

Diplomarbeit

**Analyse des Zusammenhangs der Ausprägung von
Zahnbehandlungsangst und Herzfrequenzvariabilität**

eingereicht von

Katharina Treuschitz

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der Zahnmedizin
(Dr.ⁱⁿ med. dent.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Lehrstuhl für Physiologie & Pathophysiologie

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Karl Lackner

Graz, 16.10.2024

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 16.10.2024

Treuschitz Katharina eh.

Danksagung

Primär möchte ich mich von ganzem Herzen bei meinem Diplomarbeitsbetreuer, Herrn Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Karl Lackner für die wirklich großartige Unterstützung während des gesamten Prozesses bedanken. Nicht nur konnte ich mich wirklich jederzeit melden, sondern habe ich auch immer umgehend Antworten auf meine Fragen bekommen. Ich bedanke mich auch für die unendliche Geduld, die mir entgegengebracht wurde und ebenso für die motivierenden Gespräche. Dadurch konnte ich stetig mehr Begeisterung für die gesamte Thematik, sowie das Verfassen der Arbeit sammeln, wodurch es für mich im Endeffekt zu einer sehr lehrreichen und durchaus inspirierenden, schönen Erfahrung wurde.

Auch möchte ich großen Dank an meine KollegInnen Matthias, Melina und Julia aussprechen, welche gemeinsam mit mir fleißig ProbandInnen für diese und auch deren Diplomarbeiten rekrutierten. Dadurch konnten wir die Anzahl der TeilnehmerInnen wesentlich erhöhen und somit unsere Stichprobengröße optimieren.

Ebenso möchte ich mich bei all meinen Bekannten und Verwandten bedanken, welche sich als ProbandInnen zur Verfügung stellten und mir geholfen haben, weitere Personen für die Studie zu akquirieren.

Zusammenfassung

Der Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Zahnbehandlungsangst und der Herzfrequenzvariabilität (HRV, *heart rate variability*) stellt das Hauptinteresse dieser Diplomarbeit dar. Ziel war es herauszufinden, inwiefern visuelle Reize und charakteristische Geräusche aus der Zahnarztpraxis Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität bei Personen mit unterschiedlich stark ausgeprägter Zahnbehandlungsangst (Einteilung in drei Gruppen) haben und ob es Unterschiede in der Bewertung des Bildmaterials zwischen jenen Personen gibt.

Die Datenerhebung erfolgte anhand eines mobilen Holter-EKGs unter standardisierten Bedingungen, d.h. die ProbandInnen absolvierten während der EKG-Aufzeichnung ein studienspezifisches Programm (auf Basis einer bestehenden Analysesoftware). Dieses bestand sowohl aus Fragebögen (u.a. zur Erfassung der Zahnbehandlungsangst) als auch aus Bildmaterial (mit und ohne Assoziationen zur Zahnmedizin, sowie mit und ohne auditiven Stimuli). Die Darbietung des Bildmaterials diente als „Stressor“, also als Triggerfaktor zur Auslösung von Zahnbehandlungsangst. Vor und nach dem Stressor erfolgten dementsprechende Ruhephasen. Am Ende, nach der zweiten Ruhephase musste das Bildmaterial ohne akustische Reize auf einer 17-teiligen Skala („Das Bild macht mir Angst“) von „gar keine Angst“ bis „sehr viel Angst“ bewertet werden. Die Daten wurden anschließend ausgewertet und auf Basis der Hypothesen analysiert.

Die SDNN, welche in enger Beziehung zur Gesamtvariabilität der HRV steht, war nach dem Stressor signifikant höher als vor dem Stressor, wodurch man auf eine höhere Aktivität des Parasympathikus schließen kann. In Bezug zur Ausprägung der Zahnbehandlungsangst besteht eine Tendenz zu einem unterschiedlichen Verlauf der Herzfrequenz in den drei Gruppen. Ebenso wurden Bilder mit zahnärztlichem Kontext von Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst höher bewertet als von Personen mit weniger hoch ausgeprägter Zahnbehandlungsangst.

Abstract

The relationship between the degree of dental treatment anxiety (DTA) and heart rate variability represents the main focus of this thesis. The aim was to determine to what extent visual stimuli and characteristic sounds from the dentist's office influence heart rate variability in individuals with varying degrees of DTA and whether there are differences in the evaluation of the visual material between these individuals.

For recording the parameters, a mobile Holter-ECG was attached to the test subjects. Subsequently, during the ECG recording, they had to complete a program on a notebook (based on an existing analysis software), which consisted of questionnaires (including those assessing dental treatment anxiety) as well as visual material (with and without associations to dentistry, and with and without auditory stimuli). The presentation of the visual material served as a "stressor," triggering DTA. Corresponding rest phases occurred before and after the stressor. At the end, after the second rest phase, the visual material without acoustic stimuli had to be rated on a 17-point scale ("The image scares me") from "no fear at all" to "very much fear." The data were then evaluated and analyzed based on the hypotheses.

The SDNN which is closely related to the overall variability of HRV, was significantly higher after the stressor, indicating higher parasympathetic activity of the nervous system. Regarding the degree of DTA, there is a tendency for the heart rate to vary among the different groups. Additionally, images in a dental context were rated higher by individuals with greater DTA.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG.....	2
DANKSAGUNG	3
ZUSAMMENFASSUNG.....	4
ABSTRACT.....	5
<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>	<u>6</u>
ABKÜRZUNGEN UND DEREN ERKLÄRUNG	8
ABBILDUNGSVERZEICHNUNG	9
TABELLENVERZEICHNIS	10
<u>1. EINLEITUNG.....</u>	<u>11</u>
1.1 ANGST UND ZAHNBEHANDLUNGSANGST	12
1.1.1 ANGST - DEFINITION & ERKLÄRUNG.....	12
1.1.2 KÖRPERLICHE REAKTIONEN	14
1.1.3 ZAHNBEHANDLUNGSANGST - DEFINITION & SYMPTOME.....	15
1.1.4 ÄTIOLOGIE.....	16
1.1.5 AUSLÖSER/STIMULI	17
1.1.6 DIAGNOSE	19
1.2 HERZRATENVARIABILITÄT.....	21
1.2.1 KLINISCHE ANWENDUNG	22
1.3 ZIELSETZUNG DER ARBEIT	22
1.3.1 HYPOTHESEN	23
<u>2 MATERIAL UND METHODEN.....</u>	<u>24</u>
2.1 STUDIENTEILNEHMERINNEN - STICHPROBE	24
2.1.1 EINSCHLUSSKRITERIEN	25
2.1.2 AUSSCHLUSSKRITERIEN.....	25
2.2 DATENERHEBUNG	25
2.2.1 FRAGEBÖGEN (SIEHE ANHANG).....	25

2.2.2	PHYSIOLOGISCHE DATENERHEBUNG MITTELS EKG	27
2.2.3	KARDIOVASKULÄRE PARAMETER.....	30
3	<u>ERGEBNISSE.....</u>	36
3.1	HERZFREQUENZ	36
3.2	HERZFREQUENZVARIABILITÄT	37
3.2.2	RMSSD	39
3.2.3	LF.....	40
3.2.4	HF.....	42
3.2.5	LF/HF.....	43
3.3	FRAGEBÖGEN	44
3.3.1	HAF.....	44
3.3.2	STAIS	45
3.3.3	PANAS	47
4	<u>DISKUSSION.....</u>	48
4.1	HF & HRV VOR/NACH STRESSOR UND NACH KATEGORIE.....	48
4.2	FRAGEBÖGEN	51
4.3	RATINGS	51
4.4	LIMITATIONEN DER STUDIE	52
4.5	ZUSAMMENFASSUNG	53
	<u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	55
	<u>ANHÄNGE</u>	61

Abkürzungen und deren Erklärung

ADS	Allgemeine Depressionsskala
ANS	Autonomes Nervensystem
DAS	Dental Anxiety Scale
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
DTA	dental treatment anxiety
ECG	electrocardiography
EKG	Elektrokardiogramm
HAF	Hierarchischer Angstfragebogen
HF	High Frequency
HR	Herzfrequenz
HRV	heart rate variability
ICD	International Classification of Diseases
LF	Low Frequency
PANAS	Positive and Negative Affect Schedule
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
RSA	Respiratorische Sinusarrhythmie
SDNN	Standard Deviation of Normal RR-Intervals
STAI	State-Trait-Angst-Inventar
VAS	Visuelle Analogskala
VSE	Vagus-Sympathikus-Effekt
ZNS	Zentrales Nervensystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 ICD-10 Kriterien spezifische Phobie (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)	16
Abbildung 2 Model des "vicious cycle of dental fear" (Armfield et al., 2007)	18
Abbildung 3 (RR-Intervall) (Wang et al., 2019)	21
Abbildung 4 links: eMotion 180° Faros®; rechts: Darstellung der Elektrodenplatzierung; BioSign GmbH®	28
Abbildung 5 Messablauf; Legende: R1... Ruhephase 1; R2... Ruhephase 2	29
Abbildung 6 HRV-Aufzeichnung (Billman, 2011)	30
Abbildung 7 (Graphische Darstellung SDNNR1 und SDNNR2 nach Angstkategorien)	38
Abbildung 8 Ratings in Bezug zu HAF	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stichprobenbeschreibung der TeilnehmerInnen	24
Tabelle 2 Zahnbehandlungsangst in Kategorie und Geschlecht	25
Tabelle 3 Zeitbereichsparameter nach "Task Force 1996"	31
Tabelle 4 Frequenzbereichsparameter nach "Task Force 1996"	31
Tabelle 5 Sympathikuseinfluss auf HRV-Parameter	34
Tabelle 6 Herzfrequenzniveau nach Geschlecht vor (HRR1) und nach (HRR2) Stressor	36
Tabelle 7 Herzfrequenzniveau nach HAF-Angstkategorien vor (HRR1) und nach (HRR2) Stressor	36
Tabelle 8 SDNN nach Geschlecht vor (SDNNR1) und nach (SDNNR2) Stressor	37
Tabelle 9 SDNN vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF	38
Tabelle 10 RMSSD nach Geschlecht vor (RMSSDR1) und nach (RMSSDR2) Stressor	39
Tabelle 11 RMSSD vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF	40
Tabelle 12 LF nach Geschlecht vor (LFR1) und nach (LFR2) Stressor	40
Tabelle 13 LF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF	41
Tabelle 14 HF nach Geschlecht vor (HFR1) und nach (HFR2) Stressor	42
Tabelle 15 HF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF	42
Tabelle 16 LF/HF nach Geschlecht vor (LF/HFR1) und nach (LF/HFR2) Stressor	43
Tabelle 17 LF/HF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF	43
Tabelle 18 Zahnbehandlungsangst in Bezug zu den Ratings	44
Tabelle 19 „Angst“ via STAI zu Beginn und Ende nach Geschlecht	45
Tabelle 20 STAIS zu Beginn und Ende nach Kategorie „Angst“ laut HAF	46
Tabelle 21 PANP und PANN nach Kategorie „Angst“ laut HAF	47
Tabelle 22 Korrelation STAIS-B und STAIS-E zu HAF, PAN-P und PAN-N	47

1. Einleitung

Laut einer systematischen Übersicht und Metaanalyse aus dem Jahr 2021, welche insgesamt 31 Studien aus aller Welt herangezogen hat, sind 15,3% der Erwachsenen von moderater Zahnbehandlungsangst, 12,4% von hoher und 3,3% sogar von sehr hoher Zahnbehandlungsangst betroffen. In allen drei Kategorien lag die höhere Prävalenz deutlich bei den Frauen und jungen Erwachsenen. (Silveira et al., 2021) Allerdings variieren je nach Art der Erfassung und Zusammensetzung der jeweiligen Stichproben die Prävalenzwerte international, da für verschiedene diagnostische Mittel unterschiedliche cut-off-Werte festgelegt sind.

Während die meisten PatientInnen trotz des Angstgefühls den Zahnarzt/die Zahnärztin aufsuchen und die Behandlungen tolerieren, kann es bei sehr starken Ausprägungen der Zahnbehandlungsangst zur kompletten Vermeidung von Zahnarztbesuchen kommen. Laut einer Querschnittsstudie aus Amerika, wo insgesamt 308 ProbandInnen herangezogen wurden, gaben 8.4 % an, Zahnarztbesuche aufgrund der Angst gar nicht wahrgenommen zu haben. (White et al., 2017)

Zahnbehandlungsangst hat also Einfluss auf die Häufigkeit der in Anspruch genommenen Zahnbehandlungen und somit auch langfristig auf die Aufrechterhaltung der Mundgesundheit.

Die Zahnbehandlungsangst lässt sich mittels einer umfassenden Anamnese und diversen Fragebögen gut erfassen, jedoch werden selten physiologische Parameter herangezogen, um die Ausprägung der Angst entsprechend zu quantifizieren. Neben der Messung von Blutdruck, Herzfrequenz, Cortisolspiegel im Speichel oder der galvanischen Hautreaktion wird die Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV, *heart rate variability*) für die Erforschung physiologischer Abläufe im Körper herangezogen und könnte somit für die Quantifizierung von Zahnbehandlungsangst von Bedeutung sein. (Billman, 2011)

Die Herzfrequenzvariabilität als Variation der zeitlichen Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen ist eine etablierte Methode in der Grundlagenforschung geworden und findet Anwendung in verschiedenen Bereichen, unter anderem in der Kardiologie. Beispielsweise wird sie zur Risikobewertung für PatientInnen, welche einen Myokardinfarkt erlitten haben, eingesetzt. Des Weiteren wurden die Veränderungen der

HRV bei physiologischem Stress, wie körperlichen Bewegungsübungen, als auch bei pathologischem Stress, wie einer Sepsis nach einer Knochenmarkstransplantation, analysiert. Aber auch in der Schlafmedizin wird die HRV eingesetzt, um autonome Veränderungen während des Schlafes unter physiologischen und pathologischen Bedingungen wie schlafbezogene Atemstörungen, Schlaflosigkeit oder Epilepsie zu beurteilen. (Billman et al., 2015)

Die umfangreiche Anwendungsmöglichkeit der HRV als diagnostisches Tool zur Analyse (patho-)physiologischer Prozesse kann daher auch in der Zahnmedizin relevant sein. Denn nicht nur ist ein umfassendes Verständnis von körperlichen Reaktionen wie Angst grundlegend für eine adäquate zahnärztliche Behandlung, sondern erlaubt eventuell auch Rückschlüsse auf potenzielle Auslöser für Stresssituationen bei AngstpatientInnen in der Zahnarztpraxis. Es ist nämlich entscheidend, ob nun beispielsweise der Anblick der Spritze oder doch eher das Geräusch des Bohrers den Patienten/die Patientin in einen Angstzustand versetzt. Ist sich der Zahnarzt/die Zahnärztin über den Einfluss gewisser Geräusche oder Instrumente auf den Körper bewusst, kann dies bei der Behandlung auch dementsprechend berücksichtigt werden oder der Stimulus idealerweise sogar vermindert werden. Somit soll in dieser Studie die Beziehung zwischen der Ausprägung von Zahnbehandlungsangst und der Änderung der Herzfrequenzvariabilität näher untersucht werden. Ergebnisse dazu sollen außerdem Aufschluss darüber geben, ob der gemessene Parameter als Indikator für Zahnbehandlungsangst geeignet ist.

Im Folgenden werden grundlegende Begriffe und Gegebenheiten zum besseren Verständnis näher erläutert und erklärt.

1.1 Angst und Zahnbehandlungsangst

1.1.1 Angst - Definition & Erklärung

In der DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) wird Angst als die Erwartung einer zukünftigen Bedrohung definiert und gilt als eine normale Emotion bzw. Basisemotion, gekennzeichnet durch unangenehme, negative Empfindungen. Abzugrenzen ist Angst vom Begriff der Furcht, welcher die emotionale Reaktion auf eine reale oder empfundene, unmittelbare Bedrohung beschreibt. Evolutionsgeschichtlich ist Angst sogar ein lebensnotwendiger Schutzmechanismus, indem sie den Körper in einen Fluchtmodus versetzt. Somit werden Gefahren vermieden und das Überleben gesichert. (Crocq, 2015)

Dieser, unter dem Begriff „Kampf-oder-Flucht-Reaktion“ bekannter Mechanismus, beschreibt die physischen und psychischen Anpassungen des Körpers auf gewisse Stressreaktionen und wird durch das autonome bzw. vegetative Nervensystem gesteuert. Dieses ist in der Lage, bestimmte Funktionen im Körper ohne bewusste Steuerung zu regulieren und setzt sich wiederum aus Sympathikus, Parasympathikus und dem enterischen Nervensystem (auf welches hier nicht weiter eingegangen wird) zusammen.

Der Sympathikus hat eine aktivierende, ergotrope Wirkung auf den Körper und ist hauptsächlich aktivitätssteigernd. Dieser Teil ist somit auch für die oben erwähnte „Kampf-oder-Flucht“-Reaktion verantwortlich, indem er über bestimmte Zielgewebe wie die glatte Muskulatur, Drüsen und Blutgefäße u.a. den peripheren Widerstand beeinflusst und somit den Körper in Aktivitätszustand versetzt. Der Parasympathikus ist i.d.R. der Gegenspieler des Sympathikus und hat somit primär eine regenerierende, trophotrope Wirkung. Er ist hauptsächlich in Ruhephasen aktiv und steuert über seinen Einfluss auf die glatte Organmuskulatur und Drüsenzellen vor allem Prozesse der Verdauung und Ausscheidung. Des Weiteren reguliert er teilweise die Geschlechtsorgane, die Lunge und auch die Speicheldrüsen.

Informationen über Organe werden im autonomen Nervensystem über Afferenzen ins ZNS (Zentrales Nervensystem) gesendet, dort verschaltet und schließlich über Efferenzen wieder zurück an das Organ gesendet oder direkt über Reflexbögen mit Umgehung des Gehirns reguliert. Essenziell für diese Prozesse sind verschiedene Neurotransmitter wie Acetylcholin und Noradrenalin, welche der Signalübertragung dienen. Darüber hinaus haben auch übergeordnete Zentren wie das limbische System, Hypothalamus, Hirnstamm und Rückenmark Einfluss auf die komplexen Vorgänge des vegetativen Nervensystems.

