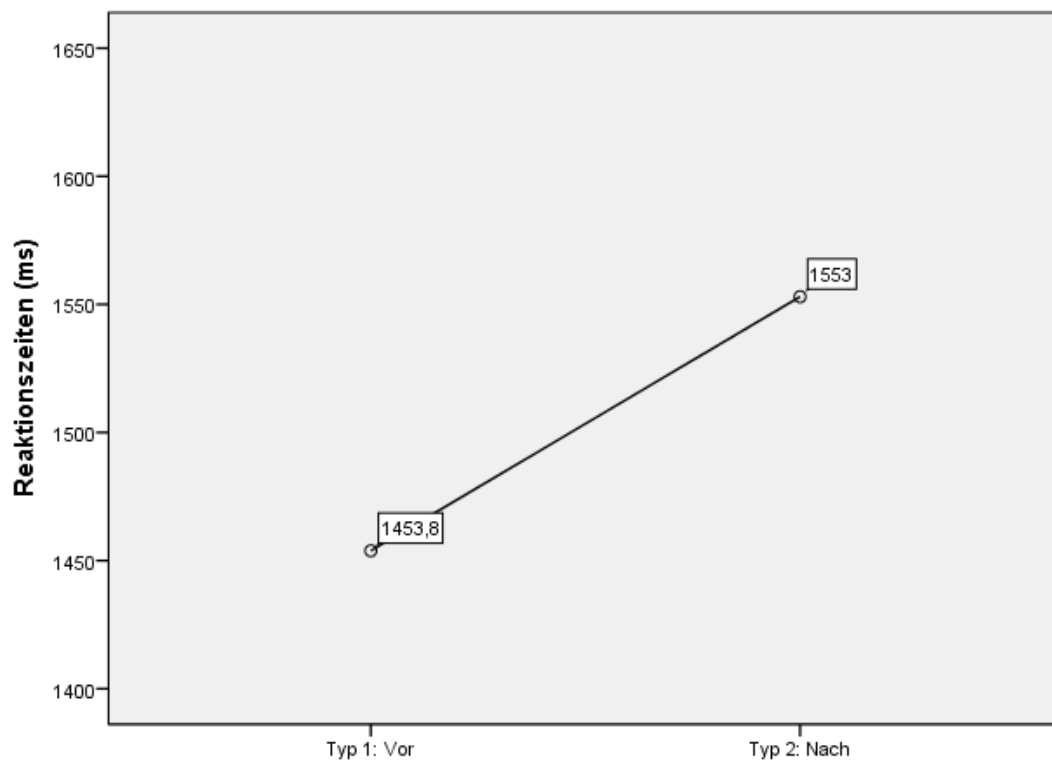


Abbildung 11. Gegenüberstellung der über alle Bedingungen hinweg in den semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten, getrennt nach Präsentationsschemata. Typ 1 stellt das Schema Vor und Typ 2 stellt das Schema Nach dar. Dargestellter Effekt: Einfluss der Präsentationsschemata auf die gemessenen Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgaben. ($F(1, 210) = 57.59, p < .001$).

3.4.3 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Switch

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnte mit $p < .001$ ($F(2, 209) = 54.05$) ein signifikanter Einfluss des Faktors Switch nachgewiesen werden. Zum Zeitpunkt des ersten Switchs wurden mit $M = 1.619.52$ ms ($SE = 34.15, [1.552.16 - 1.686.87]$) die höchsten Reaktionszeiten gemessen. Im Vergleich dazu wurden zum Zeitpunkt des zweiten Switchs Mittelwerte von $M = 1.415.72$ ms ($SE = 29.25, [1.3581.03 - 1.473.42]$) produziert, welche unter den zum Zeitpunkt des dritten Switchs gemessenen Mittelwerten ($M = 1.483.53$ ($SE = 32.13, [1.420.16 - 1.546.90]$)) lagen. Die nachstehende Abbildung 12 stellt diese Unterschiede grafisch dar.

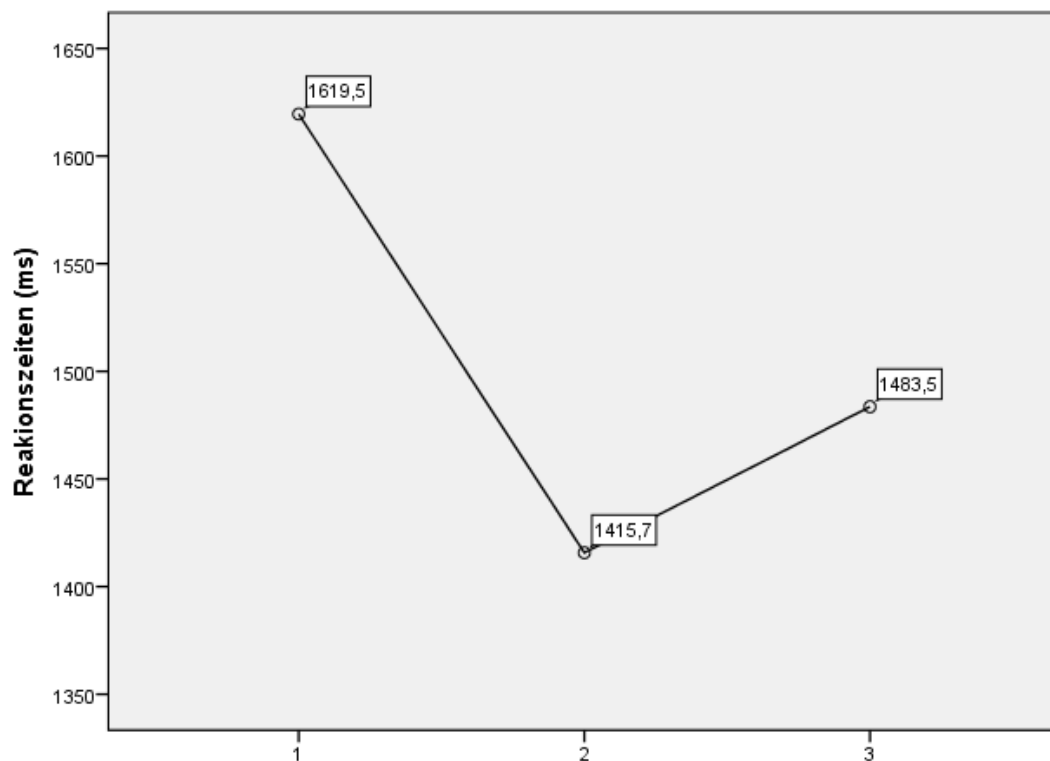


Abbildung 12. Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg, gemittelten Mittelwerte der nach einem Switch (erster Switch, zweiter Switch, dritter Switch) in den semantischen Enkodierungsaufgaben gemessenen Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Einfluss des Faktors Switch auf die gemessenen Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgaben. ($F(2, 209) = 54.05, p < .001$).

3.4.4 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekte

Für die folgenden signifikanten Ergebnisse erfolgt keine nähere Ergebnisbeschreibung, der Vollständigkeit halber sind entsprechende Abbildungen der Effekte im Anhang B zu finden. Die Interaktion zwischen den Faktoren Block und Vorgabe ist der Grafik B1 im Anhang zu entnehmen. Die Effekte der Interaktion Block, Schema, Lärm sind in den Abbildungen B2, B3 und B4 dargestellt. Die Abbildungen B5, B6 und B7 sind als grafische Darstellung der Effekte der Interaktion der Faktoren Schema, Switch und Vorgabe zu verstehen.

*Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Interaktionseffekte:
Block, Switch, Lärm und Vorgabe*

Im Zuge der statistischen Analysen konnte eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Schema, Switch, Lärm und Vorgabe nachgewiesen werden ($F(32, 1680) = 1.54, p = .027$). Die folgende Abbildung 13 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Schema, Switch, Lärm und Vorgabe zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli dar.

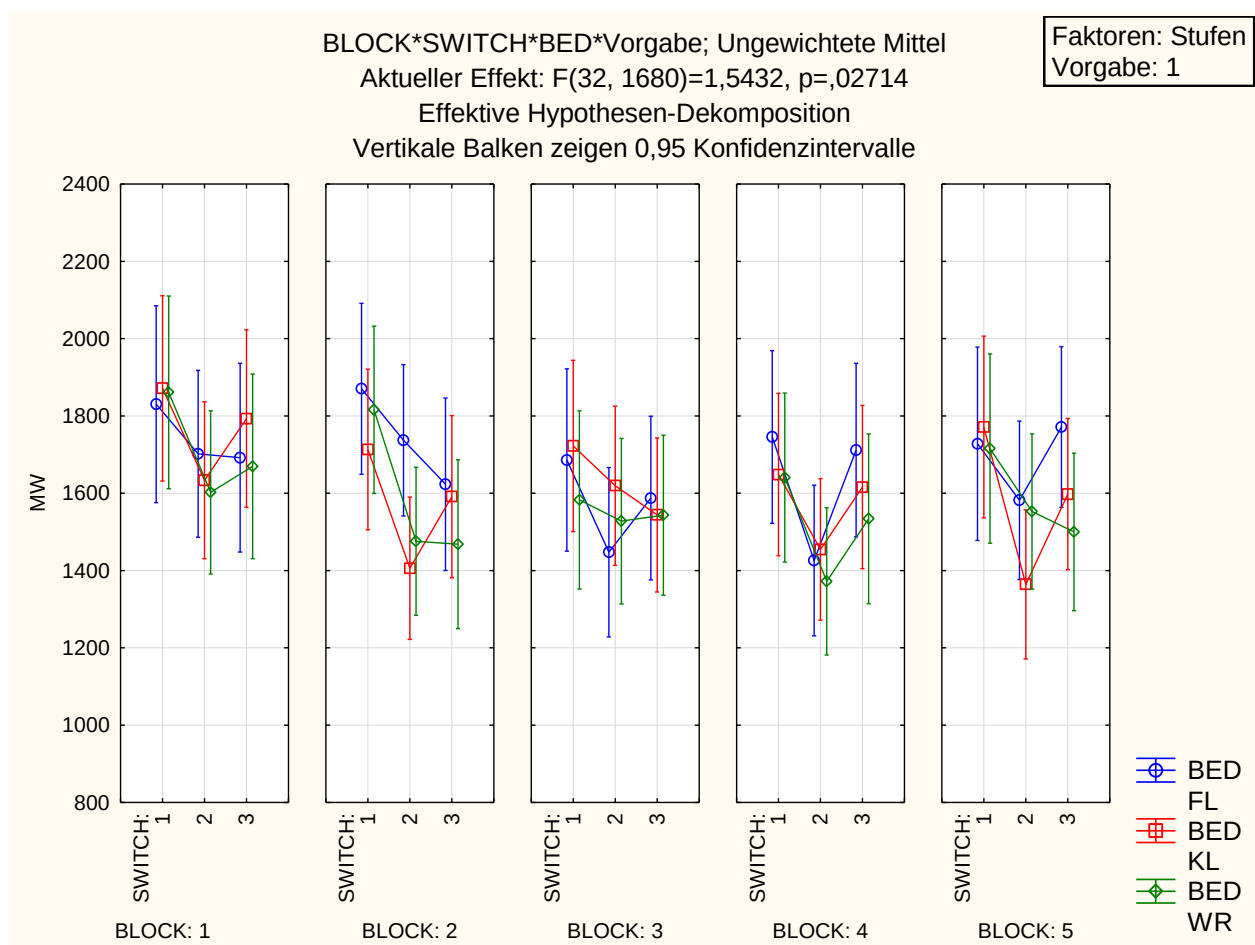


Abbildung 13. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle, der in den semantischen Enkodierungsaufgaben zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(32, 1680) = 1.54, p = .027$). Anmerkung: ZI-BU = Schema, BED = Lärmbedingung.

Die folgende Abbildung 14 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Schema, Switch, Lärm und Vorgabe zum zweiten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli dar.

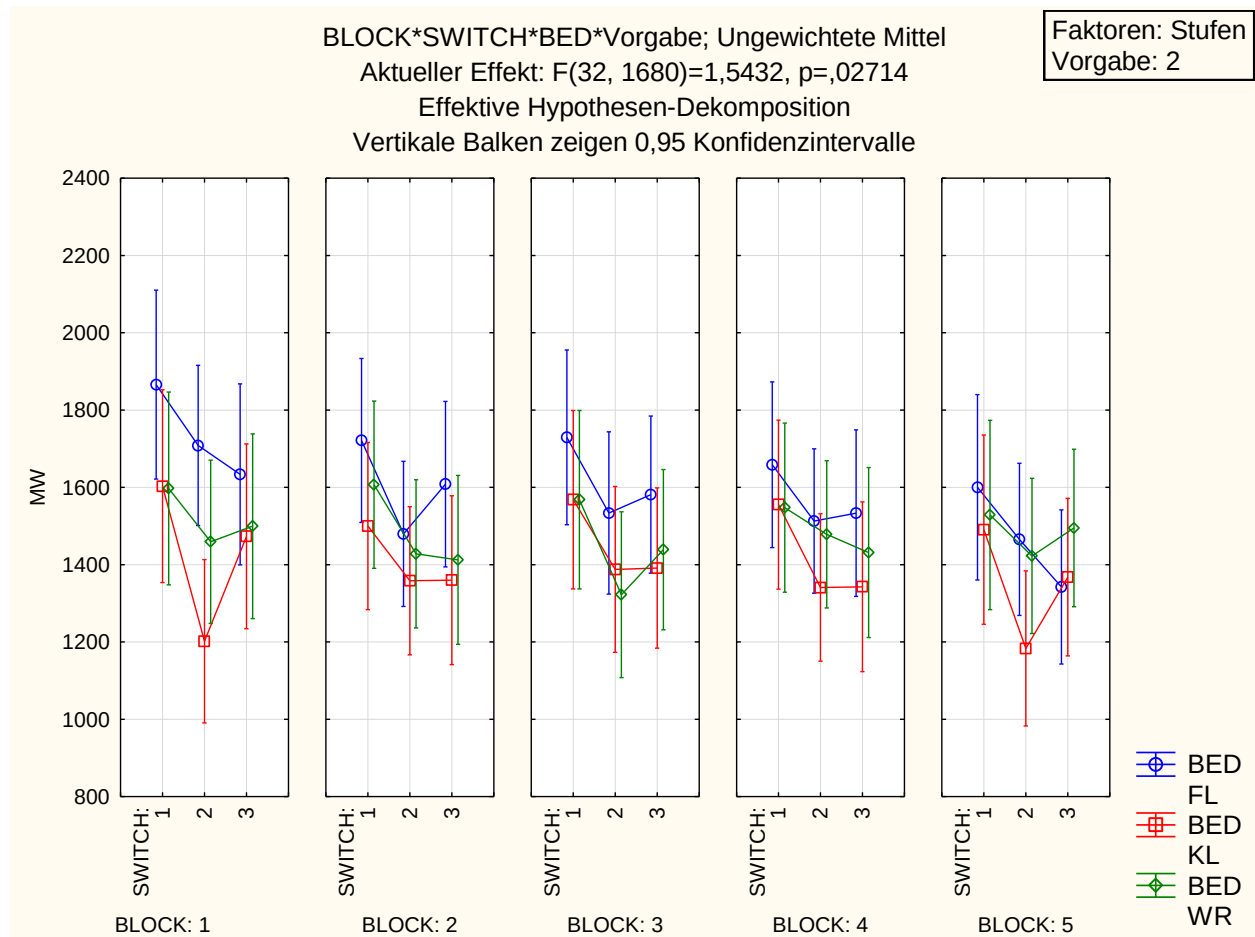


Abbildung 14. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle, der in den semantischen Enkodierungsaufgaben zum zweiten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(32, 1680) = 1.54, p = .027$). Anmerkung: ZI-BU = Schema, BED = Lärmbedingung.

Die nachstehende Abbildung 15 stellt eine Betrachtung der Ergebnisse der Interaktion Block, Switch, Lärm und Vorgabe zum dritten Vorgabezeitpunkt dar.

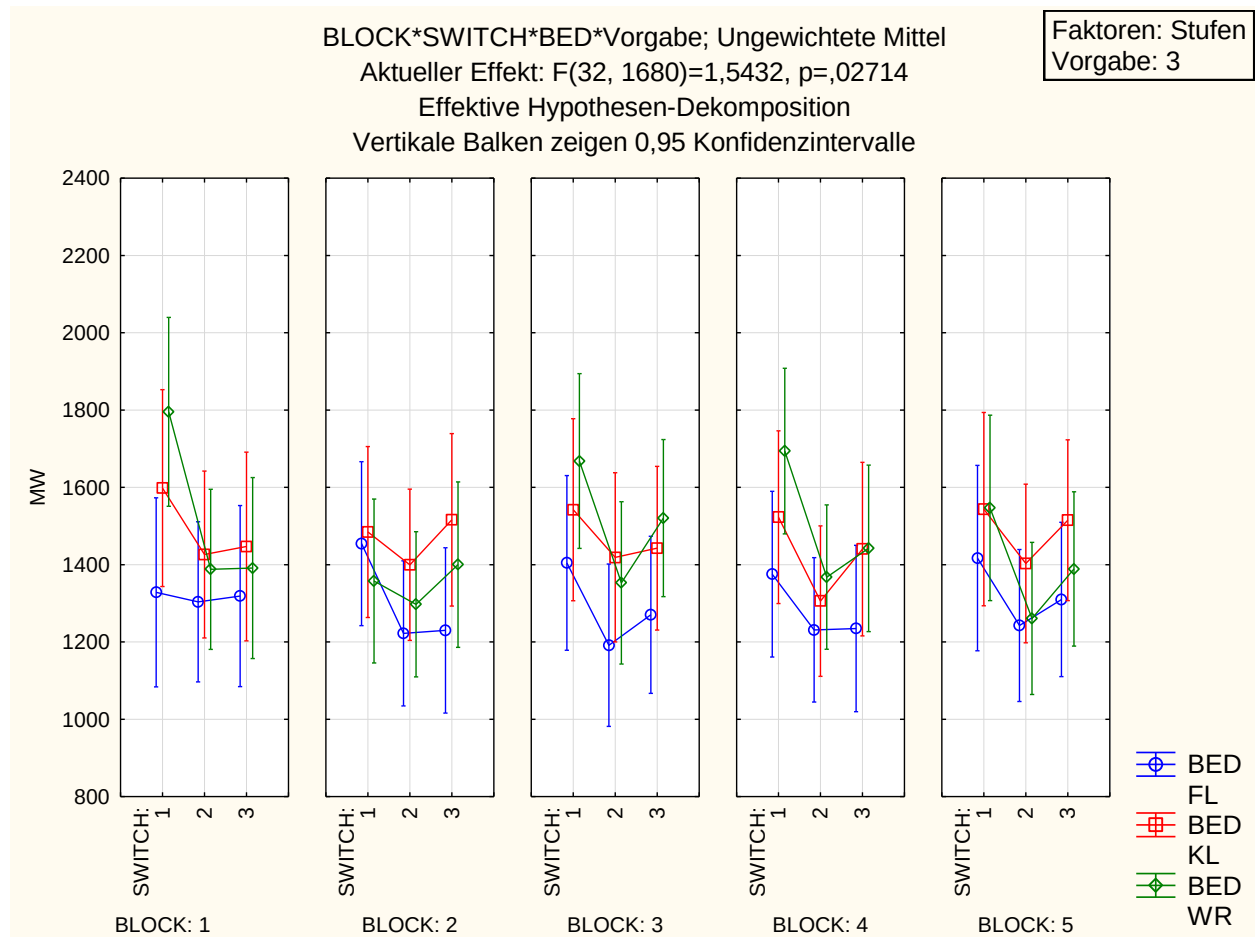


Abbildung 15. Darstellung der über alle Bedingungen und über alle Aufgabenwechsel hinweg gemittelten Mittelwerte und entsprechender Konfidenzintervalle in den semantischen Enkodierungsaufgaben zum dritten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Ziffer, Buchstabe), Switch, Lärmbedingung und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(32, 1680) = 1.54, p = .027$). Anmerkung: ZI-BU = Schema, BED = Lärmbedingung.

3.4.5 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnten Belege gefunden werden, die die Annahme über einen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit auf die gemessenen Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgaben statistisch stützen. Nachstehende Tabelle XI berichtet über die gefundenen Ergebnisse.

Tabelle XI. Ergebnisse des durchgeführten multivariaten Tests (Wilks λ) über die in den semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten, unter Berücksichtigung der individuellen Lärmempfindlichkeit.

<i>Effekt</i>	<i>df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η^2</i>
Schema*lem	1	198	5.56	.019	.027
Block*Vorgabe*lem	8	390	.933	.041	.040
Block*Schema*Vorgabe*lem	8	390	2.17	.028	.043
Block*Schema*Switch*lem	2	191	2.084	.039	.080

Anmerkung: ($p < .05$). Lem = Lärmempfindlichkeit

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnte mit $F(1, 198) = 5.56$ ($p = .019$, $\eta^2 = .027$) eine signifikante Interaktion zwischen dem Präsentationsschema und der individuellen Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden.

Für die folgenden signifikanten Ergebnisse erfolgt keine nähere Ergebnisbeschreibung, der Vollständigkeit halber sind entsprechende Abbildungen der Effekte im Anhang B zu finden. Die Darstellung der Interaktion zwischen den Faktoren Block, Vorgabe und Lärmempfindlichkeit ist für lärmempfindliche Personen der Grafik B8 und für Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit der Grafik B9 im Anhang zu entnehmen. Die Effekte der Interaktion Block, Schema, Lärm sind in den Abbildungen B2, B3 und B4 dargestellt. Für die signifikante Interaktion der Faktoren Block, Schema, Vorgabe und Lärmempfindlichkeit sowie die Interaktion der Faktoren Block, Schema, Switch und Lärmempfindlichkeit erfolgt keine nähere Ergebnisdarstellung.

3.4.6 Ergebnisse der semantischen Enkodierungsaufgabe, Effekt: Schema und lem

Durch die statistische Prüfung konnte eine signifikante ($F(1, 198) = 5.56, p = .019, \eta^2 = .027$) Interaktion zwischen den Faktoren Schema und Lärmempfindlichkeit belegt werden. Lärmempfindliche Personen produzierten während der Präsentation des Schemas *Vor* Mittelwerte von $M = 1.536.59$ ms ($SE = 42.81, [1.452.15 - 1.621.03]$). Im Vergleich dazu konnten bei lärmunempfindlichen Personen Mittelwerte gemessen werden, die mit $M = 1.397.14$ ms ($SE = 42.61, [1.313.10 - 1.481.18]$) unter den ermittelten Werten lärmempfindlicher Personen lagen. Im Schema *Nach* konnten bei lärmempfindlichen Personen Mittelwerte gemessen werden, die mit $M = 1.596.69$ ms ($SE = 44.88, [1.508.18 - 1.685.20]$) über den Mittelwerten lärmunempfindlicher Personen lagen, welche im Schema *Nach* Mittelwerte von $M = 1.514.75$ ms ($SE = 44.66, [1.426.66 - 1.602.84]$) produzierten. Die nachstehende Abbildung 16 illustriert diese Ergebnisse.

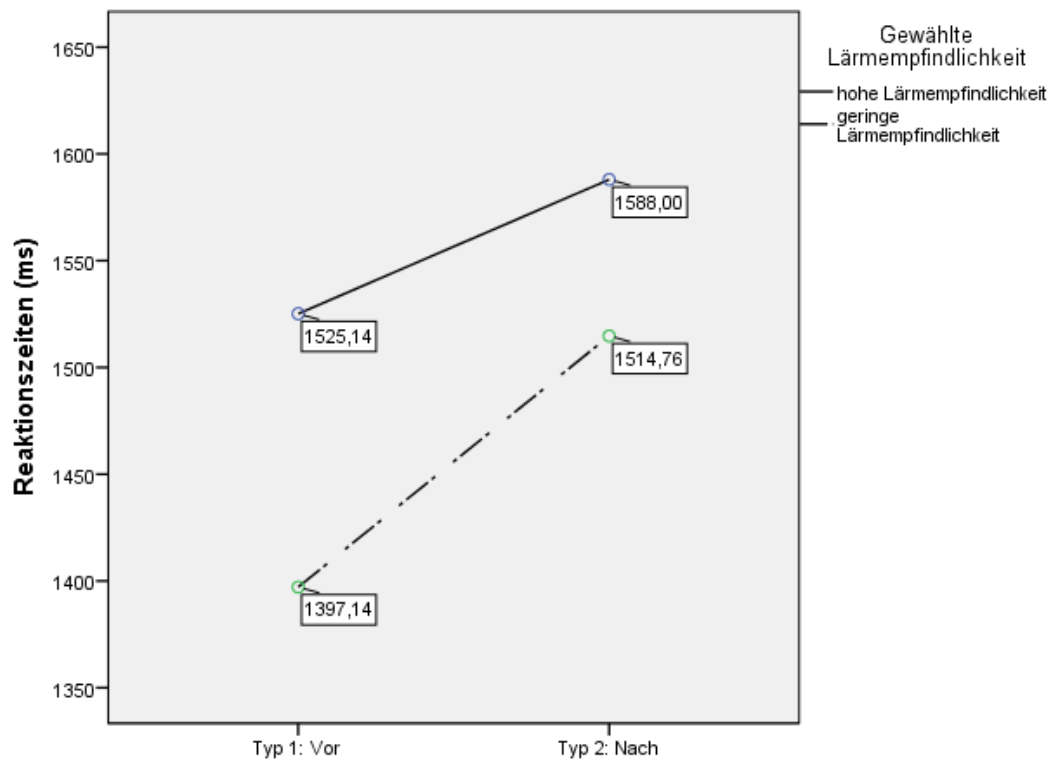


Abbildung 16. Gegenüberstellung der produzierten Mittelwerte der Präsentationsschemata: Typ 1 und Typ 2, nach Lärmempfindlichkeit. Typ 1 stellt das Schema *Vor* und Typ 2 stellt das Schema *Nach* dar. Dargestellter Effekt: Interaktion Schema und lem ($F(1, 198) = 5.56, p = .019, \eta^2 = .027$).

3.4.7 Ergebnisse der Hypothesenprüfung zur semantischen Enkodierung

Hypothese 3:

H₁: Die in den Aufgaben zur semantischen Enkodierung erbrachten Leistungen sind in den Lärmbedingungen geringer als in den Bedingungen ohne Lärmpräsentation.

Der zur Hypothesenprüfung durchgeführte Signifikanztest konnte keine statistisch gesicherten Ergebnisse liefern, die diese Annahme stützen. Die H₁ wird verworfen und die H₀, die davon ausgeht, dass die erbrachten Leistungen keinem durch Lärm verursachten Einfluss unterliegen, wird beibehalten.

Hypothese 3a:

H₁: In den semantischen Enkodierungsaufgaben werden in den Versuchsbedingungen mit Lärm im *switch task* geringere Leistungen produziert als in der Versuchsbedingung ohne Lärm.

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnten keinerlei Belege gefunden werden, die diese These stützen, die H₁ kann nicht angenommen werden und die H₀, die davon ausgeht, dass die Leistungen im *switch task* keinem Einfluss durch Lärmpräsentation unterliegen, wird beibehalten.

Hypothese 3b:

H₁: In den Lärmbedingungen verringert die individuelle Lärmempfindlichkeit die in den semantischen Enkodierungsaufgaben erbrachte Leistung.

