

Bachelor-Thesis

Die Gesundarbeiter Studie: Analyse der HRV-
Parameter und des subjektiven Empfindens

von

Julia, Weisser

Prüfer

1. Prof. Dr. rer. nat. Matthias, Kohl
2. Prof. Dr. rer. nat. habil. Hans-Peter Deigner

Villingen- Schwenningen, den 21. Juni 2013

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe angefertigt habe.

Die verwendeten Literaturquellen sind im Literaturverzeichnis vollständig zitiert.

Villingen- Schwenningen, den 20. June 2013

Adresse: Julia Weisser
Martin-Luther-Straße 4
72175 Dornhan

Unterschrift:

Thema der Bachelor-Thesis:**Die Gesundarbeiter Studie: Analyse der HRV-Parameter und des subjektiven Empfindens****Verfasser:** Julia Weisser**1. Betreuer:** Prof. Dr. rer. nat. Matthias Kohl**2. Betreuer:** Prof. Dr. rer. nat. habil. Hans-Peter Deigner**Semester:** Molekulare und technische Medizin, Sommersemester 2013**Kurzfassung:**

Der Begriff Stress bildet einen bedeutsamen Aspekt in unserer Gesellschaft und ist kaum wegzudenken. Die Verbreitung macht sich in fast allen Lebensbereichen bemerkbar, vor allem aber wird der Begriff häufig in Zusammenhang mit dem Arbeitsalltag gebracht. Zunehmend wird das Thema Gesundheit in den Unternehmen als ein Erfolgsfaktor gesehen. Die wissenschaftliche Studie „Die Gesundarbeiter“ wurde zur objektiven Messung von Stress entworfen, mit dem Ziel den Arbeitsstress zu reduzieren und somit die Leistungskraft zu steigern. Im Rahmen dieser Arbeit fand eine Analyse der physiologischen und psychologischen Daten statt.

Methoden: Insgesamt nahmen 27 Probanden an 7-10 Sitzungen, bestehend aus einer 40 minütigen Therapie zum Stressabbau, teil. Um eine stressreduzierende Wirkung zu erlangen, ein audio-visuelles Entspannungssystem eingesetzt. Die physiologische Messung fand anhand eines HRV-Biofeedbacksystems statt. Eine Beurteilung des subjektiven Empfindens wurde mit Hilfe eines Fragebogens festgehalten. Um Auskunft über die Wirkung des Entspannungssystems zu erhalten, wurden folgende HRV-Parameter analysiert: SDNN, RMSSD, pNN50, Stressindex, LF, HF und LF/HF-Quotient.

Ergebnisse: Erhöhte RMSSD, SDNN, pNN50, LF und HF Werte sowie eine Senkung des Stressindex konnten nachgewiesen werden. Es ergaben sich signifikante inverse Korrelationen zwischen dem Stressindex und den Stressvariablen Lebensenergie, Leistungsfähigkeit und Schlaf. Weitere signifikante Korrelationen konnten unter den HRV-Parameter festgestellt werden.

Schlussfolgerung: Es zeigte sich die eine erhöhte Herzratenvariabilität nach den Therapiesitzungen, die auf eine allgemeine Stressreduzierung hinweist und somit auf einen entspannten Organismus. Das spricht für eine ausgewogene Pausengestaltung um den Arbeitsstress geringer zu halten und höhere Leistungsfähigkeit zu erzielen.

Schlüsselwörter: Arbeit; Stressreduktion; Herzratenvariabilität; subjektives Empfinden

Titel of Bachelor-Thesis:

Analysis of heart rate variability and subjective emotions of the study “Die Gesundarbeiter”

Author: Julia Weisser

1. Examiner: Prof. Dr. rer. nat. Matthias Kohl

2. Examiner: Prof. Dr. rer. nat. habil. Hans-Peter Deigner

Semester: Molecular and technical Medicine, summer semester 2013

Abstract:

The term “stress” becomes more and more an important aspect in today’s society. There has never been so much interest in stress before. Especially stress gets associated with the daily work. The issue of health seems to be a success factor for the companies. The aim of the study “Die Gesundarbeiter” was to get a stress reduction and consequently to improve the efficiency. In this paper, the analysis of the physiological and psychological data took place.

Methods: There were 27 participants taken part on a stress reduction treatment using an audio-visual relaxation system. A questionnaires based on subjective emotions were used to assess the psychological effect of the treatment. Physiological data were collected by measure the heart rate variability (HRV) using a HRV scanner. Heart rate variability was assessed by means of standard time-domain and frequency-domain measures: SDNN, RMSSD, pNN50, low frequency (LF), high frequency (HF) and LF/HF-ratio. In addition the stress index (SI) was considered.

Results: The analysis of HRV features showed increased RMSSD, SDNN, pNN50, LF, HF and LF/HF-ratio and also decreased SI after the massage treatment were obtained. The results showed a significant association between the HRV parameters. Furthermore, there was a significant negative correlation between SI and some emotional variables.

Conclusion: The results suggests of an increased HRV. This shows a reduction effect of stress and a relaxed organism. However, a well-balanced work break could lower the stress level and increasing the effectiveness.

Keywords: work; stress reduction; heart rate variability; subjective emotion

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	8
2. Theoretische Grundlagen	9
2.1 Stress im Arbeitsalltag	9
2.2 Die Physiologie der Herzratenvariabilität.....	10
2.3 Parameter der Herzratenvariabilität	12
2.3.1 Parameter der Zeitbereich-Analyse	12
2.3.2 Parameter der Frequenzbereich-Analyse	13
2.3.3 Stressindex	14
3. Methodik.....	16
3.1 Die Gesundarbeiter-Studie.....	16
3.1.1 Ablauf der Therapieeinheiten	16
3.2 Datenerhebung.....	17
3.2.1 Erhebung der Messdaten	17
3.2.2 Fragebogen Subjektives Empfinden	17
3.3 Statistische Auswertung.....	18
3.3.1 Auswertung der Daten zum Fragenbogen Subjektives Empfinden.....	18
3.3.2 Auswertung der HRV-Daten.....	19
3.3.3 Korrelationen der HRV-Parameter und der Daten zum Subjektiven Empfinden.....	19
4. Ergebnisse	20
4.1 Deskriptive Daten der Probanden.....	20
4.2 Auswertung Einflussfaktoren	23
4.3 Auswertung subjektives Empfinden.....	25
4.3.1 Stresslevel	25
4.3.2 Konzentration.....	26
4.3.3 Lebensenergie	27
4.3.4 Gesundheit	28
4.3.5 Schlaf	29
4.3.6 Leistungsfähigkeit.....	30
4.3.7 Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der Daten zum subjektiven Empfinden	31
4.4 Auswertung der HRV-Parameter	32
4.4.1 Zeitbezogene und Frequenzbezogene Parameter	32
4.4.2 Stressindex	34