In Bezug auf das Herz bewirkt der Sympathikus über β_1 -Rezeptoren eine Steigerung der Herzfrequenz (positiv chronotrop), der Kontraktionskraft (positiv inotrop), der Erregungsleitung (positiv dromotrop), der Geschwindigkeit der Relaxation (positiv lusitrop) und der allgemeinen Erregbarkeit (positiv bathmotrop). Der Parasympathikus als Antagonist hingegen verringert sowohl die Herzfrequenz (negativ chronotrop), die Erregungsüberleitung (negativ dromotrop) als auch indirekt die Kontraktionskraft (negativ inotrop, nur Vorhöfe werden innerviert). (Behrends, 2021)

Ob nun zu einem gewissen Zeitpunkt die Aktivität des Sympathikus oder des Parasympathikus überwiegt, hängt wesentlich von den äußeren Bedingungen, aber auch von der inneren Verfassung ab. Die sogenannte sympathovagale Balance, also das Gleichgewicht zwischen Sympathikus und Parasympathikus kann mithilfe der HRV ermittelt werden. Diese lässt auf die Anpassungsfähigkeit des Herzens bzw. des vegetativen Nervensystems rückschließen und wird in späteren Kapitel noch genauer erläutert.

1.1.2 Körperliche Reaktionen

Körperliche Symptome wie z.B. eine erhöhte Herzfrequenz können somit eine physiologische Reaktion auf Angst und der daraus folgenden Stressreaktion, welche durch den Sympathikus hervorgerufen wird, sein. Neben erhöhter Herzfrequenz und erhöhtem Blutdruck kommt es auch zur Mydriasis, also zur Weitung der Pupillen und verbessertem Sehvermögen. In der Lunge kommt es zur Bronchodilatation, einer Erweiterung der Bronchien, was einen effizienten Gasaustausch begünstigt. Erhöhte Muskelanspannung, erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit und vermehrte Energiebereitstellung bereiten den Körper effektiv auf eine „Kampf-oder-Flucht-Reaktion“ vor. Währenddessen wird die Sekretion diverser Drüsen im Körper und die Funktion des Gastrointestinaltraktes im Allgemeinen zurückgefahren, um in diesem Bereich bestmöglich Energie zu sparen. (Behrends, 2021)

Wie zuvor erwähnt, ist Angst eine physiologische Reaktion des Körpers und obwohl sie heutzutage in unserem Umfeld nicht mehr allzu wichtig beim Kampf des Überlebens ist, hat sie nach wie vor eine schützende und warnende Funktion. Auch kann sie durch das Auslösen einer gesunden Stressreaktion beispielsweise die Konzentrationsfähigkeit erhöhen. Wird jedoch ein gewisses Level überschritten, kann Angst auch zur Krankheit werden.

Bereits in medizinischen Texten aus der Zeit Hippokrates wurden erstmals pathologische Formen der Angst beschrieben und seit dem 20. Jahrhundert findet man Angst sogar als Störung in psychiatrischen Klassifikationen. Ab wann die physiologische Angst in eine pathologische Angst mit Behandlungsbedarf übergeht, unterliegt der klinischen Beurteilung. (Crocq, 2015)

In bestimmte Situationen und vor allem mit unbegründeter Ursache kann Angst also zum Problem werden. Zahnbehandlungsangst, als eines der zentralen Themen dieser Arbeit, ist in der Zahnmedizin ein bedeutendes Beispiel dafür.

1.1.3 Zahnbehandlungsangst - Definition & Symptome

Der Begriff der Zahnbehandlungsangst beschreibt alle körperlichen, sowohl psychologischen als auch physiologischen Zustände einer unterschiedlich ausgeprägten Gefühlswahrnehmung der Angst auf Elemente der zahnärztlichen Behandlungssituation. Wobei Unterschiede in der Festlegung, also der Definitionen und der cut-off-Werte, zu berücksichtigen sind. So variieren beispielsweise, wie anfangs schon erwähnt, internationale Prävalenzwerte aufgrund unterschiedlich festgelegter cut-off Werte für verschiedene diagnostische Mittel.

Körperliche Symptome umfassen unter anderem Herzrasen, muskuläre Anspannung, Zittern, Schwitzen, Übelkeit und Schwindel, wobei das Auftreten und die Ausprägung individuell variieren. Die Angst als Warnhinweis ist in gewissen Situationen durchaus funktional und kann durch zahnmedizinische Maßnahmen wie Anästhesie, Aufklärung, etc. dementsprechend eingedämmt werden.

Scheinen die Reaktionen angesichts der tatsächlichen Gefahren in der entsprechenden Situation als übertrieben und treten neben den zuvor angeführte körperlichen Symptomen auch kognitive Verzerrungen auf, welche wiederum zu ausgeprägten Verteidigungsreaktionen führen und somit die Lebensqualität der Betroffenen beeinträchtigen, spricht man von Zahnbehandlungsangst mit Krankheitswert. Diese beschreibt einen krankhaften Angstzustand und zählt gemäß der ICD-Klassifikation (International Classification of Diseases) zu den spezifischen Phobien, welche durch die Kriterien in Abbildung 1 gekennzeichnet sind. Sie werden vor allem für die Diagnostik von Klinik-PatientInnen herangezogen. (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)

ICD-10 Kriterien der spezifischen Phobie (F40.2)

- A. Entweder 1. oder 2.:
 - 1. Deutliche Furcht vor einem bestimmten Objekt oder einer bestimmten Situation außer Agoraphobie oder Sozialer Phobie.
 - 2. Deutliche Vermeidung solcher Objekte und Situationen außer Agoraphobie und Sozialer Phobie.

- B. In den gefürchteten Situationen treten Angstsymptome auf, wie sie auch bei anderen Angststörungen (z.B. Agoraphobie) definiert sind:
 - Vegetative Symptome (z.B. Herzklopfen, Schweißausbrüche)
 - Thorax und Abdomen betreffende Symptome (z.B. Atembeschwerden, Nausea)
 - Psychische Symptome (z.B. Derealisation; Depersonalisation)
 - Allgemeine Symptome (z.B. Hitzewallungen, Kribbelgefühle)

- C. Es besteht die Einsicht, dass die Symptome und das Vermeidungsverhalten übertrieben und unvernünftig sind. Es besteht eine deutliche emotionale Belastung durch die Symptome oder das Vermeidungsverhalten.

- D. Die Symptome sind auf die gefürchtete Situation oder Gedanken an diese beschränkt.

DSM-V Kriterien der spezifischen Phobie

- A. Bezogen auf das reale Risiko unangemessene oder irrationale Reaktion
- B. Wiederholtes oder regelmäßiges und zu langes Auftreten
- C. Bei Personen unter 18 Jahren hält die Phobie mindestens 6 Monate an
- D. Kontrollverlust der betroffenen Person bei Konfrontation, der zur Panikattacke führen kann
- E. Verursachung von Leiden und starke Beeinträchtigung im Alltag
- F. Vermeidung des angstauslösenden Stimulus
- G. Die Angst, die Panikattacken oder das phobische Vermeidungsverhalten können nicht durch eine andere psychische Störung erklärt werden.

Abbildung 1 ICD-10 Kriterien spezifische Phobie (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)

Der Übergang zwischen Zahnbehandlungsangst und Zahnbehandlungsangst mit Krankheitswert (Zahnbehandlungsphobie) ist fließend. Erwartete oder auch unerwartete Bedrohungen als Auslöser einer Angstreaktion können in beiden Fällen identisch sein, wobei das Ausmaß bzw. die Ausprägung der Angst variiert.

1.1.4 Ätiologie

Zahnbehandlungsangst manifestiert sich oft schon im Kindes- oder Jugendalter, wobei sich die Ursache oft aus mehreren Faktoren zusammensetzt und somit als multifaktoriell und komplex betrachtet werden muss. In einer Übersichtsstudie aus dem Jahr 2014 wird berichtet, dass sich die Ursachen von Zahnbehandlungsangst auf exogene Faktoren wie traumatische Ereignisse, Modellernen durch Vertrauenspersonen, sowie Medien und

endogene Faktoren wie individuelle Eigenschaften, zurückführen lassen. Vor allem Personen mit ausgeprägter Zahnbehandlungsangst gaben an, dass die Ursachen ihrer Angst frühere traumatische und schmerzhafte Erfahrungen beim Zahnarzt/bei der Zahnärztin sind, wobei die Betäubungsspritze am häufigsten als angstausslösend angeführt wurde. Es wird vermutet, dass prägende Ereignisse im Kindesalter bleibende Auswirkungen auf die Zahnbehandlungsangst im Erwachsenenalter haben. Umso wichtiger ist dementsprechend auch das Verhalten des Zahnarztpersonales gegenüber Kindern, aber auch gegenüber allen anderen PatientInnen. Doch nicht nur unangenehme Erfahrungen in der Zahnarztpraxis können zur Entwicklung von Zahnbehandlungsangst beitragen, auch andere traumatische Erfahrungen wie sexueller Missbrauch oder eine posttraumatische Belastungsstörung können Beitrag dazu leisten. (Beaton et al., 2014)

Der Einfluss von traumatischen Ereignissen auf die Zahnbehandlungsangst und warum diese zum Vermeidungsverhalten führt, lässt sich am besten mit dem 2-Faktoren-Modell von Mowrer erklären. Schmerz als physiologischer Schutzmechanismus und ursprünglich neutraler Stimulus kann durch Verknüpfung mit einem negativ besetzten Reiz wie einer Angstreaktion zum Erlernen eines pathologischen Verhaltens, also einem konditionierten Angststimulus, führen (klassische Konditionierung). Durch das Vermeiden dieses negativ besetzten Reizes, also der konditionierten Angstreaktion, kommt es zur negativen Verstärkung und somit Aufrechterhaltung des Vermeidungsverhaltens und zu erhöhter Schmerzerwartung (operante Konditionierung). (Mowrer, 1947) (MOWRER, 1951)

1.1.5 Auslöser/Stimuli

Doch wovor genau haben die PatientInnen Angst?

In einer Umfrage aus Brüssel wurden insgesamt 566 Kinder und Jugendliche zwischen 3 und 18 Jahren bezüglich der Art der Stimuli, welche sie im zahnmedizinischen Kontext als angstausslösend empfinden, befragt. Dabei stellte sich heraus, dass weniger das zahnärztliche Umfeld als Bedrohung angesehen wird, sondern viel mehr **invasive Prozesse wie die Extraktion** sowie die **Lokalanästhesie in Form der Spritze**. Der **Anblick und auch das Geräusch des Bohrers** lösen bei jedem zweiten Befragten/jeder zweiten Befragten Angst aus. Und auch die **Ungewissheit** nicht zu wissen oder zu sehen was passiert, sowie die fehlende Möglichkeit, **Emotionen auszudrücken**, führt bei zwei von fünf PatientInnen zu Angstgefühlen. (Vanhee et al., 2020)

Ähnliche Ergebnisse fand man in einer Studie über Zahnbehandlungsangst und den Zusammenhang zu verschiedenen Studienrichtungen an der Jordan University of Science and Technology. Studierende gaben an, dass sie am meisten Angst vor dem **Bohren** und der **Lokalanästhesie** haben. (Al-Omari & Al-Omiri, 2009)

Bei erwachsenen PatientInnen über 18 Jahren wurde in einer privaten Zahnklinik in Chennai (Indien) ermittelt, dass **Schmerz**, **Extraktion** und **Wurzelkanalbehandlungen** die Hauptauslöser für Angst im zahnmedizinischen Bereich darstellen. (Jeddy et al., 2018)

Am häufigsten als angstauslösend beschrieben sind also vor allem invasive Behandlungsprozesse, sowie die Lokalanästhesie, der Bohrer und der Schmerz im Allgemeinen. Trotzdem lernen die meisten PatientInnen mit solchen Situationen umzugehen. Kommt es jedoch aufgrund eines sehr stark ausgeprägten Angstgefühls zur kompletten Vermeidung von Zahnarztbesuchen, kann dies erhebliche Folgen mit sich bringen und zu einem Teufelskreis führen.

Der sogenannte „vicious cycle of dental fear“ (Abbildung 2) beschreibt die Beobachtung, dass PatientInnen mit hoher Zahnbehandlungsangst ihre Zahnarztbesuche vermehrt aufschieben oder gar nicht wahrnehmen. Dies wiederum führt zu immer schwerwiegenderen Problemen der Zahngesundheit und ein Zahnarztbesuch wird nur dann wahrgenommen, wenn der Schmerz zu groß wird. Ein Zahn kann dann meist nur noch symptomorientiert behandelt werden, was wiederum zur Vergrößerung der Angst beiträgt und das Ganze beginnt von vorne. (Armfield et al., 2007)

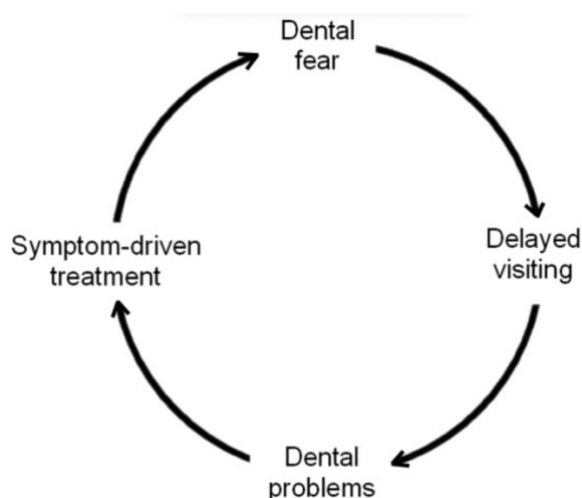


Abbildung 2 Model des "vicious cycle of dental fear" (Armfield et al., 2007)

Dass Zahnbehandlungsangst PatientInnen dazu veranlasst, Zahnarztbesuche komplett zu vermeiden, führt also früher oder später zu Problemen der Zahngesundheit. Doch nicht nur die orale Gesundheit wird gefährdet, die gesamte Lebensqualität wird dadurch in Mitleidenschaft gezogen. So wurde in einer Studie die Beeinträchtigung der mundgesundheitsbezogene Lebensqualität bei 173 PatientInnen mit Zahnbehandlungsangst analysiert und mit zahlreichen Personen der normalen Bevölkerung verglichen. PatientInnen mit Zahnbehandlungsangst waren deutlich häufiger Gefühlen der Befangenheit und der Angespanntheit ausgesetzt und gaben an, dass das Leben im Allgemeinen weniger befriedigend sei. Es stellte sich heraus, dass PatientInnen mit Zahnbehandlungsangst erheblich unter einer Beeinträchtigung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität leiden und dieses Ausmaß mit der Ausprägung der Angst korreliert. Folgen sind allgemeine Erkrankungen durch die systemische Ausbreitung von Entzündungen und psychische Auswirkungen wie reduziertes Selbstwertgefühl und soziale Isolation. Diese können sich über Depressionen auch zu schwerwiegenderen psychiatrischen Erkrankungen entwickeln. (Mehrstedt et al., 2007)

Nicht nur belastet die Zahnbehandlungsangst den Patienten/die Patientin, sondern birgt sie auch für behandelnde ZahnärztInnen besondere Anforderungen im Umgang mit diesen PatientInnen, da Angst sowohl zur intensiveren Wahrnehmung von Schmerz als auch häufig zu Problemen bei der Kooperation führt.

1.1.6 Diagnose

Um die Zahnbehandlungsangst zu erheben, bedarf es neben einer umfassenden Anamnese auch weitere Screeninginstrumente. Ein häufig eingesetztes Tool ist die sogenannte Visuelle Analogskala VAS, bei welcher PatientInnen ihre Angst mit einem Wert zwischen 0-100 definieren können (0= Angstfreiheit, 100=maximale Angst vor der Behandlung). Geht der individuell angegebene VAS-Wert über 50 hinaus, empfiehlt es sich, weitere Fragebögen heranzuziehen. Diese sind insbesondere deswegen praktisch, da sie viele Informationen beinhalten, einfach implementierbar sind und ihre Validität und Reliabilität oft wissenschaftlich gut belegt sind.

Gemäß der S3-Leitlinie für Zahnbehandlungsangst bei Erwachsenen können folgende Fragebögen zur Diagnostik von Zahnbehandlungsangst herangezogen werden:

- Dental Anxiety Scale (DAS) nach Corah
- Modified Dental anxiety Scale (MDAS) nach Humphris
- State-Trait-Angst-Depressions-Inventar (STADI) nach Laux et al.
- Dental Fear Survey (DFS) nach Kleinknecht et al.
- Dental Belief Survey (DBS) nach Milgrom et al.
- Dental Anxiety Inventory (DAI) nach Stouthard et. Al
- Short Version of the Dental Anxiety Inventory (S-DAI) nach Aartman
- Dental Cognition Questionnaire (DCQ) nach Dejongh et al.
- Hierarchischer Angstfragebogen (HAF) nach Jöhren
- Index of Dental anxiety and fear (IDAF-4C) nach Armfield
- Single-item dental anxiety question (DAQ) nach Neverlien

Im Anhang angefügt ist eine Übersicht über die oben aufgeführten Fragebögen zur Diagnostik von Zahnbehandlungsangst. Da in dieser Arbeit nur der Hierarchische Angstfragebogen (HAF) nach Jöhren, als Pendant zur Dental Anxiety Scale (DAS), zum Einsatz kommt, soll dieser weiter unten (Methoden) näher erläutert werden.