Die Annahme, dass die in den Lärmbedingungen erbrachte Leistung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst wird, konnte im Zuge der statistischen Prüfung nicht bestätigt werden. Die H₁ kann nicht angenommen werden und die H₀ wird verworfen.

3.5 Inferenzstatistische Prüfung der subjektiven Belastung (NASA-TLX)

Um Rückschlüsse über den Einfluss der Faktoren Lärm bzw. Aufgabenart und deren Faktorstufen auf die subjektiv empfundene Beanspruchung durch eine Aufgabe ziehen zu können, wurden die jeweils in den Versuchsbedingungen durch den Selbstbeschreibungsfragebogen NASA-TLX erhobenen Werte einander gegenübergestellt. Die statistische Analyse beinhaltete die Untersuchung der primären Faktoren Lärm (3) und Aufgabenart (3), zusätzlich wurde, um etwaige moderierende Effekte der individuellen Lärmempfindlichkeit (2) nachzuweisen, diese als Faktor mit modelliert. Die Hypothesenprüfung erfolgte anhand eines dreifaktoriellen ($3 \times 3 \times 2$) Varianzanalytischen *mixed Designs*. In jenen Fällen, in denen eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden konnte, erfolgte bei $(\epsilon) < .75$ eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser, bei $(\epsilon) > .75$ wurde nach Huynh-Feldt korrigiert (Field, 2013).

Die im Folgenden dargelegten Analysen basieren auf den im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Beobachtungen an einer Stichprobe und deren Angaben über die subjektiv empfundene Beanspruchung durch eine Aufgabe. Etwaige Schwankungen in der ausgewiesenen Anzahl an beobachteten Fällen sind auf nicht bearbeitete Items zurückzuführen. Etwaige dargestellte Konfidenzintervalle wurde von SPSS® errechnet und nach dem Ansatz von Cousineau und O'Brien (2014) korrigiert. Die nachstehende Tabelle XII berichtet über die Ergebnisse der Multivariaten Tests (Wilks λ , $p < .05$).

Tabelle XII. Ergebnisse einer über den gesamten NASA-TLX Fragebogen gerechneten MANOVA

<i>Innersubjekteffekt</i>	<i>Hypothe</i> <i>se df</i>	<i>Fehler</i> <i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η^2</i>
Aufgabenart	14	256	24.132	.001	.569
Lärm	14	256	1.777	.042	.089
Lärmempfindlichkeit	8	61	1.931	.080	.181
Aufgabenart*Lärm	28	946.07	.971	.509	.025
Aufgabenart*Lärmempfindlichkeit	14	256	.907	.552	.047
Lärm*Lärmempfindlichkeit	14	256	.730	.744	.038
Aufgabenart*Lärm*Lärmempfindlichkeit	14	946.07	.659	.912	.017

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte gezeigt werden, dass die subjektiv wahrgenommene Belastung durch die Aufgabenart, signifikant ($F(14, 256) = 24.13, p < .001, \eta^2 = .569$) durch die Art der Aufgabe sowie durch die Präsentation von Lärm ($F(14, 256) = 1.77, p = .042, \eta^2 = .089$) beeinflusst wurde. Für den Faktor Lärmempfindlichkeit konnten keine Hinweise gefunden werden, die auf einen statistisch signifikanten Einfluss hinweisen würden ($F(8, 61) = 1.93, p = .080, \eta^2 = .181$). Zudem konnten keine Belege gefunden werden, die auf signifikante Interaktionen zwischen den Faktoren hindeuten würden.

Zur weiteren Bewertung des Einflusses der Faktoren wurden die durch Anwendung der MANOVA als signifikant ausgewiesenen Ergebnisse einer *follow-up* Analyse unterzogen. Die mithilfe einer einfaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung als signifikant identifizierten Ergebnisse der einzelnen Items des NASA-TLX Fragebogens werden im Folgenden berichtet. Es folgen lediglich Berichte und Darstellungen signifikanter Einflüsse und Interaktion, die detaillierten Ergebnisse sind der Tabelle A6 im Anhang zu entnehmen.

3.5.1 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen geistigen Anforderung durch die Aufgabe
Für die in $N = 71$ erhobene, subjektiv wahrgenommene geistige Anforderung konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .754$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die subjektiv empfundene geistige Anforderung signifikant ($F(1.463, 138) = 196.93, p < .001, \eta^2 = .741$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde.

Die ENT Bedingungen, in denen kein kognitives Aufgabenmaterial vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen, in welchen die Vorgabe von kognitivem Aufgabenmaterial erfolgt ist. Zwischen den Bedingungen, in denen lexikalisches (LEX) und semantisches Aufgabenmaterial (SEM) vorgegeben wurde, konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Eine Darstellung der berichteten Ergebnisse stellt Abbildung 17 dar.

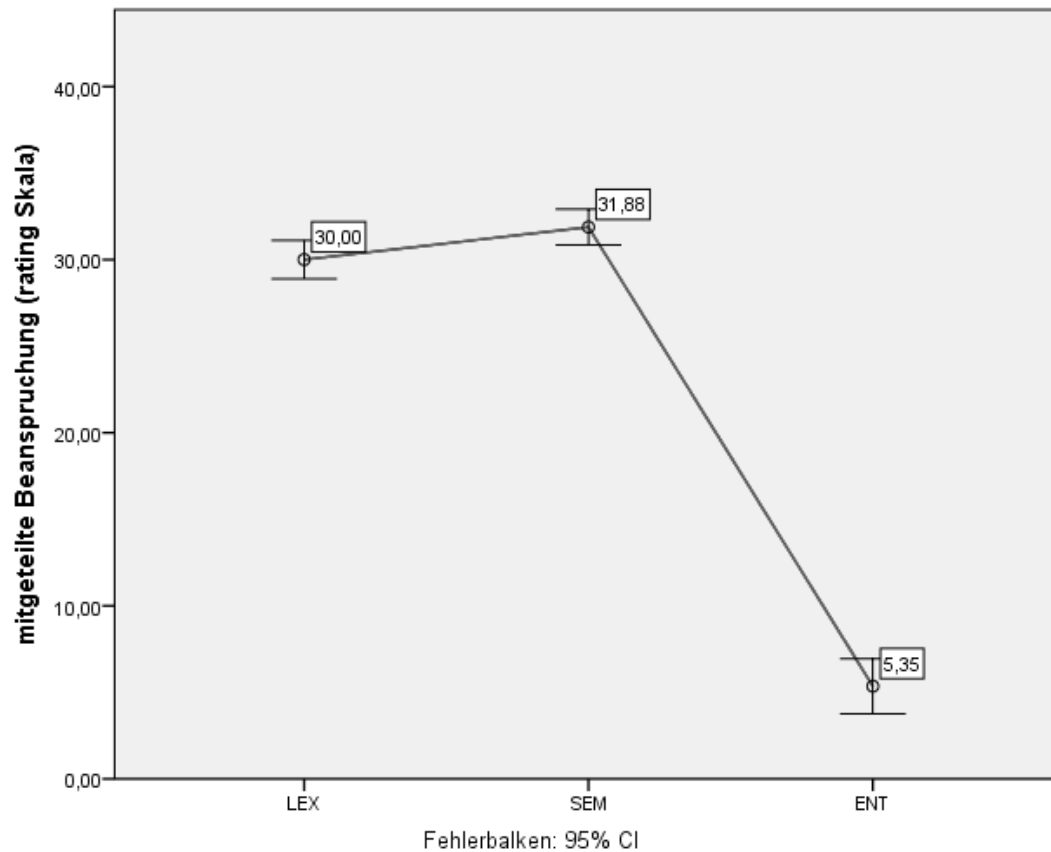


Abbildung 17. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT gemessene Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommen geistigen Anstrengung durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene geistige Anstrengung ($F(1.463, 138) = 196.93, p < .001, \eta^2 = .741$).

Im Zuge der statistischen Prüfung konnte eine signifikante ($F(2, 138) = 3.30, p = .040, \eta^2 = .046$) Interaktion zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden. Über alle Lärmbedingungen hinweg, berichten lärmempfindliche Personen über höher geistige Anforderungen als Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit. In der Lärmbedingung, in der Fluglärm (FL) präsentiert wurde, beurteilten lärmempfindliche Personen die Anstrengungen mit $M = 7.92$ ($SE = 0.57, [6.78 - 9.06]$), lärmunempfindliche Personen berichteten mit $M = 7.02$ ($SE = 0.56, [5.89 - 8.14]$) über eine geringere wahrgenommene Anstrengung. In der Bedingung, in der der Stimulus energieäquivalentes weißes Rauschen (WR) vorgegeben wurde, berichteten lärmempfindliche Personen ($M = 7.66$ $SE = 0.56, [6.53 - 8.77]$), im Vergleich zu lärmunempfindlichen Personen ($M = 7.53$ ($SE = 0.55, [6.42 - 8.63]$), über eine höhere wahrgenommene geistige Anforderung. In den

Bedingungen, in der kein Lärmstimuli (KL) präsentiert wurde, berichteten lärmempfindliche Personen von einer geistigen Anforderung mit $M = 7.29$ ($SE = 0.60$, $[6.07 - 8.49]$), im Vergleich dazu gaben lärmunempfindliche Personen Mittelwerte von $M = 7.37$ ($SE = 0.59$, $[6.17 - 8.56]$) an. Die nachstehende Abbildung 18 stellt eine Illustration der eben berichteten Ergebnisse dar.

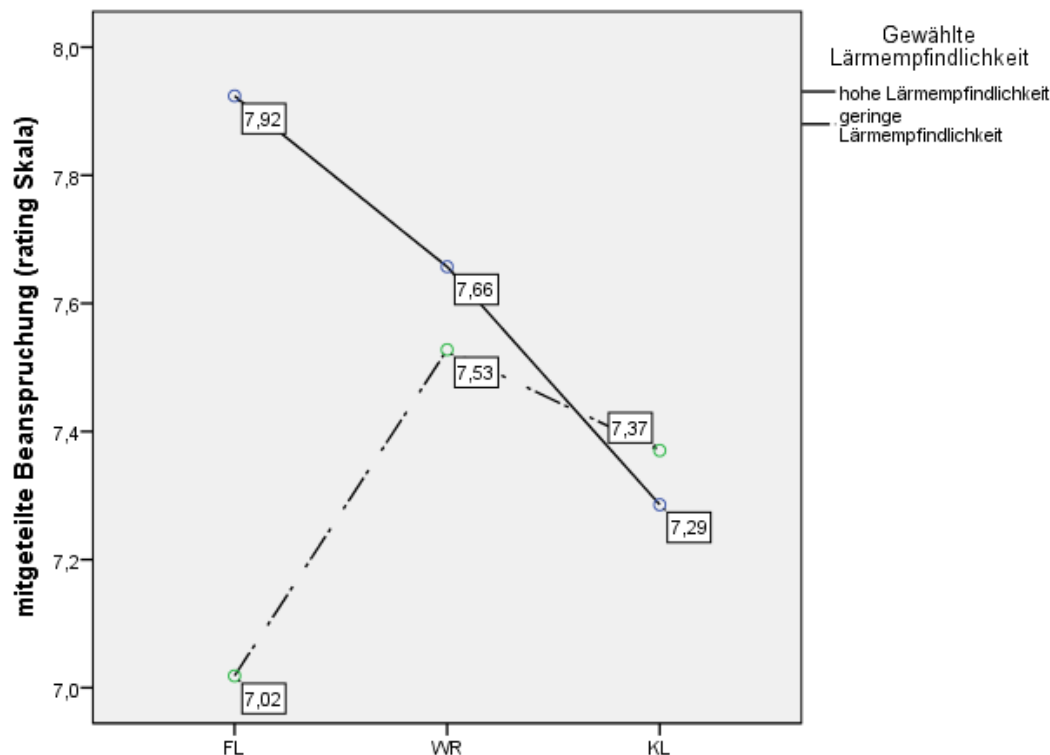


Abbildung 18. Gegenüberstellung der in den Lärmbedingungen (FL, WR KL) mitgeteilten Mittelwerte über die wahrgenommene geistige Beanspruchung durch eine Aufgabe, getrennt nach Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion Lärm und Lärmempfindlichkeit ($F(2, 138) = 3.30$, $p = .040$, $\eta^2 = .046$).

3.5.2 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen körperlichen Anforderung durch die Aufgabe
Für die in $N = 71$ erhobene Beurteilung über die subjektiv wahrgenommene körperliche Anforderung, konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh-Feld ($\epsilon = .901$). Die statistische Prüfung zeigt, dass die subjektiv erlebte körperliche Anstrengungen signifikant ($F(1.802, 138) = 35.76$, $p < .001$, $\eta^2 = .341$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde. Jene Bedingungen, in denen kein

kognitives Aufgabenmaterial vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen, in denen die Vorgabe von kognitivem Stimulus Material erfolgt ist. Zwischen den Bedingungen, in denen lexikalisches (LEX) oder semantisches Aufgabenmaterial (SEM) vorgegeben wurde, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die nachstehende Abbildung 19 dient der Veranschaulichung der beschriebenen Ergebnisse.

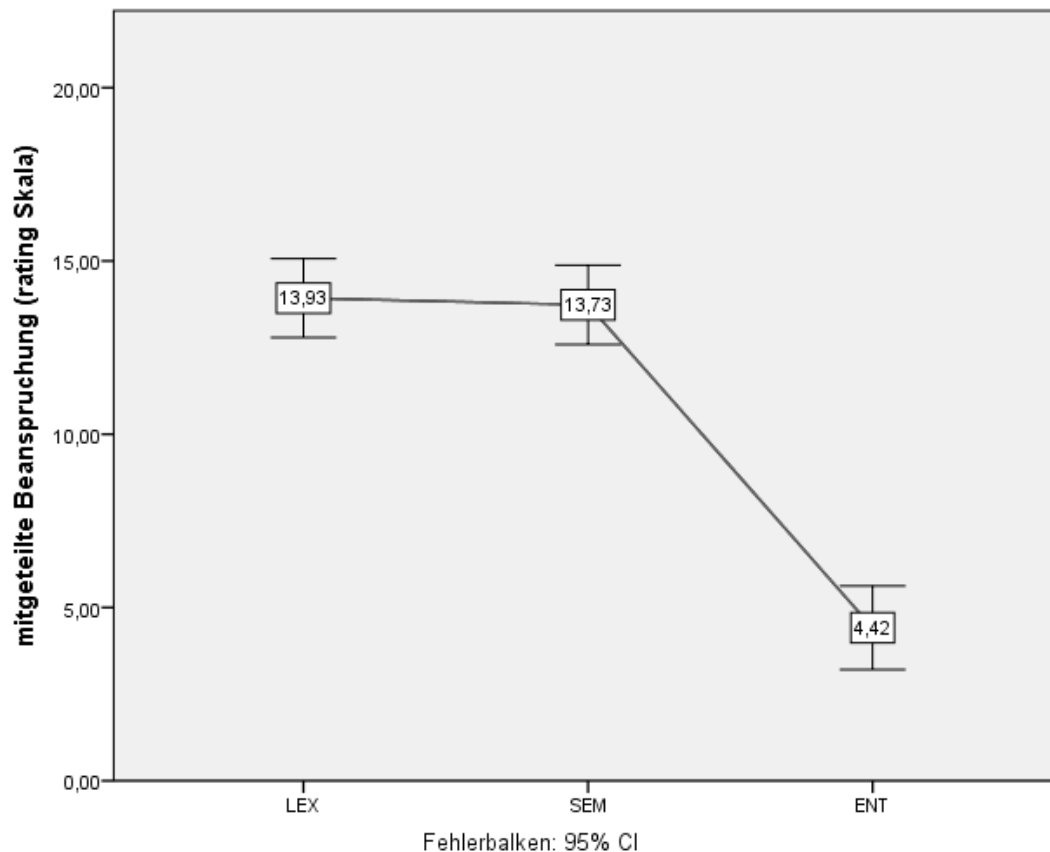


Abbildung 19. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen körperlichen Anforderung durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene körperliche Anforderung ($F(1.802, 138) = 35.76, p < .001, \eta^2 = .341$).

3.5.3 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen zeitlichen Anforderung durch die Aufgabe

Da für die in $N = 72$ erhobene wahrgenommene zeitliche Anforderung eine Verletzung der Sphärizität nachzuweisen war, erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .746$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die subjektiv erlebte zeitliche Anstrengung einem signifikanten ($F(1.538, 140) = 93.64, p < .001, \eta^2 = .572$) Einfluss durch die

Art der Aufgabe unterliegt. Die Bedingungen, in denen kein kognitives Aufgabenmaterial (ENT-Bedingungen) vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von jenen Bedingungen, in welchen kognitiver Stimulus vorgegeben wurde. Zwischen den Beurteilungen der Bedingung LEX und SEM konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden werden. Die nachstehende Abbildung 20 dient der Veranschaulichung der beschriebenen Ergebnisse.

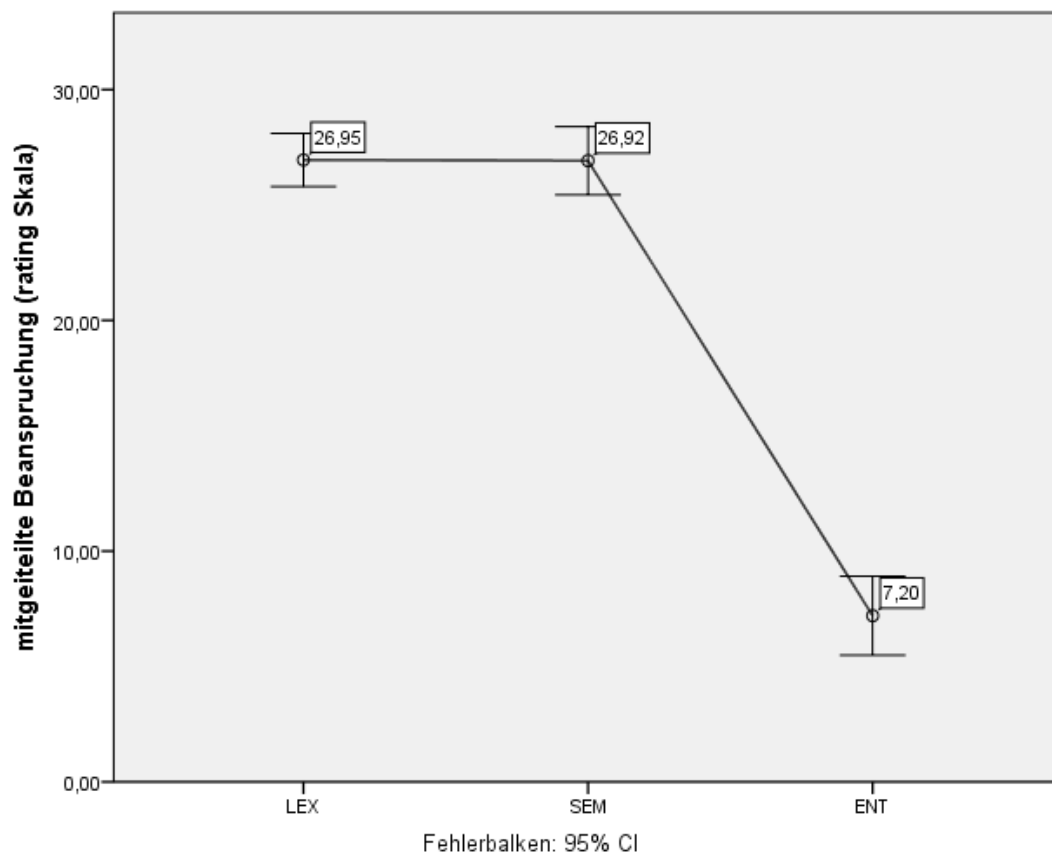


Abbildung 20. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen zeitlichen Anforderung durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene zeitliche Anforderung ($F(1.538, 140) = 93.64, p < .001, \eta^2 = .572$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für den Faktor Lärmempfindlichkeit ein signifikanter ($F(1, 70) = 4.02, p = .049, \eta^2 = .054$) Einfluss auf die subjektive Beurteilung der zeitlichen Anforderung nachgewiesen werden. Die nachstehende Abbildung 21 stellt diesen Unterschied grafisch dar.

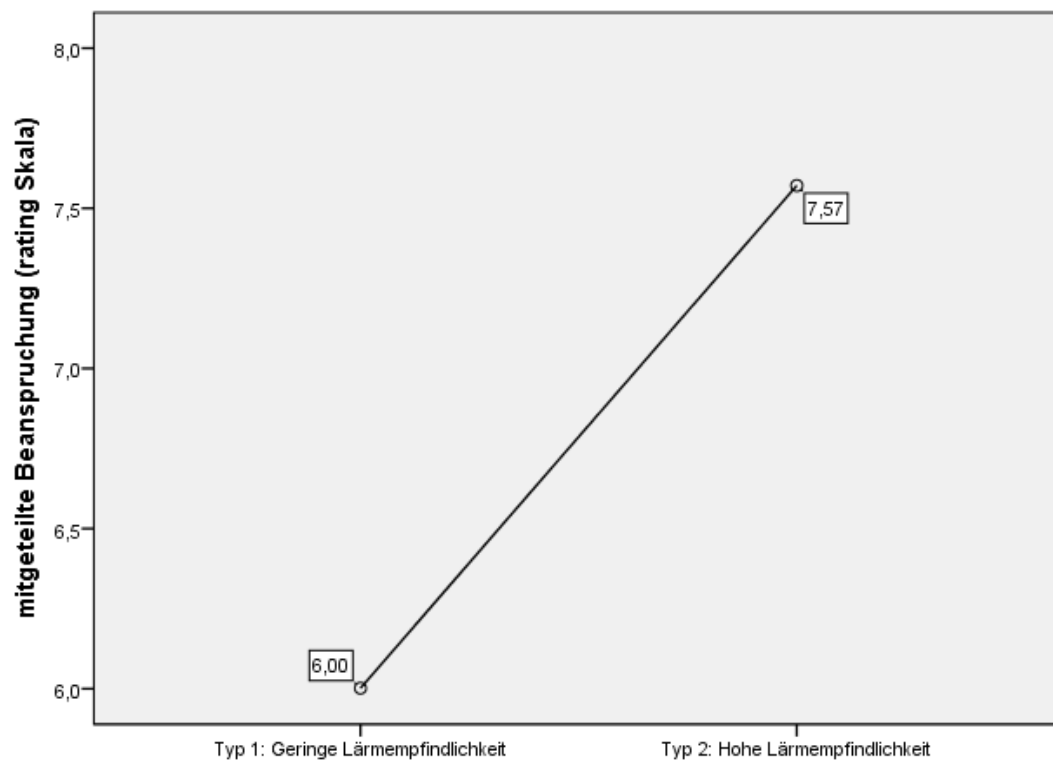


Abbildung 21. Gegenüberstellung der über alle Versuchsbedingungen hinweg mitgeteilten Beurteilungen über die zeitliche Beanspruchung, getrennt nach Lärmempfindlichkeitstyp. Typ 1 stellt die Beurteilungen lärmunempfindlicher Personen und Typ 2 die Beurteilung lärmempfindlicher Personen dar. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärmempfindlichkeit auf die wahrgenommene zeitliche Beanspruchung ($F(1, 70) = 4.02, p = .049, \eta^2 = .054$).

3.5.4 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Anstrengung durch die Aufgabe

Für die in $N = 72$ erhobene wahrgenommene Anstrengung konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\epsilon = .866$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die subjektiv erlebte Anstrengung signifikant ($F(1.732, 140) = 209.41, p < .001, \eta^2 = .749$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde. Die Bedingungen, in denen kein kognitives Aufgabenmaterial (ENT-Bedingungen) vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen, die eine Bearbeitung von lexikalischem (LEX) oder semantischem (SEM) Material gefordert hatten. Nachstehende Abbildung 22 illustriert diese Berichte.

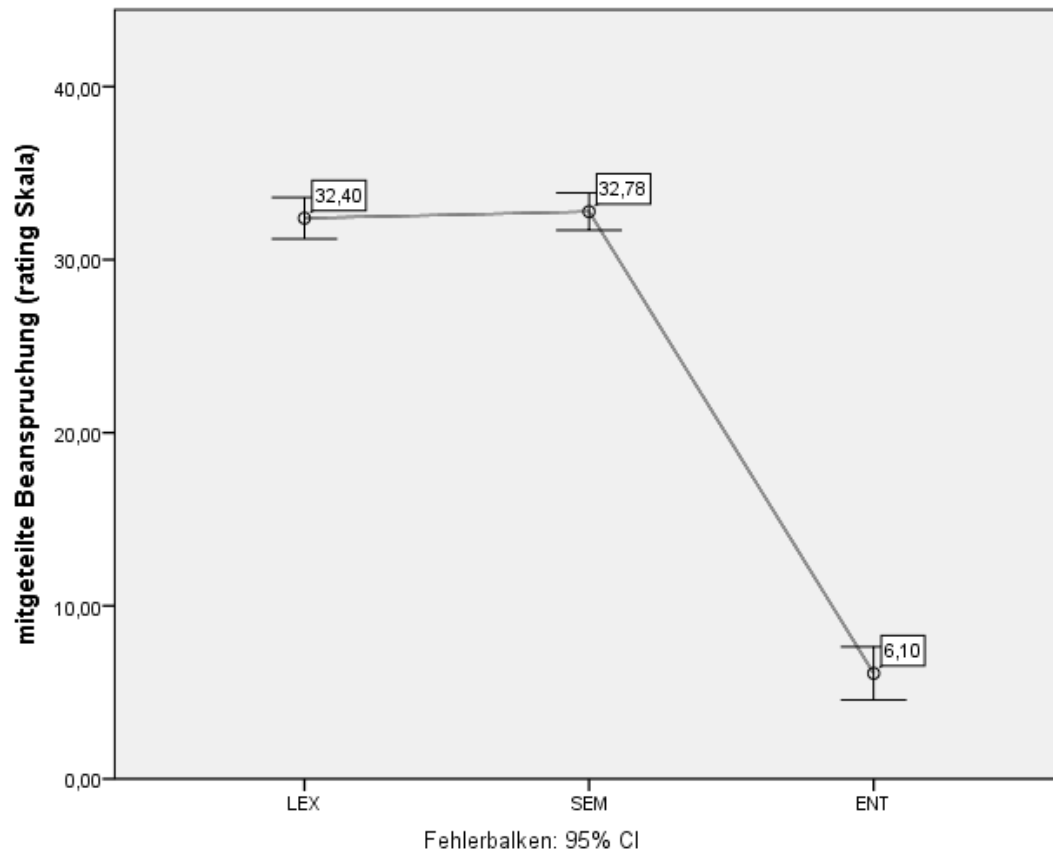


Abbildung 22. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen Anstrengung durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene Anstrengung ($F(1.732, 140) = 209.41, p < .001, \eta^2 = .749$).

Für die wahrgenommene Anstrengung konnte in Abhängigkeit von Lärm ebenfalls ein signifikanter Einfluss ($F(2, 140) = 5.27, p = .006, \eta^2 = .070$) nachgewiesen werden.

Nachstehende Abbildung 23 ist als Illustration der berichteten Ergebnisse zu verstehen.