4.4.3 Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der HRV-Parameter	34
4.5 Korrelationen der HRV-Parameter und der Daten zum Subjektiven Empfinden	36
4.5.1 Korrelationen des subjektiven Empfinden.....	36
4.5.2 Korrelationen des Stressindex, des LF/HF-Quotient und der Daten des subjektiven Empfinden.....	36
4.5.3 Korrelationen der HRV-Parameter	37
5. Diskussion	41
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	41
5.2 Limitationen der Studie	42
6. Zusammenfassung	44
7. Literatur	45
8. Anhang.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung eines EKGs mit unterschiedlich großen RR-Intervallen. Quelle: http://www.klinik-sgm.ch/tl_files/images/RR.jpg	11
Abbildung 2: Histogramm HRV-Scanner; Das RR-Histogramm gibt die Anzahl der RR-Intervalle und deren Streuung an. Der Stressindex beschreibt das Verhältnis der Höhe (Anzahl) zur Breite des Histogramms. Geringe Anzahl und hohe Streuung weisen auf eine gute HRV hin. [35] Quelle: Pilotstudie der Gesundarbeiter	15
Abbildung 3: Prozentualer Anteil der männlichen und weiblichen Probanden.	20
Abbildung 4: Darstellung der Altersverteilung der Probanden. Das Durchschnittsalter beträgt 41,79 Jahre.....	21
Abbildung 5: Darstellung der einzelnen Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität. Die Diagramme zeigen die prozentuale Verteilung der Ja-Nein-Antworten zum Essen (a), Einnahme von Medikamenten (b), Rauchen (c) und Trinken (d).....	23
Abbildung 6: Median der Differenzen des Stresslevels vom subjektiven Empfinden. Der Boxplot zeigt eine deutliche Senkung aller angegebenen Werte.	25
Abbildung 7: Gegenüberstellung der Konzentrationswerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.	26
Abbildung 8: Gegenüberstellung der Lebensenergiewerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.	27
Abbildung 9: Gegenüberstellung der Gesundheitswerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.	28
Abbildung 10: Gegenüberstellung der Schlafwerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.	29
Abbildung 11: Gegenüberstellung der Leistungsfähigkeit Werte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.	30
Abbildung 12: Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der Daten zum subjektiven Empfinden. Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Der Fehler 1. Art wurde vorab auf 0,05 festgelegt.	31
Abbildung 13: Median der Differenzen verschiedener HRV-Parameter vor und nach der einzelnen Therapieeinheiten. Die Boxplots zeigen jeweils den Median der Differenzen der zeitbezogenen Parameter SDNN (a), RMSSD (b), PNN50 (c), sowie der frequenzbezogenen Parameter Low Frequency (d), High Frequency (e) und des LF/HF-Quotienten (f).....	33
Abbildung 14: Median der Differenzen der Messungen vor und nach der einzelnen Therapieeinheiten des Stressindex dargestellt in einem Boxplot.	34
Abbildung 15: Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der HRV-Parameter. Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Der Fehler 1. Art wurde vorab auf 0,05 festgelegt.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Normwerte von Standardmessungen der Herzratenvariabilität (aus Task Force Task of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology [30])	14
Tabelle 2: Darstellung der personenbeschreibenden Merkmale.	20
Tabelle 3: Deskriptive Statistik der HRV Parameter vor der ersten Therapieeinheit	22
Tabelle 4: Angaben zu den Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität.....	23
Tabelle 5: Korrelationen der Stressvariablen des subjektiven Empfindens.	36
Tabelle 6: Korrelationen der Stressvariablen und des HRV-Parameters Stressindex	37
Tabelle 7: Korrelationen der Stressvariablen und des HRV-Parameters LF/HF-Quotient.....	37
Tabelle 8: Korrelationen der HRV-Parameter mit pNN50	38
Tabelle 9: Korrelationen der HRV-Parameter mit RMSSD	38
Tabelle 10: Korrelationen der HRV-Parameter mit LF	39
Tabelle 11: Korrelationen der HRV-Parameter mit dem LF/HF-Quotient	39

Abkürzungsverzeichnis

HRV	Herzratenvariabilität (Heart Rate Variability)
SDNN	Standardabweichung aller RR-Intervalle
RMSSD	Quadratwurzel des quadratischen Mittelwerte der Summe aller Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen (ms)
pNN50	Prozentsatz benachbarter RR-Intervalle, die sich mehr als 50 ms unterscheiden
SI	Stressindex
LF	Low Frequency im Leistungsdichtespektrum von (>0,04 -0,15Hz)
HF	High Frequency im Leistungsdichtespektrum von (0,15-0,4 Hz)
BMI	Body Mass Index
MW	Mittelwert
SD	Standardabweichung
N	Anzahl

1. Einleitung

Es gibt kaum ein Bereich im alltäglichen Leben der nicht mit dem Begriff „Stress“ assoziiert wird. Egal welche Altersgruppen, ob im Kindergarten, in der Schule oder bei der Arbeit, es scheint so als ob Stress die Welt regiert. Auf die Frage nach dem persönlichen Befinden gehören „Ich bin im Stress“ und „Ich bin gestresst“ zu den häufigsten Antworten. [1] Stress gewinnt immer mehr Aufmerksamkeit in unserer Gesellschaft und wird oft als Auslöser verschiedener psychischer Erkrankungen wie Burn-Out oder Depressionen dargestellt. Vor allem aber ist der Arbeitsdruck ein ausschlaggebender Faktor für Stress. So ist es heutzutage kaum noch möglich im Arbeitsalltag in den Pausen abzuschalten oder nach Feierabend den Kopf frei zu bekommen. Der Mensch ist per Handy überall zu erreichen und bekommt E-Mails im Minutentakt. Das Thema Gesundheit wird in dem Buch „Der Gesundarbeiter“ als ein Erfolgsfaktor für Unternehmen dargestellt, der die Arbeitswelt verändern soll. [2] Diese Literatur war auch ein Anstoß für die gleichnamige Studie. Ziel des Projekts war es eine Stressreduzierung im Arbeitsalltag und somit eine höhere Leistungskraft des Einzelnen zu erzielen. Um eine stressreduzierende Wirkung zu erreichen, wurde ein audio-visuelles Entspannungssystem, entwickelt von der Firma BrainLight, angewandt.

Die Vorliegende Arbeit soll Aufschluss darüber geben ob das audio-visuelle Entspannungssystem eine stressabbauende Wirkung zeigt. Hierfür wurden die physiologische Messdaten und die auf psychologischer Ebene erhobenen Daten analysiert und miteinander verglichen. Eine weitere Fragestellung dieser Arbeit ist, ob ein Zusammenhang zwischen dem subjektiv empfundenen Stresslevel, verschiedenen persönlichen Befindungen und den physiologisch erhobenen Daten, die den Einfluss des autonomen Nervensystems wiedergeben, besteht.