Die Diagnose einer Zahnbehandlungsangst mit Krankheitswert lässt sich direkt in der Zahnarztpraxis nicht stellen. Dennoch tragen behandelnde ZahnärztInnen eine wichtige Rolle beim Erkennen von möglichen Symptomen (siehe Abbildung 1). Neben einer allgemeinen Anamnese muss auch auf vegetative Symptome wie beispielsweise übermäßiges Schwitzen und auf das allgemeine Verhalten des Patienten/der Patientin geachtet werden. Sowohl das subjektive Leiden der PatientInnen als auch die Angstreaktion müssen im Verhältnis zur tatsächlichen Gefährdung betrachtet werden. Nur dann lässt sich beurteilen, ob die Zahnbehandlungsangst als pathologisch einzustufen ist. Oft kann schon im Vorhinein eine Verdachtsdiagnose (HAF > 38, sowie Vermeidung von Zahnarztbesuchen länger als 2 Jahre) erstellt werden. Die definitive Diagnose obliegt dann den Psychotherapeuten oder den Psychiatern. (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)

1.2 Herzratenvariabilität

Die Herzratenvariabilität (HRV; *heart rate variability*) oder auch Herzfrequenzvariabilität genannt, ist ein physiologischer Parameter, definiert als Schwankung der Zeitintervalle (RR-Intervalle) zwischen zwei konsekutiven Herzschlägen und wird durch komplexe Herz-Hirn-Interaktionen und dynamische nichtlineare Prozesse des autonomen Nervensystems (ANS) erzeugt. Die R-Zacke im Elektrokardiogramm (EKG) bildet einen Teil der Erregungsausbreitung über die Herzkammern (Herzbasis Richtung Herzspitze) ab. Das RR-Intervall bezeichnet somit den Abstand zwischen zwei R-Zacken, also die Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen (siehe Abbildung 3) und lässt sich als Kehrwert in die Herzfrequenz umrechnen. Die HRV gibt Aufschlüsse über die neurokardiale Funktion und spielt eine essenzielle Rolle bei der Anpassung an umweltbedingte und psychologische Herausforderungen. Somit erlaubt die HRV als Messgröße der neurovegetativen Aktivität Einsicht in den Ablauf physiologischer Prozesse des Körpers. (Shaffer, Fred & Ginsberg, 2017)

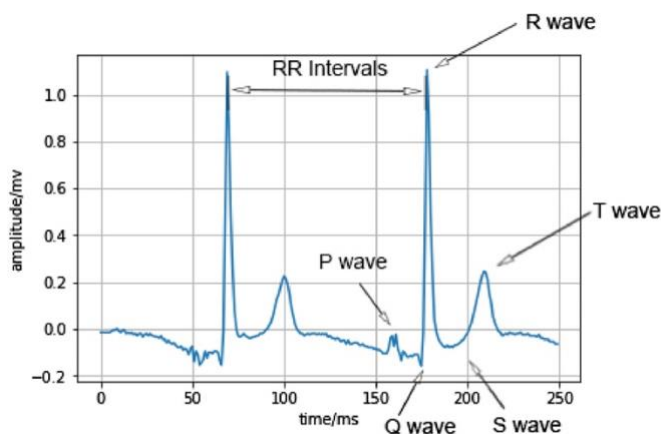


Abbildung 3 (RR-Intervall) (Wang et al., 2019)

Während die ersten schriftlichen Beschreibungen der Herzfrequenz bereits 300 Jahre vor Christus zurückzuführen sind, wurde es erst um das 18. Jahrhundert mithilfe einer Pulsuhr möglich, Veränderungen der Herzfrequenz genauer zu beurteilen. Durch immer quantitativere Methoden gelang es 1847 Carl Ludwig schließlich, periodische Schwankungen in der Amplitude und im Timing der arteriellen Druckwellen, welche während der Atmung variierten, zu erfassen. Mit der Erkenntnis, dass sich die Herzfrequenz bei der Einatmung erhöht und bei der Ausatmung wieder senkt, beschrieb er als erster die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA). Es wird im Allgemeinen angenommen, dass die respiratorische Sinusarrhythmie Änderungen in der kardialen autonomen Regulation widerspiegelt. Mit der Entwicklung des EKGs am Ende des 19. Jahrhunderts und

fortschreitenden Digitalisierungsmethoden konnten die Forschungen zur HRV immer weiter expandiert werden. Heute ist bekannt, dass rhythmische Änderungen der Herzfrequenz einem komplexen Wechselspiel zwischen Sympathikus, Parasympathikus und anderen Faktoren unterliegen, welche alle in unterschiedlichem Ausmaß Einfluss auf Schrittmacherzellen im Sinusknoten nehmen können. (Billman, 2011)

1.2.1 Klinische Anwendung

Obwohl die HRV immer mehr Popularität für Forschungszwecke gewinnt, hat sie in der Praxis noch nicht unmittelbar Einzug in die Klinik als diagnostische Methode gefunden. Dies ist vor allem auf das Fehlen von standardisierten Auswertungsmethoden der Parameter zurückzuführen und weniger auf die Methode selbst. (Kranjec et al., 2014)

Dass die HRV aber durchaus im klinischen Alltag Verwendung finden könnte, zeigt unter anderem eine aktuelle Studie des Gottfried Schatz Forschungszentrums der Medizinischen Universität Graz vom Juli 2023. Diese befasst sich mit den pathophysiologischen Prozessen im Sinusknoten, welche zur Veränderung der HRV bei Sepsis führen. Ausgehend von der Annahme, dass die Herzfunktionsstörung als eine der häufigsten Begleiterscheinungen der Sepsis zu betrachten ist, könnte die HRV potenziell als früher diagnostischer Parameter bei Sepsis eingesetzt und somit das Sterberisiko verringert werden. (Shrestha et al., 2023)

Wie anfangs schon erwähnt, wird die HRV bereits in verschiedensten Bereichen vor allem zu Forschungszwecken eingesetzt. Folglich könnte die HRV also auch in der Zahnmedizin herangezogen werden, um physiologische Prozesse bei Angstreaktionen im zahnmedizinischen Bereich näher zu erforschen. Wie sich bestimmte Stimuli (auditiv und visuell) auf PatientInnen mit unterschiedlich ausgeprägter Zahnbehandlungsangst auswirken, wurde bisher noch nicht umfassend dokumentiert.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Der Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Zahnbehandlungsangst und der Herzfrequenzvariabilität stellt also das Hauptinteresse dieser Arbeit dar. Ziel ist es unter anderem herauszufinden, inwiefern die HRV, eine nicht-invasive Messmethode, als quantitativer Indikator der autonomen Aktivität eingesetzt werden kann. Da dies noch nicht umfassend erforscht ist, das Thema der Zahnbehandlungsangst aber allgegenwärtige Relevanz erfährt, ist es umso wichtiger, Zusammenhänge zu physiologischen Abläufen im

Körper mithilfe neuer Methoden zu untersuchen bzw. zu quantifizieren. Kenntnisse dazu können dazu beitragen, durch besseres Verständnis der Problematik gezieltere Lösungsansätze zur Reduktion der Zahnbehandlungsangst zu entwickeln. Die effektive Behandlung einer Zahnbehandlungsangst ist folglich ein Faktor, der die Gesamtbehandlung verbessert.

Daraus ergibt sich folgende **Fragestellung**:

„Inwiefern haben visuelle Reize und charakteristische Geräusche aus der Zahnarztpraxis Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität bei Personen mit unterschiedlich stark ausgeprägter Zahnbehandlungsangst?“

1.3.1 Hypothesen

1. Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst weisen nach dem Stressor (nach Darbringung des Bild- und Tonmaterials) eine geringere HRV auf als vor dem Stressor.
2. Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst beurteilen das verwendete Bildmaterial unterschiedlich, wobei spezifische, der Zahnbehandlung zuordenbare akustische Reize diese Unterschiede verstärken können.

2 Material und Methoden

Es wird in dieser Studie der Einfluss von akustischen und visuellen Reizen in zahnmedizinischem Kontext auf die Änderung der Herzratenvariabilität bei Personen mit unterschiedlich ausgeprägter Zahnbehandlungsangst analysiert. Akustische und visuelle Reize als Bilder und Geräusche sollen Triggerfaktoren, welche in der Lage sind, Zahnbehandlungsangst auszulösen, darstellen. Die unmittelbare Reaktion auf diese Reize wird auf Basis der Herzfrequenzdynamik in anderen Diplomarbeiten analysiert. Zur Beurteilung des Ausmaßes der Zahnbehandlungsangst werden verschiedene Fragebögen herangezogen.

2.1 StudienteilnehmerInnen - Stichprobe

In dieser Studie wurden die Daten von insgesamt 136 ProbandInnen (66 Frauen, 70 Männer) im Alter zwischen 18 und 68 Jahren analysiert, welche im Zuge dieser und anderer Diplomarbeiten aufgezeichnet wurden.

Rekrutierung: Die ProbandInnen wurden hauptsächlich aus dem persönlichen Umfeld der DiplomandInnen rekrutiert. Es wurde auf eine ausgeglichene Geschlechter- sowie Altersverteilung geachtet und auch eine gleichmäßige Verteilung der Messungen zu verschiedenen Tageszeiten (vormittags und nachmittags) wurde so gut wie möglich berücksichtigt. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden im Vorhinein besprochen, danach wurde jeder der ProbandInnen umfassend über den Ablauf der Studie informiert und nach Unterzeichnung der Einverständniserklärung pseudonymisiert in die Studie eingeschlossen (EK-Nummer: 33-598 ex 20/21). Mithilfe eines Stammdatenblattes wurden unter anderem Daten zu Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht erhoben. Näheres dazu siehe Stichprobenbeschreibung (Tabelle 1).

Tabelle 1 Stichprobenbeschreibung der TeilnehmerInnen

	Bereich	Mittelwert
Alter [Jahre]	18-68	34,1 ± 14,2
Körpergröße [cm]	154-194	173,9 ± 8,9
Gewicht [kg]	50-127	73,0 ± 13,4

Tabelle 2 Zahnbehandlungsangst in Kategorie und Geschlecht

	Frauen (f)	Männer (m)	Gesamt
HAF _N	50	58	108
HAF _M	12	7	19
HAF _H	4	5	9
Gesamt	66	70	136

Legende: HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

2.1.1 Einschlusskriterien

- Alter: 18-70 Jahre
- Volles bzw. korrigiertes Sehvermögen für Bildschirmarbeit

2.1.2 Ausschlusskriterien

- Medikamenteneinnahme, welche das kardiovaskuläre System beeinflussen
- Schwerhörigkeit
- Pflasterallergie bzw. -unverträglichkeit
- Fehlende Einwilligungserklärung

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Fragebögen (siehe Anhang)

STAI (State-Trait-Angst-Inventar)

Der STAI-Fragebogen wird sowohl zur Erfassung aktueller Angstsymptome und zur Beurteilung deren Schweregrades verwendet als auch zur Messung der allgemeinen Angstneigung herangezogen.

Generell besteht er aus zwei Fragebögen: zum einen aus einer Trait-Angstskala (T-Angst), welche Aspekte der Angstneigung erschließt und in dieser Studie zu Beginn dargelegt wird. Zum anderen beinhaltet er eine State-Angstskala (S-Angst), welche die Angst im Moment beurteilt und in der Studie erst später, nach Darbietung von visuellen und auditiven Stimuli, eingesetzt wird. Für jeden Fragebogen gibt es 20 Items, also insgesamt 40, welche unterschiedlich beantwortet werden können.

Die Gefühle können folgenden Antwortmöglichkeiten nach beurteilt werden:

„1) fast nie“, „2) manchmal“, „3) oft“ und „4) fast immer“. Am Ende werden die Item-Punkte addiert, um ein Gesamtergebnis zu erhalten. Der Wertebereich für jeden Untertest beträgt 20-80, wobei ein höherer Wert auf größere Angst hinweist. (Julian, 2011)

Beispiele STAI-S:

„Ich bin ruhig“

„Ich bin aufgeregt“

Beispiele STAI-T:

„Ich bin vergnügt“

„Ich werde schnell müde“

Zuverlässigkeit: Cronbachs Alpha= .90

Retestreliaibilität (nach 63 Tagen): STAI-T $r=.77$ bis $r=.90$; STAI-S $r=.22$ bis $r=.53$

Testgültigkeit: die Korrelationen der Trait-Angstskala mit der Skala zur Messung manifester Angst (MAS) liegen zwischen $r=.73$ und $r=.90$.

(Lothar Laux, Peter Glanzmann, Paul Schaffner, Charles D. Spielberger,)

PANAS (Positive and Negative Affect Schedule)

Der PANAS-Fragebogen wurde 1988 von Watson, Clark und Tellegen entwickelt, um positive und negative Affekte anhand einer Selbstbeurteilung zu erfassen. Der negative Affekt steht dabei in Zusammenhang mit subjektiver Belastung und unlustbetonten Verpflichtungen. Der positive Affekt hingegen wird mit angenehmen Empfindungen, sowie Enthusiasmus und Aufgewecktheit assoziiert.

Generell besteht der Fragebogen aus 20 Items bzw. Adjektiven, anhand jener die ProbandInnen ihre Emotionen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes bewerten sollen. In dieser Studie wurde nach ihren Emotionen im Allgemeinen gefragt. Die Adjektive konnten dementsprechend anhand einer fünf-Punkte-Skala mit „gar nicht“, „ein bisschen“, „einigermaßen“, „erheblich“ und „äußerst“ bewertet werden. Dabei beziehen sich zehn Adjektive auf positive Affekte und die restlichen zehn auf negative. (Crawford & Henry, 2004)

Beispiele der Adjektive (auf Basis „Bitte geben Sie an, wie Sie sich im Allgemeinen fühlen“):

„aktiv“ „bekümmert“

Zuverlässigkeit: Cronbachs Alpha = .86

Testgültigkeit: Hinweise auf Inhalts- und Konstruktvalidität sind geben. (Breyer & Bluemke,)

ADS (Allgemeine Depressionsskala)

Die allgemeine Depressionsskala (ADS) entspricht der deutschen Version der „Center for Epidemiological Studies Depression Scale CES-D“ und dient als Screeninginstrument bei depressiver Symptomatik. Sie besteht aus insgesamt 20 Items, welche sich auf einen Zeitraum innerhalb der letzten Woche beziehen. Diese können mittels einer vierstufigen Skala durch folgende Optionen beantwortet werden: „0 selten“ (weniger als 1 Tag), „1 manchmal“ (1-2 Tage), „2 öfters“ (3-4 Tage) und „3 meistens“ (5-7 Tage). Die Beantwortungszeit beträgt meist unter 5 Minuten. Zur Auswertung werden die Summenwerte der Antworten (zwischen 0-60) addiert und dementsprechend interpretiert.

Beispiel: Während der letzten Woche...

„haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen“

Zuverlässigkeit: Cronbachs alpha= zwischen .89 und .92.

Textgültigkeit: Die diskriminative Güte wird durch ROC-Analysen bestätigt.

(Martin Hautzinger, Maja Bailer, Dirk Hofmeister, Ferdinand Keller,)

HAF (Hierarchischer Angstfragebogen)

Der Hierarchische Angstfragebogen HAF, aufbauend auf den „DAS nach Corah“ (siehe Anhang 1) wird zur Erfassung der Zahnbehandlungsangst herangezogen und besteht aus 11 Fragen, welche mit fünf verschiedenen Angstaussprägungen bewertet werden können: „entspannt“, „unruhig“, „angespannt“, „ängstlich“ und „krank vor Angst“. Dementsprechend kann ein Punktwert von 11 bis 55 erreicht werden. Durch eine nähere Unterteilung kann schließlich zwischen drei Gruppen unterschieden werden:

- niedrig ängstlich (bis 30 Punkte)
- mittelmäßig ängstlich (31 bis 38 Punkte)
- hoch ängstlich (über 38 Punkte)

Beispiel: „Wie fühlen Sie sich bei dem Gedanken, Sie müssten morgen zum Zahnarzt?“

Bezüglich der Gütekriterien weist der HAF eine zufriedenstellende Reliabilität und Validität auf. (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)

2.2.2 Physiologische Datenerhebung mittels EKG

Die Herzaktivität bzw. genauer die Veränderung der HRV als Reaktion auf bestimmte auditive und visuelle Stimuli wird durch ein mobiles Holter-EKG (eMotion Faros 180°) erfasst. Die Aufzeichnung des EKGs erfolgt nach Anbringen der Klebeelektroden mit einer Abtastrate von 1kHz. Zusätzlich zur einkanaligen EKG-Ableitung werden über einen 3D-

Beschleunigungssensor mit einer Abtastrate von 100Hz die Körperlage sowie die Körperbewegungen der TeilnehmerInnen erfasst. Anschließend werden die generierten Daten als EDF (European Data Format) gespeichert.

Messablauf

Die Datenerhebungen wurden in ruhigen Räumlichkeiten, frei von jeglichen externen visuellen und auditiven Reizen, welche möglichen Einfluss auf die Reaktionen der TeilnehmerInnen haben könnten, vorgenommen. Die TeilnehmerInnen wurden im Vorfeld darüber informiert, mindestens 2h vor der Messung auf Koffein zu verzichten und gebeten, während der ganzen Aufzeichnung nicht zu sprechen, sowie Mobiltelefone auszuschalten. Trotz der standardisierten Messbedingungen aufgetretene Zwischenfälle bzw. Unterbrechungen wurden in einem Messtagebuch dokumentiert und bei der Datenauswertung berücksichtigt.

Nach einer detaillierten Instruktion erfolgte das Ausfüllen des Stammdatenblattes sowie die Unterzeichnung der Datenschutzerklärung (siehe Anhang). Danach wurden die Klebelektroden dementsprechend positioniert (siehe Abbildung 4) und mit dem mobilen Holter-EKG verbunden.



Abbildung 4 links: eMotion 180° Faros®; rechts: Darstellung der Elektrodenplatzierung; BioSign GmbH®

Die TeilnehmerInnen wurden gebeten, für die folgenden ca. 60-90 Minuten, eine gemütliche Sitzposition einzunehmen. Anschließend erfolgte eine kurze Anleitung bezüglich der Handhabung des 17-Zoll-Notebooks, auf welchem das Paradigma durchlaufen wurde. Gleichzeitig mit dem Programm am Notebook wurde auch die Aufzeichnung mittels EKG durch den Studienleiter/ die Studienleiterin gestartet.