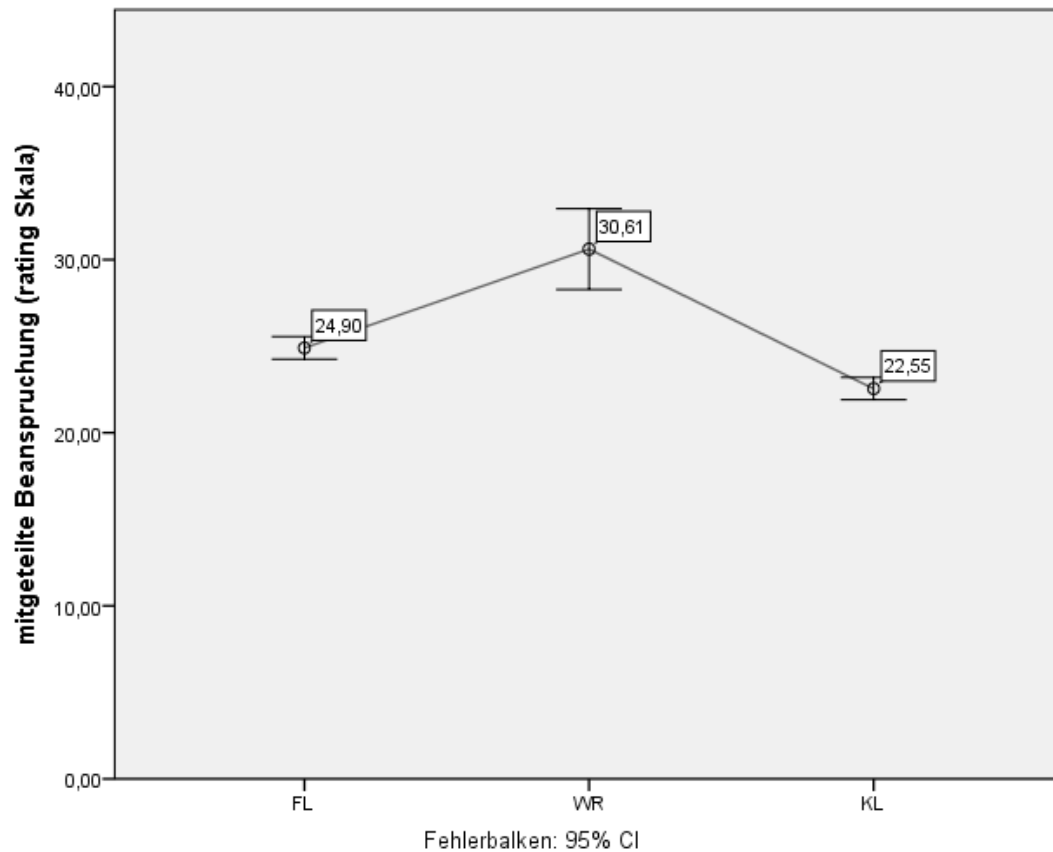


Abbildung 23. Die in den Lärmbedingungen FL, WR und KL mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen Anstrengung durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf die wahrgenommene Anstrengung ($F(2, 140) = 5.27, p = .006, \eta^2 = .070$).

3.5.5 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Leistung in der Aufgabe

Die im Rahmen der Untersuchung an $N = 72$ mitgeteilte wahrgenommene Leistung zeigte nach Prüfung auf Sphärizität, dass diese nicht angenommen werden konnte. Es erfolgte daher eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .663$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die Einschätzung der subjektiven Leistung signifikant ($F(1.326, 140) = 14.52, p < .001, \eta^2 = .172$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde. Die Mittelwerte der ENT-Bedingungen unterscheiden sich signifikant von den Mittelwerten der Beurteilungen der LEX und SEM Bedingungen, zwischen den Bedingungen LEX und SEM konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Nachstehende Abbildung 24 stellt die eben berichteten Ergebnisse dar.

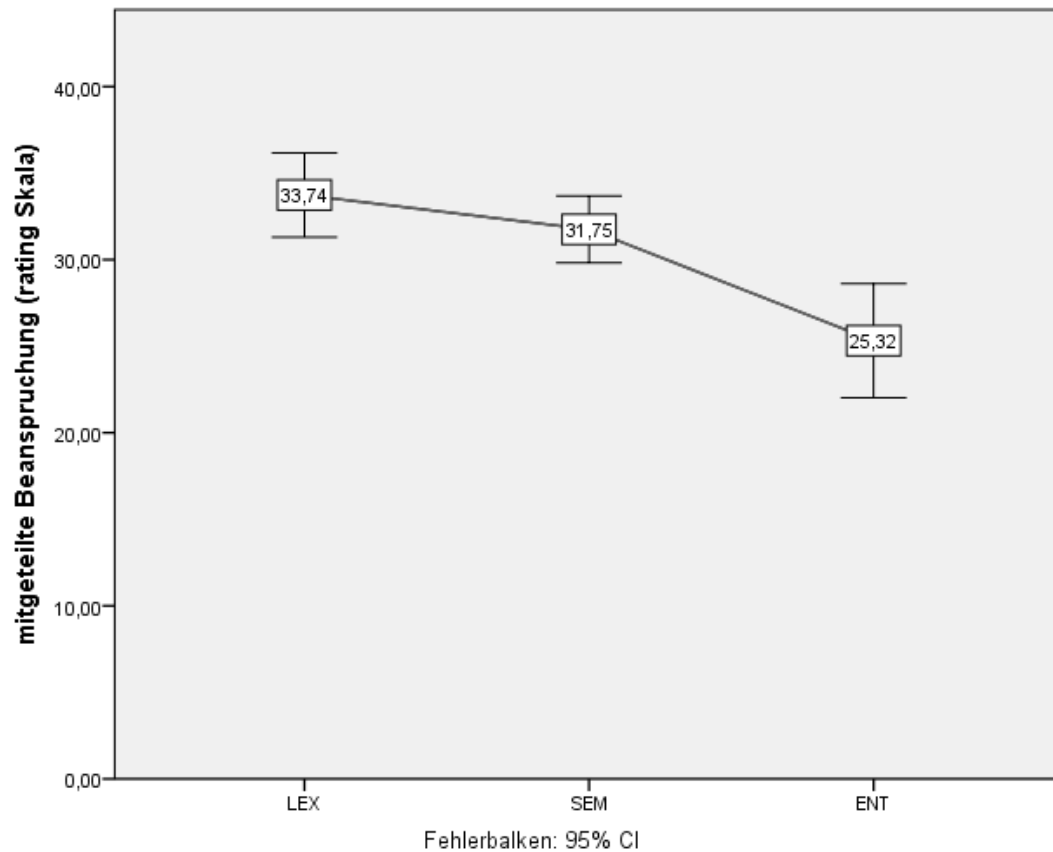


Abbildung 24. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen Leistung. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene Leistung ($F(1.326, 140) = 14.52, p < .001, \eta^2 = .172$).

3.5.6 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Frustration durch die Aufgabe

Für die in $N = 72$ erhobene selbstberichtete Frustration durch die Aufgabe konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\epsilon = .939$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die berichtete Frustration signifikant ($F(1.807, 140) = 75.80, p < .001, \eta^2 = .520$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde. Die Bedingungen, in denen kein kognitives Aufgabenmaterial (ENT-Bedingungen) vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen, in denen die Vorgabe von kognitivem Stimulus Material erfolgt ist. Die nachstehende Abbildung 25 ist als Illustration der berichteten Ergebnisse zu verstehen.

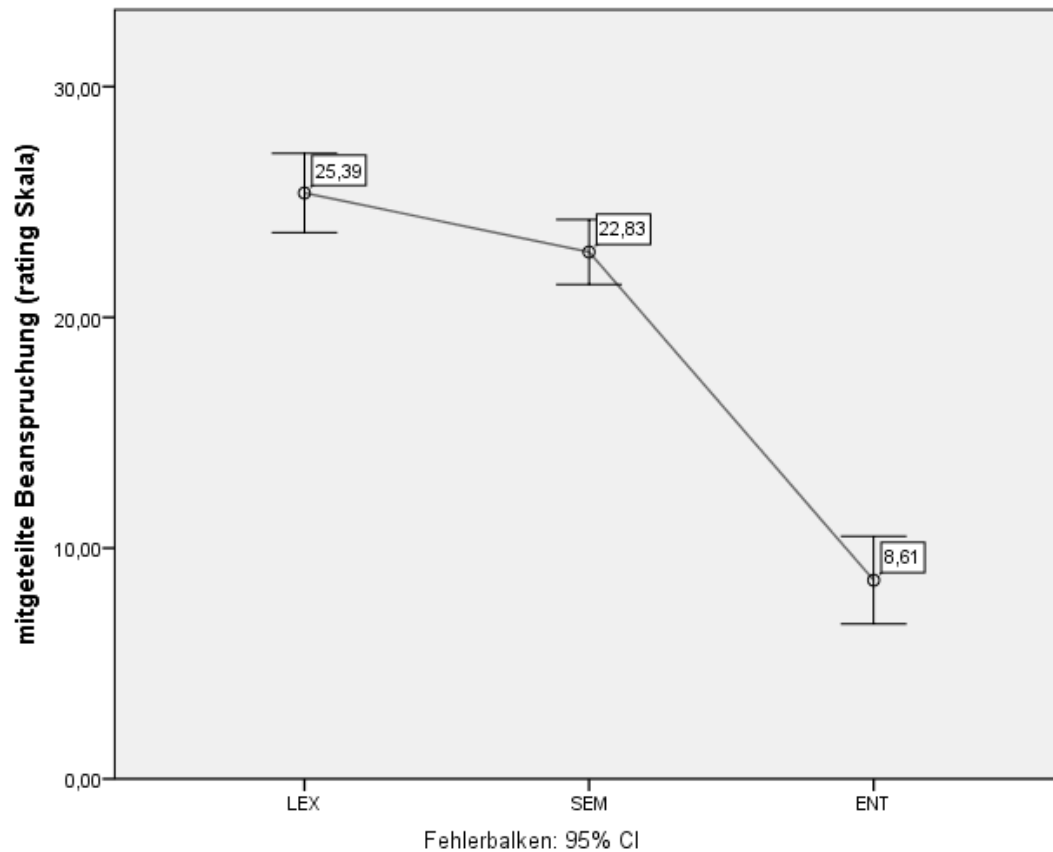


Abbildung 25. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen Frustration durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene Frustration ($F(1.807, 140) = 75.80, p < .001, \eta^2 = .520$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für die wahrgenommene Frustration ein signifikanter Einfluss ($F(2, 140) = 4.48, p = .013, \eta^2 = .060$) durch den Faktor Lärm nachgewiesen werden. Nachstehende Abbildung 26 illustriert die berichteten Ergebnisse.

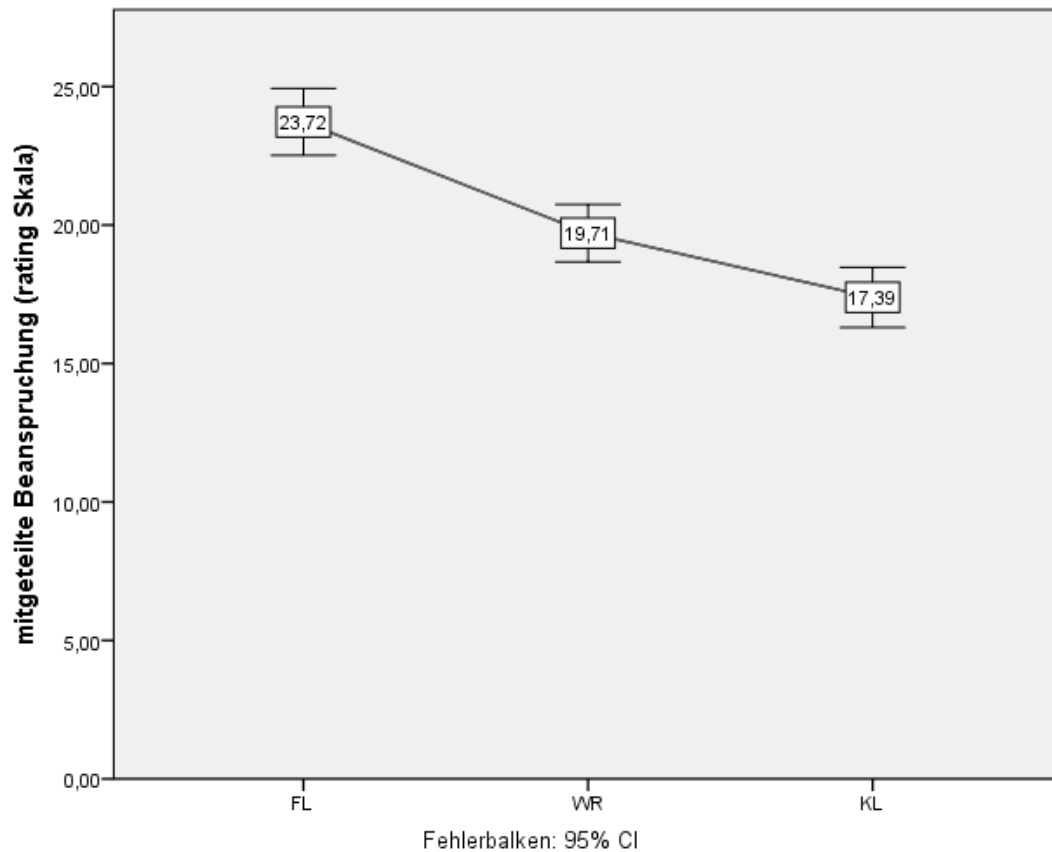


Abbildung 26. Die in den Lärmbedingungen FL, WR und KL mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv wahrgenommenen Frustration durch eine Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf wahrgenommene Frustration ($F(2, 140) = 4.48, p = .013, \eta^2 = .060$).

3.5.7 Erhebung der subjektiv wahrgenommenen Motivation zur Aufgabebearbeitung

Die in $N = 71$ erhobene selbstberichtete Motivation wurde basierend auf einer nachgewiesenen Verletzung der Sphärizität nach Greenhouse-Geisser ($\epsilon = .699$) korrigiert. Nach statistischer Prüfung kann ein signifikanter ($F(1.398, 138) = 32.47, p < .001, \eta^2 = .572$) Einfluss durch die Aufgabe angenommen werden. Zwischen den Bedingungen LEX und SEM konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, die Bedingungen, in welchen kein kognitives Aufgabenmaterial (ENT-Bedingungen) vorgegeben wurde, unterscheiden sich signifikant von den Bedingungen, in denen die Vorgabe von kognitivem Stimulus Material erfolgt ist. Die folgende Abbildung 27 stellt die genannten Ergebnisse grafisch dar.

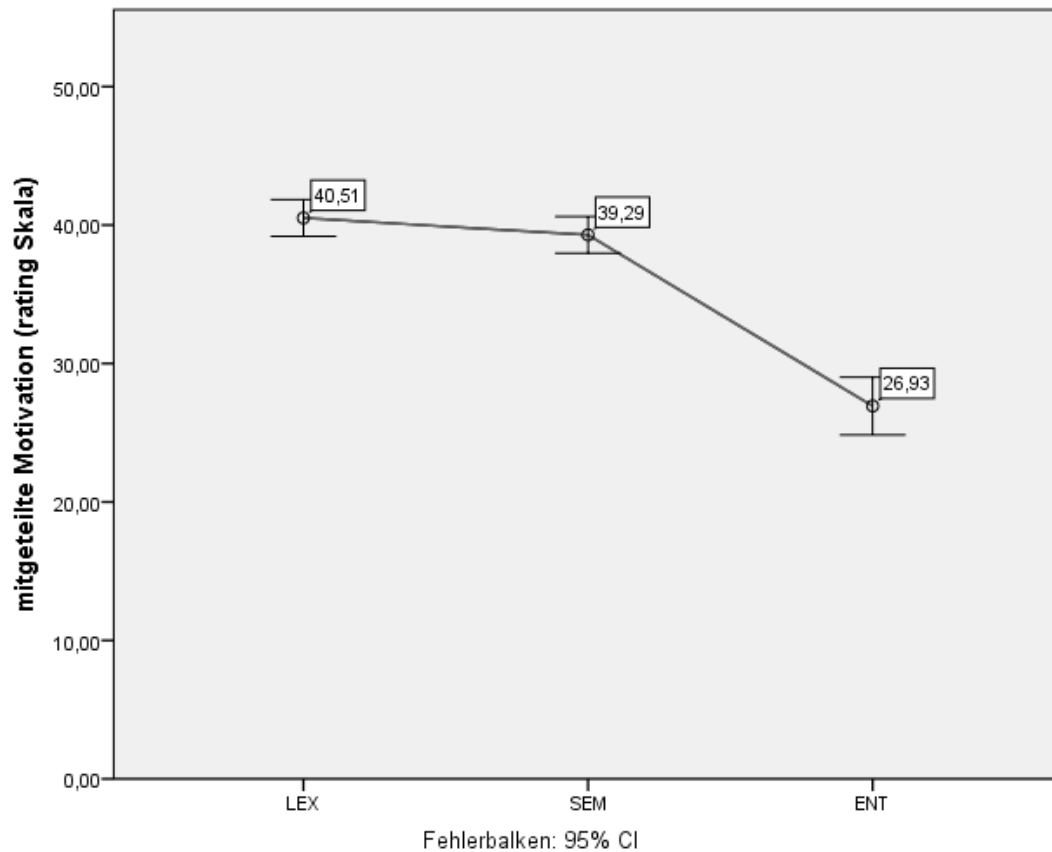


Abbildung 27. Die in den Aufgabenbedingungen LEX, SEM und ENT mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der subjektiv erlebten Motivation durch die Aufgabe. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabenart auf die erlebte Motivation ($F(1.398, 138) = 32.47, p < .001, \eta^2 = .572$).

3.5.8 Ergebnisse der Hypothesenprüfung der subjektiven Beanspruchung durch die Aufgabe

Hypothese 4:

H_1 : In den Lärmbedingungen ist die subjektiv wahrgenommene Beanspruchung durch die Aufgabe höher als in den Bedingungen, in denen kein Lärm präsentiert wurde.

Die Annahme, dass die wahrgenommene Beanspruchung durch eine Aufgabe, durch Lärm beeinflusst wird, konnte im Rahmen der statistischen Prüfung bestätigt werden. Die H_1 wird angenommen und die H_0 verworfen.

Hypothese 4a:

H_1 : Die subjektiv wahrgenommene Beanspruchung durch die Aufgabe wird in den Lärmbedingungen durch die individuelle Lärmempfindlichkeit erhöht.

Durch den zur Hypothesenprüfung herangezogenen Signifikanztest konnte kein Beleg gefunden werden, der diese Annahme bestätigt die H_0 wird daher verworfen und die H_1 , die davon ausgeht, dass die in den Lärmbedingungen vorgenommene Beurteilung über die wahrgenommene Beanspruchung einem Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit unterliegt, wird angenommen.

3.6 Inferenzstatistische Prüfung der subjektiven Belästigung durch Lärm (VDI)

Um Rückschlüsse über den Einfluss der Faktoren Lärm bzw. Aufgabenart und deren Faktorstufen auf die subjektiv empfundene Belästigung durch Lärm ziehen zu können, wurden die jeweils in den Versuchsbedingungen erhobenen Beurteilungen des Selbstbeschreibungsfragebogens VDI einander gegenübergestellt. Die statistische Analyse beinhaltete die Untersuchung der primären Faktoren Lärm (3) und Aufgabenart (3), zusätzlich wurde, um etwaige moderierende Effekte der individuellen Lärmempfindlichkeit (2) nachzuweisen, diese als Faktor mit modelliert. Die Hypothesenprüfung erfolgte anhand eines dreifaktoriellen ($3 \times 3 \times 2$) Varianzanalytischen *mixed designs*.

In jenen Fällen, in denen mithilfe des Mauchly-Tests eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden konnte, erfolgte bei $(\epsilon) < .75$ eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser, bei $(\epsilon) > .75$ wurde eine entsprechende Korrektur nach Huynh-Feldt durchgeführt (Field, 2009).

Die im Folgenden dargelegten Analysen basieren auf den im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Beobachtungen an einer Stichprobe und deren Angaben über die subjektive Belästigung durch Lärm. Etwaige Schwankungen in der ausgewiesenen Anzahl an beobachteten Fällen sind auf nicht bearbeitete Items zurückzuführen. Etwaige dargestellte Konfidenzintervalle wurden von SPSS® errechnet und nach dem Ansatz von Cousineau und O'Brien (2014) korrigiert.

Da in Frage 4 des Fragebogens nach einer Einschätzung über die Zumutbarkeit der Lärmdarbietung gefragt wird und für die Beantwortung keine metrische Skala zur Verfügung stand, wurde dieses Item in den weiteren Varianzanalytischen Kalkulationen nicht berücksichtigt. Es erfolgt daher eine deskriptive Darstellung der Ergebnisse (vgl. Abschnitt 3.6.5).

Die nachstehende Tabelle XIII berichtet über die Ergebnisse der über den Fragebogen VDI gerechneten Multivariaten Tests (Wilks λ).

Tabelle XIII. Ergebnisse der MANOVA des Fragebogens VDI zur Erfassung der Belästigung durch Lärm

<i>Innersubjekteffekt</i>	<i>Hypothese</i>	<i>Fehler</i>			
	<i>df</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η²</i>
Aufgabenart	10	224	2.100	.026	.083
Lärm	10	224	11.596	.058	.322
Aufgabenart*Lärm	20	940	.984	.479	.021
Aufgabenart*lem	10	224	1.372	.194	.056
Lärm*lem	10	224	1.882	.049	.076
Lem	5	55	1.717	.146	.135
Aufgabenart*Lärm*lem	20	940	.727	.800	.015

Anmerkung: ($p < .05$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte gezeigt werden, dass die subjektiv wahrgenommene Belästigung durch Lärm signifikant ($F(10, 224) = 2.10, p = .026, \eta^2 = .083$) durch die Art der Aufgabe beeinflusst wurde. Für den Faktor Lärm konnte kein signifikanter Effekt nachgewiesen werden ($F(10, 224) = 11.60, p = .058, \eta^2 = .322$). Für den Faktor Lärmempfindlichkeit konnte kein statistisch signifikanter Einfluss nachgewiesen werden. ($F(5, 55) = 1.72, p = .146, \eta^2 = .135$). Zudem konnten keine Belege gefunden werden, die auf eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren hindeuten würden.

Zur weiteren Bewertung über den Einfluss der Faktoren, wurden die durch Anwendung einer MANOVA als signifikant identifizierten Faktoren einer *follow-up* Analyse unterzogen. Die Prüfung der einzelnen Faktoren erfolgte mithilfe einer einfaktoriellen ANOVA mit

Messwiederholung. Im Folgenden werden lediglich signifikante Einflüsse und Wechselwirkungen berichtet und dargestellt. Ein detaillierter Bericht über die Ergebnisse der jeweiligen Analysen ist der Tabelle A7 im Anhang zu entnehmen.

3.6.1 Wahrscheinlichkeit der Beendigung der Lärmdarbietung

Für die in $N = 69$ erhobenen Wahrscheinlichkeit zur Beendigung der Lärmpräsentation konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\varepsilon = .840$). Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für den Faktor Lärm ein signifikanter Einfluss ($F(1.691, 124) = 61.87, p < .001, \eta^2 = .499$) auf die mitgeteilte Wahrscheinlichkeit der Beendigung der Stimulus Präsentation nachgewiesen werden. Die nachfolgende Abbildung 28 illustriert diese Ergebnisse.

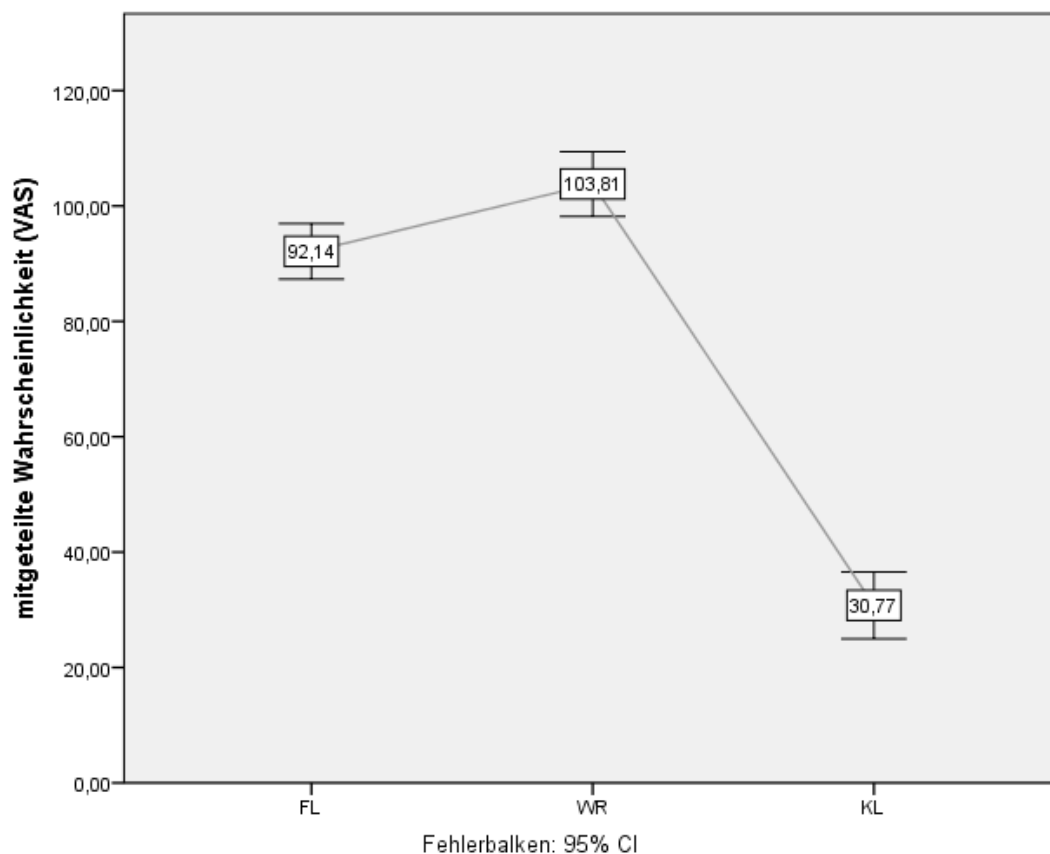


Abbildung 28. Die in den Lärmbedingungen FL, WR und KL mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die mitgeteilte Wahrscheinlichkeit der Beendigung der Stimulus Präsentation.

Im Zuge der statistischen Prüfung konnte zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit eine signifikante Interaktion nachgewiesen werden ($F(2, 124) = 4.03$, $p = .027$, $\eta^2 = .061$). Über alle Bedingungen hinweg teilten lärmempfindliche Personen höhere Wahrscheinlichkeiten mit. In der Lärmbedingung WR teilten sowohl Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit ($M = 26.72$, $SE = 4.42$, $[(17.88 - 35.56)]$) als auch Personen mit hoher Lärmempfindlichkeit ($M = 39.03$, $SE = 4.28$, $[17.88 - 47.60]$) die höchsten Wahrscheinlichkeiten mit. In den Fluglärmbedingungen gaben lärmunempfindliche Personen $M = 24.814$ ($SE = 3.82$, $[17.165 - 32.46]$) an, lärmempfindliche Personen teilten $M = 33.52$ ($SE = 3.70$, $[26.10 - 40.932]$) mit. In den Bedingungen ohne Lärmpräsentation gaben beide Gruppen ähnliche Werte bekannt, wobei lärmempfindliche Personen ($M = 9.56$ ($SE = 2.46$, $[4.63 - 14.48]$) marginal höhere Werte als lärmunempfindlichen Personen ($M = 9.39$, $SE = 2.38$, $[4.62 - 14.17]$) nannten. Die nachstehende Abbildung 29 illustriert diese Ergebnisse.