2. Theoretische Grundlagen

2.1 Stress im Arbeitsalltag

Der Begriff „Stress“ wurde erstmals von dem Biochemiker Hans Selye in Zusammenhang mit der Psychologie und Medizin gebracht. Ursprünglich bedeutete der, aus dem Englischen stammende, Begriff „stress“ das Testen von Metall und Glas auf ihre Belastbarkeit. Selye definiert Stress als eine Reaktion des Körpers, der durch verschiedene Reize ausgelöst wird. Diese werden auch als Stressoren bezeichnet und können sich sowohl negativ als auch positiv auf das Wohlbefinden auswirken. Generell unterscheidet man drei Arten von Stressoren - physische, psychische und soziale. Physische Stressoren entsprechen Reizen die von der Umgebung wie beispielsweise Lärm, Hitze und Kälte ausgelöst werden. Zu den psychischen Stressoren zählen Versagensängste und Kontrollverlust, die sich in einer Aktivierungsreaktion des Organismus in Form von Stress äußern. Soziale Stressoren treten unter anderem in Form von Mobbing, Verlust von vertrauten Menschen und Konflikten auf. [3]

Der Begriff Stress bildet einen bedeutsamen Aspekt in unserer Gesellschaft und ist kaum wegzudenken. Die Verbreitung macht sich in fast allen Lebenslagen bemerkbar, vor allem aber wird er auch häufig in Zusammenhang mit Gesundheit gestellt und kann als Leistungs-, Beziehungs- und Freizeitstress assoziiert werden. Es ist bekannt, dass Stress zu einer der häufigsten gesundheitlichen Risikofaktoren gehört, vor allem aber Auslöser koronarer Herzerkrankungen, Depressionen und Burn-out ist. [1] Aber gerade unsere Gesundheit ist für unser Wohlbefinden ein wichtiger Aspekt und ausschlaggebend für die Leistungen die wir im Alltag erbringen können. Die Arbeit nimmt einem großen Anteil unseres Tagesablaufs ein und somit unseres Lebens. Gerade dann ist es wichtig, dass die Gesundheit, körperliche und geistige Fitness sowie das Wohlbefinden uns die Möglichkeiten schaffen unsere bestmögliche Leistung zu bringen. In dem Buch „der Gesundarbeiter“ zitieren Gänslar und Bröske den Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Dr. Bullinger, dass sich fast jeder zweite mit psychischen Erkrankungen unterschiedlichster Art konfrontiert sieht. Dies beginnt mit andauerndem Stress und kann sich bis hin zur Depression oder zum Burn-out weiterentwickeln. [2] Dennoch benötigen wir Stress um nicht in einen Leistungsabfall zu geraten. In der Arbeitswelt treffen wir auf viele Einflussfaktoren, die in uns eine Stressreaktion auslösen können. Angefangen bei organisatorischen Belastungen wie Daueraufmerksamkeit,

Arbeitstempo und Überstunden bis hin zu physische Belastungen. Aber auch soziale Belastungen, welche sich in Form von Mobbing, unfaire Behandlung und Konflikten mit Arbeitskollegen äußern, führen zu Stress. Psychischen Belastungen wie Angst, Arbeitsplatzunsicherheit oder fehlende Entspannung und Erholung bilden weitere Stressoren des Arbeitsalltags. [3, 4]

Die Stressreaktionen lassen sich in fünf Ebenen aufteilen, in die kognitive und emotionale Ebene, vegetativ-hormonelles und muskuläres System und Verhalten. In dieser Studie spielen vor allem die Stressreaktionen der kognitiven und emotionalen Ebene eine wichtige Rolle. Während die kognitive Ebene die geistigen Vorgänge wie Denk- und Wahrnehmungsprozesse beinhaltet, schließt die emotionale Ebene Gefühle und Befindlichkeit mit ein. Steht eine Person im Arbeitsalltag unter Stress kann sich dies als kognitive Reaktion in Form von Leere im Kopf, einer Denkblockade oder Gedankenkreisen äußern. Dies bedeutet bei zu viel Stress eine Abnahme der Konzentration und Aufmerksamkeit. [1]

Die Veröffentlichung einer Studie, durchgeführt von der American Psychological Association (APA), zum Thema Stress zeigt, dass zu den meist verbreiteten Stressreaktionen folgende gehören: [5]

- Nervosität, Reizbarkeit und Wut
- Schlafstörungen
- fehlende Motivation und Energie
- Kopfschmerzen
- depressive Stimmung
- Erschöpfung

2.2 Die Physiologie der Herzratenvariabilität

Die Arbeitsleistung des Herzens wird vom Parasympathikus und dem Sympathikus gesteuert. Diese sind Bestandteile des autonomen, vegetativen Nervensystems, welches alle Prozesse im Körperinneren bei Belastung des Organismus anpasst. [6]

Parasympathikus und Sympathikus sind Gegenspieler, die aufeinander angewiesen sind und zusammenwirken. Dies bedeutet, dass es bei einer vegetativen Regulation einer Organfunktion zur Aktivierung des Sympathikus und gleichzeitiger Inaktivierung des Parasympathikus kommt (und umgekehrt). Eine erhöhte Aktivität der sympathischen Nervenfasern des Herzens führt zur Zunahme der Herzfrequenz,

gleichzeitig führt dies zur Abnahme der Aktivität der parasympathischen Nervenfasern. [7] Eine wichtige Funktion bei der Analyse der sympathischen und parasympathischen Regulation des Herzens stellt die Herzratenvariabilität (HRV) dar. Die Herzratenvariabilität ist definiert als das Ausmaß der Schwankungen des Sinusrhythmus um den Mittelwert [8] und ist eine Messgröße der autonomen Funktionen des Herzens und der neurovegetativen Aktivitäten. Sie beschreibt den zeitlichen Abstand zwischen zwei einzelnen Herzschlägen, welche im EKG durch den Abstand zweier R-Zacken gegeben ist. Dieser R-Zackenabstand wird auch als RR-Intervall oder NN-Intervall (Abstand zweier Herzschläge – normal to normal) bezeichnet (Abb.1). [8] Die Abstände von Herzschlag zu Herzschlag sind belastungsabhängig und können sich je nach Anforderung des menschlichen Organismus an innere und äußere Belastungsfaktoren anpassen. [9, 10] Zu einer Verminderung der HRV kommt es bei einer erhöhten sympathischen Aktivität, anders bei Überwiegen des Parasympathikus, hier liegt eine erhöhte HRV vor. Eine hohe HRV ist ein Zeichen für die erhaltene Adaptionfähigkeit des autonomen Nervensystems. [8] Je nach Anforderung kommt es zu einer Anpassungsreaktion in Form von kleineren und größeren Variationen in der Herzschlagfolge. [11]

Die HRV ist ein sehr individueller Wert der von verschiedenen Faktoren wie Geschlecht, Alter und Trainingszustand beeinflusst werden kann. [12, 13, 14, 15, 16, 17] Zu weiteren Einflussfaktoren zählen die Einnahme von bestimmten Medikamenten und Genussmittel wie Alkohol und Nikotin, Schlafstörungen, Erschöpfung, akute Infekte und chronische Krankheiten. [17, 18, 19] Allgemein gefasst gilt: je ausgeruhter und entspannter der Organismus ist, desto größer wird die Unregelmäßigkeit und die Variabilität des Herzens. [10, 11, 20]