Zu Beginn der Datenerhebung wurden jeweils vier Fragebögen am Notebook im Rahmen des Programmes ausgefüllt. Durch das Ausfüllen dieser zu Beginn hatten die TeilnehmerInnen Zeit, sich zu akklimatisieren. Anschließend erfolgte eine Demo zur erstmaligen Darstellung des Bildmaterials, mit und ohne den entsprechenden auditiven Stimuli bzw. auch nur des Tonmaterials mit einem Schalldruckpegel von 65 dB(A), gefolgt von einer dreiminütigen Ruhephase (Baseline R1) zur Erfassung der Baseline. Nach einem weiteren Fragebogen wurde das Bildmaterial, welches 72 Bilder (mit und ohne Assoziationen zur Zahnmedizin) mit und ohne Geräusche umfasst, in zwei Blöcken dargestellt (siehe Abbildung 5). Nachdem alle Bilder durchgelaufen sind, wurden die TeilnehmerInnen gebeten, im Zuge des Programmes, das Bildmaterial ohne etwaige akustische Reize auf einer 17-teiligen Skala zu bewerten. Hierbei wurden vier Bereiche abgefragt (für diese Arbeit wurde das Rating 1, „Angst“, analysiert):

- 1) ‚Das Bild macht mir Angst‘; von ‚gar keine Angst‘ [1] bis ‚sehr viel Angst‘ [17];
- 2) ‚Das Bild macht mich neugierig‘; von ‚gar nicht neugierig‘ [1] bis ‚sehr neugierig‘ [17];
- 3) ‚Ich finde das Bild abstoßend‘; von ‚gar nicht abstoßend‘ [1] bis ‚sehr abstoßend‘ [17];
- 4) ‚Ich finde das Bild anziehend‘; von ‚gar nicht anziehend‘ [1] bis ‚sehr anziehend‘ [17];

Danach folgte eine weitere dreiminütige Ruhephase (Recovery R2), die EKG-Messung wurde mit Abschließen des Paradigmas beendet und die Klebeelektroden abgenommen.

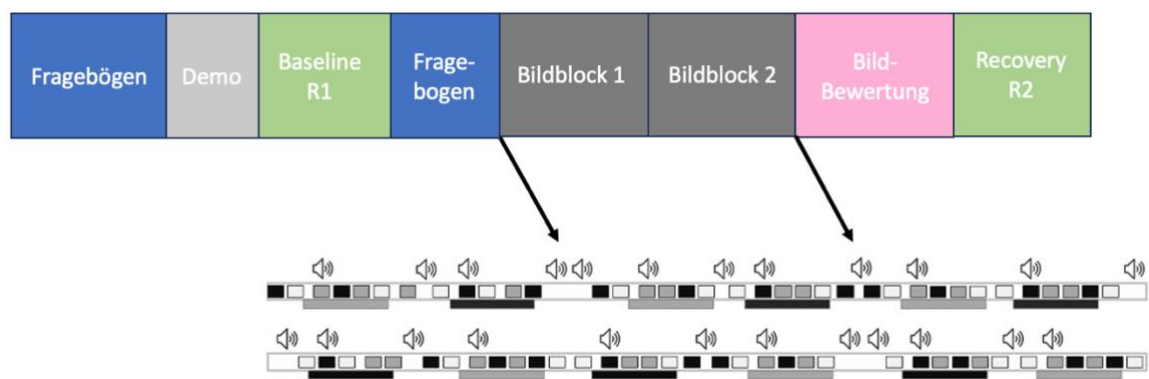


Abbildung 5 Messablauf; Legende: R1... Ruhephase 1; R2... Ruhephase 2

Aufzeichnung der Herzratenvariabilität

Die Aufzeichnung der HRV erfolgt anhand der zeitlichen Abstände in Millisekunden (ms) zwischen konsekutiven RR-Intervallen (siehe Abbildung 6 oberes Bild). Erstellt man eine Zeitreihe der Schlag-zu-Schlag Variationen der Herzfrequenz, lässt sich daraus ein Herzfrequenz-Tachogramm (siehe Abbildung 6 unteres Bild) erstellen.

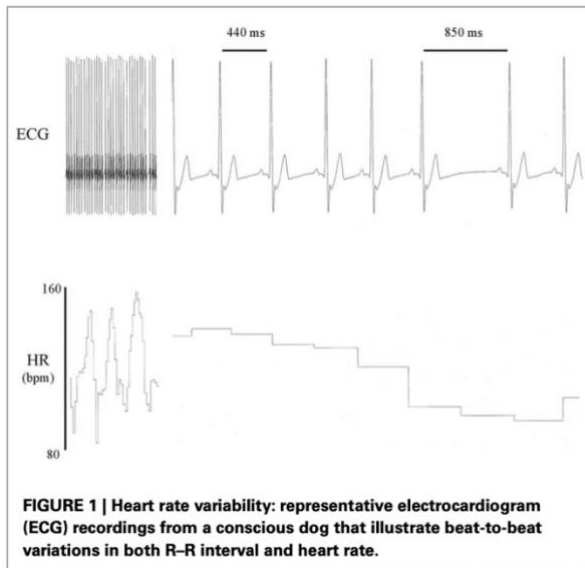


Abbildung 6 HRV-Aufzeichnung (Billman, 2011)

Im Bildabschnitt links oben sieht man das EKG und die zugehörige Herzfrequenz mit u.a. dem Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenz (respiratorische Sinusarrhythmie; unten). Im Abschnitt rechts sieht man einen kleinen Ausschnitt, welcher einerseits die unterschiedliche Zeitdauer der RR-Intervalle darstellt (oben) bzw. die daraus resultierende Interpolation der Momentanherzfrequenz (unten), welche für die Berechnung der HRV im Frequenzbereich erforderlich ist.

2.2.3 Kardiovaskuläre Parameter

Generell gibt es eine Vielzahl von Techniken zur der Quantifizierung der HRV, allerdings berichtet ein Gutteil der bestehenden Literatur primär vereinfacht gesagt Zeitbereichs- und Frequenzbereichsmethoden. Während Zeitbereichsmethoden einfacher zu berechnen sind und auf statistische oder geometrische Ansätze zurückgreifen, erlauben Frequenzbereichsmethoden eine genauere und umfassendere Analyse der HRV, haben aber Grenzen hinsichtlich der Einsetzbarkeit. (Billman, 2011)

Die „power-spectral-density PSD“-Analyse liefert grundlegende Informationen, wie sich die Leistung (also die Varianz) als Funktion der Frequenz verteilt und kann zum Beispiel anhand der Fast-Fourier-Transform FFT oder autoregressiver Modelle (z.B. Burg-Algorithmus) ermittelt werden. Unter anderem geben Frequenzbereichsanalysen Aufschluss über die autonomen Hintergründe der Schwankungen zwischen der RR-Intervallen der Herzfrequenz. (Camm et al., 1996)

Zwei Auszüge aus den Übersichtstabellen der Task Force 1996 (Camm et al., 1996) mit den für diese Arbeit relevanten Parametern, anhand welcher die Daten analysiert wurden, sollen folglich als Überblick dienen:

Zeitbereich:

Tabelle 3 Zeitbereichsparameter nach "Task Force 1996"

Variable	Einheit	Beschreibung
HR	min ⁻¹	Mittelwert der Herzfrequenz (Schläge pro Minute)
SDNN	ms	Standardabweichung aller normalen RR-Intervalle
RMSSD	ms	Quadratwurzel des Mittelwerts über alle Quadrate der Differenzen aufeinanderfolgender RR-Intervalle

Frequenzbereich:

Tabelle 4 Frequenzbereichsparameter nach "Task Force 1996"

Variable	Einheit	Beschreibung	Frequenzbereich
LF	ms ²	Leistung in der Niederfrequenz	0,04-0,15 Hz
HF	ms ²	Leistung in der Hochfrequenz	0,15-0,4 Hz
LF/HF	(-)	Verhältnis von LF zu HF	

Herzfrequenz

Die Herzfrequenz (HR) als eine der grundlegendsten Größen der Herzfunktion ist definiert als die Anzahl der Herzschläge in einem bestimmten Zeitraum, normalerweise angegeben in Schlägen pro Minute (z.B. 60 min⁻¹). (Kranjec et al., 2014)

Wie schon in Kapitel 1.1 erwähnt, kommt es bei einer Angst- bzw. Stressreaktion durch den Sympathikus über β_1 -Rezeptoren zu einer Steigerung der Herzfrequenz. Der Parasympathikus als Gegenspieler bewirkt folglich eine Senkung der Herzfrequenz.

Die Herzfrequenz erwies sich in einer Studie von Goldberger, welche sich mit der Messung des sympathovagalen Gleichgewichts beschäftigt, als wichtiger Indikator dieser komplexen Interaktion von Sympathikus und Parasympathikus. Zur Beurteilung wurden drei Parameter, konkret die Herzfrequenz, die Herzfrequenzvariabilität und der Vagus-Sympathikus-Effekt (VSE) verglichen. Unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien, schnitt das RR-Intervall

bzw. die Herzfrequenz als der am besten geeignetste Index des sympathovagalen Gleichgewichts ab (Goldberger, 1999)

Herzfrequenzvariabilität

SDNN

Die SDNN steht für „standard deviation of normal RR-intervals“ (gemessen in ms), ist also die Standardabweichung aller normalen RR-Intervalle und stellt eine Abschätzung der Gesamt-HRV dar. Normale RR-Intervalle ergeben sich zwischen aufeinanderfolgenden QRS-Komplexen, welche auf eine Depolarisation vom Sinusknoten zurückzuführen sind. Die Standardabweichung ist gleich der Quadratwurzel der Varianz, welche die Gesamtleistung der Spektralanalyse darstellt und somit alle zyklischen Komponenten beinhaltet, welche für die Variabilität verantwortlich sind. (Camm et al., 1996)

Sowohl Sympathikus als auch Parasympathikus leisten ihren Beitrag zur SDNN. Sie steht in enger Beziehung mit der Gesamtleistung. (Shaffer, F. & Ginsberg, 2017)

RMSSD

Die RMSSD steht für „root mean square of successive differences“ (gemessen in ms), ergibt sich aus der Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen zwischen benachbarten normalen RR-Intervallen und stellt einen Ansatz für die Kurzzeitkomponenten, d.h. der höherfrequenten Schwingungen, der HRV dar. (Camm et al., 1996)

Die RMSSD spiegelt die Schlag-zu-Schlag-Varianz der Herzfrequenz wider und korreliert mit der HF-Leistung. Sie wird primär verwendet, um die vagal vermittelten Veränderungen, welche sich in der HRV zeigen, abzuschätzen. Höhere Werte bedeuten also erhöhte parasympathische Aktivität. (Shaffer, F. & Ginsberg, 2017)

Dass die RMSSD als einer der am meisten berichteten Parameter gilt, wurde unter anderem in einer Studie aufgezeigt, welche die Herzfrequenzvariabilität zur Bewertung psychischer Stressveränderungen bei gesunden Erwachsenen heranzieht und im Zuge dessen verschiedenste HRV-Indices untersucht. (Immanuel et al., 2023)

LF

Einer der Hauptkomponenten in der Frequenzbereichsanalyse bzw. Spektralanalyse ist das LF-Band (low frequency-band), welches mit 0.04-0.15Hz definiert ist und in ms^2 angegeben wird. Das LF-Band kann auch in n.u. (normalized units) angegeben werden. Das bedeutet,

dass der relative Wert der Leistungskomponente im Verhältnis zur Gesamtleistung abzüglich der VLF-Komponente dargestellt wird (um das kontrollierte, ausgeglichene Verhalten der beiden Zweige des vegetativen Nervensystems hervorzuheben). Das LF-Band wird sowohl von sympathischer als auch von parasympathischer Aktivität beeinflusst, weswegen Interpretationen diesbezüglich kontrovers ausfallen können. Bei der Angabe des LF-Bandes in n.u. wird es in den meisten Studien jedoch als Marker der sympathischen Aktivität des autonomen Nervensystems angesehen. Höhere Werte des LF-Bandes werden beispielsweise bei mentalem Stress oder körperlicher Aktivität beobachtet. (Camm et al., 1996)

Im Ruhezustand spiegelt das LF-Band hauptsächlich die Baroreflexaktivität wider und nicht die sympathische Innervation des Herzens. (Shaffer, F. & Ginsberg, 2017)

HF

Eine weiter wichtige Komponente der Frequenzbereichsanalyse ist das HF-Band (high frequency-band), welches mit 0.15-0.40Hz definiert ist und ebenfalls in ms^2 oder n.u. angegeben werden kann. Den wesentlichsten Beitrag zur HF-Komponente liefert die efferente vagale Aktivität. (Camm et al., 1996)

Es spiegelt also die parasympathische Aktivität (vagale Modulation, nicht den vagalen Tonus) wider und wird auch Atemband genannt, da es Rückschlüsse auf die Beziehung zwischen Herzfrequenz und Atemzyklus erlaubt. Dieses Phänomen der respiratorischen Sinusarrhythmie (RSA) wurde wie oben schon erwähnt, erstmals 1847 beschrieben und gibt Aufschluss über autonome Abläufe im Körper. Das HF-Band korreliert im Allgemeinen stark mit der RMSSD und niedrige HF-Leistung steht im Zusammenhang mit Stress, Panik, Angst oder Sorge. (Shaffer, F. & Ginsberg, 2017)

LF/HF

Das Verhältnis von LF-Leistung zu HF-Leistung (auch bekannt unter sympathovagale Balance), stellt unter der Annahme, dass das HF-Band Aufschluss über den Parasympathikus gibt und das LF-Band hauptsächlich den Sympathikus spiegelt, eine Abschätzung der Balance zwischen diesen beiden Systemen des autonomen Nervensystems dar.

Ein niedriges LF/HF-Verhältnis bzw. ein negativer Wert bei der üblichen logarithmischen Darstellung zeigt also parasympathische Dominanz an, während ein hohes LF/HF-Verhältnis bzw. ein positiver Wert mit vermehrter sympathischer Aktivität assoziiert ist.

Da es kontroverse Meinungen bezüglich der Definition von Sympathikus und Parasympathikus durch bestimmte Frequenzbereiche gibt, wird dieses Konzept jedoch häufig in Frage gestellt. (Shaffer, F. & Ginsberg, 2017)

Ausschlaggebend ist vor allem, dass auch die absoluten Werte von LF und HF in Bezug zur Verhältnisgröße LF/HF betrachtet werden und dementsprechend bei der Interpretation berücksichtigt werden.

Herzfrequenzvariabilität und Angst

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass eine Angstreaktion i.d.R. zur Aktivierung des autonomen Nervensystems führt und die oben genannten Parameter vereinfacht in unterschiedliche Richtung beeinflussen kann:

Tabelle 5 Sympathikuseinfluss auf HRV-Parameter

	<u>Erhöhung bei erhöhter sympathischer Aktivität</u>	<u>Erniedrigung bei sympathischer Aktivität</u>
Parameter	Herzfrequenz	SDNN
	LF	RMSSD
	LF/HF	HF

Legende: LF Low-Frequency-Band, HF High-Frequency-Band, LF/HF Verhältnis von LF-Band zu HF-Band, SDNN Standardabweichung normaler RR-Intervalle, RMSSD Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen zwischen benachbarten normalen RR-Intervallen

Bei erhöhter parasympathischer Aktivität verändern sich die Werte genau in die entgegengesetzte Richtung.

Statistische Auswertung

Die Datenerhebung wurde auf Basis einer bestehenden Analysesoftware, entwickelt in MATLAB®, konzipiert. Im Sinne dieser wissenschaftlichen Studie wurde das bestehende Paradigma durch zusätzliche auditive Stimuli erweitert. Programmspezifische Daten des Paradigmas, welche mithilfe des Notebooks erhoben wurden, sind anschließend daran als „Log-File“ gespeichert worden. Die Daten des EKGs wurden nach der Messung als „Edf-File“ importiert.

Alle Daten wurden schließlich in das Statistikprogramm SPSS® importiert und auf Basis der Hypothesen analysiert. Diese Analyse umfasst deskriptiven Statistiken zur

Stichprobenbeschreibung, Korrelationen sowie varianzanalytische Verfahren (ANOVA für Messwiederholung mit dem *within-subjects factor* „Zeit“ [*Ruhephase R1, Ruhephase R2*]), auch unter Berücksichtigung der Kategorisierung von Zahnbehandlungsangst nach Angstausprägung bzw. Geschlecht (jeweils entsprechende *between-subjects factors*). Dies ermöglicht Aussagen zu den unterschiedlichen Parametern wie der Herzfrequenz, HRV, der Fragebögen bzw. Bildbewertung, sowie die genauere Erfassung der Zusammenhänge dieser untereinander.

3 Ergebnisse

3.1 Herzfrequenz

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 6 Herzfrequenzniveau nach Geschlecht vor (HR_{R1}) und nach (HR_{R2}) Stressor

	HR_{R1} [S/min]	HR_{R2} [S/min]	F. Statistik
Frauen (f)	74,8 ± 11,6	74,5 ± 11,1	<i>Zeit</i> : F (1,134) = 2,23; p=.137
Männer (m)	74,0 ± 11,5	73,0 ± 11,5	<i>Zeit x Sex</i> : F (1,134) = 0,65; p = .421

Legende: HR_{R1} mittlere Herzfrequenz Ruhephase 1, HR_{R2} mittlere Herzfrequenz Ruhephase 2

Zunächst wird das Herzfrequenzniveau nach Geschlecht vor und nach dem Stressor, also in Ruhephase 1, sowie in Ruhephase 2 anhand einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung betrachtet. Wie man der Tabelle 6 entnehmen kann, zeigt sich keine signifikante Veränderung des Herzfrequenzniveaus vor dem Stressor in Ruhephase R1 zu jener nach dem Stressor in Ruhephase R2 (Haupteffekt „Zeit“, F (1,134) = 2,23; p = .137) und es gibt auch keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den beiden Ruhephasen und den Geschlechtern F (1,134) = 0,65; p = .421). Zudem gibt es keinen Unterschied im Herzfrequenzniveau von Männern und Frauen (Zwischensubjektfaktor *Sex*; (F (1,134) = 0,387; p = .535). Auf Basis dieses Resultats werden im Folgenden die Daten der Herzfrequenz bezogen auf die Zahnbehandlungsangst unabhängig vom Geschlecht betrachtet, da unter Einbeziehung der relevanten HAF-Kategorien z.T. kleine Stichprobengrößen resultieren würden.