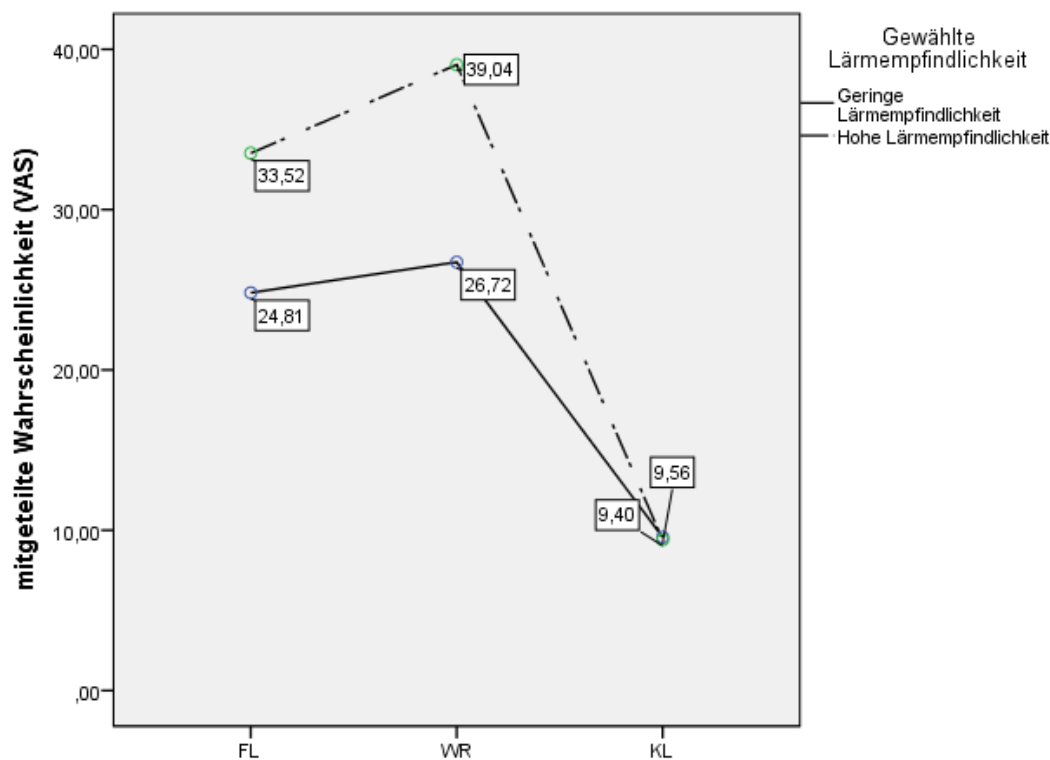


Abbildung 29. Die über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilte Wahrscheinlichkeit über die Beendigung einer Lärmdarbietung, getrennt nach lärmempfindlichen und lärmunempfindlichen Personen. Dargestellter Effekt: Beenden des Stimuli nach lem ($F(2, 124) = 4.03$, $p = .027$, $\eta^2 = .061$).

3.6.2 Wahrgenommene Belästigung durch die Lärmpräsentation

Da für die in $N = 70$ erhobene wahrgenommene Belästigung durch die Lärmpräsentation unter Anwendung des Mauchly-Tests eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden konnte, musste eine Korrektur der Freiheitsgrade vorgenommen werden. Im Zuge der statistischen Prüfung konnten für die Art der Aufgabe ($F(2, 136) = 4.69, p = .011, \eta^2 = .065$) ein signifikanter Einfluss auf die wahrgenommene Belästigung durch die Lärmpräsentation belegt werden. Die Abbildung 30 illustriert diese Ergebnisse.

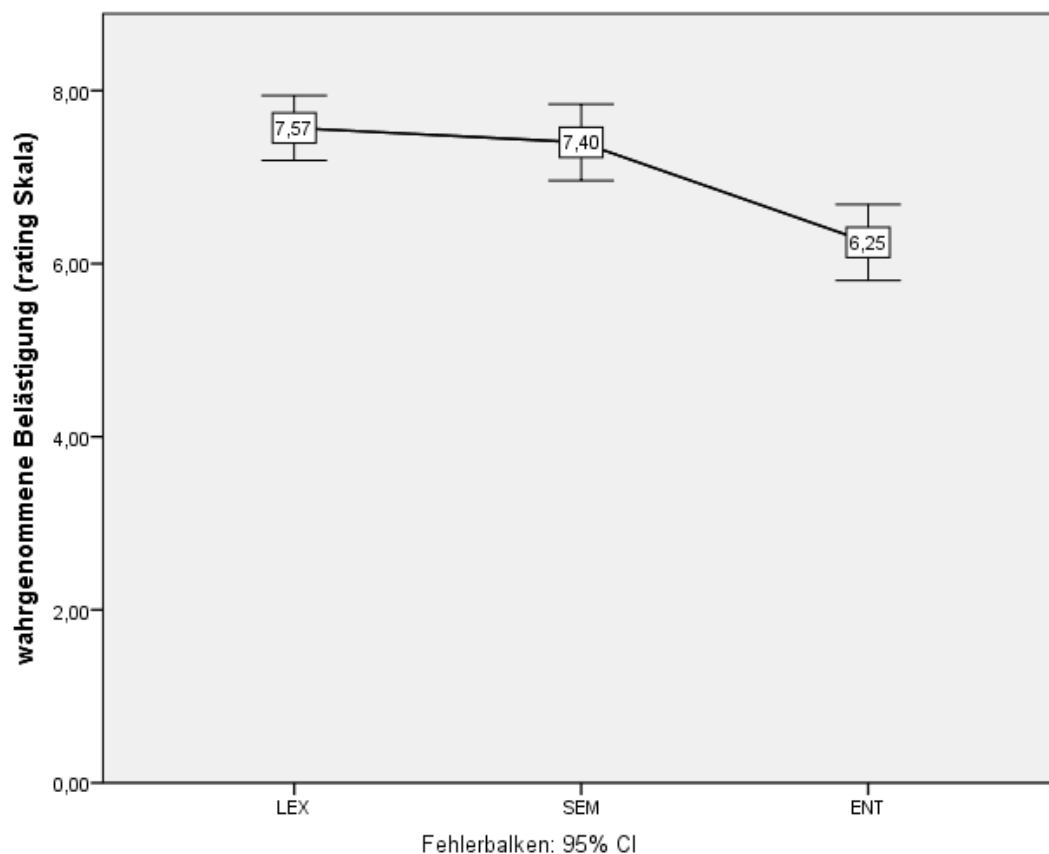


Abbildung 30. Die über alle Aufgabenbedingungen hinweg mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die wahrgenommene Bedrohung durch den Lärmstimulus. Dargestellter Effekt: Einfluss der Aufgabe auf die wahrgenommene Bedrohung ($F(2, 136) = 4.69, p = .011, \eta^2 = .065$).

Zudem konnte für den Faktor Lärm ein signifikanter Einfluss auf die wahrgenommene Belästigung ($F(1.760, 136) = 105.20, p = .001, \eta^2 = .607$) nachgewiesen werden. Die nachstehende Abbildung 31 ist als grafische Darstellung der berichteten Ereignisse zu verstehen.

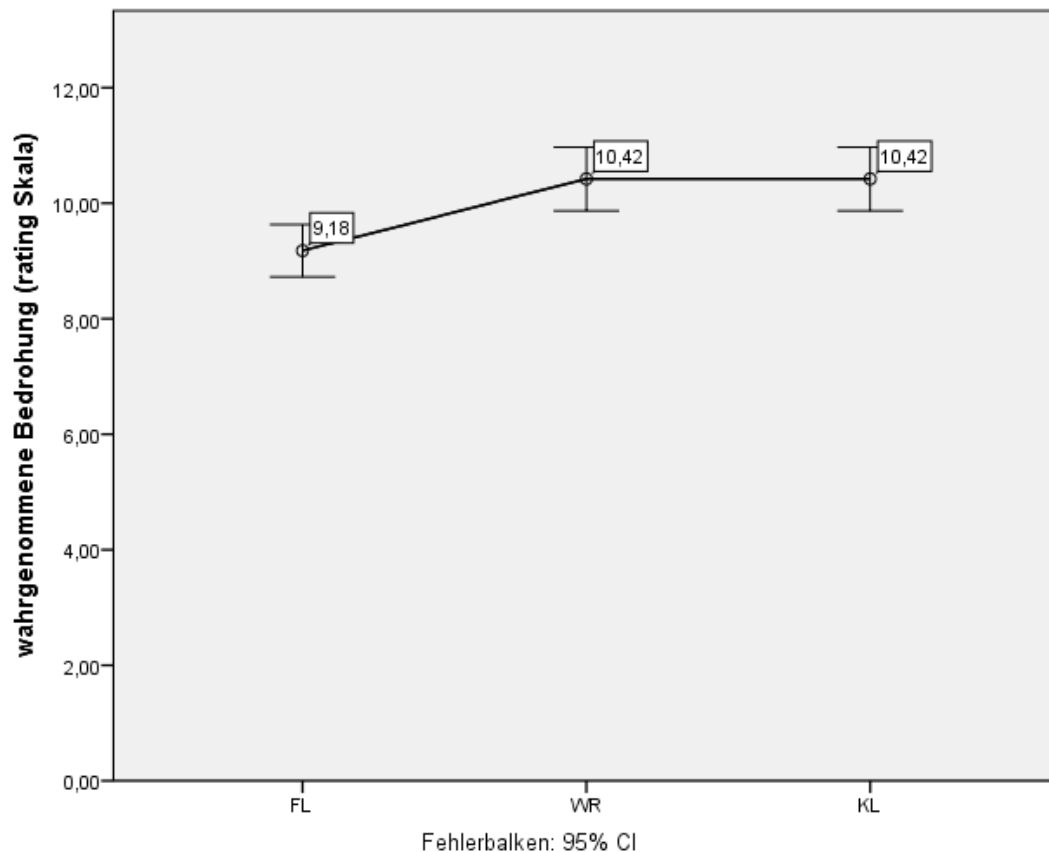


Abbildung 31. Die über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle der wahrgenommenen Bedrohung durch den Lärmstimulus. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärm auf die wahrgenommene Bedrohung durch den Lärmstimulus ($F(1.760, 136) = 105.20, p = .001, \eta^2 = .607$).

Ferner konnte statistisch nachgewiesen werden, dass zwischen den Faktoren Aufgabenart und Lärm ($F(3.133, 272) = 2.31, p = .070, \eta^2 = .033$) eine signifikante Wechselwirkung besteht. Nachstehende Abbildung 32 stellt diese Ergebnisse grafisch dar.

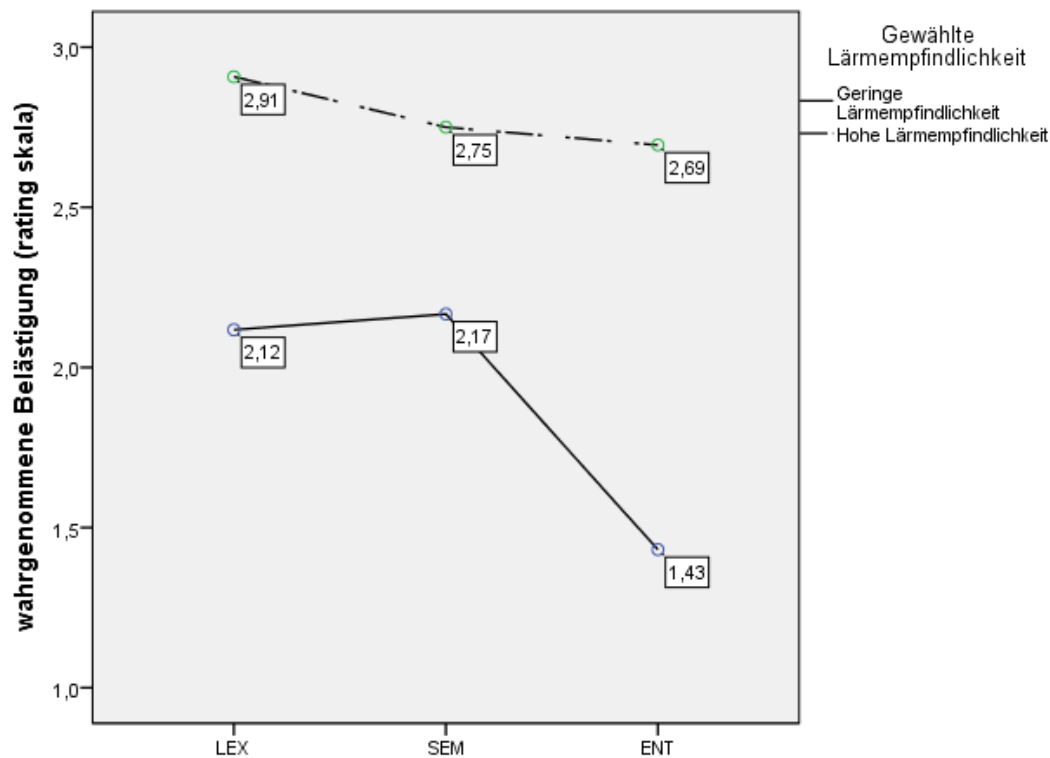


Abbildung 32. Über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilte Belästigung durch das Lärmstimuli, getrennt nach Personen mit geringer und hoher Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Aufgabenart und Lärm ($F(3.133, 272) = 2.31, p = .070, \eta^2 = .033$).

Über alle Bedingungen hinweg wurden von lärmempfindlichen Personen höhere Belästigungsgrade mitgeteilt. Ein detaillierter Bericht über die Kennwerte dieses Effekts ist in der Tabelle A8 im Anhang zu finden.

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte eine signifikante ($F(2, 136) = 3.94, p = .022, \eta^2 = .055$) Wechselwirkung zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden. In der Abbildung 33 und werden diese Ergebnisse dargestellt.

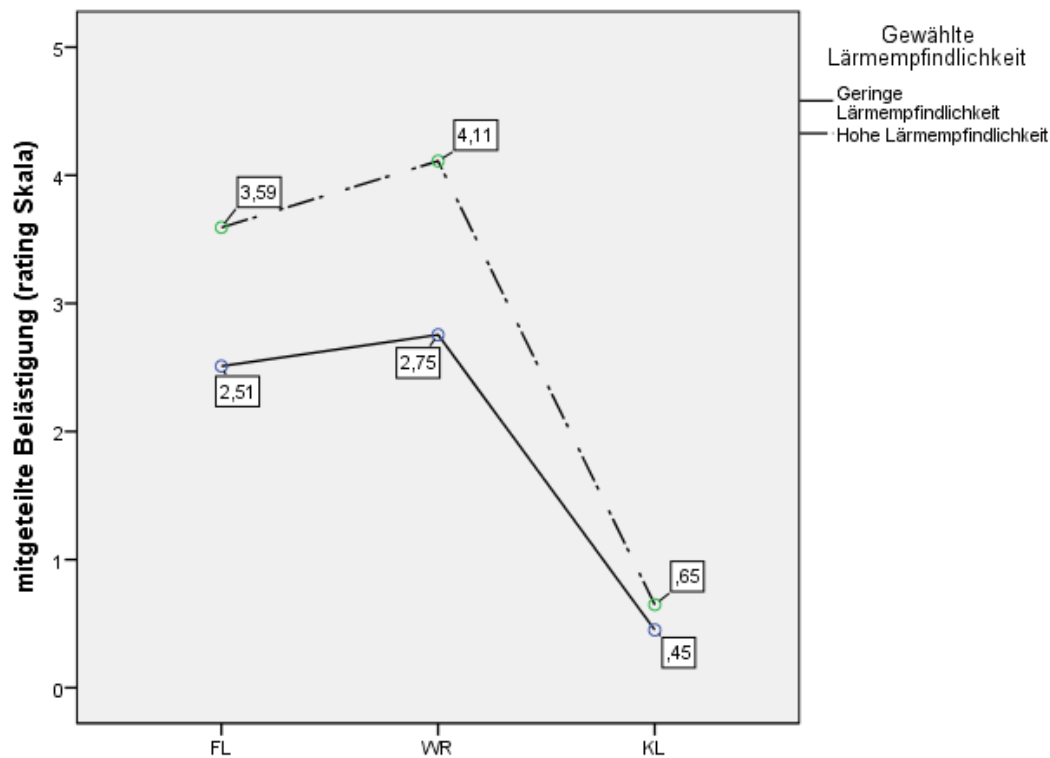


Abbildung 33. Die über alle Aufgabenbedingungen hinweg mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die wahrgenommene Bedrohung durch den Lärmstimulus. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit ($F(2, 136) = 3.94, p = .022, \eta^2 = .055$).

Über alle Bedingungen hinweg wurden von lärmempfindlichen Personen höhere Belästigungsgrade mitgeteilt. Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit beurteilten die wahrgenommene Bedrohung in den FL-Bedingungen mit $M = 2.51$ ($SE = 0.34, [1.73 - 3.27]$), im Vergleich dazu gaben Personen mit hoher Lärmempfindlichkeit Mittelwerte von $M = 3.59$ ($SE = 0.37, [2.84 - 4.33]$) an. In der Bedingung, in der energieäquivalentes weißes Rauschen vorgegeben wurde, teilten lärmempfindliche Probanden Beurteilungen von $M = 4.11$ ($SE = 0.40, [3.30 - 4.91]$) mit, lärmunempfindliche Personen beurteilten die Bedrohung durch den Stimulus WR mit $M = 2.75$ ($SE = 0.41, [1.92 - 3.58]$). Die Angaben der beiden Gruppen

unterschieden sich in der Bedingung, in der keine Lärmpräsentation erfolgt ist, nur geringfügig voneinander.

3.6.3 Wahrgenommene Bedrohung durch die Lärmpräsentation

Da für die in $N = 70$ erhobene wahrgenommene Bedrohung eine Verletzung der Sphärizität nachzuweisen war, erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\varepsilon = .832$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die subjektiv wahrgenommene Bedrohung einem signifikanten ($F(1.697, 136) = 45.39, p < .001, \eta^2 = .400$) Einfluss durch den Faktor Lärm unterliegt. Die nachstehende Abbildung 34 dient der Veranschaulichung der beschriebenen Ergebnisse.

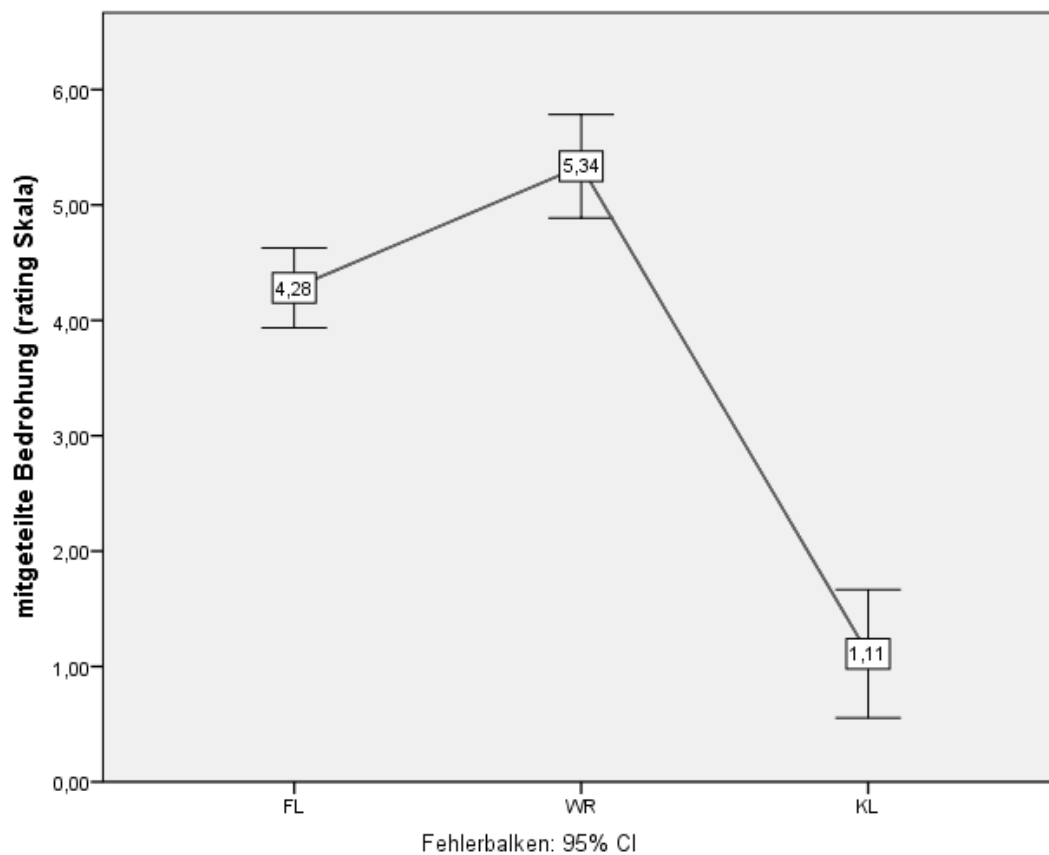


Abbildung 34. Die in den Lärmbedingungen FL, WR und KL mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die wahrgenommene Bedrohung durch die Lärmdarbietung. Dargestellter Effekt: Einfluss des Faktors Lärm auf die wahrgenommene Bedrohung ($F(1.697, 136) = 45.39, p < .001, \eta^2 = .400$).

Für den Faktor Lärmempfindlichkeit konnte ein signifikanter ($F(1, 68) = 8.46, p = .005, \eta^2 = .111$) Einfluss auf die wahrgenommene Bedrohung nachgewiesen werden. Die nachstehende Abbildung 35 ist als grafische Darstellung dieser Ergebnisse zu verstehen.

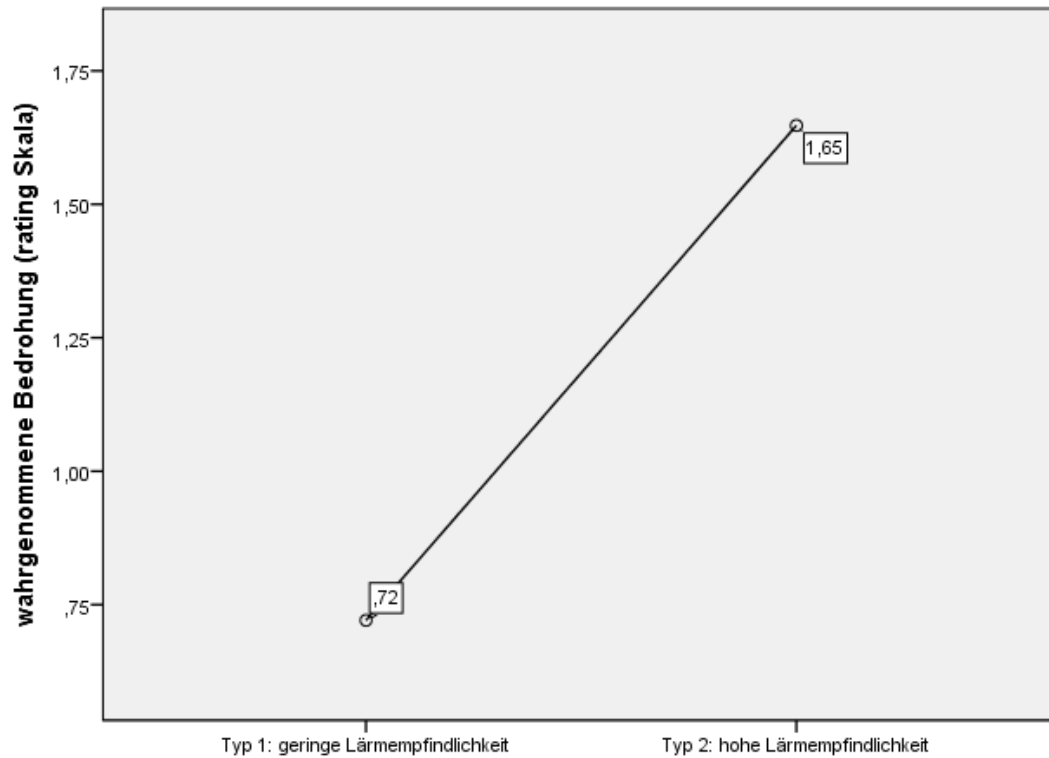


Abbildung 35. Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilten wahrgenommenen Bedrohung durch den Lärmstimulus, getrennt nach Lärmempfindlichkeitstyp. Typ 1 stellt die Beurteilungen lärmunempfindlicher Personen und Typ 2 die Beurteilung lärmempfindlicher Personen dar. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärmempfindlichkeit auf die wahrgenommene Bedrohung ($F(1, 68) = 8.46, p < .005, \eta^2 = .111$).

Im Zuge der Hypothesenprüfung konnte für die Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit eine signifikante ($F(2, 136) = 7.38, p = .001, \eta^2 = .098$) Interaktion nachgewiesen werden. Die nachstehende Abbildung 36 ist als grafische Darstellung der berichteten Ergebnisse zu verstehen.

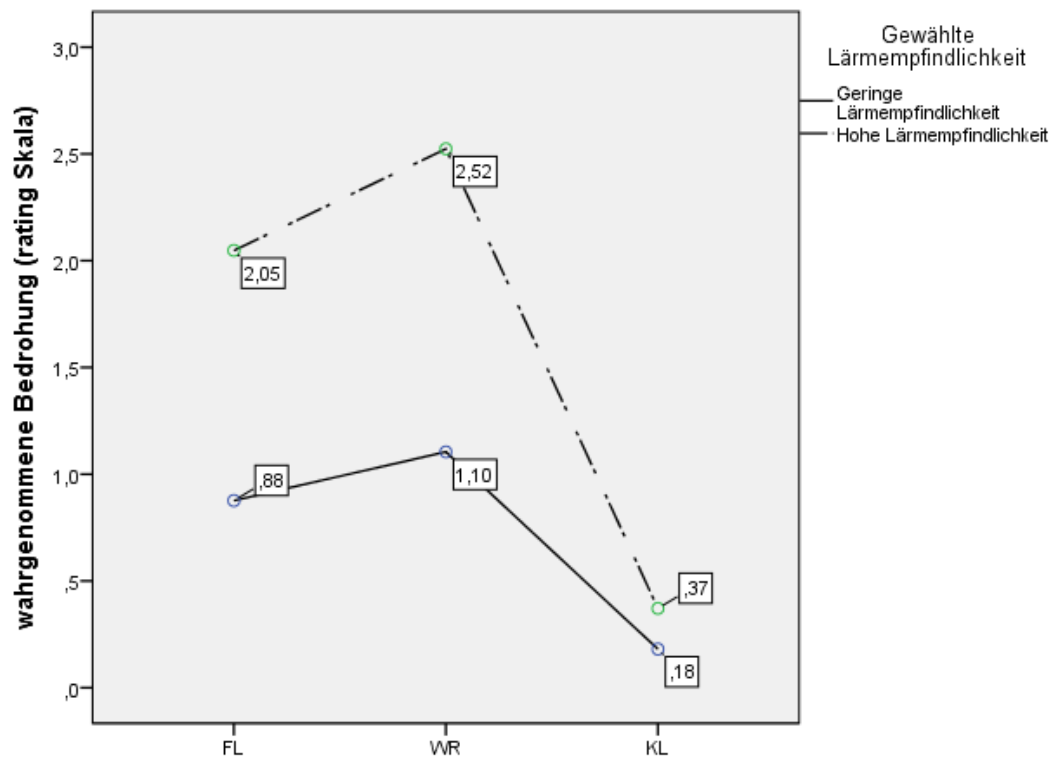


Abbildung 36. Über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilte Bedrohung durch das Lärmstimuli, getrennt nach Personen mit geringer und hoher Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit ($F(2, 136) = 7.38, p = .001, \eta^2 = .098$).