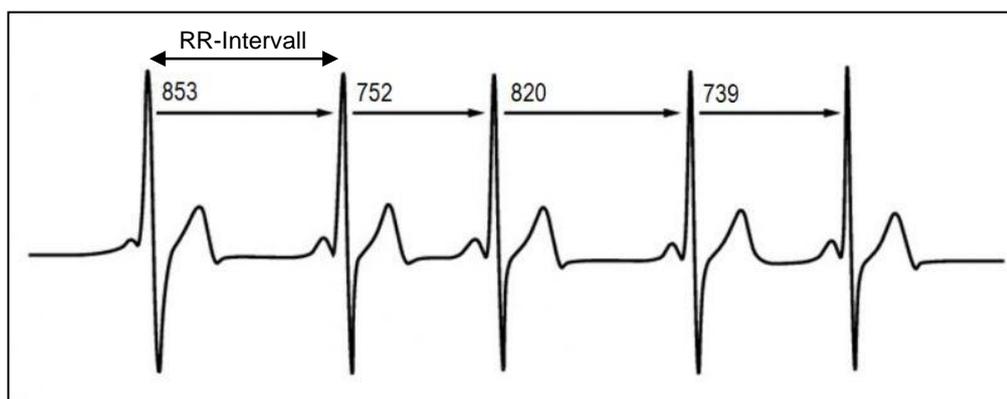


Abbildung 1: Darstellung eines EKGs mit unterschiedlich großen RR-Intervallen. Quelle: http://www.klinik-sgm.ch/tl_files/images/RR.jpg

2.3 Parameter der Herzratenvariabilität

Anhand der gemessenen Rohdaten können verschiedene Parameter berechnet werden. Generell unterscheidet man zwei Arten zur Berechnung der HRV-Parameter die Zeitbereich- (time domain) und die Frequenzbereich- (frequency domain) Analyse. [21]

Verschieden Studien in Bezug auf Stress haben gezeigt, dass vor allem die Parameter RMSSD, pNN50 und SDNN der Zeitbereich-Analyse und die Parameter der niedrige (LF) und der hohe Frequenzbereich (HF) der Spektralanalyse sowie der LF/HF-Quotient (LF/HF-Ratio) geeignete Parameter zur Stressbestimmung sind. Es konnte in einer erhöhten Stressphase ein niedriger RMSSD Wert nachgewiesen werden [22, 23, 24], aber auch niedrige SDNN, pNN50 und HF Werte. [24, 25, 26] Im Gegensatz haben sich ein Anstieg der LF-Komponente und ein höhere LF/HF-Quotient in einer Stresssituation ergeben. [23, 25, 26]

Neben den Zeitbereich- und Frequenzbereich-Parametern stellt auch der Stressindex eine wichtige Größe der Stressmessung dar. Personen mit hohem Stressfaktor weisen einen höheren Stressindex auf. Im Vergleich dazu konnte ein geringerer Stressindex bei Personen mit einem weniger hohen Stressfaktor nachgewiesen werde. [24, 27]

2.3.1 Parameter der Zeitbereich-Analyse

Die Parameter der zeitbasierenden Auswertung lassen sich anhand einfacher statistischer Methoden berechnen und gelten als globale Indikationen der autonomen Aktivität. [8] Sie enthalten unter anderem den Mittelwert und die Standardabweichung der gemessenen RR-Intervalle die über eine bestimmte Zeit erhoben wurden. Zu den meist verwendeten zeitbezogenen Parametern gehören mitunter die Standardabweichung aller RR-Intervalle (SDNN), die Quadratwurzel des quadratischen Mittelwerts der Summe aller Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen (RMSSD) sowie der Prozentsatz der Intervalle mit mindestens 50 ms Abweichung vom vorausgehenden Intervall (pNN50). [21, 28, 29, 30]

SDNN ist ein HRV Index, welcher alle langfristigen Komponenten und zirkadianen Rhythmen widerspiegelt. Diese sind für die Variabilität in der aufgezeichneten Zeitspanne verantwortlich. [31] Je höher der Wert des mittleren RR-Intervalls ist, desto niedriger ist die mittlere Herzfrequenz und je höher SDNN als Standardabweichung von RR-Intervall, desto größer ist die Variabilität. Eine hohe

Herzratenvariabilität weist auf ein gutes Zusammenspiel des vegetativen Nervensystems hin und somit auf einen entspannten Organismus. [32]

Zu den meist verbreiteten Parametern, basierend auf den Intervallunterschieden, zählen RMSSD und pNN50. Sie drücken aus, wie stark sich die Herzfrequenz von Schlag zu Schlag ändert. [31, 33]

2.3.2 Parameter der Frequenzbereich-Analyse

Die Auswertung der Parameter des Frequenzbereiches basiert auf einer Spektralanalyse. Hier findet eine Detektion und Quantifizierung von den regulär wiederkehrenden Komponenten innerhalb der unregelmäßigen Herzaktionen statt. [8] Es gibt parametrische und nichtparametrische Methoden zur Berechnung der Powerspektralanalyse, wobei die nichtparametrische Methode die schnellere und einfachere Variante ist. Die Berechnung wird mittels definierten Frequenzspektren durchgeführt, welche anhand der Fast Fourier Transformation (FFT) aus den RR-Abständen ermittelt werden. [30, 31] Bei einer Kurzzeit-Aufzeichnung werden die spektrale Power insgesamt (total power) und drei weitere Frequenzbereiche charakterisiert – angegeben als Frequenzbänder VLF (very low frequency), LF (low frequency) und HF (high frequency). Die Gewichtung der drei Frequenzabschnitte sowie der zentralen Frequenz basiert auf dem Einfluss des autonomen Nervensystems. [8, 30, 31]

Die HF-Komponente mit einem Frequenzbereich von 0,15 – 0,4 Hz bildet einen Indikator des Parasympathikus und stellt die respiratorischen Sinusarrhythmien dar. Das Maximum der HF-Komponente variiert mit der Atemfrequenz. Kommt es zur Aktivierung des Parasympathikus nimmt der Frequenzanteil des High Frequency Spektrums zu. [8, 30]

Die LF-Komponente mit einem Frequenzbereich von 0,04 – 0,15 Hz spiegelt sowohl die parasympathische als auch sympathische Modulation wider. So kommt es bei einer Blockade der sympathischen Efferenzen zu einer Reduktion des Frequenzanteils des Low Frequency Spektrums, während eine Aktivierung des sympathischen Nervensystems zum Anstieg der LF-Komponente führt. [8, 30]

Der LF/HF-Quotient beschreibt die sympathovagale Balance, also das Zusammenwirken des Sympathikus und Parasympathikus. Er gibt das Verhältnis des niedrigen Frequenzbereichs zu dem des hohen Frequenzbereichs an. Bei einem gesunden, normalen Erwachsenen liegt der Quotient im Ruhezustand

zwischen 1 und 2. [31, 33] Erhöhte Werte deuten auf eine Zunahme der sympathischen Aktivität hin. Ein niedriger Quotient bedeutet ein Überwiegen des Parasympathikus. [32]

Tabelle 1 zeigt die Normwerte der stressbezogenen HRV-Parameter gegeben von der Task Force Task of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Die zeitbezogene Parameter wurden mit Hilfe der Langzeit-Messung (24 h) analysiert und die frequenzbezogenen Parameter basieren auf der Kurzzeit-Messung (5 min). [30]

Tabelle 1: Normwerte von Standardmessungen der Herzratenvariabilität (aus Task Force Task of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology [30])