- **Einteilung HR_{R1} und HR_{R2} nach Angstkategorie**

Tabelle 7 Herzfrequenzniveau nach HAF-Angstkategorien vor (HR_{R1}) und nach (HR_{R2}) Stressor

	HR_{R1} [S/min]	HR_{R2} [S/min]	F. Statistik
HAF _N	74,0 ± 11,8	73,9 ± 11,6	<i>Zeit</i> : F (1,133) = 7,80; p = .006
HAF _M	74,9 ± 10,7	73,0 ± 10,2	<i>Zeit x Kategorie</i> : F (2,133) = 2,76; p = .067
HAF _H	77,5 ± 9,8	74,0 ± 10,7	<i>Zahnbehandlungsangst</i> : F (2,133) = 0,10; p = .901

Legende: HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Wie in Tabelle 7 ersichtlich, ist die Herzfrequenz in Ruhephase 1 unter Berücksichtigung der HAF-Angstkategorien signifikant höher als in Ruhephase 2 ($F(1,133) = 7,80$; $p = .006$). In Bezug auf die Wechselwirkung zwischen den Ruhephasen und den drei Kategorien der Zahnbehandlungsangst zeigt sich eine Tendenz zu einem unterschiedlichen Verlauf der Herzfrequenz in den jeweiligen Gruppen ($F(2,133) = 2,76$; $p = .067$). Dies spricht dafür, dass höher ängstliche ProbandInnen zu Beginn mehr angespannt sind und eine höhere HR haben. Betrachtet man nun das Herzfrequenzniveau der unterschiedlichen Kategorien der Zahnbehandlungsangst, ist kein signifikanter Unterschied erkennbar ($F(2,133) = 0,10$; $p = 0,901$).

3.2 Herzfrequenzvariabilität

3.2.1 SDNN

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 8 SDNN nach Geschlecht vor ($SDNN_{R1}$) und nach ($SDNN_{R2}$) Stressor

	$SDNN_{R1}$ [S/min]	$SDNN_{R2}$ [S/min]	F. Statistik
Frauen (f)	$52,5 \pm 28,2$	$60,9 \pm 35,9$	<i>Zeit</i> : $F(1,134) = 26,9$; $p < .001$
Männer (m)	$61,5 \pm 27,0$	$71,1 \pm 29,0$	<i>Zeit x Sex</i> : $F(1,134) = 0,108$; $p = .743$
Gesamt	$57,1 \pm 27,8$	$66,1 \pm 32,8$	

Legende: $SDNN_{R1}$ Standardabweichung der normalen RR-Intervalle vor Stressor, $SDNN_{R2}$ Standardabweichung der normalen RR-Intervalle nach Stressor

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = 3,86$; $p = .051$

Mit Referenz zur Tabelle 8 lässt sich feststellen, dass die Gesamtvariabilität nach dem Stressor signifikant höher ist als vor dem Stressor ($F(1,134) = 26,9$; $p < .001$). Da den TeilnehmerInnen bewusst die Fragebögen vor der Messung vorgelegt wurden, um eine dementsprechende Akklimatisierung zu erreichen, kann man davon ausgehen, dass prinzipiell die Erwartung der Studie in Summe als Stressor auf die ProbandInnen wirkt. Sie sind also nach dem Paradigma entspannter als vorher.

Darüber hinaus gibt es keine signifikante Wechselwirkung zwischen Zeit und Geschlecht (*Zeit x Sex*: $F(1,134) = 0,108$; $p = .743$). Jedoch zeigt sich eine Tendenz zu unterschiedlichen Ergebnissen der SDNN in Ruhephase1 zu Ruhephase2 zwischen Männern und Frauen

(Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = 3,86$; $p = .051$). Dies könnte auf die langsame, blutdruckrhythmisch induzierte Komponente zurückzuführen sein. Da die Blutdruckrhythmik jedoch nicht direkt gemessen wurde, bleibt diese eine spekulative Annahme.

- **SDNN und HAF**

Tabelle 9 SDNN vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	SDNN _{R1} [S/min]	SDNN _{R2} [S/min]	F. Statistik
HAF _N	59,5 ± 29,1	67,5 ± 33,4	<i>Zeit</i> : $F(1,133) = 17,16$; $p < .001$
HAF _M	47,0 ± 15,2	58,5 ± 28,3	<i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : $F(2,133) = 0,70$; $p = .500$
HAF _H	50,1 ± 28,9	65,3 ± 35,4	
Gesamt	57,1 ± 27,8	66,1 ± 32,8	

Legende: SDNN_{R1} Standardabweichung der normalen RR-Intervalle vor Stressor, SDNN_{R2} Standardabweichung der normalen RR-Intervalle nach Stressor
HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 1,14$; $p = .322$

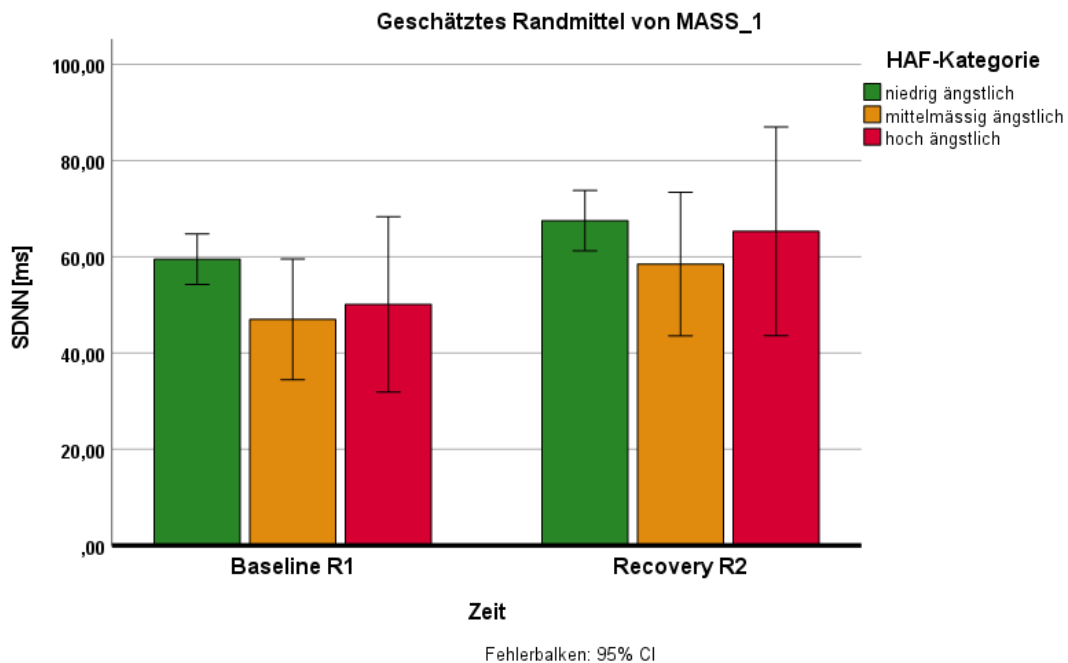


Abbildung 7 (Graphische Darstellung SDNN_{R1} und SDNN_{R2} nach Angstkategorien)

Legende: Baseline R1 (SDNN_{R1}) und Recovery R2 (SDNN_{R2}); HAF-Kategorie: HAF_N, HAF_M, HAF_H

Betrachtet man Tabelle 9, so lässt sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen SDNN vor und nach Stressor feststellen (*Zeit*: $F(1,133) = 17,17$; $p < .001$). Wirft man nun einen Blick auf Abbildung 7, also die graphische Darstellung der Tabelle 9, so weisen Hochhängstliche im Vergleich zu Niedrigängstlichen tatsächlich eine etwas geringere Gesamtvariabilität auf, jedoch nicht in signifikantem Ausmaß.

Zwischen den $SDNN_{R1}$ bzw. $SDNN_{R2}$ und den Geschlechtern sowie zwischen den Geschlechtern sind keine signifikanten Wechselwirkungen erfassbar.

3.2.2 RMSSD

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 10 RMSSD nach Geschlecht vor ($RMSSD_{R1}$) und nach ($RMSSD_{R2}$) Stressor

	$RMSSD_{R1}$ [ms]	$RMSSD_{R2}$ [ms]	F. Statistik
Frauen (f)	$39,3 \pm 28,2$	$42,3 \pm 33,3$	<i>Zeit</i> : $F(1,134) = 6,15$; $p = .014$
Männer (m)	$38,1 \pm 23,2$	$42,0 \pm 27,3$	<i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : $F(1,134) = 0,093$; $p = .760$
Gesamt	$38,7 \pm 25,7$	$42,1 \pm 30,2$	

Legende: $RMSSD_{R1}$ vor Stressor, $RMSSD_{R2}$ nach Stressor

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = 0,025$; $p = .874$

Bei den Ergebnissen nach Geschlecht vor und nach Stressor (Tabelle 10) besteht eine signifikante Wechselwirkung zwischen RMSSD in Ruhephase 1 zur RMSSD in Ruhephase 2 (*Zeit*: $F(1,134) = 6,15$; $p = .014$), woraus sich ableiten lässt, dass in Ruhephase 2 erhöhte parasympathische Aktivität vorherrscht und die TeilnehmerInnen somit in Summe nach dem Paradigma erholt sind als vorher. Zwischen $RMSSD_{R1}$ und $RMSSD_{R2}$ und den Geschlechtern bzw. zwischen den beiden Geschlechtern lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge erfassen.

- **RMSSD und HAF**

Tabelle 11 RMSSD vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	RMSSD _{R1} [ms]	RMSSD _{R2} [ms]	F. Statistik
HAF _N	40,6 ± 26,5	43,2 ± 31,3	<i>Zeit</i> : F (1,133) = 6,70; p = < .011 <i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : F (2,133) = 0,91; p = .406
HAF _M	30,8 ± 17,3	35,6 ± 20,5	
HAF _H	33,0 ± 28,6	42,9 ± 35,3	
Gesamt	38,7 ± 25,7	42,1 ± 30,2	

Legende: RMSSD_{R1} vor Stressor, RMSSD_{R2} nach Stressor

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; F (2,133) = 0,802; p=.451

Unter Berücksichtigung der Angstkategorien bestätigt Tabelle 11 folglich die Ergebnisse aus Tabelle 10, wodurch ebenfalls eine signifikante Änderung der RMSSD-Werte vor und nach dem Stressor erfassbar sind (*Zeit*: F (1,133) = 6,07; p= < .011). Analog zur Tabelle 10 können die Wechselwirkungen zwischen Zeit und Geschlecht sowie der Zwischensubjektfaktor Sex interpretiert werden.

3.2.3 LF

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 12 LF nach Geschlecht vor (LF_{R1}) und nach (LF_{R2}) Stressor

	LF _{R1} [ms ²]	LF _{R2} [ms ²]	F. Statistik
Frauen (f)	6,6 ± 1,1	7,0 ± 1,2	<i>Zeit</i> : F (1,134) = 37,36; p < .001 <i>Zeit x Sex</i> : F (1,134) = 0,064; p = .800
Männer (m)	7,2 ± 0,9	7,5 ± 0,8	
Gesamt	6,9 ± 1,1	7,3 ± 1,1	

Legende: LF1 vor Stressor, LF2 nach Stressor

Zwischensubjektfaktor Sex; F (1,134) = 11,86; **p = .001**

Betrachtet man Tabelle 12, besteht eine signifikante Änderung der LF-Werte zwischen Ruhephase 1 und Ruhephase 2 (*Zeit*: F (1,134) = 37,36; p < .001). Dies spricht für eine

erhöhte sympathische Aktivität nach dem Stressor und somit für den Effekt des Paradigmas auf autonome Regulationsmechanismen im Körper.

Auch zwischen den Geschlechtern (Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = 11,857$; $p = .001$) lässt sich eine signifikante Wechselwirkung erkennen, was zeigt, dass Männer unabhängig von den Ruhephasen einen höheren LF-Wert als Frauen im Allgemeinen aufweisen. Der Verlauf ist hingegen bei beiden Geschlechtern nicht signifikant unterschiedlich ($Zeit \times Sex$: $F(1,134) = 0,064$; $p = .800$).

- **LF und HAF**

Tabelle 13 LF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	LF _{R1} [-]	LF _{R2} [-]	F. Statistik
HAF _N	6,95 ± 1,09	7,31 ± 1,10	<i>Zeit</i> : $F(1,133) = 18,98$; $p < .001$ <i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : $F(2,133) = 0,29$; $p = .749$
HAF _M	6,68 ± 0,70	7,09 ± 0,77	
HAF _H	6,57 ± 1,19	7,11 ± 1,29	
Gesamt	6,89 ± 1,05	7,27 ± 1,07	

Legende: LF_{R1} vor Stressor, LF_{R2} nach Stressor

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 0,798$; $p = .452$

Betrachtet man Tabelle 13, lässt sich im Zeitverlauf also vor und nach Stressor wieder eine signifikante Änderung (*Zeit*: $F(1,133) = 18,98$; $p < .001$) feststellen. Dies spricht für eine generell erhöhte Aktivität im Sinne des Sympathikus nach dem Paradigma, wodurch deutlich wird, dass dieses in die Erholung (R2) nachwirkt. In Bezug auf die HAF-Kategorien zeigt sich kein Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen (*Zeit x HAF_{Kat}*: $F(2,133) = 0,29$; $p = .749$) und auch beim Zwischensubjektfaktor Geschlecht ist kein signifikanter Unterschied erfassbar.

3.2.4 HF

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 14 HF nach Geschlecht vor (HF_{R1}) und nach (HF_{R2}) Stressor

	HF_{R1} [ms^2]	HF_{R2} [ms^2]	F. Statistik
Frauen (f)	$5,7 \pm 1,6$	$5,8 \pm 1,5$	<i>Zeit</i> : $F(1,134) = 4,27$; $p = .041$
Männer (m)	$5,9 \pm 1,2$	$5,9 \pm 1,1$	<i>Zeit x Sex</i> : $F(1,134) = 0,841$; $p = .361$
Gesamt	$5,8 \pm 1,4$	$5,9 \pm 1,3$	

Legende: HF_{R1} vor Stressor, HF_{R2} nach Stressor

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = 0,371$; $p = .544$

In Tabelle 14 ist ebenfalls eine signifikante Änderung der HF-Werte zwischen den beiden Ruhephasen ersichtlich (*Zeit*: $F(1,134) = 4,27$; $p = .041$), was für die Aktivierung des Parasympathikus spricht. Im Gegensatz zu den LF-Werten zeigt sich jedoch kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Geschlechter. Der Verlauf weist ebenfalls keine bedeutsamen Unterschiede auf.

- **HF und HAF**

Tabelle 15 HF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	HF_{R1} [-]	HF_{R2} [-]	F. Statistik
HAF _N	$5,91 \pm 1,36$	$5,97 \pm 1,26$	<i>Zeit</i> : $F(1,133) = 7,81$; $p = .006$
HAF _M	$5,36 \pm 1,19$	$5,56 \pm 1,25$	<i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : $F(2,133) = 1,89$; $p = .155$
HAF _H	$5,24 \pm 1,91$	$5,69 \pm 1,73$	
Gesamt	$5,79 \pm 1,39$	$5,89 \pm 1,30$	

Legende: HF_{R1} vor Stressor, HF_{R2} nach Stressor

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 1,478$; $p = .232$

Analog zur Tabelle 14 liegt auch hier beim Haupteffekt Zeit ebenfalls eine signifikante Änderung vor (*Zeit*: $F(1,133) = 7,81$; $p = .006$). Zwischen den Kategorien sowie zwischen den Geschlechtern ist kein Unterschied erfassbar.

3.2.5 LF/HF

- **Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor**

Tabelle 16 LF/HF nach Geschlecht vor (LF/HF_{R1}) und nach (LF/HF_{R2}) Stressor

	LF/HF _{R1}	LF/HF _{R2}	F. Statistik
Frauen (f)	0,9 ± 1,0	1,1 ± 1,0	<i>Zeit</i> : F (1,134) = 14,87; p < .001
Männer (m)	1,3 ± 0,8	1,6 ± 0,8	<i>Zeit x Sex</i> : F (1,134) = 0,217; p = .642
Gesamt	1,1 ± 0,9	1,4 ± 0,9	

Legende: LF/HF₁ vor Stressor, LF/HF₂ nach Stressor

Zwischensubjektfaktor Sex; F (1,134) = 10,403; **p = .002**

Ähnlich wie für die HF- und LF-Werte isoliert betrachtet, ist auch beim Verhältnis der beiden Größen zueinander vor und nach dem Stressor ein signifikanter Unterschied erfassbar (*Zeit*: F (1,134) = 14,87; p < .001). Aufgrund des großen Unterschiedes zwischen den Geschlechtern der LF (Tabelle 12), bleibt dieser auch bei den LF/HF-Werten, also der sympathovagalen Balance erhalten (F (1,134) = 10,403; p = .002). Die Aktivierung ist bei Männern also ungleich höher als bei Frauen, sie sind also deutlich sympathikotoner. Der Verlauf wiederum weist keine erheblichen Differenzen auf.

- **LF/HF und HAF**

Tabelle 17 LF/HF vor/nach Stressor nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	LF/HF _{R1} [-]	LF/HF _{R2} [-]	F. Statistik
HAF _N	1,05 ± 0,93	1,35 ± 0,89	<i>Zeit</i> : F (1,133) = 3,13; p = .079 <i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : F (2,133) = 0,31; p = .733
HAF _M	1,32 ± 0,76	1,52 ± 0,90	
HAF _H	1,32 ± 1,07	1,43 ± 0,80	
Gesamt	1,10 ± 0,92	1,38 ± 0,89	

Legende: LF/HF_{R1} vor Stressor, LF/HF_{R2} nach Stressor

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; F (2,133) = 0,756; p = .471

In Bezug auf LF/HF kann man eine Tendenz beim Haupteffekt Zeit feststellen (*Zeit*: $F(1,133) = 3,13$; $p = .079$). Das Aktivitätsniveau ist somit nach dem Stressor tendenziell höher als vor dem Stressor, verhältnismäßig größer also die LF-Komponente. Es liegen somit in Summe in Ruhephase 2 (trotz niedrigerer Herzfrequenz) mehr leistungsbezogene Anteile vor, was vor allem auf Verarbeitungsprozesse zurückzuführen sein könnte. Zwischen den einzelnen HAF-Kategorien, sowie zwischen den Geschlechtern gibt es keine relevanten Unterschiede.