Der Vergleich zwischen lärmempfindlichen und lärmunempfindlichen Versuchspersonen zeigte, dass lärmempfindliche Probanden über alle Bedingungen hinweg die Bedrohung durch Lärm als höher erlebten als lärmunempfindliche Personen. Während bei lärmunempfindlichen Probanden im Vergleich zu FL-Bedingungen ($M = 0.88, SE = 0.29, [0.27 - 1.47]$) die Mittelwerts der WR-Bedingungen ($M = 1.10, SE = 0.32, [0.45 - 1.75]$), nur leicht anstiegen, schätzten lärmempfindliche Probanden im Vergleich zu den FL-Bedingungen ($M = 2.05, SE = 0.29, [1.45 - 2.64]$) die Belastung durch Lärm in den WR-Bedingungen ($M = 2.52, SE = 0.32,$

[1.87 – 3.17]) höher ein. Die Mittelwerte der Kontrollbedingung, in der keine Lärmpräsentation erfolgt, unterscheiden sich nur geringfügig voneinander.

3.6.4 Wahrgenommene Gesamtbelästigung durch die Lärmpräsentation

Für die in $N = 72$ erhobene wahrgenommene Gesamtbelästigung durch die Lärmpräsentation konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Adjustierung der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\varepsilon = .836$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die erlebte Gesamtbelästigung der Lärmpräsentation signifikant ($F(1.660, 140) = 102.10, p = .001, \eta^2 = .609$) durch den Faktor Lärm beeinflusst wurde. Die nachstehende Abbildung 37 stellt diese Unterschiede grafisch dar.

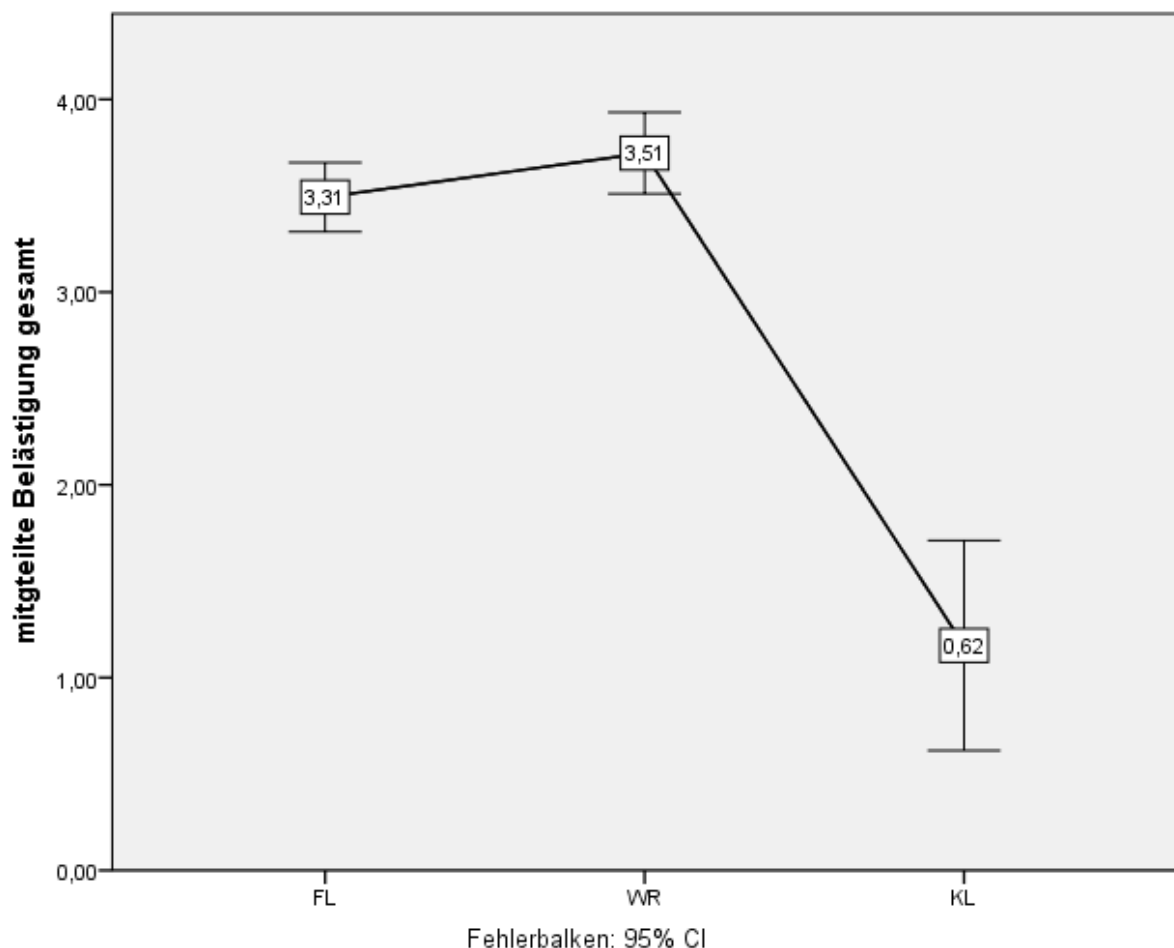


Abbildung 37. Die über alle Lärmbedingungen hinweg mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die wahrgenommene Belästigung gesamt. Dargestellter Effekt: Einfluss des Faktors Lärm auf die wahrgenommene Belästigung gesamt. ($F(1.660, 140) = 102.10, p = .001, \eta^2 = .609$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für den Faktor Lärmempfindlichkeit ein signifikanter ($F(1, 70) = 6.07, p = .016, \eta^2 = .080$) Einfluss auf die wahrgenommene Gesamtbelastung nachgewiesen werden. Die nachstehende Abbildung 38 illustriert diese Ergebnisse.

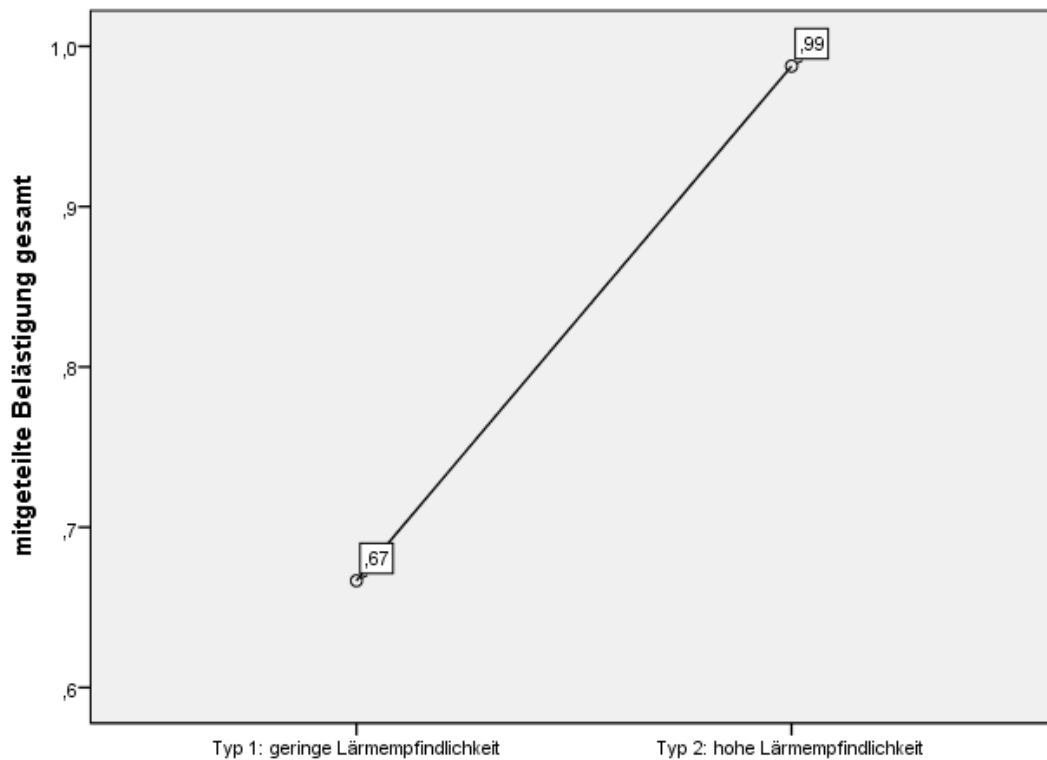


Abbildung 38. Gegenüberstellung der über alle Versuchsbedingungen hinweg mitgeteilten wahrgenommenen Gesamtbelastung, getrennt nach Lärmempfindlichkeitstyp. Typ 1 stellt die Beurteilungen lärmunempfindlicher Personen und Typ 2 die Beurteilung lärmempfindlicher Personen dar. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärmempfindlichkeit auf die wahrgenommene Belastung gesamt ($F(1, 70) = 6.07, p < .016, \eta^2 = .080$).

Für die beiden Faktoren Lärm und Aufgabenart konnte durch die statistische Prüfung ein signifikanter Haupteffekt belegt werden ($F(4, 236) = 3.01, p = .019, \eta^2 = .041$). Über alle Aufgabenbedingungen hinweg teilten lärmempfindliche Personen eine höhere wahrgenommene Gesamtbelastung mit als jene Personen, die sich als lärmunempfindlich beschrieben hatten. In der Bedingung, in der keine Aufgabe präsentiert wurde, teilten lärmunempfindliche Personen die niedrigste Belastung mit ($M = 0.50, SE = 0.11, [0.78 - 1.25]$). Im Vergleich dazu teilen lärmempfindliche Personen in der Bedingung, in der semantisches Aufgabenmaterial (SEM) vorgelegt wurde, die niedrigste Belastung ($M = 0.898, SE = 0.10, [0.52 - 0.94]$) mit. Die nachstehende Abbildung 39 stellt die berichteten Ergebnisse dar.

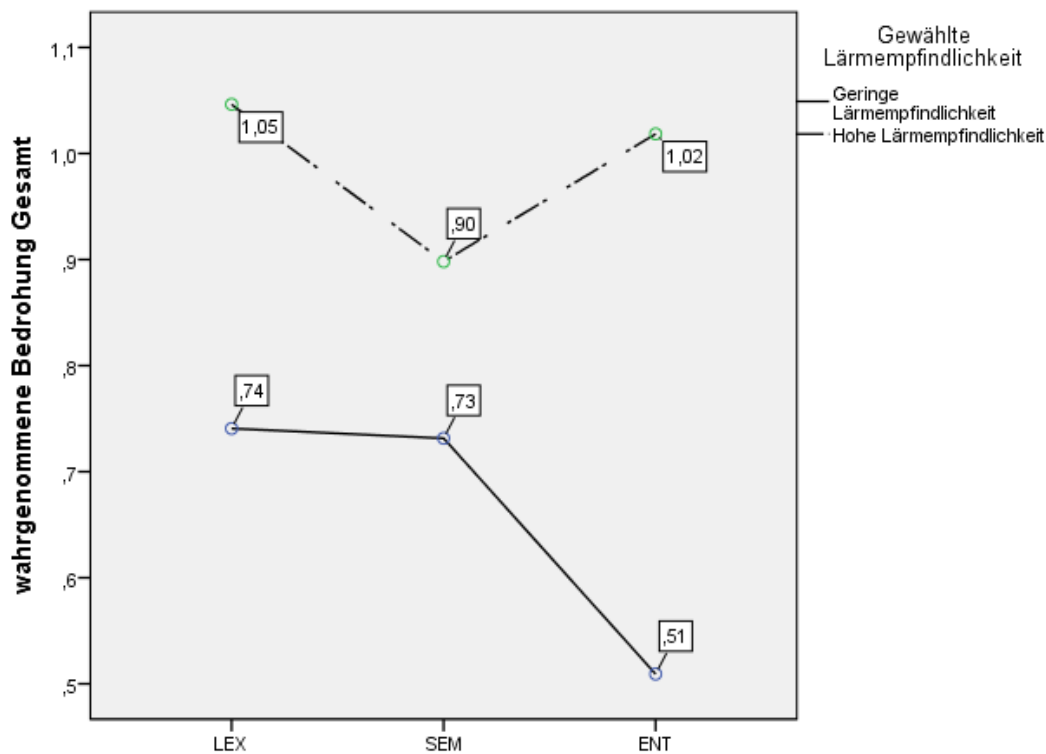


Abbildung 39. Über alle Aufgabenbedingungen hinweg berichteten Belastungen gesamt, getrennt nach Personen mit geringer und hoher Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Aufgabe und Lärmempfindlichkeit ($F(4, 236) = 3.01, p = .019, \eta^2 = .041$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte für die Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit eine signifikante Wechselwirkung ($F(2, 140) = 4.48, p = .014, \eta^2 = .045$) nachgewiesen werden. In den Fluglärmbedingungen (FL) berichteten Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit über eine wahrgenommene Gesamtbelastung von $M = 0.93$ ($SE = 0.13, [0.67 - 1.23]$), aus den Beurteilungen der lärmempfindlichen Personen wurde ein Mittelwert von $M = 1.29$ ($SE = 0.13, [1.09 - 1.64]$) errechnet. In der Bedingung WR berichteten Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit über eine wahrgenommene Gesamt Belastung von $M = 0.96$ ($SE = 0.14, [0.67 - 1.25]$), lärmempfindliche Personen gaben hier eine Gesamt Belastung von $M = 1.51$ ($SE = 0.14, [1.22 - 1.81]$) an. In den Bedingungen ohne Lärmpräsentation konnten nur geringfügige Unterschiede nachgewiesen werden. Abbildung 40 stellt diese Ergebnisse grafisch dar.

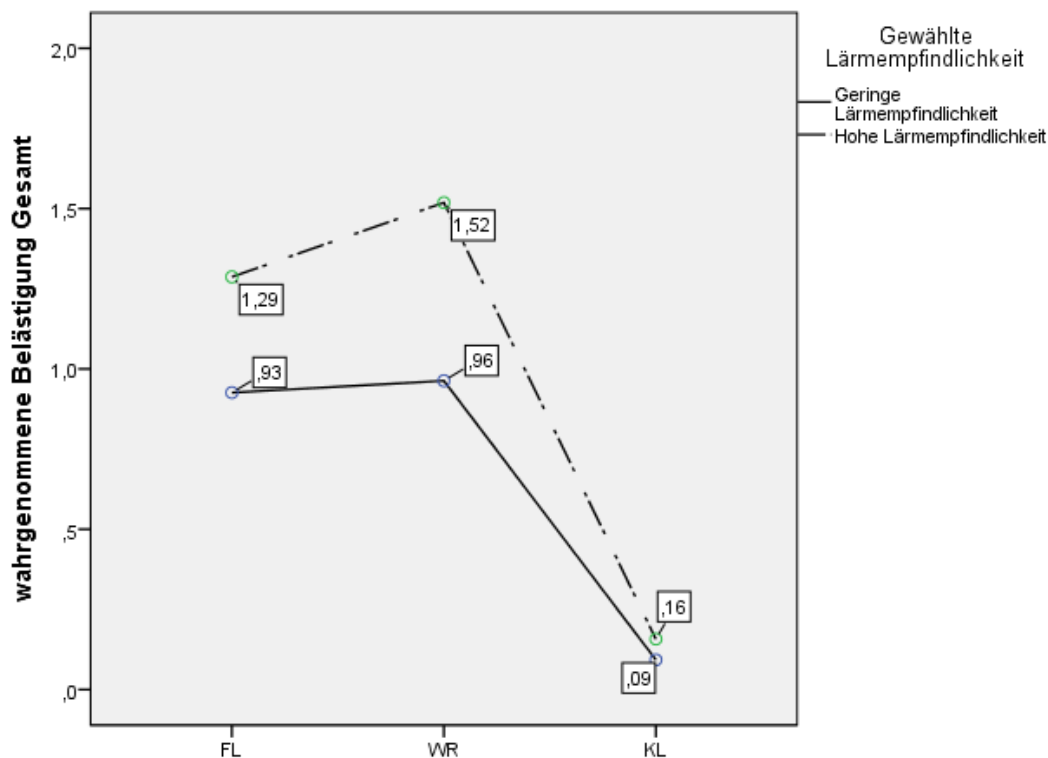


Abbildung 40. Über alle Lärmbedingungen durch das Lärmstimuli hervorgerufene Belastung gesamt, getrennt nach Personen mit geringer und hoher Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit ($F(2, 140) = 4.48, p = .014, \eta^2 = .045$).

3.6.5 Beurteilung der Zumutbarkeit der Belästigung durch das Geräusch

Da in Frage 4 des Fragebogens nach einer Einschätzung über die Zumutbarkeit der Lärmdarbietung den Probanden zur Beurteilung eine Ordinalskala ohne Numerische Entsprechung vorgegeben wurde, konnte aufgrund des fehlenden metrischen Skalenniveaus keine Varianzanalyse gerechnet werden. Die Ergebnisdarstellung erfolgt deskriptiv und in tabellarischer Form. Die nachstehende Tabelle XIV berichtet über die von den Probanden getätigte Beurteilung der Zumutbarkeit getrennt nach Lärmstimulus.

Tabelle XIV. Deskriptive Darstellung der Beurteilung über die Zumutbarkeit des Lärmstimulus

<i>Lärmbedingung</i>	<i>Kategorie</i>	<i>Häufigkeit</i>	<i>Prozent</i>
FL	zumutbar	48	66.7
	Unzumutbar	6	8.3
	keines zutreffend	12	18.1
	keine Antwort	5	6.9
WR	Zumutbar	47	65.3
	Unzumutbar	7	9.7
	keines zutreffend	9	12.5
	keine Antwort	9	12.5
KL	Zumutbar	56	77.8
	Unzumutbar	2	2.8
	keines zutreffend	-	-
	keine Antwort	14	19.4
jeweils N = 72			

3.6.6 Einschätzung der möglichen Bedrohung durch das Geräusch

Für die in N = 72 erhobene wahrgenommene mögliche Bedrohung durch das Geräusch konnte eine Verletzung der Sphärizität nachgewiesen werden, es erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt ($\varepsilon = .805$). Die statistische Prüfung zeigte, dass die Einschätzung der möglichen Bedrohung signifikant ($F(1.558, 140) = 45.39, p < .001, \eta^2 = .393$)

durch Lärm beeinflusst wurde. Die nachstehende Abbildung 41 stellt diese Ergebnisse grafisch dar.

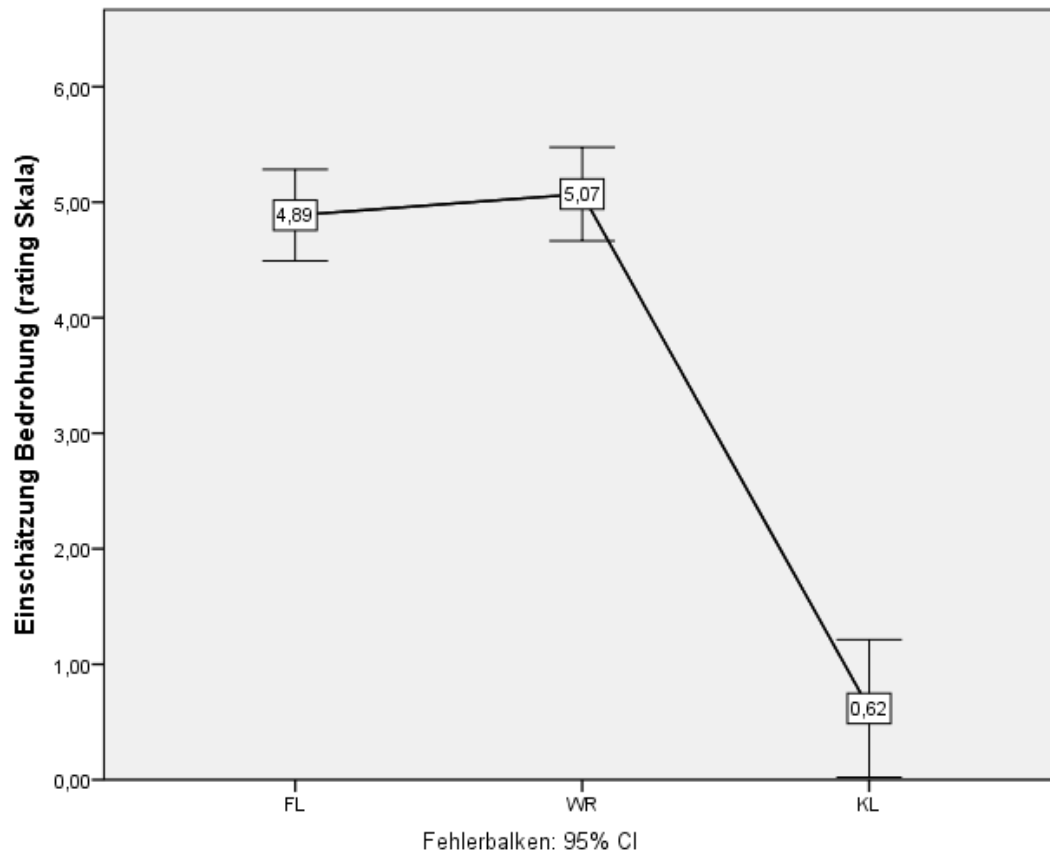


Abbildung 41. Die in den Lärmbedingungen FL,WR und KL mitgeteilten Mittelwerte und entsprechende 95% Konfidenzintervalle über die wahrgenommene Bedrohung durch den Lärmstimulus. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärm auf die wahrgenommene Bedrohung ($F(1.558, 140) = 45.39, p < .001, \eta^2 = .393$)

Für den Faktor Lärmempfindlichkeit konnte ein signifikanter ($F(1, 70) = 8.93, p = .004, \eta^2 = .113$) Einfluss auf die Einschätzung der Bedrohung nachgewiesen werden. Über alle Bedingungen hinweg berichteten Probanden mit hoher Lärmempfindlichkeit über eine höhere wahrgenommene Einschätzung der Bedrohung als Probanden, die sich als wenig lärmempfindlich beschrieben. Die nachstehende Abbildung 42 ist als grafische Darstellung des berichteten Ergebnisses zu verstehen.

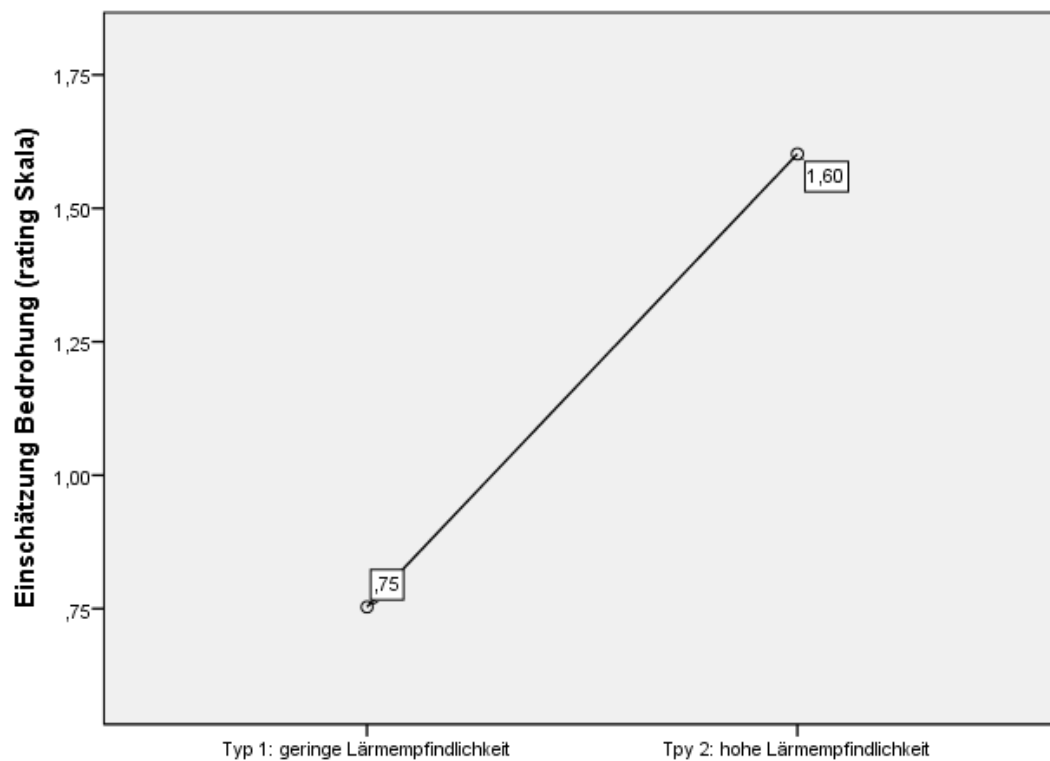


Abbildung 42. Gegenüberstellung der über alle Versuchsbedingungen hinweg mitgeteilte, durch den Lärmstimulus hervorgerufene Bedrohung, getrennt nach Lärmempfindlichkeitstyp 1 und 2. Typ 1 stellt die Beurteilungen lärmunempfindlicher Personen und Typ 2 die Beurteilung lärmempfindlicher Personen dar. Dargestellter Effekt: Einfluss Lärmempfindlichkeit auf die Einschätzung der Bedrohung durch die Lärmdarbietung ($F(1, 70) = 8.93, p < .004, \eta^2 = .113$).

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnte zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit eine signifikante ($F(2, 140) = 6.73, p = .002, \eta^2 = .088$) Wechselwirkung belegt werden. In der Bedingung Fluglärm berichteten die lärmempfindlichen Probanden über eine mögliche Bedrohung von $M = 2.23$ ($SE = 0.29, [1.63 - 2.82]$), im Vergleich dazu berichteten Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit von einer wahrgenommenen Bedrohung von $M = 1.02$ ($SE = 0.29, [0.43 - 1.62]$). In der Lärmbedingung, in der weißes Rauschen präsentiert wurde, produzierten lärmempfindliche Personen Mittelwerte von $M = 2.31$, $SE = 0.29, [1.71 - 2.91]$, im Vergleich dazu beurteilten lärmunempfindlicher Personen die mögliche Bedrohung durch den Lärmstimulus mit $M = 1.07$ ($SE = 0.29, [0.47 - 1.67]$). Die folgende Abbildung 43 ist eine Darstellung der berichteten Ergebnisse.