Variable	Normwert	Einheit
Zeitbezogene Analyse mittels einer 24 h-Messung		
SDNN	141 ± 39	ms
RMSSD	27 ± 12	ms
Frequenzbezogene Analyse mittels der Kurzzeit-Messung (5 min)		
LF	1170 ± 416	ms ²
HF	975 ± 203	ms ²
LF/HF-Quotient	1,5 – 2,0	

2.3.3 Stressindex

Der sogenannte Anspannungs- bzw. Stressindex der Regulationssysteme (SI) stellt einen weiteren HRV-Parameter dar (Formel 1). Dieser wurde im Rahmen der russischen Weltraummedizin von Prof. Baevsky etabliert. Der Stressindex reagiert sensitiv auf Verschiebungen des vegetativen Gleichgewichts des autonomen Nervensystems und findet aufgrund seiner Empfindlichkeit eine zunehmende Verwendung um Veränderungen im Organismus über die Zeit zu registrieren. [33, 34]

$$SI = \frac{n_D}{(2 \cdot D) \cdot (\text{Max}_{RR} - \text{Min}_{RR})} \quad (1)$$

Der Stressindex ist letztendlich eine mathematische Beschreibung des RR-Histogramms. [33] Das Dichtemittel (D) stellt den am häufigsten vorkommenden Wert des RR-Intervalls dar. (Abb.2) Die Häufigkeit (n_D) bildet die Anzahl der dem Modalwert entsprechenden RR-Intervalle aller Messwerte. Die Differenzen zwischen den maximalen und minimalen Werten der RR-Intervalle gibt die Variabilitätsbreite ($Max_{RR} - Min_{RR}$) an. [34]

Wie alle anderen HRV-Parameter lässt sich der Stressindex von verschiedenen Faktoren beeinflussen. So kann beispielsweise eine langjährige Diabetes ohne vorliegen einer Stressbelastung eine hohen Stressindex anzeigen. [33]

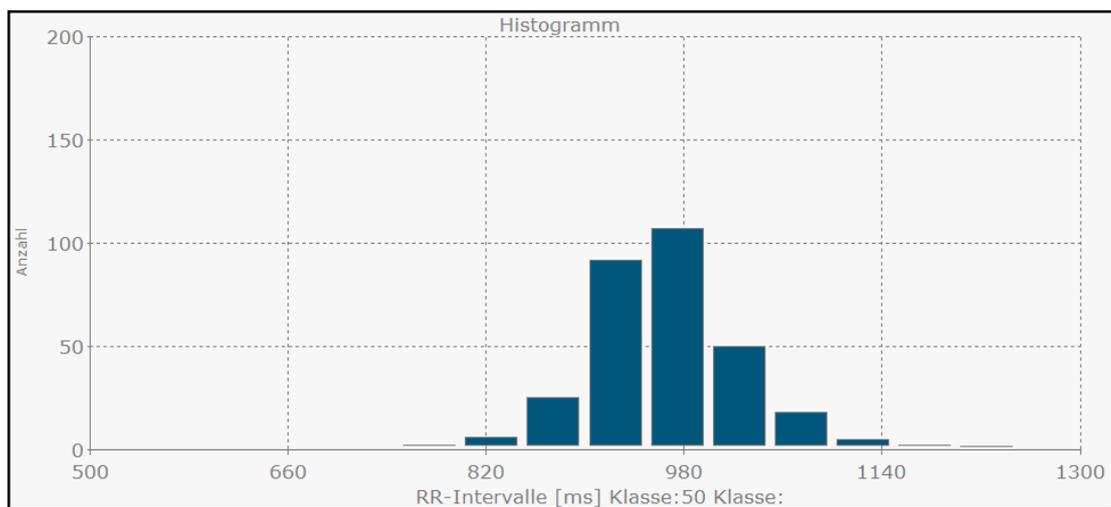


Abbildung 2: Histogramm HRV-Scanner; Das RR-Histogramm gibt die Anzahl der RR-Intervalle und deren Streuung an. Der Stressindex beschreibt das Verhältnis der Höhe (Anzahl) zur Breite des Histogramms. Geringe Anzahl und hohe Streuung weisen auf eine gute HRV hin. [35] Quelle: Pilotstudie der Gesundarbeiter

3. Methodik

Im folgenden Abschnitt wird auf den Aufbau, die verwendete Methodik und die statistische Auswertung der Studie „Die Gesundarbeiter“ eingegangen. Zunächst soll ein Überblick über das Studiendesign gegeben werden. Im zweiten Abschnitt werden die Messmethoden zur Bestimmung des Stresslevel vorgestellt. Es wurden zwei verschiedene Methoden angewandt, die physiologische Datenerhebung mittels eines HRV-Biofeedbacksystems und auf psychologischer Ebene die Beurteilung des subjektiven Empfindens anhand eines Fragebogens. Im dritten Teil wird auf die statistische Datenauswertung eingegangen, welche mit Hilfe von SPSS durchgeführt wurde.

3.1 Die Gesundarbeiter-Studie

In einer Kooperation bestehend aus der Schwenninger Krankenkasse, der Firma BrainLight GmbH, der studentischen Unternehmensberatung IB Consulting der Hochschule Furtwangen und Prof. Kohl von der Hochschule Furtwangen wurde eine wissenschaftliche Studie zur objektiven Messung von Stress entworfen. Die Durchführung der Studie übernahm eine Gruppe von Studierenden der Hochschule Furtwangen. Nach einer Fallzahlplanung, welche auf einer zuvor durchgeführten Pilotstudie basierte, wurden insgesamt 34 Probanden für die Studie eingeschlossen. [36] Davon sind 7 Probanden vorzeitig ausgeschieden. Neben gesundheitlichen Gründen wie Kreislaufbeschwerden, Übelkeit, Schwindel, Wadenschmerzen und Venenentzündung nach den Therapieeinheiten, führten zeitliche und private Gründe zum Abbruch. Die Probanden kamen aus unterschiedlichen Arbeitsbereichen. Um alle Einflüsse auf den Stresslevel der Probanden berücksichtigen zu können, wurde von jedem ein Anamnese-Bogen ausgefüllt. (Anhang 1) Dieser gibt Auskunft über das Arbeits- und Lebensumfeld sowie Angaben zur Person und deren Gewohnheiten. Die Studie fand in einem Zeitraum von drei Monaten statt. Im November 2011 starteten die Therapieeinheiten mit den jeweiligen Messungen und endeten im Januar 2012. Jeder Proband nahm an 2 - 3 Sitzungen pro Woche teil.

3.1.1 Ablauf der Therapieeinheiten

Probanden mit verschiedenen Tätigkeiten wurden während und nach ihrer Arbeitszeit auf ihren Stresslevel mit Hilfe des HRV-Scanners und einem Fragebogen untersucht. Nachdem vorab der Stresslevel bestimmt wurde, gab es eine Therapieeinheit auf einem BrainLight audio-visuellen Entspannungssystem. Im Rahmen der Studie sollte dieses System auf eine stressreduzierende Wirkung

getestet werden. Das Entspannungssystem besteht aus einem Audioprogramm, einer LED-Brille und einem Massagesessel. Jeder Proband bekam pro Sitzung eine 40 minütige Therapie. Es handelte sich um das Programm Nummer 43 „Stress Abbau“. Ziel der Therapie war es eine Stressreduzierung zu erhalten. Bei jedem Probanden wurden 7-10 Therapieeinheiten durchgeführt. Eine erste Sitzung vor den Therapieeinheiten diente zur Eingewöhnung und bestand aus einem Einführungsprogramm. Um eine Beeinflussung der Messwerte zu vermeiden, sollten die Probanden zwei Stunden vor der Messung nichts Trinken, Essen, Rauchen und keine Medikamente zu sich nehmen.