3.3 Fragebögen

3.3.1 HAF

- **Bewertung der Bilder in Bezug zur Ausprägung der Zahnbehandlungsangst**

Tabelle 18 Zahnbehandlungsangst in Bezug zu den Ratings

	rN	rB	rBa	rC	rCa	F-Statistik
HAF _N	1,30	2,67	3,29	2,24	2,02	<i>Rating</i> : $F(4,532) = 180.6$; $p < .001$
HAF _M	1,50	7,55	9,00	3,45	3,08	<i>Rating x Kategorie</i> : $F(8,532) = 50.5$; $p < .001$
HAF _H	1,23	11,36	12,91	1,32	1,39	
Gesamt	1,32	3,93	4,73	2,35	2,13	

Legende: HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich
 Ratings... rN neutrales Bild, rB Bild zur Zahnbehandlung, rBa Bild zur Zahnbehandlung mit akustischem Reiz, rC Bild mit Werkzeug, rCa Bild mit Werkzeug und akustischem Reiz

Zwischensubjektfaktor Kategorie; $F(2,133) = 26,9$; **$p < .001$**

Sieht man sich nun die Angstkategorien in Bezug zu den Ratings an, so ist in allen drei Beurteilungen, also den Ratings ($F(4,532) = 180.6$; $p < .001$), zwischen den Ratings und den Kategorien (*Rating x Kategorie*: $F(8,532) = 50.5$; $p < .001$) sowie in den Kategorien selbst ($F(2,133) = 26,9$; $p < .001$) jeweils ein signifikanter Zusammenhang vorhanden. Eine Analyse für die relevante Bildkategorie „Zahnbehandlung“ (ohne bzw. mit akustischem Reiz) zeigt, dass sich sowohl der Haupteffekt „Bildkategorie“ ($F(1,133) = 46,3$; $p < .001$),

die Interaktion *Rating x Kategorie*: $F(2,133) = 5,1, p < .01$) und der Haupteffekt „Kategorie“ (HAF-Ausprägung; $F(2,133)=51,6, p < .001$) signifikant unterscheiden.

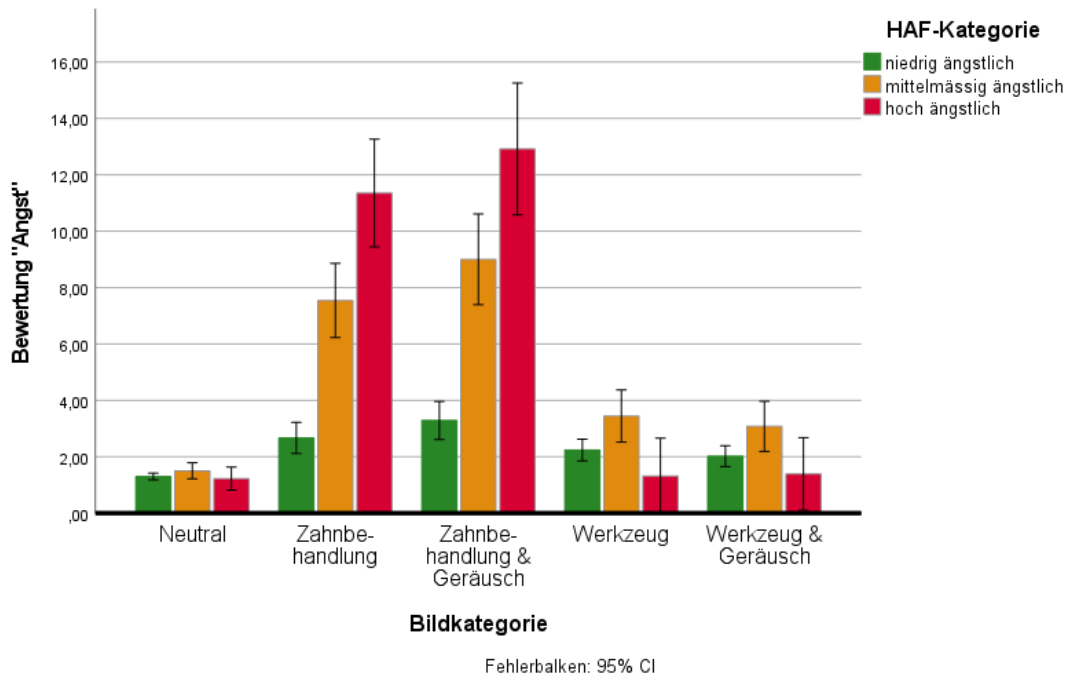


Abbildung 8 Ratings in Bezug zu HAF

Betrachtet man die Ergebnisse bezüglich der Ratings anhand den drei Kategorien der Zahnbehandlungsangst (HAF_N, HAF_M, HAF_H), welche mithilfe der graphischen Darstellung in Abbildung 8 veranschaulicht wurden, so wird deutlich, dass hoch ängstliche Personen (HAF_H) Bilder in Bezug zur Zahnbehandlung höher bewerten als jene mit mittelmäßiger oder niedriger Angst, wie in der Statistik angeführt. Des Weiteren lässt sich festhalten, dass Bilder mit zusätzlichem akustischem Reiz (rBa) retrospektiv (das Rating erfolgt ohne Darbietung der akustische Reize) deutlich höher bewertet werden als jene ohne Geräusche.

3.3.2 STAIS

- Ergebnisse nach Geschlecht vor/nach Stressor

Tabelle 19 Angst“ via STAI zu Beginn und Ende nach Geschlecht

	Beginn	Ende	F. Statistik
Frauen (f)	32,9 ± 8,1	32,9 ± 9,1	<i>Zeit</i> : $F(1,134) = .734; p = .393$
Männer (m)	31,9 ± 7,1	31,2 ± 7,3	<i>Zeit x Sex</i> : $F(1,134) = .734; p = .393$
Gesamt	32,4 ± 7,6	32,0 ± 8,3	

Legende: Beginn (vor Stressor), Ende (nach Stressor)

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(1,134) = .983; p = .323$

Betrachtet man „Angst“ anhand des STAI zu Beginn der Bilddarstellungen und nach der Bilddarstellungen am Ende, so lässt sich kein signifikanter Unterschied beider Werte feststellen ($F(1,134) = .734; p = .393$). Außerdem gibt es auch keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Zeit (Beginn und Ende) und den Geschlechtern ($F(1,134) = .734; p = .393$). Betrachtet man nun den Zwischensubjektfaktor Sex, ist auch zwischen Männern und Frauen ist kein signifikante Unterschied ersichtlich ($F(1,134) = .983; p = .323$)

- **STAIS und HAF**

Tabelle 20 STAIS zu Beginn und Ende nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	STAIS _B [-]	STAIS _E [-]	F. Statistik
HAF _N	31,2 ± 6,2	30,6 ± 6,7	<i>Zeit</i> : $F(1,133) = 0,06; p = .804$
HAF _M	37,2 ± 10,0	38,2 ± 11,0	<i>Zeit x HAF_{Kat}</i> : $F(2,133) = 1,04; p = .358$
HAF _H	36,0 ± 12,3	36,1 ± 11,8	
Gesamt	32,4 ± 7,6	32,0 ± 8,3	

Legende: STAIS_B zu Beginn (vor Stressor), STAIS_E am Ende (nach Stressor)

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 8,59; p < .001$

In Tabelle 20 ist kein signifikanter Unterschied beim Haupteffekt Zeit (*Zeit*: $F(1,133) = 0,06; p = .804$) erfassbar. Es gibt also keinen Unterschied der Fragebogenerhebung zur Ängstlichkeit von vorher zu nachher. Der Stressor führt auch zwischen den einzelnen Gruppen zu keinem Unterschied in der aktuell berichteten Angst. Beim Zwischensubjektfaktor Sex ($F(2,133) = 8,59; p < .001$) zeigt sich ein signifikantes Ergebnis, welches unter anderem die positive Korrelation des STAIS zum HAF bestätigt.

3.3.3 PANAS

- **PANAS und HAF**

Tabelle 21 PAN_P und PAN_N nach Kategorie „Angst“ laut HAF

	PAN _P [-]	PAN _N [-]
HAF _N	36,2 ± 5,8	16,6 ± 5,1
HAF _M	33,5 ± 6,8	21,0 ± 6,7
HAF _H	37,0 ± 4,6	21,3 ± 8,5
Gesamt	35,9 ± 5,9	17,6 ± 5,8

Legende: PAN_P...PANAS Positive; PAN_N...PANAS Negative

HAF_N Hierarchischer Angstfragebogen: niedrig ängstlich; HAF_M Hierarchischer Angstfragebogen: mittelmäßig ängstlich; HAF_H Hierarchischer Angstfragebogen: hoch ängstlich

F. Statistik:

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 1,86$; $p = 0.161$ (PAN_P)

Zwischensubjektfaktor Sex; $F(2,133) = 7,09$; **$p = .001$** (PAN_N)

In Hinblick auf Tabelle 21 gibt es beim PAN_P keinen signifikanten Unterschied in den Kategorien ($F(2,133) = 1,86$; $p = 0.16$). Im Gegensatz dazu weisen beim PAN_N höher ängstliche ProbandInnen höhere Werte auf als niedrig ängstliche ProbandInnen ($F(2,133) = 7,09$; $p = .001$).

- **Korrelationen zu HAF**

Tabelle 22 Korrelation STAIS-B und SATIS-E zu HAF, PAN-P und PAN-N

	STAIS-B	STAIS-E	PAN-P	PAN-N
HAF	.387**	.439**	-.081	.309**
STAIS-B	1	.831**	-.288**	.589**
STAIS-E	.831**	1	-.251**	.480**
PAN-P	-.288**	-.251**	1	-.274**

Legende: STAIS-B Beginn der Demo, STAIS-E Ende Demo, HAF Hierarchischer Angstfragebogen, PAN-P positiv, PAN-N negativ

** die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

In Tabelle 22 sind die einzelnen Korrelationen der verschiedenen Fragebögen zur Übersicht aufgelistet.

4 Diskussion

In einer systematischen Übersicht und Metaanalyse zu Zahnbehandlungsangst aus dem Jahr 2021 werden 15,3% der Erwachsenen als moderat ängstlich und 3,3% als sehr hoch ängstlich ausgewiesen (Silveira et al., 2021). Das Studienkollektiv dieser Arbeit verteilt sich auf Basis des HAF in den Kategorien moderat ängstlich mit rund 14% bzw. hoch ängstlich mit 7%. Die Variationen der Prävalenzwerte in diesen Kategorien sind unter anderem auf verschiedene diagnostische Mittel zurückzuführen, das Studienkollektiv kann daher unter Berücksichtigung bzw. Einschränkung durch die Fallzahl als repräsentative Stichprobe angesehen werden.

4.1 HF & HRV vor/nach Stressor und nach Kategorie

Das Herzfrequenzniveau ist in Ruhephase 1 unter Berücksichtigung der HAF-Angstkategorien signifikant höher als in Ruhephase 2. Dass das Herzfrequenzniveau vor dem Stressor erhöht ist, lässt auf eine erhöhte Aktivität des Sympathikus schließen. Auf Basis der Interaktion von Herzfrequenz und HAF-Kategorie kann dies als Indiz für die höhere Aktivierung insbesondere der höher ängstlichen Gruppe interpretiert werden.

Betrachtet man die Ergebnisse nach Einteilung der TeilnehmerInnen in drei Gruppen mit unterschiedlich ausgeprägter Zahnbehandlungsangst (HAF: niedrig, mittelmäßig und hoch), so besteht eine Tendenz zu einem unterschiedlichen Verlauf der Herzfrequenz in den jeweiligen Gruppen. Höher ängstliche ProbandInnen reagieren also unterschiedlich im Gegensatz zu niedrig-ängstlichen. Sie weisen zu Beginn eine höhere Herzfrequenz auf, sind also angespannter und zeugen im Vergleich von höherer sympathischer Aktivierung. Wie in der Studie von Goldberger schon berichtet wurde, ist die Herzfrequenz der am besten geeignete Indikator zur Erfassung des sympathovagalen Gleichgewichts und spiegelt somit diese höhere Aktivierung wider. (Goldberger, 1999)

Auch McCraty und Shaffer berichten, dass die Herzfrequenz am besten das relative Gleichgewicht zwischen Sympathikus und Parasympathikus widerspiegelt. Eine Steigerung der Herzfrequenz führt somit zur Verschiebung des Gleichgewichtes in Richtung Sympathikus. (McCraty & Shaffer, 2015) Dies lässt sich somit auch anhand dieser Diplomarbeit bestätigen, da die Dominanz des Sympathikus, also der Stressbelastung durch eine relative höhere Herzfrequenz vor dem Stressor, erfasst werden konnte. Die ProbandInnen sind vor dem Paradigma also einem höheren Stresslevel als danach ausgesetzt,

sie sind in Summe davor nervöser. Dies wird im Kontext dieser Studie als Effekt der Ungewissheit der darauffolgenden Abläufe interpretiert.

Die SDNN, welche in enger Beziehung zur Gesamtvariabilität steht, ist nach dem Stressor signifikant höher als vor dem Stressor. Ebenso liegt eine signifikante Erhöhung des RMSSD, welche mit der HF-Leistung und somit dem Parasympathikus korreliert, nach dem Stressor vor. Die ProbandInnen sind also nach Absolvieren des Programmes in Summe entspannter als zuvor. McCraty und Shaffer berichten, dass höhere Werte der vagalen Komponente der HRV mit der Ausführung exekutiver Funktionen wie Aufmerksamkeit und emotionaler Verarbeitung durch den präfrontalen Kortex zusammenhängen. (McCraty & Shaffer, 2015) Die erhöhte parasympathische Aktivität nach dem Paradigma lässt sich also dementsprechend durch Verarbeitungsmechanismen erklären. Ebenso können die verhältnismäßig niedrigeren RMSSD-Werte vor dem Stressor interpretiert werden, da anhand der Studie die Behauptung bestätigt wird, dass eine geringere HF-Leistung mit Stress, Panik, Angst oder Sorge verbunden ist. (Shaffer, Fred & Ginsberg, 2017) Die Erwartung auf das Paradigma wirkt also als Stressor diesbezüglich.

Dass die HRV bereits vor dem eigentlichen Stressor, also in der sogenannten Antizipationsphase, abnimmt, war unter anderem das Ergebnis einer Studie mit dem Fokus auf den Zusammenhang zwischen Veränderungen der Herzratenvariabilität während der Erwartung einer Stresssituation und der stressinduzierten Cortisolreaktion. Es zeigte sich eine Abnahme der HRV vom Ausgangswert zur antizipatorischen Phase und der Stressaufgabe. Danach konnte bis zur Erholungsphase wieder ein Anstieg der HRV beobachtet werden. Es wird angenommen, dass physiologische Veränderungen in Voraussicht eines Stressors wichtig für individuelle kognitive und physiologische Anpassungen sind. Diese wiederum sind notwendig, um die eigentliche bevorstehende Situation zu bewältigen. (Pulopulos et al., 2018) Analog dazu sind auch die Ergebnisse im Rahmen dieser Diplomarbeit ausgefallen, da die HRV nach dem Stressor signifikant höher war als davor. Die Änderung der HRV kann also als Reaktion auf eine notwendige Emotionsregulation gesehen werden. Um vergleichbarere Ergebnisse zu erhalten, könnte man in zukünftigen Studien ebenfalls eine sogenannte Antizipationsphase definieren und dementsprechend Änderungen der HRV bewerten.

Obwohl nicht in signifikantem Ausmaß, lässt sich festhalten, dass unter Berücksichtigung der Anzahl der StudienteilnehmerInnen je Kategorie, in Bezug auf die Angstkategorien Hochhängstliche im Vergleich zu Niedrighängstlichen tatsächlich im Allgemeinen eine etwas geringere Gesamtvariabilität (SDNN) aufweisen.

Von Relevanz ist dieses Ergebnis vor allem auch aufgrund der Erkenntnis anderer Studien, dass Personen mit besseren Emotionsregulationsfähigkeiten eine höhere Ruhe-HRV aufweisen. Wie in einer Metaanalyse aus dem Jahr 2012 beschrieben, hängt die Emotionsregulationsfähigkeit eng damit zusammen, spezielle kognitive und affektive Gehirnprozesse als Reaktion auf sich ändernde Kontexte flexibel zu gestalten. Je nach Bedarf, können also sowohl positive als auch negative Affekte dementsprechend Auf- und Abreguliert werden. Eine adäquate emotionale Reaktion dient also schließlich dazu, das Verhalten und somit auch den Energieeinsatz bestmöglich an situative Anforderungen anzupassen. (Thayer et al., 2012)

Im Ruhephase 2 lässt sich nicht nur eine deutliche Steigerung der HF-Komponente, sondern auch der LF-Komponente, welche Großteils die sympathische Aktivität widerspiegelt, erfassen. Dies spricht, wie schon zuvor kurz angesprochen, für den Effekt des Paradigmas auf autonome Regulationsmechanismen im Körper und spiegelt sich ebenfalls in der Signifikanz des Haupteffektes Zeit der LF/HF-Komponente (also des sympathovagalen Gleichgewichts) wider. Erklären lassen sich diese Ergebnisse durch die Tatsache, dass die ProbandInnen vor dem Paradigma aufgeregt sind, sich dann währenddessen etwas akklimatisieren und schließlich nach erfolgreichem Absolvieren am Ende in Summe entspannter sind, jedoch noch autonome Prozesse in Gange sind, welche der Verarbeitung dienen. Somit liegen trotz niedrigerer Herzfrequenz in Ruhephase 2 mehr leistungsbezogene Anteile vor.

In Bezug auf die Geschlechter liegt eine Tendenz zu unterschiedlichen Ergebnissen der SDNN in Ruhephase 1 zu Ruhephase 2 zwischen Männern und Frauen vor. Darüber hinaus weisen Männer unabhängig von den Ruhephasen einen höheren LF-Wert als Frauen auf, sie sind also in Summe sympathikotoner. Dies könnte, wie schon kurz erwähnt, auf die langsame, blutdruckrhythmisch induzierte Komponente zurückzuführen sein. Da der kontinuierliche Blutdruck aber im Rahmen der Studie nicht erfasst wurde, lässt sich diese Annahme nicht durch Blutdruckdaten absichern, sondern nur über die Kenntnis der HRV-Komponenten ableiten.

Insgesamt lässt sich Hypothese 1, „*Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst weisen nach dem Stressor (nach Darbringung des Bild- und Tonmaterials) eine geringere HRV auf als vor dem Stressor.*“ nur daher bedingt beantworten, da der Einfluss der Ängstlichkeit auf Ruhephase 1 die Ergebnisse dominiert (siehe Limitationen).