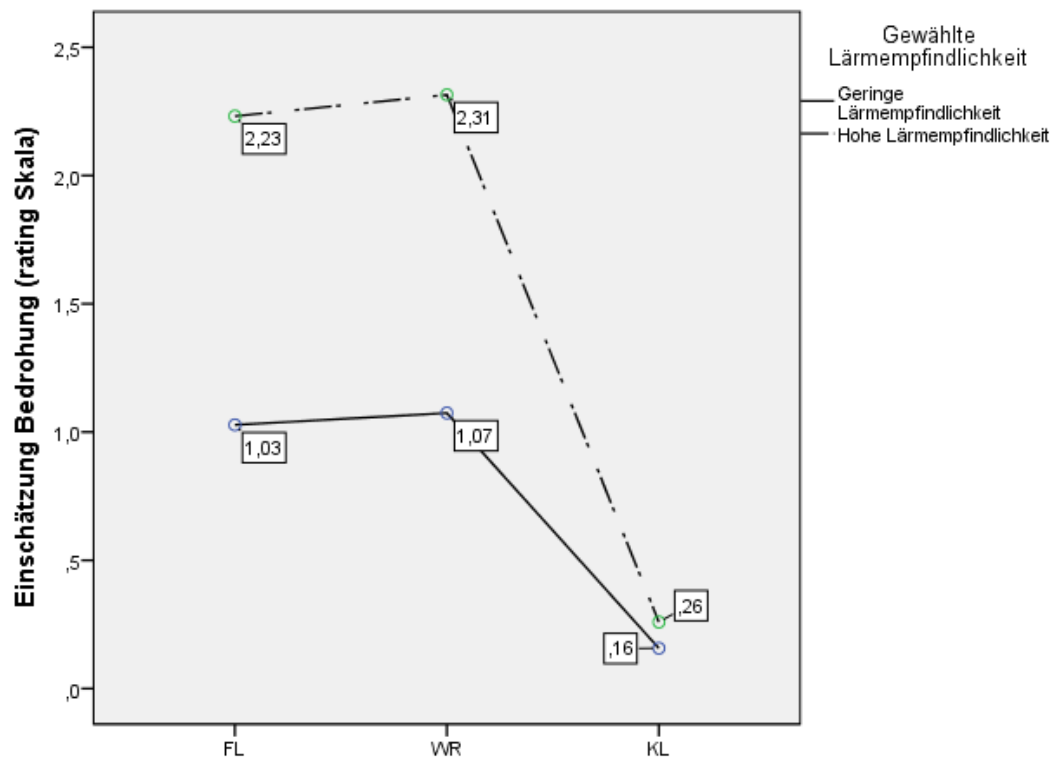


Abbildung 43. Über alle Lärmbedingungen hinweg getätigte Einschätzung der Bedrohung durch das Lärmstimuli, getrennt nach Personen mit geringer und hoher Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Lärm und Lärmempfindlichkeit. ($F(2, 140) = 6.73, p = .002, \eta^2 = .088$).

3.6.7 Ergebnisse der Hypothesenprüfung der subjektiven Belästigung durch die Lärmpräsentation

Hypothese 5:

H₁: In den Lärmbedingungen ist die subjektiv wahrgenommene Belästigung durch Lärm höher als in den Bedingungen, in denen keine Lärmpräsentation erfolgte.

Im Rahmen der statistischen Prüfung konnten Belege gefunden werden, die diese Annahmen statistisch sichern, die H₀, die annimmt, dass die subjektiv wahrgenommene Belastung keiner Beeinflussung durch Lärm unterliegt, wird verworfen und die H₁ angenommen.

Hypothese 5a:

H_1 : Die subjektiv wahrgenommene Belastung durch die Lärmbedingungen wird durch individuelle Lärmempfindlichkeit erhöht.

Der zur Hypothesenprüfung durchgeführte Signifikanztest konnte statistisch gesicherte Belege liefern, die diese Annahme stützen. Die H_0 , die keinen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit annimmt, wird daher verworfen und die H_1 , die von einem Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit ausgeht, kann angenommen werden.

4. DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mit den Ergebnissen zum Erkenntnisgewinn über den Einfluss von Lärm moderater Intensität auf kognitive Leistung und Reaktionen des kardiovaskulären Systems beizutragen.

Für die Messung über den Einfluss von Lärm auf kognitive Leistung wurde auf das objektiv messbare Verhaltensmerkmal Reaktionszeit zurückgegriffen. Die Beurteilung über die Veränderung in kardiovaskulären Parametern erfolgte durch die Analyse der Aufzeichnungen von 5 Minuten-Intervallen zur Herzratenvariabilität. Die Messung der individuellen Lärmbelastung sowie die Beanspruchung durch die vorgegebenen Aufgaben basieren auf den subjektiven Angaben der Probanden in den Selbstbeschreibungsfragebögen. Die objektiv gemessenen Daten der EKG-Ableitung sowie die in den kognitiven Aufgaben produzierten Reaktionszeiten bildeten das Kriterium zur Beurteilung des Abhängigkeitsverhältnisses vom Konstrukt Lärm und Aufgabenart. Weiters wurden die Angaben zur subjektiven Lärmbelastung und Aufgabenbelastung in den Analysen berücksichtigt. Zur Klärung der Frage nach einem moderierenden Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit, wurde diese durch einen Selbstbeschreibungsfragebogen erhoben und als Faktor in den Berechnungen berücksichtigt.

4.1 Interpretation

4.1.1 Zusammenhänge kardiovaskulärer Aktivität und Lärm moderater Intensität

Hinsichtlich der Annahme über das Vorliegen einer durch Lärm verstärkten physiologischen Lärmreaktion, wurden keine Belege gefunden, um diese Annahme statistisch zu stützen. Ähnlich der Studie von Kristiansen et al. (2009) konnte durch die vorliegende Arbeit kein Einfluss von Lärm moderater Intensität auf die Herzratenvariabilität nachgewiesen werden. Für keinen der mit sympathischer Aktivierung assoziierten Parameter konnte über die beobachteten Messzeitpunkte hinweg eine statistisch signifikante Veränderung durch Lärmpräsentation belegt werden. Bezüglich der Hypothese über eine das kardiovaskuläre System beeinflussende Wirkung der individuellen Lärmempfindlichkeit konnten keine Belege gefunden werden, um diese These statistisch zu stützen. Abseits der Fragestellung konnte in der Studie, für den die Standardabweichung aller NN-Intervalle darstellenden Parameter SDNN sowie die Frequenzparameter HF und TP, ein signifikanter Einfluss der Aufgabenart nachgewiesen werden. Diese signifikanten Befunde wie in Abbildung 1, 2 und 3 ersichtlich, können durch die Kontrollbedingung der kognitiven Entspannung erklärt werden. Der in der Literatur (Task Force, 1996) als Index für vagale Aktivität geltende Parameter HF konnte auch innerhalb der vorliegenden Studie als solcher bestätigt werden.

Abschließend kann über die vorliegenden Ergebnisse gesagt werden, dass die bisher gefundenen Forschungsergebnisse bezüglich einer auf die Herzratenvariabilität nachweisbaren Wirkung von Lärm heterogen sind. Nur wenige der vorliegenden statistisch relevanten Ergebnisse konnten im Zuge anderer Studien bestätigt werden und lassen kaum monokausale Interpretationen zu. Die Annahme eines Zusammenhangs zwischen chronischer und akuter Lärmexposition und der damit einhergehenden Vulnerabilität für kardiovaskuläre Erkrankungen kann aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse angenommen werden (Babisch et al., 2001). Ebenso ist die Wirkung von Lärm auf kardiovaskuläre Kennwerte

ausreichend belegt (Carter et al., 2002; Health Council of the Netherlands, 1999). Für Pegelintensitäten von L_{Aeq} 70 dB konnten bisher ausreichend Belege erbracht werden, die eine Annahme eines Zusammenhangs stützen. Die derzeitigen vorliegenden Erkenntnisse über die Wirkungsweise von Lärm auf die Herzratenvariabilität umfassen vorwiegend Kurzzeitableitungen und gründen auf experimentellen Untersuchung mit unterschiedlichem Stimulus Material, unterschiedlichen Pegelintensitäten und in Größe und Geschlecht unterschiedlichen Stichproben (Björ et al. 2007, Kristiansen et al. 2009, Lee et al. 2010, Sim et al. 2015). Die von Kraus (2013) durchgeführte Studie, in der eine Wirkung von Lärm auf die Herzratenvariabilität untersucht und nachgewiesen wurde, basiert auf der Analyse von 24 h Ableitungen und der Wirkung von Lärm in realen Alltagssituationen. Bei den von Ljungberg und Neely (2007) und von Jahnke und Kollegen (2011) durchgeführten Untersuchungen, bei der unter anderem die Wirkung von Lärm auf physiologische Prozesse untersucht wurde, konnten weder in den entnommenen Urin- noch Speichelpuben eine erhöhte Konzentration von mit Stress assoziierten Hormonen nachgewiesen werden.

Es liegt daher die spekulative Vermutung nahe, dass die kurzfristige und akute Lärmexposition mit Pegelintensitäten moderater Intensität zu keinen unmittelbar nachweisbaren Veränderungen der Herzratenvariabilität bzw. physiologischen Veränderungen führt. Zudem konnten keine Belege gefunden werden, die einen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit belegen. Für künftige Forschungen, die die Untersuchung von Lärm auf physiologische Prozesse anstreben, wären daher grundlegende Untersuchungen zur Identifikation von Schwellwerten zur Nachweisbarkeit einer durch unterschiedliche Stimulus Materialien, Pegelintensitäten und Expositionslängen hervorgerufenen Wirkung auf physiologische Kennwerte wünschenswert.

4.1.2 Zusammenhänge kognitive Leistung und Lärm moderater Intensität:

Lexikalische Enkodierung

Für die zu prüfende Hypothese, dass die erbrachte lexikalische Enkodierungsleistung in den Lärmbedingungen geringer ist als jene Leistung, die in den Bedingungen ohne Lärmpräsentation erbracht wird, konnten keine ausreichenden Belege gefunden werden, die diese Annahme statistisch stützen. Ähnlich den Untersuchungen von Kjellberg und Sköldström (1991) und der Untersuchung von Ljungberg und Neely (2007) konnte auch im Zuge der vorliegenden Studie für keinen der beobachteten Messzeitpunkte eine durch Lärm bedingte Veränderung der Reaktionszeiten nachgewiesen werden. Die Annahme, dass die in den Lärmbedingungen produzierten Leistungen im *switch task* Modus geringer ausfallen würden als jene Leistungen der Bedingungen ohne Lärm, konnte statistisch nicht nachgewiesen werden. Es wird daher angenommen, dass die lexikalische Enkodierungsleistung nicht durch die Vorgabe von Lärmstimuli der Pegelintensitäten 60 dB (A) beeinflusst wird. Die Annahme über einen Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit konnte im Rahmen der statistischen Prüfung nicht bestätigt werden.

Abseits der Fragestellung konnten signifikante Einflüsse der Faktoren Schema (*Ziffer*, *Buchstabe*) und des Faktors Switch belegt werden. Es zeigte sich, dass im Vergleich zum Schema *Buchstaben* im Präsentationsschema *Ziffer* schnellere Reaktionszeiten produziert wurden, die Präsentation der Aufgaben nach dem *switch task*-Paradigma lieferte der Literatur entsprechende signifikante Ergebnisse (Jersild, 1927; Rogers & Monsell, 1995). Im Vergleich der über die drei Zeitpunkte hinweg gemessenen Reaktionszeiten, produzierten die Probanden zum Zeitpunkt des ersten Switchs die höchsten Reaktionszeiten. Darüber hinaus konnte eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Schema und Switch sowie eine Interaktion zwischen den Faktoren Schema, Switch, Lärm und Vorgabe nachgewiesen werden. Über alle Lärmbedingungen hinweg wurden, zum Zeitpunkt der erstmaligen Lärmpräsentation, unabhängig vom Lärmstimulus, die höchsten Reaktionszeiten gemessen. Über alle betrachteten

Vorgabezeitpunkte hinweg zeigten sich innerhalb des jeweiligen Vorgabezeitpunkts geringe Differenzen zwischen den in den Präsentationsschemata *Ziffer* und *Buchstabe* produzierten Mittelwerten. Ein Vergleich der innerhalb der drei Lärmbedingungen variierten Vorgabezeitpunkte des Lärmstimulus zeigte, dass die Beschallung mit Fluglärm (FL) zum ersten Vorgabezeitpunkt sowohl im Schema *Ziffer* als auch im Schema *Buchstaben* zu den höchsten gemessenen Reaktionszeiten führte. Innerhalb des in der Untersuchung eingesetzten Lärmstimulus Materials ging die Präsentation von Fluglärm tendenziell mit den größten Beeinträchtigungen einher. Analog dazu konnten auch Trimmel M., Atzlsdorfer, Tupy und Trimmel K. (2012) zeigen, dass die Reproduktionsleistung zuvor gelernter Texte einer Beeinflussung durch Fluglärm unterliegt. Die Studien von Hygge und Kollegen (2002) sowie Haines und Kollegen (2002), die an den Kindern von Anrainern fluglärmexponierter Liegenschaften durchgeführt wurden, zeigten ebenfalls Beeinträchtigungen kognitiver Prozesse. Hinsichtlich der Differenzen zwischen den zum ersten Vorgabezeitpunkt gemessenen Reaktionszeiten und jenen zum Zeitpunkt des zweiten und dritten Vorgabezeitpunkts produzierten geringeren Reaktionszeiten, liegt die spekulative Vermutung nahe, dass diese Reduktion der Reaktionszeiten auf Übungseffekte zurückzuführen ist.

Zusammenfassend kann für die vorliegenden Ergebnisse der Studie über einen Zusammenhang zwischen Lärm und lexikalischer Enkodierung gesagt werden, dass keine statistisch gesicherten Belege gefunden werden konnten, die eine Abhängigkeit der Reaktionszeiten von Lärm (60 db (A)) belegen würden. Die Annahme über eine die Leistung moderierende Wirkung der individuellen Lärmempfindlichkeit konnte nicht bestätigt werden.

Hinsichtlich des signifikanten Unterschieds zwischen dem Schema *Ziffer* und *Buchstabe* sei noch angemerkt, dass das im Rahmen der Studie verwendete Stimulus Material, welches durch die Vorgabe einer randomisierten Konsonantenabfolge präsentiert wurde, auch den zum Vokal *E* ähnlich klingenden Konsonanten *B* beinhaltete. Die Autorin der vorliegenden

Arbeit, die auch gleichzeitig als Versuchsleiterin während der gesamten Messserie in Erscheinung trat, empfiehlt diesen und ähnlich klingende Konsonanten und Vokale für künftige Untersuchungen auszuschließen. Begründet wird dies durch eine von Baddeley (1966) durchgeführte Studie, in der die Probanden Fehler produzierten, in dem sie Items mit ähnlicher phonologischer Repräsentation als richtig kennzeichneten, Baddeley betitelte dieses Paradigma als *phonologischen Ähnlichkeitseffekt*. Richardson und Baddeley (1975) zeigten in einer Studie, dass dieser Effekt der phonologischen Ähnlichkeit durch die visuelle Präsentation des Stimulus Materials unterdrückt werden konnte. Richardson und Baddeley sprachen von einem Effekt der heute gemeinhin als *artikulatorische Suppression* bekannt ist. Im Rahmen der Untersuchung konnte die Autorin einige Probanden beim *lauten Denken* beobachten: einige ärgerten sich z.B. lautstark, dass ihnen bei der Klassifizierung der Buchstaben *B* und *E* immer wieder Fehler unterlaufen würden. Rein spekulativ lässt sich vermuten, dass bei Probanden, die laut denken, die Rolle der *artikulatorischen Suppression* nicht zum Tragen kommt, was eine erhöhte Fehlerproduktion durch phonologisch ähnliche Items zur Folge hat. Zudem sei noch die spekulative Vermutung angemerkt, dass das Tragen der Kopfhörer bei jenen Probanden, die tendenziell eher zum lauten Denken neigen, die Wahrscheinlichkeit dieser Gewohnheit, auch im experimentellen Setting nachzukommen, deutlich erhöht. Um diese mögliche Verzerrung auszuschließen, sollte das Stimulus Material, trotz visueller Darbietung, auf etwaige phonologische Ähnlichkeiten geprüft und gegebenenfalls ausgeschlossen werden.

Semantische Enkodierung

Der zur Hypothesenprüfung durchgeführte Signifikanztest betreffend der Annahme, dass die semantische Enkodierungsleistung in den Lärmbedingungen geringer sei als jene Leistung, die in den Bedingungen ohne Lärmpräsentation gemessen wird, brachte keine ausreichenden Belege hervor, um diese Annahme statistisch zu stützen (vgl. 4.1.2 lexikalische Enkodierung). Begründet durch die vorliegenden Ergebnisse muss davon ausgegangen werden, dass die

semantische Enkodierungsleistung keinem durch Lärm verursachten Einfluss unterliegt. Für die individuelle Lärmempfindlichkeit konnten keine die Leistung beeinflussenden Effekte nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnte die Annahme, dass die in den Lärmbedingungen im *switch task*-Modus produzierten Leistungen geringer ausfallen würden als jene Leistungen, die in den Bedingungen ohne Lärmpräsentation erbracht wurden, statistisch nicht bestätigt werden.

Abseits der Fragestellung konnten statistisch signifikante Effekte nachgewiesen werden, welche der Tabelle A5 im Anhang entnommen werden können. Innerhalb des *switch task* wurden, analog der Theorie und auch analog den Ergebnissen der lexikalischen Enkodierungsaufgabe zum Zeitpunkt des ersten Switchs die höchsten Reaktionszeiten gemessen. Zwischen den Faktoren Lärmempfindlichkeit und Schema konnte eine signifikante Interaktion nachgewiesen werden. Die von lärmempfindlichen Personen produzierten Werte lagen in beiden Schemata über den von lärmunempfindlichen Personen produzierten Werten, wobei beide Gruppen im Schema *Nach* höhere Reaktionszeiten produzierten. Wie bei den Aufgaben zur lexikalischen Enkodierung, konnten auch bei den semantischen Aufgaben Vorgabeeffekte nachgewiesen werden. Auch hier liegt die rein spekulative Vermutung nahe, dass die produzierten Reaktionszeiten durch Übungseffekte beeinflusst wurden. Ein Blick auf die signifikanten Unterschiede der über die Blöcke gemessenen Reaktionszeiten zeigte, dass sich diese mit steigender Anzahl der durchlaufenen Blöcke verringern. Rein spekulativ lässt sich auch hier ein Lerneffekt vermuten.

Abschließend kann für die Untersuchung der semantischen Enkodierungsleistung gesagt werden, dass nach statistischer Prüfung keine Belege gefunden wurden, die eine Abhängigkeit der Reaktionszeiten von Lärm (60 db (A)) belegen würden. Darüber hinaus konnten keine Befunde gefunden werden, die einen Einfluss des Faktors Lärmempfindlichkeit statistisch stützen.

4.1.3 Zusammenhänge subjektiver Aufgabenbelastung und Lärm moderater Intensität

Die Annahme, dass die subjektiv wahrgenommene Beurteilung der Beanspruchung durch eine Aufgabe in den Bedingungen, in denen Lärm präsentiert wird, höher ausfallen würde als in den Bedingungen, in denen kein Lärm präsentiert wird, konnte im Zuge der statistischen Prüfung für die wahrgenommene Anstrengung und die berichtete Frustration belegt werden. In den Lärmbedingungen, in der die Präsentation von energieäquivalentem weißem Rauschen erfolgte, wurde über die höchste wahrgenommene Anstrengung berichtet. Für die Hypothese, dass die Beurteilung der subjektiv wahrgenommenen Beanspruchung einer Aufgabe durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst wird, konnten keine Belege gefunden werden, die diese These statistisch stützen.

Abseits der Fragestellung konnte im Rahmen der Hypothesenprüfung hinsichtlich der Art der Aufgabe ein signifikanter Einfluss auf die wahrgenommene Belastung durch die Aufgabe belegt werden. Im Zuge der statistischen Analyse konnten für die Beurteilungen der wahrgenommenen geistigen, körperlichen und zeitlichen Anforderung sowie die erlebte Leistung, Frustration und Motivation ein Einfluss der Aufgabenart nachgewiesen werden. Bei genauer Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich, dass dieser signifikante Unterschied durch die Kontrollbedingungen, in der keine mentale Beanspruchung gefordert wurde, erklärt wird. Darüber hinaus zeigte sich, dass die in den Lärmbedingungen getroffene Beurteilung über die wahrgenommene geistige Anstrengung und zeitliche Anforderung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst wurde.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Rahmen der statistischen Prüfung Belege gefunden wurden, die einen signifikanten Einfluss der wahrgenommenen Anstrengung und der erlebten Frustration bestätigen. Für die wahrgenommene zeitliche Anforderung konnte ein signifikanter Einfluss der individuellen Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden.

4.1.4 Zusammenhänge subjektiver Belästigung und Lärm moderater Intensität

Die Annahme, dass die subjektive Beurteilung über die Belästigung durch Lärm in den Lärmbedingungen höher ausfallen würde als jene Beurteilungen der Bedingungen, in denen keine Lärmpräsentation erfolgt, konnte statistisch bestätigt werden. Die über die Lärmbedingungen hinweg gefundenen signifikanten Unterschiede zeigten sich in den errechneten Mittelwerten zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit für die Beendigung der Stimulus Präsentation, der wahrgenommenen Belästigung sowie der durch den Lärmstimulus wahrgenommenen Bedrohung und der Einschätzung der Gesamtbedrohung des Stimulus. Die Annahme, dass die individuelle Lärmempfindlichkeit die subjektiv wahrgenommene Belastung beeinflusst, konnte im Rahmen der Hypothesenprüfung statistisch abgesichert werden. Dies zeigte sich in der Beurteilung der wahrgenommenen Bedrohung, der wahrgenommenen Belästigung sowie in der Einschätzung über die Gesamtbelästigung durch den Lärmstimulus und der Angabe über die gesamte wahrgenommene Bedrohung durch den Lärmstimulus. Dies entspricht der aus der Theorie hervorgehenden Überlegung hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen Lärmempfindlichkeit und wahrgenommener Lärmbelastung. Ähnlich der Ljungberg und Neely-Studie (2007) konnte auch im Rahmen der vorliegenden Studie belegt werden, dass in Lärmbedingungen über höhere Belästigungsgrade berichtet wurde. Dies deckt sich auch mit den Untersuchungen von Belojevic et al. (1992), der innerhalb seiner Studie ebenfalls eine höhere wahrgenommene Belästigung bei lärmempfindlichen Probanden nachweisen konnte.

Abschließend kann gesagt werden, dass innerhalb der vorliegenden Studie Belege gefunden wurden, dass die subjektiv empfundene Belästigung und die wahrgenommene Bedrohungen in den Versuchsbedingungen höher ausfällt als in jenen Bedingungen, in denen keine Lärmpräsentation erfolgt. Zudem zeigte sich, dass die Wahrscheinlichkeit, eine Präsentation des Lärmstimulus zu beenden, einer Beeinflussung durch Lärm unterliegt. Für die individuelle Lärmempfindlichkeit konnten Nachweise gefunden werden, die einen

beeinflussenden Effekt von Lärm auf die wahrgenommene Bedrohung, Einschätzung der Bedrohung und die wahrgenommene Gesamtbelästigung statistisch belegen.

4.2 Zusammenfassungen der Ergebnisse

Bisherige Studien konnten eine Verbindung zwischen chronischer Lärmexposition und der damit einhergehenden Vulnerabilität für kardiovaskuläre Erkrankungen belegen. Darüber hinaus wurde eine beeinträchtigende Wirkung von Lärm auf kognitive Prozesse belegt. Jedoch beschäftigen sich wenige Studien mit der Wirkweise von Lärm moderater Intensität auf kognitive Leistung und physiologische Prozesse.

Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung über die Wirkung von Lärm moderater Intensität auf kognitive Leistung, kardiovaskuläre Kennwerte sowie die subjektive Beurteilung von Aufgabenbelastung und Lärmbelästigung. 72 Personen (36 m, 36 w) im Alter von 19-46 Jahren nahmen an der Untersuchung teil. Jeder Teilnehmer durchlief neun 5-minütige Versuchsbedingungen, welche sich aus der Bearbeitung von (3) kognitiven Enkodierungsaufgaben (semantisch, lexikalisch und einer Kontrollbedingung) sowie (3) Lärmbedingungen (Fluglärm, fluglärm energieäquivalentes weißes Rauschen (jeweils 60dB (A)) und einer Kontrollbedingung, in der keine Lärmpräsentation erfolgte) untersucht. Die Stichprobe wurde nach den erhobenen Angaben zur Lärmempfindlichkeit in zwei gleich große Gruppen von lärmempfindlichen und lärmunempfindlichen Probanden geteilt. Während der Bearbeitung der Versuchsbedingungen wurde eine Messung der kardiovaskulären Aktivität vorgenommen. Die statistische Analyse umfasste die Daten der 5 Minuten-Intervalle der erhobenen Herzratenvariabilität, die Reaktionszeiten der kognitiven Aufgaben sowie die subjektive Beurteilung über die Aufgabenbeanspruchung und Lärmbelästigung. Für die gemessenen kardiovaskulären Parameter und die in den kognitiven Aufgaben erbrachte Leistung konnte keine durch Lärm oder Lärmempfindlichkeit hervorgerufene statistisch relevante Veränderung beobachtet werden. Im Hinblick auf die subjektive Beurteilung der

Beanspruchung durch eine Aufgabe zeigte sich, dass die Beurteilung der erlebten Anstrengung sowie der wahrgenommenen Frustration einer Beeinflussung durch die Lärmpräsentation unterliegt. Personen, die sich als lärmempfindlich beschrieben hatten, teilten mit, die Aufgabe als zeitlich größere Anforderung erlebt zu haben. Bei der Beurteilung der Belästigung durch Lärm zeigte sich, dass die wahrgenommene Bedrohung und die erlebte Belästigung durch Lärm beeinflusst wurden. Lärmempfindliche Personen berichteten über die höchste wahrgenommene Belästigung, erlebte Bedrohung und schätzen zudem die Gesamtbedrohung durch den Lärmstimulus höher ein. Für die gemessenen kardiovaskulären Kennwerte sowie die erbrachten kognitiven Enkodierungsleistungen konnte kein Einfluss von Lärm oder Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden. Selbst in jenen Fällen, in denen Probanden hohe Belästigungs- und Bedrohungsgrade mitteilten, die Aufgabe als Anstrengung oder frustrierend erlebten oder sich selbst als lärmempfindlich beschrieben, ging die kurzfristige Beschallung mit Lärm niedriger Intensität mit keiner zusätzlichen kardiovaskulären Belastung oder kognitiver Leistungseinbuße einher.