3.2 Datenerhebung

Um eine Wirkung der visuellen Massagetherapie auf den Stresslevel der einzelnen Probanden zu untersuchen, wurden Messungen mittels des HRV-Scanners durchgeführt. Außerdem füllte jeder Proband pro Sitzung einen Fragebogen zum subjektiven Empfinden aus. Die Messdaten sollen über die physiologischen Veränderungen Auskunft geben. Anhand der Fragebögen soll die Wirkung der Massagetherapie auf das subjektive Empfinden des Einzelnen untersucht werden.

3.2.1 Erhebung der Messdaten

Um Auskunft über die Wirkung des Entspannungssystems zu erhalten, wurden Messungen vor und nach der Therapie durchgeführt. Dadurch soll das Verhalten des Stresslevels nach der Therapie untersucht werden. Die Messungen wurden mit Hilfe eines HRV-Scanners (Firma BioSign) durchgeführt. Das Messgerät ist ein HRV-Biofeedbacksystem zur Bestimmung medizinisch bedeutsamer Parameter wie Herzratenvariabilität, Stressindex, Pulzwellenlatenz und vieler weiterer Parameter. Zur Erhebung der Messdaten wurden ein Ohrclip und zwei Elektrodenklammern jeweils an den Handgelenken des Probanden angebracht. Es wurde jeweils eine Kurzzeit-HRV-Messung bei den Probanden durchgeführt. Diese fand in einer Liegeposition statt und bestand aus einer fünf minütigen EKG-Messung. Um die gemessenen Werte berechnen und auswerten zu können, wurde der Scanner mit einem Computer mit passender Software verbunden.

3.2.2 Fragebogen Subjektives Empfinden

Vor der Behandlung füllte der Proband einen Fragebogen mit Informationen bezüglich Einflussfaktoren auf die Messungen aus. Zu diesen zählen Rauchen, Essen, Trinken oder die Einnahme bestimmter Medikamente. Des Weiteren wurde

nach verschiedenen aktuell empfundenen Zuständen wie Lebensenergie, Leistungsfähigkeit, Schlaf, Gesundheit und Konzentration gefragt. Auch soll der Fragebogen Auskunft über das momentane Stressempfinden vor und nach der Massagetherapie geben. Alle Angaben wurden in Form einer numerischen Ratingskala mit Werten von 0 bis 10 erhoben. Eine Kopie des Bogens zum subjektiven Empfinden ist in dem Anhang als Anlage 2 gegeben.

3.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung der erhobenen Daten wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (IBM SPSS Statistics 21) durchgeführt. Es fand eine Auswertung der zusammengefassten Daten der Fragebögen sowie der HRV-Daten statt.

3.3.1 Auswertung der Daten zum Fragebogen Subjektives Empfinden

Vor einer Auswertung der Daten zum Fragebogen „Subjektives Empfinden“, wurden alle Probanden mit weniger als sieben Sitzungen ausgeschlossen. Auch das Einführungsprogramm Nr. 1 wurde aus der Berechnung herausgenommen.

Um einen Überblick über eingenommene Medikamente, Rauchen, Essen oder Trinken zu schaffen, wurde der prozentuale Anteil je Einflussfaktor bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse sollen Auskunft über einen möglichen Einfluss auf die Ergebnisse geben.

Zur Untersuchung des emotionalen Stressempfindens fand eine Berechnung der Differenzen der Stresslevels je Behandlung statt. Anschließend wurde je Proband ein Median der Differenzen gebildet, um jeweils einen Wert pro Proband zu erhalten. Die Ergebnisse wurden als Boxplot dargestellt. Um einen Vergleich der Daten des subjektiven Empfindens mit denen der HRV-Parameter durchzuführen, wurde die Differenz zwischen dem ersten und dem letzten Tag bei den verschiedenen Zuständen gebildet.

Außerdem wurden die emotionalen Stressvariablen näher untersucht, indem eine Gegenüberstellung in Form von Balkendiagrammen stattfand. Diese sollen einen Vergleich der Angaben am Anfang und Ende der Studie bieten und eine Aussage über den Verlauf der Lebensenergie, Konzentration, Gesundheit, Leistungsfähigkeit, Schlaf und Stresslevel ermöglichen.

Die Angaben wurden anhand der Methode nach dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test geprüft, ob die Differenzen der einzelnen Zustände sowie die Ergebnisse des Stresslevels symmetrisch mit dem Median gleich Null verteilt sind.

3.3.2 Auswertung der HRV-Daten

Wie zuvor beschrieben wurden auch hier die Daten der Probanden mit weniger als sieben Sitzungen und das Einführungsprogramm von den Berechnungen ausgeschlossen. Um einen Überblick der personenbezogenen Merkmale der teilnehmenden Probanden zu erhalten, wurde der Body-Mass-Index (BMI) berechnet und anschließend für das Probandenalter, Gewicht, Körpergröße und dem BMI der Mittelwert ermittelt.

Im nächsten Schritt fand eine nähere Untersuchung der HRV-Parameter statt. Hierfür wurden insbesondere Parameter, die im Zusammenhang mit Stress stehen, untersucht. Dazu gehören RMSSD, SDNN, PNN50, der Stressindex (SI) sowie Low Frequency (LF), High Frequency (HF) und LF/HF-Quotient. Es wurden zunächst die Differenzen (Nachher – Vorher) berechnet und anschließend pro Proband ein Median gebildet. Die Ergebnisse wurden als Boxplots dargestellt.

Mit einem anschließenden Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde geprüft, ob die Ergebnisse signifikant zueinander sind.

3.3.3 Korrelationen der HRV-Parameter und der Daten zum Subjektiven Empfinden

Zuletzt wurden die Ergebnisse der HRV-Parameter und die Angaben der Fragebögen zum subjektiven Empfinden gegenübergestellt, um diese zu vergleichen. Es wurde eine Korrelation aller Daten durchgeführt unter Verwendung der Methode des Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten.

4. Ergebnisse

4.1 Deskriptive Daten der Probanden

Die Datenauswertung zeigt, dass ein größerer Anteil der Probanden Frauen sind. 79,41 % aller Teilnehmer sind weiblich und 20,59% sind männlich. (Abb. 3) Das ergibt bei einer Gesamtanzahl von 34 Probanden 7 männliche und 27 weibliche Teilnehmer an der Studie. Davon sind 7 Probanden ausgeschieden.