4.2 Fragebögen

Aus den Daten dieser Studie lässt sich ableiten, dass eine signifikante Korrelation zwischen den Fragebögen HAF also der Zahnbehandlungsangst und STAIS, sowie PANAS-negativ vorliegt (Tabelle 22) Personen mit hoher Zahnbehandlungsangst weisen dementsprechend eine höhere allgemeine Angstneigung auf und berichten im Gesamten vermehrt über unlustbetonte, subjektive Zustände. Obwohl keine unmittelbaren Daten zur Emotionsregulationsfähigkeit vorliegen, lässt sich daraus folgern, dass Emotionen ggf. nicht optimal kontrolliert werden können, es herrscht ein Ungleichgewicht in Richtung negativen Affekt, welches folglich analog zu einer niedrigen Emotionsregulationsfähigkeit interpretiert werden kann. Wenngleich nicht in signifikantem Ausmaß weisen also auch in dieser Arbeit Personen mit geringerer Fähigkeit zur Emotionsregulation eine geringfügig niedrigere HRV auf.

4.3 Ratings

Neben den kardiovaskulären Parametern wurden auch die individuellen Bewertungen des Bildmaterials erhoben. Wie anfangs schon erwähnt, ist es relevant, wie visuelle Reize mit oder ohne entsprechenden akustischen Stimuli bei unterschiedlicher Ausprägung der Zahnbehandlungsangst bewertet werden. D.h., ob nun zum Beispiel allein der Anblick des Bohrers einen Effekt auf die ProbandInnen hat oder ob das Geräusch auch beim nachfolgenden Rating ebenso eine Rolle spielt bzw. in welchem Ausmaß. Anhand der Ergebnisse bezüglich der Ratings lässt eindeutig festhalten, dass Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst (HAF_H) Bilder im Zusammenhang zum zahnärztlichen Kontext deutlich höher bewerten als Personen mit weniger hoch ausgeprägter Zahnbehandlungsangst. Auch sehr augenscheinlich fällt die Auswertung betreffend den akustischen Stimuli aus. Bilder mit zusätzlichem akustischen Reiz werden signifikant höher, d.h. als angsteinflößender, bewertet als jene ohne Geräusche. Der visuelle Reiz wird durch den akustischen Reiz bei der Darstellung in den Bildblöcken offenkundig verstärkt und wirkt

somit im Rating nach, obwohl der akustische Reiz im Rating nicht eingespielt wird. Es sei an dieser Stelle nochmals erwähnt, dass die Ratings im Anschluss an die eigentlichen Bilddarstellungen (ohne/mit akustischem Reiz) durchgeführt wurden (siehe Abbildung 5), die Verstärkung des Reizes durch akustische Stimuli also entsprechend nachwirkten. Hypothese 2 („*Personen mit stärker ausgeprägter Zahnbehandlungsangst beurteilen das verwendete Bildmaterial unterschiedlich, wobei spezifische, der Zahnbehandlung zuordenbare akustische Reize diese Unterschiede verstärken können*“) konnte damit bestätigt werden

4.4 Limitationen der Studie

Obwohl vor der Erfassung der ersten Ruhephase eine Zeit zur Akklimatisation der StudienteilnehmerInnen berücksichtigt wurde, ist die Aktivierung der StudienteilnehmerInnen zu Beginn hoch. In einer Folgestudie sollte diesem Umstand Rechnung getragen werden und vor der eigentlichen Reizabfolge eine Antizipationsphase hinzugefügt werden (inkl. STAI), um einen etwaigen Unterschied zwischen den Gruppen detaillierter herausarbeiten zu können.

Die Beobachtung, dass Bilder mit zusätzlich akustischen Reizen deutlich höher, also als angsteinflößender bewertet werden als jene ohne Geräusch, bezieht sich in dieser Studie nur auf einen kurzen Zeitrahmen, da das Rating unmittelbar im Anschluss an die Darstellung des Bildmaterials durchgeführt wurde. Um zu differenzieren, ob es sich hierbei nur um einen kurzfristigen Effekt unmittelbar nach der Bilddarbietung handelt, oder ob sich die Verknüpfung von akustischem mit visuellem Reiz tatsächlich manifestiert, könnte man das Rating zu einem deutlich späteren Zeitpunkt erneut durchführen und somit die Beobachtung gegebenenfalls verifizieren.

Eine weitere Limitierung ist die Verteilung der ProbandInnen in die drei Kategorien. Die geringe Anzahl an Personen mit hoch ausgeprägter Zahnbehandlungsangst würde aus statistischer Sicht eine höhere Anzahl an ProbandInnen wünschenswert machen. Alternativ dazu könnte ein anderes Rekrutierungsschema eingesetzt werden, wodurch mehr hochhängstliche Personen rekrutiert werden würden und somit die Anzahl an ProbandInnen in jeder Gruppe gleichgestellt wird. Ein wesentlicher Nachteil der zweiten Methode ist, dass die Stichprobe folglich nicht mehr repräsentativ in Bezug auf die Gesamtheit wäre. Beide Methoden würden jedoch Rekrutierungszeiträume bedingen, welche den Rahmen einer

Diplomarbeit sprengen würden. Es kann aber festgehalten werden, dass das Studienkollektiv repräsentativ für die Grundgesamtheit ist.

Eine andere „natürliche“ Limitierung der Arbeit ist darauf zurückzuführen, dass die Analyse der Herzfrequenzdynamik, d.h. die unmittelbare Reaktion auf die Bilder, in einer anderen Diplomarbeit behandelt wird.

4.5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse im Rahmen dieser Diplomarbeit deuten eine negative Beziehung zwischen der Ausprägung der Zahnbehandlungsangst und der Gesamtvariabilität der HRV an, obwohl diese nur in wenigen Fällen statistische Signifikanz bzw. Tendenz erreichten.

Darüber hinaus liegt im Allgemeinen nach dem Stressor eine höhere Gesamtvariabilität vor als vor dem Stressor, was auf eine erhöhte parasympathische Aktivität (bzw. Rückkehr zur Ruhe) hinweist. Die ProbandInnen sind also in Summe nach dem Paradigma entspannter als vor bzw. mit Beginn der Datenerhebung. Somit lässt sich festhalten, dass bereits die Erwartung auf einen Stressor (bzw. die Teilnahme an der Studie) zur sympathischen Aktivierung führt. Interessant wäre dementsprechend in weiteren Studien die Analyse der HRV bzw. autonomer Regulationsmechanismen des Körpers im Sinne der Antizipationsphase, also dem Zeitbereich vor dem eigentlichen Stressor.

In Summe lässt sich festhalten, dass die HRV mit diesem Studiendesign also nicht direkt als Indikator für Zahnbehandlungsangst geeignet ist, sondern vielmehr Einsicht auf den Ablauf autonomer Prozesse und Regulationsmechanismen des Körpers erlaubt. Das Zusammenspiel von visuellen mit visuell-akustischen Reizsetzungen wurde zudem mit den Ergebnissen der Ratings auf Basis der Fragebogendaten eindrucksvoll gezeigt.

Deutlich waren die Ergebnisse der Ratings, wo Bilder mit Geräuschen signifikant höher beurteilt wurden als jene ohne akustischen Reiz. Das Bohrgeräusch ist also ein wesentlicher Faktor, der zur Zahnbehandlungsangst beiträgt. Demensprechend könnten Maßnahmen zur Minimierung akustischer Stimuli, wie beispielsweise Kopfhörer zur Reduktion der Angst führen, wodurch eine Optimierung der Kooperation und folglich der Gesamtbehandlung angestrebt wird.

Analog zum Paradigma lassen sich die Ergebnisse somit auch in die Praxis übernehmen. So kann durchaus bereits die Erwartung auf bestimmte visuelle und akustische Stimuli zur sympathischen Aktivierung führen. Wie in der Einleitung schon beschrieben, werden am häufigsten invasive Behandlungsprozesse, die Lokalanästhesie, der Bohrer und der Schmerz als angstausslösend beschrieben. Umso wichtiger ist es also, den Fokus auf eine ausführliche Aufklärung über die gesamte Behandlung durch gezielte Gesprächsführung, sowie eine adäquate Anästhesie zur optimalen Schmerzausschaltung, zu legen. Folglich sollte also gemeinsam mit weiteren Maßnahmen wie z.B. Kopfhörern die Angst (vor allem auch schon vorab) bestmöglich eingedämmt werden. Denn nicht nur lässt sich so die Zahngesundheit optimieren, sondern auch die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität, welche im Zusammenhang mit allgemeinen, sowie psychischen Erkrankungen steht, steigern. (Mehrstedt et al., 2007)

Literaturverzeichnis

References

Al-Omari, W. M., & Al-Omiri, M. K. (2009). Dental anxiety among university students and its correlation with their field of study. *Journal of Applied Oral Science : Revista FOB*, 17(3), 199–203. S1678-77572009000300013 [pii]

Armfield, J. M., Stewart, J. F., & Spencer, A. J. (2007). The vicious cycle of dental fear: exploring the interplay between oral health, service utilization and dental fear. *BMC Oral Health*, 7, 1–1. 1472-6831-7-1 [pii]

Beaton, L., Freeman, R., & Humphris, G. (2014). Why are people afraid of the dentist? Observations and explanations. *Medical Principles and Practice : International Journal of the Kuwait University, Health Science Centre*, 23(4), 295–301. 10.1159/000357223

Behrends, J. C. 1. (2021). *Physiologie* (4., unveränderte Auflage ed.). Georg Thieme Verlag. 10.1055/b000000462

Billman, G. E. (2011). Heart rate variability - a historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2, 86. 10.3389/fphys.2011.00086

Billman, G. E., Huikuri, H. V., Sacha, J., & Trimmel, K. (2015). An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications. *Frontiers in Physiology*, 6, 55. 10.3389/fphys.2015.00055

Breyer, B., & Bluemke, M. Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS (GESIS Panel). Retrieved November 2023, from <https://zis.gesis.org/skala/Breyer->

Bluemke-Deutsche-Version-der-Positive-and-Negative-Affect-Schedule-PANAS-(GESIS-Panel)

Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., Coumel, P., Fallen, E. L., Kennedy, H. L., & Kleiger, R. E. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use.

Crawford, J. R., & Henry, J. D. (2004). The positive and negative affect schedule (PANAS): construct validity, measurement properties and normative data in a large non-clinical sample. *The British Journal of Clinical Psychology*, 43(Pt 3), 245–265. 10.1348/0144665031752934

Crocq, M. A. (2015). A history of anxiety: from Hippocrates to DSM. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 17(3), 319–325. 10.31887/DCNS.2015.17.3/macrocq

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK). (2019, 31.10.). S3-Leitlinie Zahnbehandlungsangst beim Erwachsenen. Retrieved August 2022, from https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-020l_S3_Zahnbehandlungsangst-beim-Erwachsenen_2019-11.pdf

Goldberger, J. J. (1999). Sympathovagal balance: how should we measure it? *The American Journal of Physiology*, 276(4), 1273. 10.1152/ajpheart.1999.276.4.H1273

Immanuel, S., Teferra, M. N., Baumert, M., & Bidargaddi, N. (2023). Heart Rate Variability for Evaluating Psychological Stress Changes in Healthy Adults: A Scoping Review. *Neuropsychobiology*, , 1–16. 10.1159/000530376

Jeddy, N., Nithya, S., Radhika, T., & Jeddy, N. (2018). Dental anxiety and influencing factors: A cross-sectional questionnaire-based survey. *Indian Journal of Dental Research* :

Official Publication of Indian Society for Dental Research, 29(1), 10–15.
10.4103/ijdr.IJDR_33_17

Julian, L. J. (2011). Measures of anxiety: State-Trait Anxiety Inventory (STAI), Beck Anxiety Inventory (BAI), and Hospital Anxiety and Depression Scale-Anxiety (HADS-A). *Arthritis Care & Research*, 63 Suppl 11(0 11), 467. 10.1002/acr.20561

Kranjec, J., Beguš, S., Geršak, G., & Drnovšek, J. (2014). Non-contact heart rate and heart rate variability measurements: A review. *Biomedical Signal Processing and Control*, 13, 102–112. 10.1016/j.bspc.2014.03.004

Lothar Laux, Peter Glanzmann, Paul Schaffner, Charles D. Spielberger. Das State-Trait-Angstinventar. Retrieved November 2023, from <https://www.hogrefe.com/at/shop/das-state-trait-angstinventar.html>

Martin Hautzinger, Maja Bailer, Dirk Hofmeister, Ferdinand Keller. Allgemeine Depressionsskala. <https://www.hogrefe.com/at/shop/allgemeine-depressionsskala.html>. Retrieved November 2023, from

McCraty, R., & Shaffer, F. (2015). Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of Self-regulatory Capacity, and Health risk. *Global Advances in Health and Medicine*, 4(1), 46–61. 10.7453/gahmj.2014.073

Mehrstedt, M., John, M. T., Tönnies, S., & Micheelis, W. (2007). Oral health-related quality of life in patients with dental anxiety. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 35(5), 357–363. COM376 [pii]

MOWRER, O. H. (1951). Two-factor learning theory: summary and comment. *Psychological Review*, 58(5), 350–354. 10.1037/h0058956

Mowrer, O. H. (1947). On the dual nature of learning—a reinterpretation of conditioning and problem solving. *Harvard Educational Review*, 17

Pulopulos, M. M., Vanderhasselt, M., & De Raedt, R. (2018). Association between changes in heart rate variability during the anticipation of a stressful situation and the stress-induced cortisol response. *Psychoneuroendocrinology*, 94, 63–71. 10.1016/j.psyneuen.2018.05.004

Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. 10.3389/fpubh.2017.00258

Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. 10.3389/fpubh.2017.00258

Shrestha, N., Zorn-Pauly, K., Mesirca, P., Koyani, C. N., Wölkart, G., Di Biase, V., Torre, E., Lang, P., Gorischek, A., Schreibmayer, W., Arnold, R., Maechler, H., Mayer, B., von Lewinski, D., Torrente, A. G., Mangoni, M. E., Pelzmann, B., & Scheruebel, S. (2023). Lipopolysaccharide-induced sepsis impairs M2R-GIRK signaling in the mouse sinoatrial node. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(28), e2210152120. 10.1073/pnas.2210152120

Silveira, E. R., Cademartori, M. G., Schuch, H. S., Armfield, J. A., & Demarco, F. F. (2021). Estimated prevalence of dental fear in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 108, 103632. S0300-5712(21)00053-1 [pii]

Thayer, J. F., Ahs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J. 3., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756. 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009

Vanhee, T., Mourali, S., Bottenberg, P., Jacquet, W., & Vanden Abbeele, A. (2020). Stimuli involved in dental anxiety: What are patients afraid of?: A descriptive study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 30(3), 276–285. 10.1111/ipd.12595

Wang, L., Lin, Y., & Wang, J. (2019). A RR interval based automated apnea detection approach using residual network. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 176, 93–104. 10.1016/j.cmpb.2019.05.002

White, A. M., Giblin, L., & Boyd, L. D. (2017). The Prevalence of Dental Anxiety in Dental Practice Settings. *Journal of Dental Hygiene : JDH*, 91(1), 30–34. 91/1/30 [pii]

Anhänge

	Anzahl der Fragen	Punkte je Frage	max. Wert	hohe Angst	Besonderheiten/Inhalte	Auswertung	unterscheidet zwischen Angst und Phobie	Cronbach's alpha *
DAS 1969	4	1-5	20	≥13	Beinhaltet keine Fragen zur Lokalanästhesie	<9 nicht ängstlich 9-12 moderat ängstlich 13-14 hoch ängstlich 15-20 extrem ängstlich/ Phobie	nein, lediglich geringe, mittlere und hohe Ängstlichkeit	0,84
MIDAS 1995	5	1-5	25	≥19	DAS ergänzt um eine Behandlungssituationen mit Zusatz „Lokalanästhesie“	<11 nicht ängstlich ≥11 ängstlich 11-14 moderat ängstlich 15-18 hoch ängstlich ≥19 extrem ängstlich	Nein, lediglich ängstlich, moderat ängstlich, hoch ängstlich und extrem ängstlich	0,83
STADI 2013 früher STAI	2x20 20 (State = Zustand) 20 (Trait = Eigenschaft) einzeln oder gemeinsam	1-4	Je 80	≥45	Zweigeteilter Fragebogen 1: genereller Gefühlszustand 2: situationsbezogener Gefühlszustand (Trennung von Angst und Depression)	≤22 gering 23-31 32-40 41-49 ≥50	nein	0,86
DFS 1973	20	1-5	100	>60	beinhaltet Fragen zu 1)Vermeidungsverhalten, 2) psychovegetative Angstreaktionen auf spez. Stimuli 3) Angst/Gefühle in spez. Behandlungsphasen 4) Abschließende Beurteilung (globale Zahnbehandlungsangst)	Sehr ängstlich > 60 Phobie >75	Ja, Phobie ab DFS über 65 bei gleichzeitiger Vermeidung	0,95
BDS 1985	15	1-5	75	> hoch und extrem ängstlich	Wichtung der Fragen Psychometrie – Kommunikation – Vertrauen – Herabwürdigung – Kontrollverlust	nicht ängstlich, wenig ängstlich, mittelmäßig ängstlich, hoch ängstlich, extrem ängstlich	nein	0,84
DAI 1993	36	1-5	180		a) Situationsfacette (allg. Zahnbehandlungsangst (aktuelle Behandlung, Interaktion mit dem Behandler) b) Zeitfacette (zu Hause, Weg zum ZA, Wartezimmer, Stuhl) c) Reaktionsfacette (emotional, körperlich, kognitiv)	36= keine Angst bis 180= hohe Angst	nein	0,75
S-DAI 1998	9	1-5	45	–	Neun Items aus dem DAI – Angst auslösende Situationen – Zeitfacetten (s. DAI) – Reaktionen	Keine Normdaten/Cut-off-Werte vorhanden	nein	0,88
DCQ 1995	38	ja/nein	38	–	38 negative Erkenntnisse (Überzeugungen und Selbstaussagen) im Zusammenhang mit Zahnbehandlungen. 14 Zahnmedizin allgemein 24 behandlungsbezogene Statements Zusätzliche prozentuale Bewertung, ob die Gedanken wahr sind	Items werden summiert, um einen negativen Gesamtwert für die Wahrnehmung zu erhalten Zusätzliche Evaluierung der prozentualen Erwartungshaltung	Nach eigenen Untersuchungen von De Jongh haben Phobiker einen Durchschnittswert von ≥19	0,83
HAF 1999	11	1-5	55	>38	beinhaltet zusätzlich Vermeidung von Zahnarztbesuchen	< 30 niedrig ängstlich, 31-38 mittelmäßig ängstlich, >38 hoch ängstlich Phobie= HAF >38 und Meidung >2a	ja Phobie= HAF >38 und Meidung >2a	0,936
SDFQ 1995	1	4 Antwortmöglichkeiten	Antwort 1-3	Antwort 4	nur 1 Frage – schnelle Evaluation –	1= relaxed 2= gering ängstlich 3= moderat ängstlich 4= extreme Angst	nein	0,89
IDAF-4c 2010	22	1-5	5,0	≥3,0	4 Komponenten der Zahnbehandlungsangst: emotional, Verhalten, physiologisch, kognitiv	3 Module: Basis-Modul (8 Items) Phobie-Modul (5 Items) Stimulus-Modul (10 Items)	ja	0,94
DAQ 1990	1	4 Antwortmöglichkeiten			nur 1 Frage – schnelle Evaluation –	Nein Ein wenig Ja, ziemlich Ja, sehr	nein	0,88
VAS	1	freie Einschätzung durch den Patienten	100	≥ 70	10 cm lange Skala freie Wahl durch den Patienten	0= gar nicht ängstlich ≥48 & <70 ängstlich ≥ 70 (Phobie)	ja	0,968