Zusammenfassung

Ziel der an 72 Personen (36m/36f) durchgeführten Studie, war die Untersuchung über die Wirkung von Lärm moderater Intensität (60 db (A)) auf kardiovaskuläre Kennwerte (Herzratenvariabilität, HRV) kognitive Leistung und die subjektive Beurteilung von Aufgabenbelastung und Lärmbelästigung. Während der Bearbeitung von neun unterschiedlichen 5 minütigen Versuchsbedingungen bestehend aus (3) kognitiven Enkodierungsaufgaben (semantisch, lexikalisch, Kontrollbedingung) sowie (3) Lärmbedingungen (Fluglärm, fluglärm energieäquivalentes weißes Rauschen, Kontrollbedingung), wurden die 5-Minuten Intervalle kardiovaskulärer Aktivität gemessen und nach jeder Bedingung die subjektive Belastung erfragt. Für die gemessenen kardiovaskulären Kennwerte sowie die erbrachten kognitiven Enkodierungsleistungen konnte kein Einfluss von

Lärm oder Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden. Für die erlebte Anstrengung sowie die wahrgenommene Frustration konnte ein Einfluss von Lärm belegt werden, zudem zeigte sich, dass die wahrgenommene zeitliche Anforderung durch die individuelle Lärmempfindlichkeit beeinflusst wird. In den Lärmbedingungen wurden sowohl die Belästigung durch eine Lärmquelle als auch die erlebte Bedrohung höher eingeschätzt. In Verbindung mit Lärmempfindlichkeit zeigte sich, dass lärmempfindliche Personen die Bedrohung und Belästigung durch eine Lärmquelle höher einschätzen als lärmunempfindliche Personen. Selbst in jenen Fällen, in denen Probanden hohe Belästigungs- und Bedrohungsgrade mitteilten, die Aufgabe als Anstrengung oder frustrierend erlebten oder sich selbst als lärmempfindlich beschrieben, ging die kurzfristige Beschallung mit Lärm niedriger Intensität mit keiner zusätzlichen kardiovaskulären Belastung oder kognitiver Leistungseinbuße einher.

Schlagwörter: Herzratenvariabilität, Lärm, Lärmempfindlichkeit, Arbeitsgedächtnis, subjektive Beurteilung, task switch

Abstract

The aim of the on 72 subjects (36m/36f) conducted study, was to examine the effect of moderate noise (60db (A)) on cardiovascular parameters, cognitive performance and subjective test statements (workload measurements, experienced noise annoyance). Each subject underwent 9 different, 5 minute conditions created from (3) cognitive switching-tasks (semantic, lexical decoding tasks, control condition) as well as (3) noise conditions (aircraft noise, energy-equivalent sound level, control condition). During the performance of the tasks, cardiovascular activity was recorded. After every condition participants were requested to report noise annoyance and work load. In regard to cardiovascular parameters and cognitive tasks, there was no conclusive evidence for an influential effect of noise or noise sensitivity. An influential effect of noise on the reported frustration level and effort was found. Moreover statistical

significance for an association between noise sensitivity and temporal demand was found. In terms of the self-reported noise annoyance, increased annoyance and danger ratings during noise exposure were reported. In association with the higher reported noise sensitivity, the higher the numbers of experienced feelings of intimidation and annoyance as well as assessment of danger were reported. Neither cardiovascular parameters nor cognitive effects indicated an association with moderate noise or noise sensitivity. Even if the subjects reported high noise annoyance, experienced the task as stressful or reported to be highly sensitive to noise, short exposures to moderate noise levels resulted in no significant effects in cognitive performance tasks or cardiovascular activity.

Keywords: heart rate variability, noise exposure, noise sensitivity, working memory, subjective ratings, task switch

Literaturverzeichnis

- Acharya, R. U., Joseph, P. K., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 44(12), 1031-1051.
- Arbeitnehmerinnenschutzgesetz – AschG (§22 Abs. 4 und §65 Abs. 1 bis 4), Zugriff am 22. Dez. 2015 unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10008910/ASchG%2c%20Fassung%20vom%2022.12.2015.pdf>
- Babisch, W., Fromme, H., Beyer, A., & Ising, H. (2001). Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise: the role of stress hormones in noise research. *Environment international*, 26(7), 475-481.
- Babisch, W. (2002). The noise/stress concept, risk assessment and research needs. *Noise and Health*, 4(16), 1-11.
- Babisch, W. (2003). Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise and health*, 5(18), 1-11.
- Baddeley, A. D. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 362-365.
- Baddeley, A.D. (1968). A three minute reasoning test based on grammatical transformation. *Psychonomic Science*, 10, 341-342.
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European psychologist*, 7(2), 85.
- Belojevic, G., Jakovljevic, B., & Slepcevic, V. (2003). Noise and mental performance: personality attributes and noise sensitivity. *Noise and Health*, 6(21), 77-89.
- Belojević, G., Öhrström, E., & Rylander, R. (1992). Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity. *International Archive of Occupational and Environmental Health*, 64, 293-301. DOI: 10.1007/BF00378288
- Björ, B., Burström, L., Karlsson, M., Nilsson, T., Näslund, U., & Wiklund, U. (2007). Acute effects on heart rate variability when exposed to hand transmitted vibration and noise. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 81(2), 193–199. DOI: 10.1007/s00420-007-0205-0
- Canlon, B., Borg, E., & Flock, Å. (1988). Protection against noise trauma by pre-exposure to a low level acoustic stimulus. *Hearing research*, 34(2), 197-200.
- Chang, T. Y., Jain, R. M., Wang, C. S., & Chan, C. C. (2003). Effects of occupational noise exposure on blood pressure. *Journal of occupational and environmental medicine*, 45(12), 1289-1296.
- Cousineau, D., & O'Brien, F. (2014). Error bars in within-subject designs: a comment on Baguley (2012). *Behavior research methods*, 46(4), 1149-1151.

- Carter, N., Henderson, R., Lal, S., Hart, M., Booth, S., & Hunyor, S. (2002). Cardiovascular and autonomic response to environmental noise during sleep in night shift workers. *Sleep*, 25(4), 457-464.
- Colle, H. A., & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 15, 17-31.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage.
- Fyhri, A., & Klæboe, R. (2009). Road traffic noise, sensitivity, annoyance and self-reported health—A structural equation model exercise. *Environment International*, 35(1), 91-97.
- Gramann, K., & Schandry, R. (2009). *Psychophysiologie: Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens* (Vol. 4). Weinheim: Beltz Verlag.
- Gulian, E., & Thomas, J.R. (1986). The effects of noise, cognitive set and gender on mental arithmetic performance. *British Journal of Psychology*, 77, 503-511.
- Guski, R. (1987). *Lärm: Wirkungen unerwünschter Geräusche*. Bern: Huber.
- Guski, R. (1999) Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise & Health*, 1, 45-56.
- Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Head, J., & Job, R. F. S. (2002). Multilevel modelling of aircraft noise on performance tests in schools around Heathrow Airport London. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56(2), 139-144.
- Handbuch Umgebungslärm, (2009), Lebensministerium, Zugriff am 24. März 2015 unter http://www.laerminfo.at/publikationen/hb_umgebungslaerm.html
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press.
- Health Council of the Netherlands. Committee Noise and Health: Noise and Health. The Hague: Health Council of the Netherlands, 1994; publication no. 1994/15E. ISBN 90-5549-048-2.
- Hellbrück, J., & Fischer, M. (1999). *Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch*. Göttingen: Hogrefe.
- Hellbrück, J. & Kals, E. (2012). *Umweltpsychologie*. Wiesbaden: Springer VS.
- Hillier, A., Alexander, J. K., & Beversdorf, D.Q. (2006). The Effect of Auditory Stressors on Cognitive Flexibility. *Neurocase*, 12, 228-231.
- Hoffmann, H., & von Lüpke, A. (1986). *0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel – Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Hoyer, D. (2009). Zur Bedeutung und Analyse der Herzfrequenzvariabilität. *Neurophysiologie-Labor*, 31, 158-171. DOI: 10.1016/j.neulab.2008.09.005

- Hygge, S., Evans, G. W., & Bullinger, M. (2002). A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. *Psychological Science*, 13(5), 469-474. DOI: 10.1111/1467-9280.00483
- Ising, H., & Kruppa, B. (2001). Zum gegenwärtigen Erkenntnisstand der Lärmwirkungsforschung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis*, 6(4), 1-9.
- Ising, H. & Braun, C. (2000). Acute and chronic endocrine effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for water, soil and air hygiene. *Noise Health*, 2(7), 7-24.
- Ising H., & Kruppa, B. (2004). Health effects caused by noise: Evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health*, 6, 5-13.
- Jahncke, H., Hygge, S., Halin, N., Green, A. & Dimberg, K. (2011). Open-plan office noise: Cognitive performance and restoration, *Journal of Environmental Psychology*, 31 (4), pp. 373-382.
- Jersild, A. T. (1927). *Mental set and shift*. New York: Archives of Psychology.
- Job, R. F. S. (1988). Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 991-1001. DOI: 10.1121/1.396524
- Kiesel, A., Steinhäuser, M., Wendt, M., Falkenstein, M., Jost, K., Philipp, A. M., & Koch, I. (2010). Control and interference in task switching—A review. *Psychological bulletin*, 136(5), 849.
- Kiesel, A., Steinhäuser, M., Wendt, M., Falkenstein, M., Jost, K., Philipp, A. M., & Koch, I. (2010). Control and interference in task switching—A review. *Psychological bulletin*, 136(5), 849.
- Kjellberg, A., & Skoldstrom, B. (1991). Noise annoyance during the performance of different nonauditory tasks. *Perceptual and motor skills*, 73(1), 39-49.
- Kraus, U., Schneider, A., Breitner, S., Hampel, R., Rückerl, R., & Pitz, M. (2013). Individual daytime noise exposure during routine activities and heart rate variability in adults: A repeated measures study. *Environmental Health Perspectives*, 121(5), 607-612. DOI: 10.1289/ehp.1205606
- Kristiansen, J., Mathiesen, L., Nielsen, P. K., Hansen, Å. M., Shibuya, H., Petersen, H. M., ... & Sogaard, K. (2009). Stress reactions to cognitively demanding tasks and open-plan office noise. *International archives of occupational and environmental health*, 82(5), 631-641.
- Langdon, F. J. (1976). Noise nuisance caused by road traffic in residential areas: Part I. *Journal of Sound and Vibration*, 47(2), 243-263.

- Lee, G.-S., Chen, M.-L., & Wang, G.-Y. (2010). Evoked response of heart rate variability using short-duration white noise. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 155, 94–97. DOI: 10.1016/j.autneu.2009.12.008
- Lusk, S. L., Hagerty, B. M., Gillespie, B., & Caruso, C. C. (2002). Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 57(4), 273-281.
- Ljungberg, J. K., & Neely, G. (2007). Stress, subjective experience and cognitive performance during exposure to noise and vibration. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 44-54. DOI: 10.1016/j.jenvp.2006.12.003
- Logan, G. D. (2004). Working memory, task switching, and executive control in the task span procedure. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 218.
- Löllgen, H. (1999). Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt*, 96(31-32), 2029-2032.
- Maschke, C., & Hecht, K. (2004). Stress hormones and sleep disturbances- electrophysiological and hormonal aspects. *Noise and health*, 6(22), 49-54.
- Medizinische Terminologien, Zugriff am 24. März 2015 unter
<http://www.doccheck.com/de/>
<https://www.dr-gumpert.de/>
- Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2012). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung(ÖAL)Nr. 3/Blatt 2, 1990, Lärm am Arbeitsplatz, Zugriff am 24. März 2015 unter
http://www.oel.at/images/rl_downloads/rl_3_bl1_2008.pdf
- Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung(ÖAL). (2011) Die Wirkung des Lärms auf den Menschen. Nr. 3/Blatt 6/18, 2011, Wirkung des Lärms auf den Mensch, Zugriff am 24. März 2015 unter
http://www.oel.at/images/rl_downloads/rl_6_18_2011.pdf
- Pinel, J. B. J. (2007). *Biopsychologie* (7th ed.). Boston, MA: Pearson education.
- Rabinowitz, P. M. (2000). Noise-induced hearing loss. *American family physician*, 61(9), 2759-2760.
- Richardson, J. T. E., & Baddeley, A. D. (1975). The effect of articulatory suppression in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14(6), 623-629.
- Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung von Umgebungslärm vom 25. Juni 2002, Zugriff am 02.12.2015 unter
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=DE>

- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(2), 207–231. DOI: 10.1037//0096-3445.124.2.207
- Schütte, M., Marks, A., Wenning, E., & Griefahn, B. (2007). The development of the noise sensitivity questionnaire (NoiSeQ). *Noise and Health*, 9(34), 15-24. DOI: 10.4103/1463- 1741.34700
- Shepherd, D., Welch, D., Dirks, K. N., & Mathews, R. (2010). Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance and health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise. *International journal of environmental research and public health*, 7(10), 3579-3594.
- Sim, C. S., Sung, J. H., Cheon, S. H., Lee, J. M., Lee, J. W., & Lee, J. (2015). The effects of different noise types on heart rate variability in men. *Yonsei Medical Journal*, 56(1), 235–243. <http://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.1.235>
- Statistik Austria (2014), KFZ Neuzulassungen, Verkehrsdaten Stand Dezember 2013, Zugriff am 24. März 2015 unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_neuzulassungen/index.html
- Mikrozensuserhebung (2011), Umweltbedingungen, Umweltverhalten http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/umwelt/umweltbedingungen_verhalten/index.html
- Stansfeld, S. A. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, 68(1), 243–257. DOI:10.1093/bmb/ldg033
- Szalma, J. L., & Hancock, P. A. (2011). Noise effects on human performance: A meta-analytic synthesis. *Psychological Bulletin*, 137(4), 682-707. DOI: 10.1037/a0023987
- Task Force of the European Society of Cardiology (ESC) and the North American Society of Pacing Electrophysiology (NASEPE) (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European Heart Journal*, 17, 354- 381.
- Tomei, G., Fioravanti, M., Cerratti, D., Sancini, A., Tomao, E., Rosati, M. V., ... & De Sio, S. (2010). Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: a meta-analysis. *Science of the total environment*, 408(4), 681-689.
- Trimmel, K. (2011). Sensitivity of HRV parameters including pNNxx proven by short-term exposure to 2700 m altitude. *Physiological measurement*, 32(3), 275.
- Trimmel, M. (2010). Aufmerksamkeit. In W. Heiß (Hrsg.), *Altersmedizin aktuell* (16. Aktualisierung, 5/10). Heidelberg: Hüthig, Jehle, Rehm - ecomed Medizin.
- M. Trimmel, 2015, in Vorbereitung.
- Trimmel, M., Atzlsdorfer, J., Tupy, N., & Trimmel, K. (2012). Effects of low intensity noise from aircraft or from neighborhood on cognitive learning and electrophysiological

- stress responses. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 215, 547– 554. DOI: 10.1016/j.ijheh.2011.12.007
- Trimmel, M., & Pölzl, G. (2006). Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. *Ergonomics*, 49(2), 202-208. DOI: 10.1080/00140130500434986
- Trimmel, K., Schätzer, J., & Trimmel, M. (2014). Acoustic Noise Alters Selective Attention Processes as Indicated by Direct Current (DC) Brain Potential Changes. *International journal of environmental research and public health*, 11(10), 9938-9953.
- Verein Deutscher Ingenieure (2013). VDI-Richtlinie 3883: Wirkung und Bewertung von Gerüchen. Erfassung der Geruchsbelästigung. Fragebogentechnik. *Düsseldorf: Beuth Verlag GmbH*.
- Van Kempen, E. E., Kruize, H., Boshuizen, H. C., Ameling, C. B., Staatsen, B. A., & de Hollander, A. E. (2002). The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 110(3), 307.
- Verordnung für Lärm und Vibration - VOLV, BGBl. II/NR. 22/2006, Zugriff am 22. Dez. 2015 unter https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2006_II_22/BGBLA_2006I_22.pdf
- Wang, B. S., Wang, X. J., Gong, L. K. (2009). The construction of a Williams Design and randomization in cross-over clinical trials using SAS. *Journal of statistical software*, 29(c01), 1-10.
- Weinstein, N. (1978). Individual differences in reactions to noise: A longitudinal study in a College Dormitory. *Journal of Applied Psychology*, 63, 458- 466.
- World Health Organization (WHO), Zugriff am 01. Dez. 2015 unter http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf
Burden of disease from environmental noise
- http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
Night noise guidelines for Europe
- <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>
Guidelines for community noise
- Williams, E. J. (1949). Experimental designs balanced for the estimation of the residual effects of treatments. *Australian Journal of Chemistry*, 2(2), 149-168.
- Zimmer, K. & Ellermeier, W. (1997). Eine deutsche Version der Lärmempfindlichkeitsskala von Weinstein. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 44, 107-110.
- Zimmer, K., & Ellermeier, W. (1998a). Konstruktion und Evaluation eines Fragebogens zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit. *Diagnostica*, 44, 11-20.

Zimmer, K. & Ellermeier, W. (1998b). Ein Kurzfragebogen zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit. *Umweltpsychologie*, 2, 54-63.

Zimmer, K., & Ellermeier, W. (1999). Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: A comparison. *Journal of Environmental Psychology*, 19(3), 295-302.

Zitat *Juvenal* Zugriff am 21. März 2015 unter
<https://www.wien.gv.at/umwelt/laerm/pdf/geschichte.pdf>

ANHANG

Anhang A: Tabellen

Anhang A1. Deskriptive Übersicht der in allen Bedingungen gemessenen HRV Parameter.	120
Anhang A2. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jeden HRV Parameter.	121
Anhang A3. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der lexikalischen Enkodierung (Wilks λ).	122
Anhang A4. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der lexikalischen Enkodierung unter Berücksichtigung des Faktors individuelle Lärmempfindlichkeit (Wilks λ).	122
Anhang A5. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der semantischen Enkodierung (Wilks λ).	123
Anhang A6. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jeden Item des NASA-TLX	128
Anhang A7. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jedes Item des VDI.....	129
Anhang A8. Mittelwerte und Konfidenzintervalle zum Interaktionseffekt zwischen Aufgabe und Lärm der wahrgenommenen Belästigung.	130

Anhang B: Grafiken

Anhang B1. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Block und Vorgabe ($F(8, 414) = 2.25, p < .022$).	124
Anhang B2. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).	124
Anhang B3.. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).	125
Anhang B4. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).	125
Anhang B5. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Vor, Nach), Switch, und Vorgabezeitpunkt ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).	126
Anhang B6. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Vor, Nach), Switch, und Vorgabezeitpunkt ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).	126
Anhang B7. Semantische Enkodierung. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Schema (Vor, Nach), Switch, und Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).	127
Anhang B8. Semantische Enkodierung, Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Vorgabe und Lärmempfindlichkeit ($F(8,390) = .933, p = 0.41$).	127
Anhang B9. Semantische Enkodierung: Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Vorgabe und Lärmempfindlichkeit ($F(8,390) = .933, p = 0.41$).	128

Anhang A1. Deskriptive Übersicht der in allen Bedingungen gemessenen HRV Parameter.

	<i>N</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mittelwert</i>	<i>SD</i>
pNN10_LEX_FL	69	14.55	93.21	70.60	15.83
pNN10_LEX_WR	69	10.47	94.64	70.24	16.10
pNN10_LEX_KL	70	6.34	95.19	70.63	16.50
pNN10_SEM_FL	70	25.98	93.15	69.78	15.42
pNN10_SEM_WR	70	17.54	95.33	69.95	15.89
pNN10_SEM_KL	69	14.43	93.55	70.80	15.82
pNN10_ENT-FL	70	14.38	95.29	70.19	16.56
pNN10_ENT-WR	70	24.39	93.04	71.53	14.77
pNN10_ENT-KL	71	20.82	93.87	70.95	15.74
pNN25_LEX_FL	69	.81	87.04	40.85	20.94
pNN25_LEX_WR	69	.00	90.04	39.55	20.67
pNN25_LEX_KL	70	.00	89.00	41.23	20.42
pNN25_SEM_FL	70	1.44	86.30	39.96	21.33
pNN25_SEM_WR	70	.00	89.10	39.76	20.91
pNN25_SEM_KL	69	.0	86.7	41.16	20.35
pNN25_ENT-FL	70	2.40	85.54	40.09	21.54
pNN25_ENT-WR	70	.89	86.96	41.12	21.14
pNN25_ENT-KL	71	.22	84.66	40.99	22.35
pNN50_LEX_FL	69	.0	71.6	17.00	16.86
pNN50_LEX_WR	69	.00	78.16	16.22	17.37
pNN50_LEX_KL	70	.0	76.0	17.20	16.81
pNN50_SEM_FL	70	.00	70.21	16.96	17.12
pNN50_SEM_WR	70	.00	76.32	17.04	17.36
pNN50_SEM_KL	69	.00	72.40	17.81	16.86
pNN50_ENT-FL	70	.47	71.08	17.30	18.13
pNN50_ENT-WR	70	.00	76.52	17.97	18.55
pNN50_ENT-KL	71	0	72	18.27	18.81
LF_LEX_FL	69	90.4	6271.3	1536.32	1169.56
LF_LEX_WR	69	1	6461	1464.24	1295.65
LF_LEX_KL	71	82.1	6806.5	1521.31	1347.71
LF_SEM_FL	70	63	5944	1471.34	1235.42
LF_SEM_WR	70	72.2	5654.4	1452.12	1133.29
LF_SEM_KL	69	36.8	7879.3	1682.23	1669.17
LF_ENT-FL	71	.0	5107.7	1586.65	1274.52
LF_ENT-WR	70	205.2	7233.9	1661.45	1299.41
LF_ENT-KL	71	58.8	9224.6	1556.73	1594.33
HF_LEX_FL	69	15.5	3483.4	547.85	646.48
HF_LEX_WR	69	2.1	4223.0	559.82	736.83
HF_LEX_KL	71	11.9	3434.2	533.42	646.23
HF_SEM_FL	70	23.6	3898.8	582.80	707.19
HF_SEM_WR	70	17.9	5448.3	557.81	776.75
HF_SEM_KL	69	15.5	3334.7	575.15	637.35
HF_ENT-FL	71	.0	4849.3	690.63	947.60
HF_ENT-WR	70	22.3	3709.0	635.83	751.82
HF_ENT-KL	71	9.4	4930.4	707.47	915.47
Total_LEX_FL	69	201.5	15983.1	4303.82	3439.13
Total_LEX_WR	69	5	19096	4058.02	3226.47
Total_LEX_KL	71	382.8	30318.9	4621.92	4964.88
Total_SEM_FL	70	306.4	16229.9	4233.69	3711.42
Total_SEM_WR	70	240.9	13314.5	4257.95	3106.73
Total_SEM_KL	69	101.1	17218.3	4236.29	3284.15
Total_ENT-FL	71	.0	37854.9	4993.86	5146.99
Total_ENT-WR	70	719.2	37334.4	6017.93	5719.83
Total_ENT-KL	71	213.5	35680.9	5340.52	5036.12
LF_HF_LEX_FL	69	-.214	1.387	.53445	.330807
LF_HF_LEX_WR	69	-.341	1.166	.50209	.341931
LF_HF_LEX_KL	71	-.406	1.263	.52593	.324288

LF_HF_SEM_FL	70	-.202	1.390	.50110	.323552
LF_HF_SEM_WR	70	-.082	1.107	.52841	.315500
LF_HF_SEM_KL	69	-.447	1.312	.48620	.352001
LF_HF_ENT-FL	71	-.390	1.160	.49770	.370270
LF_HF_ENT-WR	70	-.247	1.339	.54474	.338572
LF_HF_ENT-KL	71	-.388	1.104	.44335	.334502
N =		68			

Anhang A2. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jeden HRV Parameter.

	<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η²</i>
SDNN	Aufgabe	1.788	132	25.865	.001	.282
	Lärm	2	132	.332	.714	.005
	LEM	1	66	.044	.834	.001
	Aufgabe*Lärm	3.689	264	1.681	.160	.025
	Aufgabe*Lem	2	132	2.712	.070	.039
	Lärm*Lem	2	132	1.200	.305	.018
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	1.011	.402	.015
pNN10	Aufgabe	1.425	132	.391	.607	.006
	Lärm	2	132	.627	.536	.009
	Lem	1	66	.040	.842	.001
	Aufgabe*Lärm	3.677	264	.993	.412	.015
	Aufgabe*Lem	2	132	.897	.410	.013
	Lärm*Lem	2	132	.414	.662	.006
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	.579	.678	.009
pNN25	Aufgabe	1.421	132	.121	.815	.002
	Lärm	2	132	.581	.561	.009
	Lem	1	66	.170	.682	.003
	Aufgabe*Lärm	3.709	264	1.036	.386	.015
	Aufgabe*Lem	2	132	2.103	.126	.031
	Lärm*Lem	2	132	.315	.730	.005
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	1.257	.287	.019
pNN50	Aufgabe	1.744	132	.728	.468	.011
	Lärm	2	132	1.152	.319	.017
	Lem	1	66	.716	.400	.011
	Aufgabe*Lärm	4	264	.569	.685	.009
	Aufgabe*Lem	2	132	2.234	.111	.033
	Lärm*Lem	2	132	.455	.636	.007
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	2.726	.030	.040
LF	Aufgabe	1.799	132	16.154	.001	.201
	Lärm	2	132	1.552	.216	.023
	Lem	1	66	.180	.673	.003
	Aufgabe*Lärm	4	264	.255	.906	.004
	Aufgabe*Lem	2	132	.171	.843	.003
	Lärm*Lem	2	132	.217	.805	.003
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	.926	.447	.014
HF	Aufgabe	1.503	132	4.708	.019	.067
	Lärm	2	132	.460	.632	.007
	Lem	1	66	.180	.673	.003
	Lärm	2	132	.460	.632	.007
	Aufgabe*Lärm	2.978	264	.461	.751	.006
	Aufgabe*Lem	2	132	2.124	.124	.031
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	.673	.611	.010
LF/HF	Aufgabe	2	132	1.845	.162	.027
	Lärm	2	132	1.493	.229	.022

	Effekt	Hypothesen df	Fehler df	F	p	η^2
LF/HF	Lem	1	66	2.271	.137	.033
	Aufgabe*Lärm	4	264	1.886	.113	.028
	Aufgabe*Lem	2	132	.174	.840	.003
	Lärm*Lem	2	132	1.959	.145	.029
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	2.200	.069	.032
total	Aufgabe	1.704	132	8.200	.001	.111
	Lärm	2	132	.656	.521	.010
	Lem	1	66	.202	.655	.003
	Aufgabe*Lärm	3.450	264	1.600	.175	.024
	Aufgabe*Lem	2	132	1.446	.235	.022
	Lärm*Lem	2	132	.771	.465	.012
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	264	.190	.943	.003

Anhang A3. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der lexikalischen Enkodierung (Wilks λ).

Effekt	Hypothesen df	Fehler df	F	p
ZI-BUCH	1	210	100.769	.001
ZI-BUCH*BED	2	210	0.750	.473
ZI-BUCH*Vorgabe	2	210	0.272	.762
ZI-BUCH*BED*Vorgabe	4	210	1.684	.154
SWITCH	2	209	232.476	.001
SWITCH*BED	4	418	0.833	.504
SWITCH*Vorgabe	4	418	1.761	.135
SWITCH*BED*Vorgabe	8	418	0.689	.701
ZI-BUCH*SWITCH	2	209	7.554	.001
ZI-BUCH*SWITCH*BED	4	418	1.233	.296
ZI-BUCH*SWITCH*Vorgabe	4	418	0.272	.895
ZI-BUCH*SWITCH*BED*Vorgabe	8	418	2.111	.033

Legende: ZI-BU = Schema, Switch = Switch, BED = Lärmbedingung, Vorgabe = Vorgabezeitpunkt.