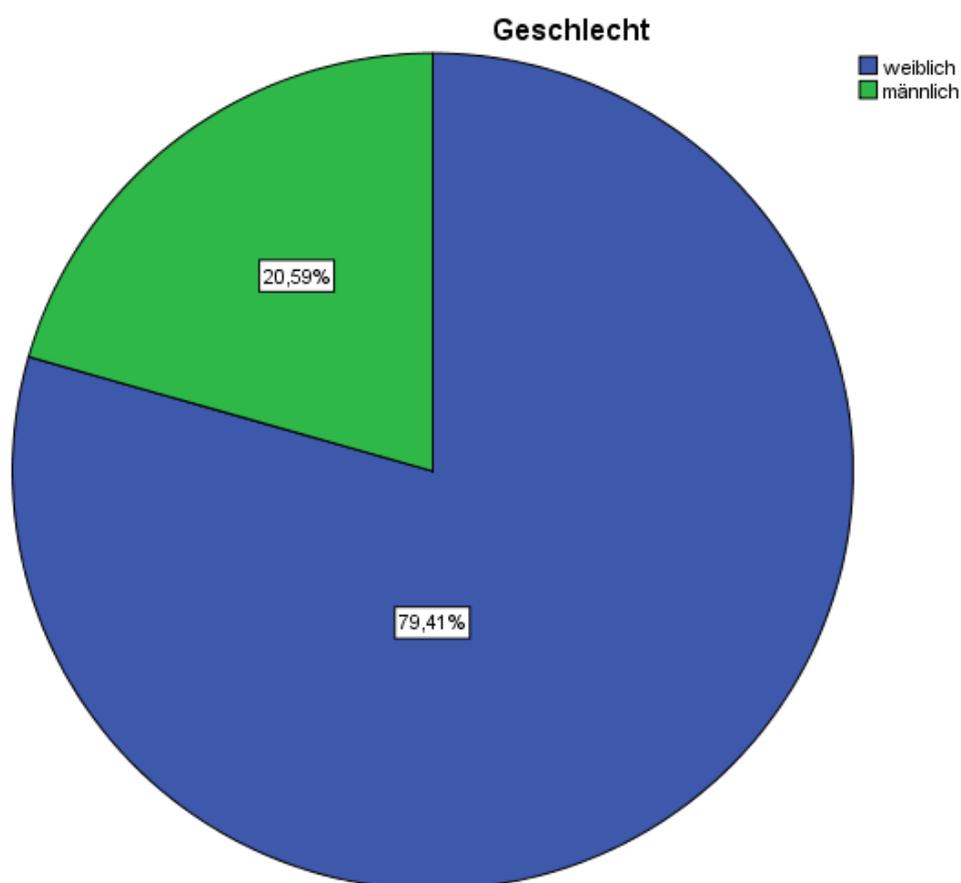


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der männlichen und weiblichen Probanden.

In Tabelle 2 sind personenbezogene Merkmale aufgelistet. Im Durchschnitt ergibt sich ein Gewicht 74,25 Kg und eine Körpergröße von 167,91 cm. Der BMI tendiert mit 26,35 kg/m² zum leichten Übergewicht. Laut der Gewichtsklassifikation der WHO (World Health Organisation) für einen Erwachsenen entspricht: 18,5 bis 25 kg/m²

Normalgewicht, 25 bis 30 kg/m² leichtes Übergewicht und alles >30 kg/m² Adipositas. [37]

Tabelle 2: Darstellung der personenbeschreibenden Merkmale.

	N	Min.	Max.	MW	SD
BMI	34	18	40	26,35	4,41
Gewicht	34	45	103	74,25	12,91
Körpergröße	34	154	185	167,91	8,43
Alter	34	26	56	41,79	9,18
Gültige Werte	34				

Das Durchschnittsalter der Probanden beträgt 41,79 Jahre. In Abbildung 4 ist die Altersverteilung aufgezeigt. Das Alter der Probanden verteilt sich zwischen 26 und 56 Jahren.

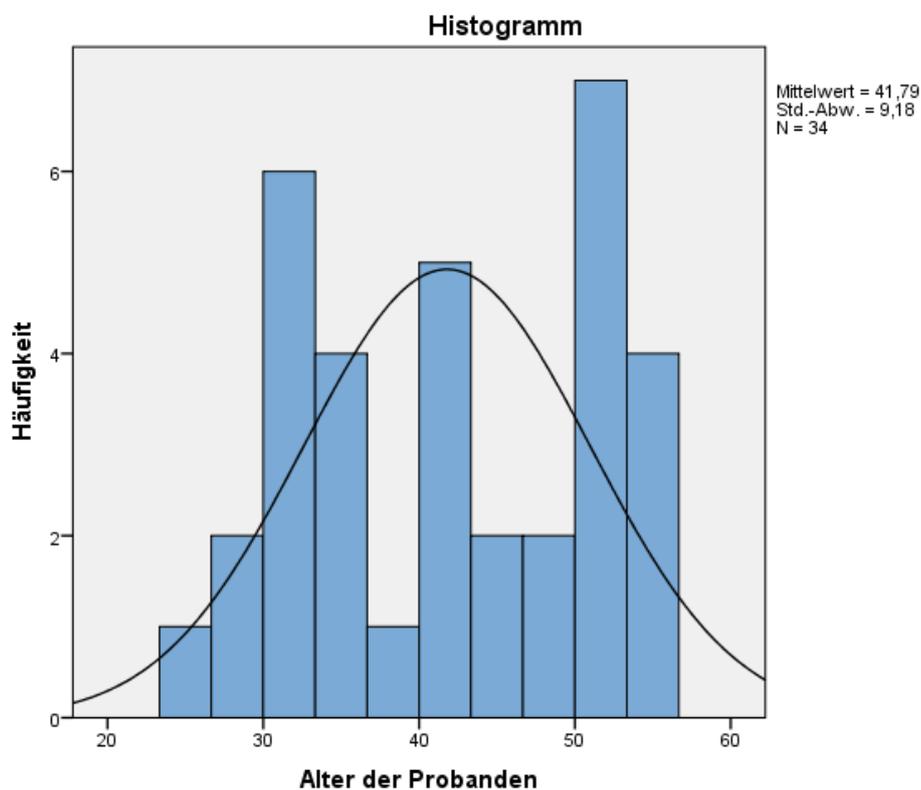


Abbildung 4: Darstellung der Altersverteilung der Probanden. Das Durchschnittsalter beträgt 41,79 Jahre

In Tabelle 3 sind der Mittelwert sowie die Standardabweichung der Daten vor der ersten Therapieeinheit aufgeführt. Ein Vergleich der Werte mit den in Kapitel 2.3.2 angegebenen Normwerten gestaltet sich für den zeitbezogenen Bereich schwierig. Diese Normwerte beziehen sich auf eine Langzeit-Messung. Da in dieser Studie die Kurzzeit-HRV-Messungen durchgeführt wurden, können die Parameter auf Grund der Länge der EKG-Messung beeinflusst sein. Die Parameter des frequenzbezogenen Bereichs zeigen eine starke Abweichung von den Normwerten. Während die Low Frequency (LF) mit einem Normwert von $1170 \pm 416 \text{ ms}^2$ angegeben ist, zeigt die Auswertung in Tabelle 3 einen Mittelwert von $328,84 \pm 483,66 \text{ ms}^2$. Der Normwert für den Parameters High Frequency (HF) liegt, laut der Task Force of the European Society of Cardiology, bei $975 \pm 203 \text{ ms}^2$ und hier ergibt sich der Mittelwert mit $233,17 \pm 231,48 \text{ ms}^2$ deutlich darunter. Für den LF/HF-Quotienten ist ein Bereich von 1,5 bis 2,0 als Normwert angegeben. Mit einem Quotient von 1,84 liegt der ermittelte Probandenwert der Studie in diesem Bereich.