Anhang 1 Übersicht Fragebögen Zahnbehandlungsangst (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e. V. (DGZMK), 2019)

PANAS



Bitte geben Sie an, wie Sie sich **im Moment** fühlen:

	gar nicht	ein bisschen	einiger- maßen	er- heblich	äußerst
1. aktiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. interessiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. bekümmert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. freudig erregt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. verärgert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. schuldig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. stark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. erschrocken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. angeregt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. stolz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. feindselig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. begeistert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. gereizt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. wach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. beschämt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. nervös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. durcheinander	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. entschlossen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. ängstlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. aufmerksam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 2 PANAS-Fragebogen



Im folgenden Fragebogen finden Sie eine Reihe von Feststellungen, mit denen man sich selbst beschreiben kann. Bitte lesen Sie jede Feststellung durch und wählen Sie aus den vier Antworten diejenige aus, die angibt, wie Sie sich **jetzt**, d.h. **in diesem Moment**, fühlen. Machen Sie bitte bei jeder Feststellung ein Kreuz (X) in das Kästchen unter der von Ihnen gewählten Antwort. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Überlegen Sie bitte nicht lange und denken Sie daran, diejenige Antwort auszuwählen, die Ihren **augenblicklichen** Gefühlszustand am besten beschreibt.

	fast nie	manch- mal	oft	fast immer
1. Ich bin ruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich fühle mich geborgen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ich fühle mich angespannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich bin bekümmert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich bin gelöst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich bin aufgeregt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich bin besorgt, dass etwas schiefgehen könnte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich fühle mich ausgeruht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Ich bin beunruhigt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich fühle mich wohl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ich fühle mich selbstsicher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ich bin nervös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ich bin zappelig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ich bin verkrampt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ich bin entspannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ich bin zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Ich bin besorgt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ich bin überreizt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Ich bin froh	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Ich bin vergnügt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Im folgenden Fragebogen finden Sie eine Reihe von Feststellungen, mit denen man sich selbst beschreiben kann. Bitte lesen Sie jede Feststellung durch und wählen Sie aus den vier Antworten diejenige aus, die angibt, wie Sie sich **im allgemeinen** fühlen. Machen Sie bitte bei jeder Feststellung ein Kreuz (X) in das Kästchen unter der von Ihnen gewählten Antwort. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Überlegen Sie bitte nicht lange und denken Sie daran, diejenige Antwort auszuwählen, die am besten beschreibt, wie Sie sich **im allgemeinen** fühlen.

	fast nie	manch- mal	oft	fast immer
1. Ich bin vergnügt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich werde schnell müde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mir ist zum Weinen zumute.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich glaube, mir geht es schlechter als anderen Leuten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich verpasse günstige Gelegenheiten, weil ich mich nicht schnell genug entscheiden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich fühle mich ausgeruht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich bin ruhig und gelassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich glaube, dass mir meine Schwierigkeiten über den Kopf wachsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Ich mache mir zu viel Gedanken über unwichtige Dinge.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich bin glücklich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ich neige dazu, alles schwer zu nehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Mir fehlt es an Selbstvertrauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ich fühle mich geloo gen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ich mache mir Sorgen über mögliches Missgeschick.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ich fühle mich niedergeschlagen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ich bin zufrieden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Unwichtige Gedanken gehen mir durch den Kopf und bedrücken mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Enttäuschungen nehme ich so schwer, dass ich sie nicht vergessen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Ich bin ausgeglichen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Ich werde nervös und unruhig, wenn ich an meine derzeitigen Angelegenheiten denke.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen die Antwort an, die Ihrem Befinden vor einem Zahnarztbesuch entspricht.

	Entspannt	Unruhig	Angespannt	Ängstlich	Krank vor Angst
1. Wie fühlen Sie sich bei dem Gedanken, Sie müssten morgen zum Zahnarzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sie sitzen im Wartezimmer und warten darauf, aufgerufen zu werden. Wie fühlen Sie sich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Stellen Sie sich vor, Sie betreten das Behandlungszimmer und riechen den typischen Geruch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Sie liegen auf dem Behandlungsstuhl und der Zahnarzt betritt das Zimmer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Zusammen schauen Sie sich die Röntgenaufnahme an und besprechen, was zu tun ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Wie fühlen Sie sich, wenn man Ihnen erklärt, dass jetzt gleich Zahnstein entfernt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Der Zahnarzt erklärt Ihnen, dass Sie eine Karies haben, und dass er diese jetzt behandeln will.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Er verändert die Stellung des Stuhls und bereitet eine Spritze vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Stellen Sie sich vor, Sie hören das typische Geräusch des Bohrers, wie fühlen Sie sich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Der Zahnarzt erklärt Ihnen, dass die Karies zu tief ist und der Zahn entfernt werden muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ein Weisheitszahn soll bei Ihnen entfernt werden, die Spritze wurde bereits gesetzt. Der Zahnarzt nimmt das Skalpell auf..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ADS



Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen die Antwort an, die Ihrem Befinden **während der letzten Woche** am besten entspricht / entsprechen hat.

Antworten: 0 selten oder überhaupt nicht (weniger als 1 Tag)
 1 manchmal (1 bis 2 Tage lang)
 2 öfters (3 bis 4 Tage lang)
 3 meistens, die ganze Zeit (5 bis 7 Tage lang)

Während der letzten Woche ...	selten 0	manchmal 1	öfters 2	meistens 3
1. haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. hatte ich kaum Appetit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. konnte ich meine trübsinnige Laune nicht loswerden, obwohl mich meine Freunde / Familie versuchten, aufzumuntern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. kam ich mir genauso gut vor wie andere.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. hatte ich Mühe, mich zu konzentrieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. war ich deprimiert / niedergeschlagen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. war alles anstrengend für mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. dachte ich voller Hoffnung an die Zukunft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. dachte ich, mein Leben ist ein einziger Fehlschlag.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. hatte ich Angst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. habe ich schlecht geschlafen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. war ich fröhlich gestimmt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. habe ich weniger als sonst geredet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. fühlte ich mich einsam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. waren die Leute unfreundlich zu mir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. habe ich das Leben genossen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. mußte ich weinen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. war ich traurig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. hatte ich das Gefühl, daß mich die Leute nicht leiden können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. konnte ich mich zu nichts aufraffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 6 ADS-Fragebogen

Datum (TT/MM/JJJJ) ____ / ____ / _____

STAMMDATENBLATT

Familienname/Vorname(n) _____

Alter: Jahre Geschlecht: m w

Körpergröße: _____ cm Körpergewicht: _____ kg

Bitte füllen Sie vor der Vergabe der Probanden-ID die Ein- und Ausschlusskriterien aus

Probanden-ID:

Termin Datum/Uhrzeit
_____**Kontaktdaten**

Telefon

Email

Adresse

Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien

ja **nein**

Alter: 18 bis 70 Jahre

Volles bzw. korrigiertes Sehvermögen für Bildschirmarbeit

Ausschlusskriterien

ja **nein**

Medikamenteneinnahme, welche das kardiovaskuläre System beeinflussen

Schwerhörigkeit

Pflasterallergie bzw. -unverträglichkeit

Fehlende Einwilligungserklärung

Aktuelle Erkrankung?

Bemerkungen

Probandeninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie

Herzfrequenzdynamik bei visuellen und auditiven Stimuli in unterschiedlichem Kontext II¹

Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer!

Wir laden Sie ein an der oben genannten wissenschaftlichen Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem ausführlichen Gespräch.

Ihre Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Wissenschaftliche Studien sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer wissenschaftlichen Studie ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text als Ergänzung zum Informationsgespräch mit Ihrer Studienleitung sorgfältig durch und zögern Sie nicht Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der wissenschaftlichen Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer*in an dieser wissenschaftlichen Studie im Klaren sind.

Zu dieser wissenschaftlichen Studie, sowie zur Probandinformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

1. Was ist der Zweck der wissenschaftlichen Studie?

Die Herzfrequenz unterliegt einer Reihe von Einflussfaktoren, wie körperlicher oder geistiger Anstrengung aber z.B. auch unterschiedlichen visuellen oder auditiven Reizen. Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Herzfrequenz (bzw. Änderung der

¹ Unter „visuellen Stimuli“ versteht man über das Sehen bzw. die Augen aufgenommene Informationen wie dies z.B. bei der Betrachtung von Bildern der Fall ist. Unter „auditiven Stimuli“ versteht man über das Gehör aufgenommene Informationen. In beiden Fällen kann dies unmittelbar und unerwartet sein, wie z.B. ein zu einem Bild ergänzend dargebrachtes Geräusch.

Herzfrequenz, d.h. der Herzfrequenzdynamik) bei der Darstellung verschiedener Bilder wie z.B. in typischen Arbeitssituationen oder bei ärztlichen Tätigkeiten mit bzw. ohne dazu typische Geräusche.

2. Wie läuft die wissenschaftliche Studie ab?

Diese wissenschaftliche Studie wird durch die Medizinische Universität Graz (Lehrstuhl für Physiologie) durchgeführt, und es werden 60 volljährige Teilnehmer*innen daran teilnehmen.

Ihre Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie ist für einen Tag mit einer Dauer von insgesamt ca. 90 Minuten vorgesehen.

Folgende Maßnahmen werden ausschließlich aus Studiengründen durchgeführt:

Während dieser wissenschaftlichen Studie werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

Zu Beginn werden zwei Elektroden im Brustkorbbereich befestigt. An diesen Elektroden wird ein kleines EKG-Aufzeichnungsgerät befestigt, welches Ihre Herzfrequenz misst und Aussagen zur Herzfrequenzdynamik (d.h. der Änderung der Herzfrequenz) ermöglicht. Die Datenerhebung beginnt mit dem Ausfüllen von vier kurzen Fragebögen. Anschließend erfolgt eine kurze Demo zur Darstellung des Bildmaterials (mit oder ohne typische, dem jeweiligen Bild entsprechenden Geräuschen) gefolgt von einer dreiminütigen Ruhephase. Nach einem weiteren Fragebogen werden insgesamt 72 Bilder in zwei Blöcken dargestellt, wobei fallweise auch Geräusche eingespielt werden. Anschließend werden Sie nach einem weiteren Fragebogen gebeten, das Bildmaterial zu bewerten (z.B. „Ich finde das Bild abstoßend“ auf einer 17-teiligen Skala von „gar nicht abstoßend“ bis „sehr abstoßend“). Nach einer abschließenden dreiminütigen Ruhephase ist die Datenerhebung beendet und die Elektroden bzw. das EKG-Aufzeichnungsgerät werden abgenommen. Die Datenerhebung beginnend mit den Fragebögen findet in bequem sitzender Position an einem 17-Zoll-Notebook statt und dauert ca. 60-70 Minuten.

3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Wissenschaftlichen Studie?

Es ist nicht zu erwarten, dass Sie aus Ihrer Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie einen unmittelbaren gesundheitlichen Nutzen ziehen werden. Ziel dieser Studie ist es, den Einfluss unterschiedlichen Bildmaterials mit oder ohne typischen, dem jeweiligen Bild entsprechenden Geräuschen, auf die Herzfrequenz (bzw. die Änderung der Herzfrequenz) zu untersuchen.

4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?

Es kann die im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie durchgeführte EKG-Messung in sehr seltenen Fällen zu geringfügigen Hautreizungen durch die EKG-Elektroden führen.

5. Zusätzliche Einnahme von Arzneimitteln?

Nein.

6. Hat die Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?

Nein.

7. Was ist zu tun beim Auftreten von Symptomen, Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?

Sollten im Verlauf der wissenschaftlichen Studie irgendwelche Symptome, Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, müssen Sie diese der Studienleitung mitteilen, bei schwerwiegenden Begleiterscheinungen umgehend, ggf. auch telefonisch (Telefonnummern siehe bitte unter Punkt 11).

8. Wann wird die wissenschaftliche Studie vorzeitig beendet?

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der wissenschaftlichen Studie ausscheiden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

Ihre Studienleitung wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese wissenschaftliche Studie bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur **weiteren** Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihre Studienleitung entscheidet, Ihre Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen, sofern Sie den Erfordernissen der wissenschaftlichen Studie nicht entsprechen.

9. Datenschutz

Bei den Daten, die über Sie im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie erhoben werden, ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen

- 1) jenen personenbezogenen Daten, anhand derer Sie direkt identifizierbar sind (z.B. Name, Geburtsdatum, Adresse, Bildaufnahmen...),
- 2) pseudonymisierten (verschlüsselten) personenbezogenen Daten, bei denen alle Informationen, die direkte Rückschlüsse auf Ihre Identität zulassen, durch einen Code (z. B. eine Zahl) ersetzt bzw. (z.B. im Fall von Bildaufnahmen) unkenntlich gemacht werden. Dies bewirkt, dass die Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen und ohne unverhältnismäßig großen Aufwand nicht mehr Ihrer Person zugeordnet werden können und
- 3) anonymisierten Daten, bei denen eine Rückführung auf Ihre Person nicht mehr möglich ist.

Der Code wird von den verschlüsselten Datensätzen streng getrennt und nur an Ihrem Prüfzentrum aufbewahrt.

Zugang zu Ihren nicht verschlüsselten Daten haben die Studienleitung und andere Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Prüfzentrums, die an der wissenschaftlichen Studie oder Ihrer medizinischen Versorgung mitwirken. Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff geschützt. Zusätzlich können autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Sponsors (Medizinische Universität Graz) sowie Beauftragte von In- und/oder ausländischen Gesundheitsbehörden und jeweils zuständige Ethikkommissionen in die nicht verschlüsselten Daten Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der wissenschaftlichen Studie notwendig bzw. vorgeschrieben ist. Diese Personen unterliegen einer strengen Geheimhaltungspflicht.

Eine Weitergabe der Daten erfolgt nur in verschlüsselter oder anonymisierter Form. Auch für etwaige Publikationen werden nur die verschlüsselten oder anonymisierten Daten verwendet.

Sie können Ihre Einwilligung zur Erhebung Ihrer Daten **jederzeit widerrufen**. Nach Ihrem Widerruf werden keine weiteren Daten mehr über Sie erhoben. Die bis zum Widerruf erhobenen Daten können allerdings weiter im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie verwendet werden.

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben haben Sie außerdem, sofern dies nicht die Durchführung der wissenschaftlichen Studie beeinträchtigt, das Recht auf Einsicht in die von Ihnen erhobenen Daten und die Möglichkeit der Berichtigung, falls Sie Fehler feststellen.

Sie haben auch das Recht, bei der österreichischen Datenschutzbehörde eine Beschwerde über den Umgang mit Ihren Daten einzubringen (www.dsb.gv.at).

Sämtliche Personen, die Zugang zu Ihren verschlüsselten und nicht verschlüsselten Daten erhalten, unterliegen im Umgang mit den Daten dem österreichischen Datenschutzgesetz in seiner gültigen Fassung sowie der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Auch die Dauer der Speicherung Ihrer Daten ist durch Rechtsvorschriften geregelt.

Falls Sie Fragen zum Umgang mit Ihren Daten in dieser wissenschaftlichen Studie haben, wenden Sie sich zunächst an Ihre Studienleitung. Diese kann Ihr Anliegen ggf. an die Personen, die beim Sponsor oder am Prüfzentrum für den Datenschutz verantwortlich sind, weiterleiten.

Datenschutzbeauftragter des Prüfzentrums:

E-Mail: datenschutz@medunigraz.at

10. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?

Durch Ihre Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie entstehen für Sie keine Kosten. Ein Kostenersatz oder eine Vergütung ist nicht vorgesehen.

11. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser wissenschaftlichen Studie steht Ihnen die Studienleitung gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Teilnehmerin oder Teilnehmer an dieser wissenschaftlichen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der Kontaktperson:

Name der Kontaktperson:

12. Einwilligungserklärung

Name des Probanden/ der Probandin in Druckbuchstaben:

Geb. Datum:

Ich erkläre mich bereit, an der wissenschaftlichen Studie

**„Herzfrequenzdynamik bei visuellen und auditiven Stimuli in
unterschiedlichem Kontext II“**

teilzunehmen.

Ich bin ausführlich und verständlich über mögliche Belastungen und Risiken, sowie über Wesen, Bedeutung und Tragweite der wissenschaftlichen Studie und sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser Probandenaufklärung und Einwilligungserklärung, die insgesamt 6 Seiten umfasst gelesen. Aufgetretene Fragen wurden mir von der Studienleitung oder den Assistentinnen verständlich und genügend beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde den wissenschaftlichen Anordnungen, die für die Durchführung der wissenschaftlichen Studie erforderlich sind, Folge leisten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen.

Ich stimme ausdrücklich zu, dass meine im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie erhobenen Daten wie im Abschnitt „Datenschutz“ dieses Dokuments beschrieben verwendet werden.

Für den Fall, dass ich aus der Studie ausscheide, bin ich einverstanden, dass meine Daten weiterhin aufbewahrt und analysiert werden, wie in dieser Information beschrieben:

ja

nein

Eine Kopie dieser Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Prüfarzt.

.....
(Datum und Unterschrift des Probanden/der Probandin)

.....
(Datum, Name und Unterschrift des Prüfarztes bzw. einer der Studienleiter)