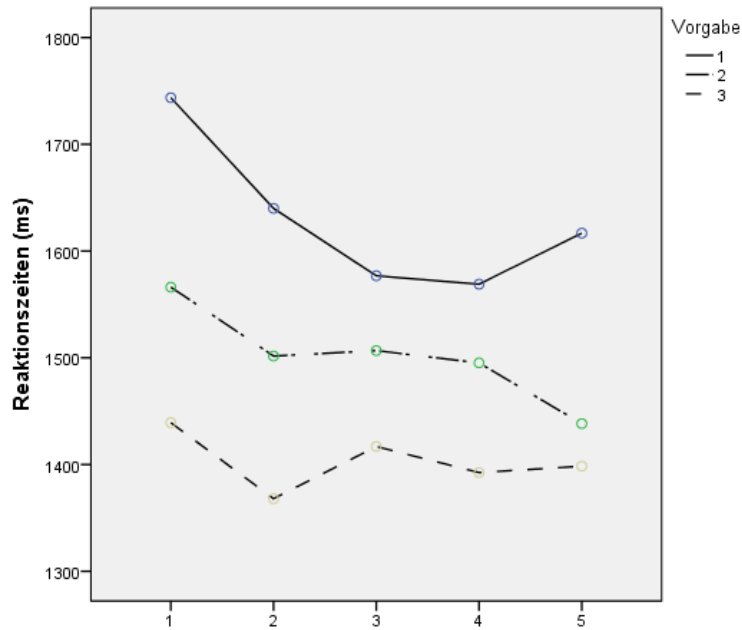
Anhang A4. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der lexikalischen Enkodierung unter Berücksichtigung des Faktors individuelle Lärmempfindlichkeit (Wilks λ).

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	p
ZI-BU*lem	.991	1.842	1	201	.176
ZI-BU*BED*lem	.998	.218	2	201	.804
ZI-BU*Vorgabe*lem	.997	.348	2	201	.707
ZI-BU*BED*Vorgabe*lem	.990	.496	4	201	.739
Switch*lem	.992	.853	2	200	.428
Switch*BED*lem	.998	.082	4	400	.988
Switch*Vorgabe*lem	.974	1.335	4	400	.256
Switch*BED*Vorgabe*lem	.921	1.095	8	400	.085
ZI-BU*Switch*lem	.992	.767	2	200	.466
ZI-BU*switch*BED*lem	.991	.440	4	400	.780
ZI-BU*Switch*Vorgabe*lem	.979	1.047	4	400	.382
ZI-BU*Switch*BED*Vorgabe*lem	.940	1.563	8	400	.134

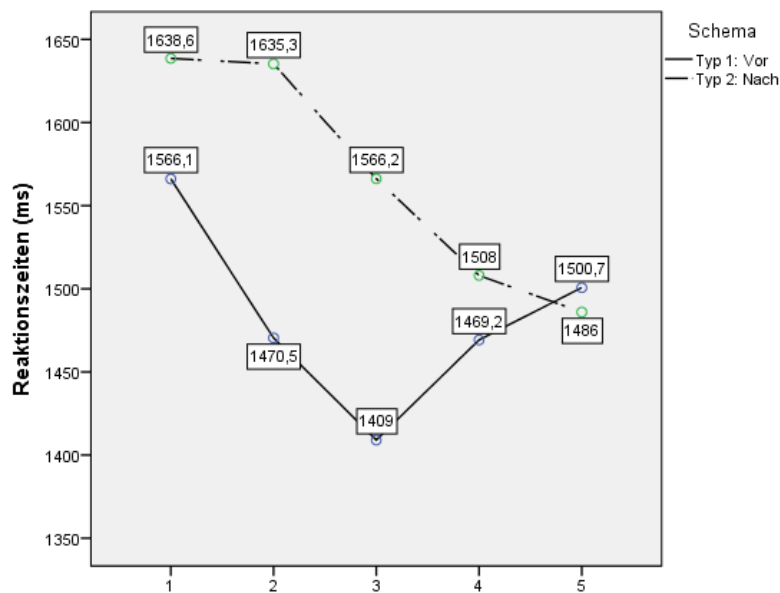
Legende: ZI-BU = Schema, Switch = Switch, BED = Lärmbedingung, Vorgabe = Vorgabezeitpunkt.

Anhang A5. Detaillierte Ergebnisse der MANOVA der semantischen Enkodierung (Wilks λ).

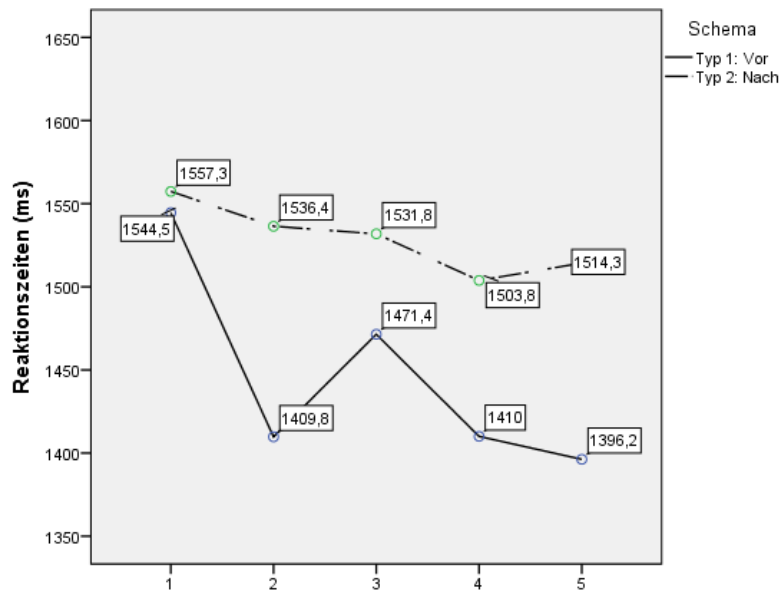
Multivariate Tests für Messwiederholung: AV_1 (F_AB_500-9999_F1_nUN) Sigtabeschränkte Parametrisierung Effektive Hypothesen-Dekomposition						
Effekt	Test	Wert	F	Effekt FG	Fehler FG	p
BLOCK	Wilks	0,883050	6,85370	4	207,0000	0,000034
BLOCK*BED	Wilks	0,965574	0,91446	8	414,0000	0,504203
BLOCK*Vorgabe	Wilks	0,918184	2,25643	8	414,0000	0,022807
BLOCK*BED*Vorgabe	Wilks	0,905676	1,30410	16	633,0331	0,188126
SCHEMA	Wilks	0,784764	57,59637	1	210,0000	0,000000
SCHEMA*BED	Wilks	0,996803	0,33680	2	210,0000	0,714437
SCHEMA*Vorgabe	Wilks	0,981502	1,97894	2	210,0000	0,140785
SCHEMA*BED*Vorgabe	Wilks	0,990843	0,48521	4	210,0000	0,746591
SWITCH	Wilks	0,659066	54,05784	2	209,0000	0,000000
SWITCH*BED	Wilks	0,979712	1,07646	4	418,0000	0,367672
SWITCH*Vorgabe	Wilks	0,988761	0,59223	4	418,0000	0,668442
SWITCH*BED*Vorgabe	Wilks	0,967575	0,86826	8	418,0000	0,543304
BLOCK*SCHEMA	Wilks	0,969932	1,60424	4	207,0000	0,174497
BLOCK*SCHEMA*BED	Wilks	0,907954	2,55984	8	414,0000	0,009847
BLOCK*SCHEMA*Vorgabe	Wilks	0,957247	1,14302	8	414,0000	0,333109
BLOCK*SCHEMA*BED*Vorgabe	Wilks	0,935898	0,86733	16	633,0331	0,607758
BLOCK*SWITCH	Wilks	0,986076	0,35832	8	203,0000	0,941167
BLOCK*SWITCH*BED	Wilks	0,888692	1,54224	16	406,0000	0,081841
BLOCK*SWITCH*Vorgabe	Wilks	0,887525	1,55993	16	406,0000	0,076509
BLOCK*SWITCH*BED*Vorgabe	Wilks	0,782402	1,61306	32	750,2222	0,018188
SCHEMA*SWITCH	Wilks	0,998218	0,18651	2	209,0000	0,829989
SCHEMA*SWITCH*BED	Wilks	0,980973	1,00856	4	418,0000	0,402700
SCHEMA*SWITCH*Vorgabe	Wilks	0,950424	2,69083	4	418,0000	0,030761
SCHEMA*SWITCH*BED*Vorgabe	Wilks	0,965569	0,92342	8	418,0000	0,496742
BLOCK*SCHEMA*SWITCH	Wilks	0,956774	1,14643	8	203,0000	0,333779
BLOCK*SCHEMA*SWITCH*BED	Wilks	0,942400	0,76396	16	406,0000	0,726643
BLOCK*SCHEMA*SWITCH*Vorgabe	Wilks	0,922542	1,04380	16	406,0000	0,408812
BLOCK*SCHEMA*SWITCH*BED*Vorgabe	Wilks	0,861407	0,96787	32	750,2222	0,519443



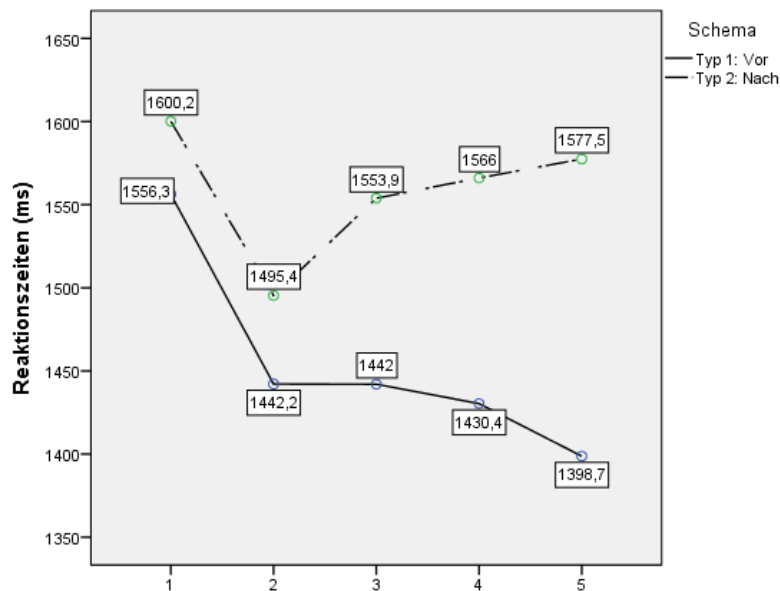
Anhang B1. Gegenüberstellung der über alle Lärmbedingungen hinweg gemittelten Mittelwerte der in den Blöcken, der semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Mittelwerten. Dargestellter Effekt: Interaktion zwischen den Faktoren Block und Vorgabe ($F(8, 414) = 2.25, p < .022$).



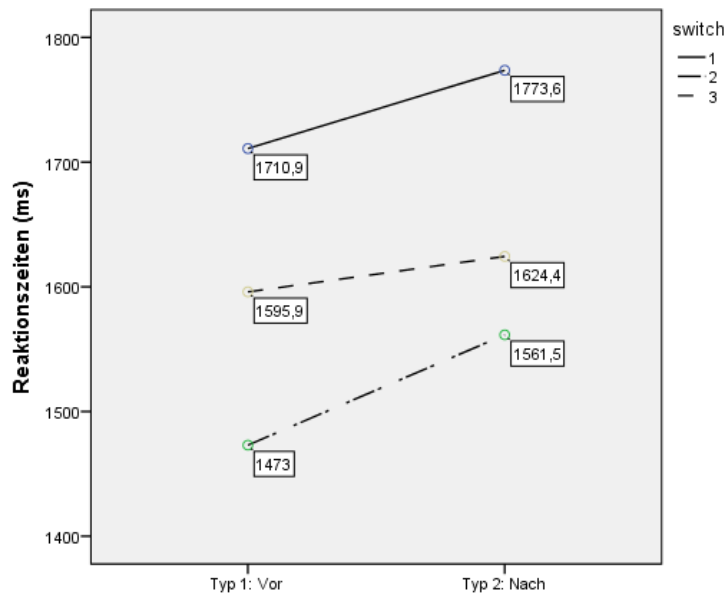
Anhang B2. Nach Präsentationsschemata (Vor, Nach) geteilte Gegenüberstellung der in den FL-Bedingungen, in den Blöcken der semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).



Anhang B3. Nach Präsentationsschemata (Vor, Nach) geteilte Gegenüberstellung der in den WR-Bedingungen, in den Blöcken der semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).

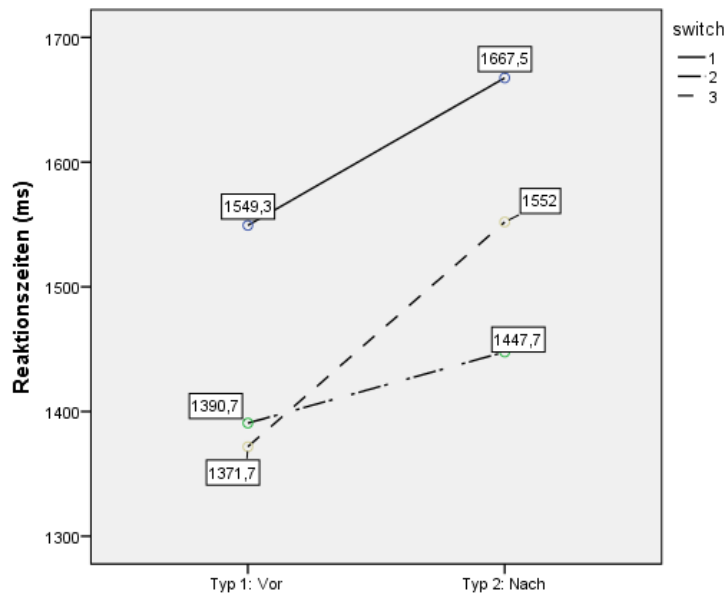


Anhang B4. Nach Präsentationsschemata (Vor, Nach) geteilte Gegenüberstellung der in den KL-Bedingungen, in den Blöcken der semantischen Enkodierungsaufgaben produzierten Reaktionszeiten. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Schema und Lärm ($F(8, 414) = 2.55, p < .009$).

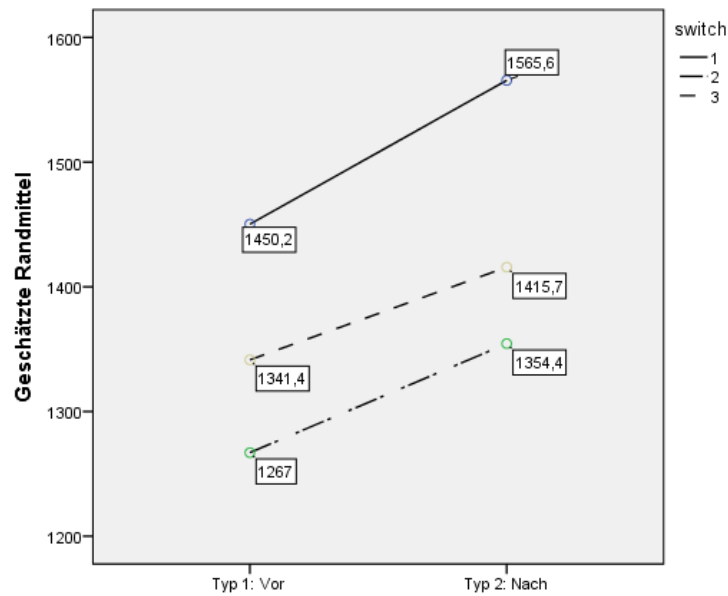


Anhang B5. Darstellung der über die Präsentationsschemata (Vor, Nach) und über alle Aufgabenwechseltypen (erster, zweiter und dritter Zeitpunkt des Switchs) hinweg gemittelten Mittelwerte, zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren *Schema* (Vor, Nach), *Switch*, und *Vorgabezeitpunkt* der Lärmstimuli auf die Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgabe. ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).

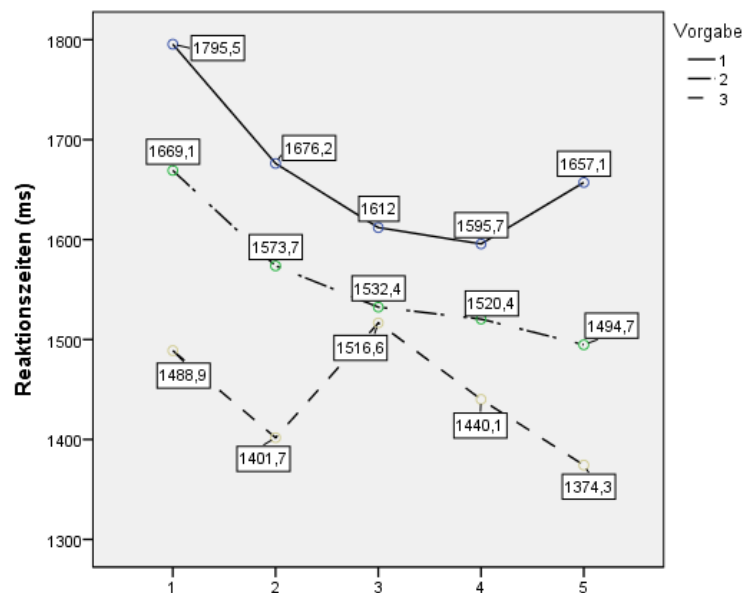
Geschätztes Randmittel von MASS_1



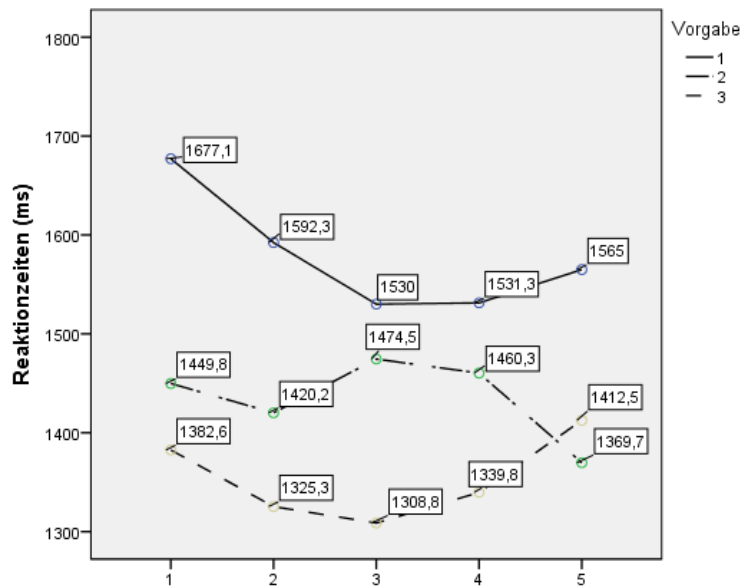
Anhang B6. Darstellung der über die Präsentationsschemata (Vor, Nach) und über alle Aufgabenwechseltypen (erster, zweiter und dritter Zeitpunkt des Switchs) hinweg gemittelten Mittelwerte, zum zweiten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren *Schema* (Vor, Nach), *Switch*, und *Vorgabezeitpunkt* der Lärmstimuli auf die Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgabe. ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).



Anhang B7. Darstellung der über die Präsentationsschemata (Vor, Nach) und über alle Aufgabenwechselltypen (erster, zweiter und dritter Zeitpunkt des Switchs) hinweg gemittelten Mittelwerte, zum ersten Vorgabezeitpunkt der Lärmstimuli auf die Reaktionszeiten der semantischen Enkodierungsaufgabe. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren *Schema* (Vor, Nach), *Switch*, und *Vorgabezeitpunkt* der Lärmstimuli. ($F(4, 418) = 2.69, p = .030$).



Anhang B8. Gegenüberstellung der in den Blöcken zu den jeweiligen Vorgabezeitpunkten produzierten Mittelwerte lärmempfindlicher Personen. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren *Block*, *Vorgabe* und *Lärmempfindlichkeit* ($F(8,390) = .933, p = 0.41$).



Anhang B9. Gegenüberstellung der in den Blöcken zu den jeweiligen Vorgabezeitpunkten produzierten Mittelwerte der Personen mit geringer Lärmempfindlichkeit. Dargestellter Effekt: Interaktion der Faktoren Block, Vorgabe und Lärmempfindlichkeit ($F(8,390) = .933, p = 0.41$).

Anhang A6. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jeden Item des NASA-TLX

		Hypothesen	Fehler	F	p	η^2
Effekt		df	df			
Geistige Anforderung	Aufgabe	1.463	138	196.93	.001	.741
	Lärm	1.638	138	.854	.420	.012
	Lem	1	69	.164	.687	.002
	Aufgabe*Lärm	4	276	.821	.512	.012
	Aufgabe*Lem	2	138	.498	.609	.007
	Lärm*Lem	2	138	3.306	.040	.046
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	276	.518	.723	.007
körperliche Anforderung	Aufgabe	1.802	138	35.765	.001	.341
	Lärm	2	138	2.331	.101	.033
	Lem	1	69	3.234	.076	.045
	Aufgabe*Lärm	3.607	276	.154	.951	.002
	Aufgabe*Lem	2	138	2.535	.083	.035
	Lärm*Lem	2	138	.023	.978	.000
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	276	.189	.944	.003
Zeitliche Anforderung	Aufgabe	1.538	140	93.642	.001	.572
	Lärm	2	140	1.479	.231	.021
	Lem	1	70	4.021	.049	.054
	Aufgabe*Lärm	4	280	.189	.944	.003
	Aufgabe*Lem	2	140	2.308	.103	.032
	Lärm*Lem	2	140	1.351	.262	.019
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	280	.926	.449	.013
Anstrengung	Aufgabe	1.732	140	209.413	.001	.749
	Lärm	2	140	5.278	.006	.070
	Lem	1	70	1.253	.267	.018
	Aufgabe*Lärm	3.774	280	1.609	.176	.022

	<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η²</i>
	Aufgabe*lem	2	140	.468	.627	.007
	Lärm*lem	2	140	.125	.882	.002
	Aufgabe*Lärm*lem	4	280	.714	.583	.010
Leistung	Aufgabe	1.326	140	14.527	.001	.172
	Lärm	2	140	1.130	.324	.016
	Lem	1	70	2.541	.115	.035
	Aufgabe*Lärm	4	280	1.776	.134	.025
	Aufgabe*lem	2	140	.439	.646	.006
	Lärm*lem	2	140	1.989	.141	.028
	Aufgabe*Lärm*lem	4	280	.995	.411	.014
Frustration	Aufgabe	1.807	140	75.809	.001	.520
	Lärm	2	140	4.481	.013	.060
	Lem	1	70	1.191	.279	.017
	Aufgabe*Lärm	4	280	1.499	.203	.021
	Aufgabe*lem	2	140	.636	.531	.009
	Lärm*lem	2	140	.533	.588	.008
	Aufgabe*Lärm*Lem	4	280	.596	.666	.008
Motivation	Aufgabe	1.387	138	30.821	.001	.306
	Lärm	1.898	138	1.057	.348	.015
	Lem	1	70	1.164	.284	.016
	Aufgabe*Lärm	4	280	.780	.380	.011
	Aufgabe*lem	2	138	.495	.610	.007
	Lärm*lem	1.898	138	1.125	.326	.016
	Aufgabe*Lärm*lem	4	280	.512	.727	.007

Anhang A7. Ergebnisse des Tests auf Innersubjekteffekte für jedes Item des VDI

	<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η²</i>
Wahrscheinlichkeit Darbietung zu Beenden	Aufgabe	1.680	124	3.112	.057	.048
	Lärm	1.691	124	61.874	.001	.499
	Lem	1	62	2.516	.118	.039
	Aufgabe*Lärm	3.263	248	.764	.525	.012
	Aufgabe*lem	2	124	2.420	.073	.038
	Lärm*lem	2	124	4.031	.027	.061
	Aufgabe*Lärm*lem	4	.248	.964	.428	.015
Wahr- genommene Belästigung	Aufgabe	2	136	4.691	.011	.065
	Lärm	1.760	136	105.200	.001	.607
	Lem	1	68	4.685	.034	.064
	Aufgabe*Lärm	3.133	272	2.307	.070	.033
	Aufgabe*lem	2	136	2.364	.098	.034
	Lärm*lem	2	136	3.936	.022	.055
	Aufgabe*Lärm*lem	4	272	.448	.774	.007
Wahr- genommene Bedrohung	Aufgabe	1.912	136	1.198	.307	.035
	Lärm	1.697	136	45.3931	.001	.400
	Lem	1	68	8.461	.005	.111
	Aufgabe*Lärm	2.856	272	.612	.600	.009
	Aufgabe*lem	2	136	2.792	.113	.032
	Lärm*lem	2	136	7.378	.001	.098
	Aufgabe*Lärm*lem	4	272	.194	.941	.003
Gesamt Belästigung	Aufgabe	1.718	140	1.908	.152	.027
	Lärm	1.660	140	102.103	.001	.609

	<i>Effekt</i>	<i>Hypothesen df</i>	<i>Fehler df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>η²</i>
	Lem	1	70	6.071	.016	.080
	Aufgabe*Lärm	4	280	1.246	.294	.017
	Aufgabe*lem	2	140	3.320	.049	.045
	Lärm*lem	2	140	4.477	.014	.060
	Aufgabe*Lärm*lem	4	280	.396	.812	.006
Einschätzung Bedrohung	Aufgabe	1.996	140	.638	.530	.009
	Lärm	1.558	140	45.389	.001	.393
	Lem	1	70	8.933	.004	.113
	Aufgabe*Lärm	2.788	280	.916	.429	.013
	Aufgabe*lem	2	140	.340	.713	.005
	Lärm*lem	2	140	6.736	.002	.088
	Aufgabe*Lärm*lem	4	280	.403	.807	.006

Anhang A8. Mittelwerte und Konfidenzintervalle zum Interaktionseffekt zwischen Aufgabe und Lärm der wahrgenommenen Belästigung.

<i>Lärm</i>	<i>Aufgabe</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>95%-Konfidenzintervall</i>	
				<i>Untergrenze</i>	<i>Obergrenze</i>
FL	LEX	3.542	.312	2.920	4.165
	SEM	3.007	.296	2.415	3.598
	ENT	2.605	.323	1.961	3.248
WR	LEX	3.467	.314	2.839	4.094
	SEM	3.685	.330	3.026	4.343
	ENT	3.148	.340	2.470	3.825
KL	LEX	.529	.176	.177	.880
	SEM	.684	.177	.331	1.037
	ENT	.436	.159	.120	.753

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Katja Rosa Frasz, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, im Jänner 2016

Katja Frasz

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Katja Rosa Frasz

Ausbildung

WS 2008/2009 - derzeit	Studium der Psychologie
2006 – 2008	Studienberechtigungsprüfung Volkshochschule (VHS) Ottakring & Floridsdorf
2001	Weiterbildung geprüfte Versicherungsfachfrau Bildungsakademie der österreichischen Versicherungswirtschaft (BÖV) Abschluss mit gutem Erfolg
1996-1999	Berufsausbildung Versicherungskauffrau Lehrabschluss mit Auszeichnung

im Zuge des Studiums absolviertes Praktikum

Nov. 2014 – Feb. 2015	Jugend am Werk Begleitung von Menschen mit Behinderung
-----------------------	---

bisherige berufliche Tätigkeiten

langjährige Erfahrungen in einem in Österreich führenden Versicherungsunternehmen,
weitere Vertriebs & Marketing affine Tätigkeiten in unterschiedlichen Unternehmen.
Zuletzt im Marketing eines österreichischen Recycling-Unternehmens tätig.