Tabelle 3: Deskriptive Statistik der HRV Parameter vor der ersten Therapieeinheit

	N	Min.	Max.	MW	SD
SDNN	27	21,84	113,14	46,38	20,06
pNN50	27	,55	60,18	21,11	18,35
RMSSD	27	14,87	109,99	42,76	23,02
Stressindex	27	32,62	565,28	177,11	117,52
HF	27	21,13	901,70	233,17	231,48
LF	27	29,59	2545,59	328,84	483,66
LF/HF-Quotient	27	0,25	6,08	1,84	1,58
Gültige Werte	27				

4.2 Auswertung Einflussfaktoren

Die Herzratenvariabilität kann durch verschiedene Faktoren wie Medikamenteneinnahme, Rauchen, Essen und Trinken beeinflusst werden. In Abbildung 5 wurden diese Einflussfaktoren untersucht, um mögliche Auswirkungen auf die Messdaten zu berücksichtigen. Alle Ja-Angaben hielten sich unter 20 Prozent.

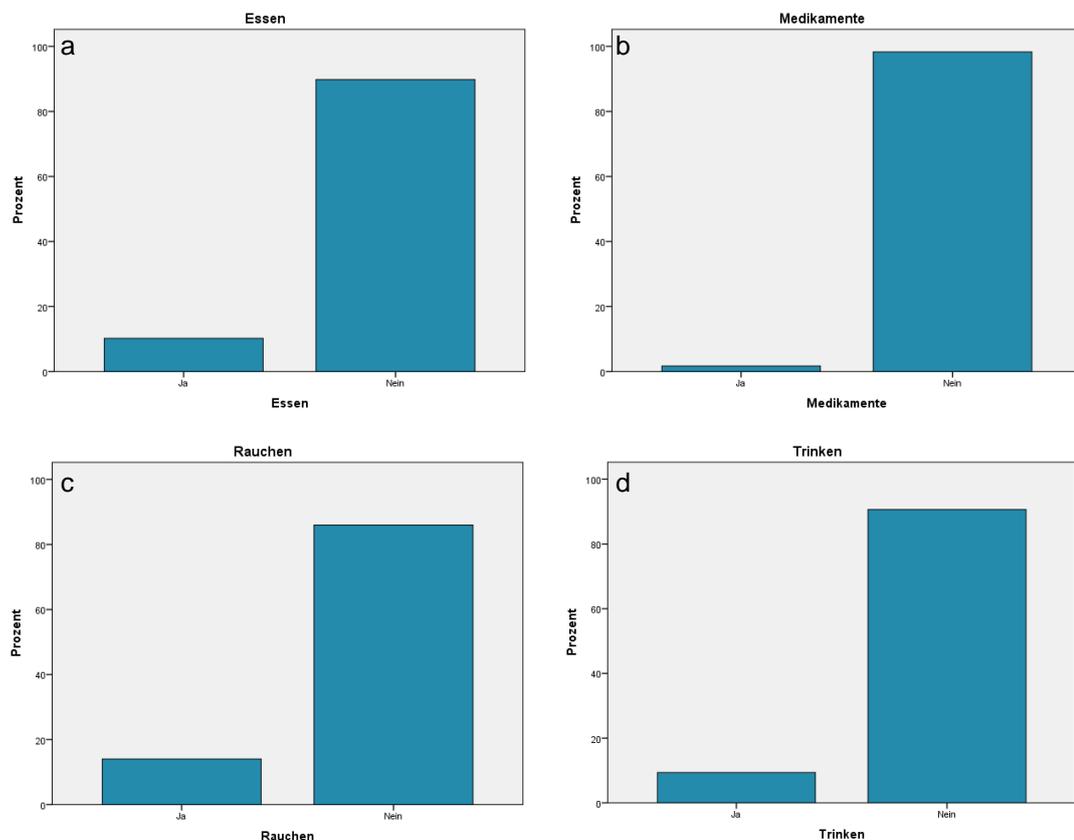


Abbildung 5: Darstellung der einzelnen Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität. Die Diagramme zeigen die prozentuale Verteilung der Ja-Nein-Antworten zum Essen (a), Einnahme von Medikamenten (b), Rauchen (c) und Trinken (d).

Rauchen wurde mit 14 Prozent am Häufigsten mit „Ja“ angegeben. Die Medikamenteneinnahme hält sich mit 1,7 Prozent am niedrigsten. (Tab. 4) Zu den eingenommenen Medikamenten zählten in erster Linie Schmerztabletten, Pantoprazol und Eferox, ein Medikament zur Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen. Da unter anderem Koffein zu einem Einflussfaktor der neurovegetativen Balance gehört [33], sollten die Probanden zwei Stunden vor der

Messung nichts Trinken und Essen. Dennoch haben 10,2 Prozent angegeben gegessen und 9,4 Prozent getrunken zu haben.

Da sich alle Angaben unter 20 Prozent befinden, kann davon ausgegangen werden, dass die Werte hinsichtlich der Auswertung nicht stark beeinflusst wurden. Ob vor allem das Rauchen oder die Einnahme von bestimmten Medikamenten Einfluss auf die Ergebnisse haben, kann so nicht analysiert werden. Diese zählen zu Faktoren, die über eine längere Zeit eingenommen werden und somit genauer betrachtet werden sollten.

Tabelle 4: Angaben zu den Einflussfaktoren auf die Herzratenvariabilität

	Medikamente		Essen		Trinken		Rauchen	
	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%
Ja	4	1,7	24	10,2	22	9,4	33	14
Nein	230	97,9	211	89,8	213	90,6	202	86
Gesamt	234	99,6	235	100	235	100	235	100
Fehlend	1	0,4	-	-	-	-	-	-

4.3 Auswertung subjektives Empfinden

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse zur Auswertung des subjektiven Empfindens aufgeführt. Die Probanden wurden zu verschiedenen Befindungszuständen wie Lebensenergie, Schlaf, Gesundheit, Konzentration, Leistungsfähigkeit und Stresslevel befragt. Die Ergebnisse des Stresslevels sind als Boxplot aufgeführt und sollen Auskunft über das Verhalten der Angaben vorher zu nachher geben. Die Balkendiagramme zeigen eine Gegenüberstellung der Angaben zu den Zuständen vom ersten zum letzten Therapietermin.

4.3.1 Stresslevel

Der Boxplot zeigt den Median der Differenzen der vorher/nachher Angaben des subjektiv empfundenen Stresslevels der Probanden. Es konnte eine 100 %ige Senkung des Stresslevels beobachtet werden. (Abb. 6) Dies bedeutet, dass sich der Einzelne generell nach den Sitzungen entspannter und stressfreier gefühlt hat.

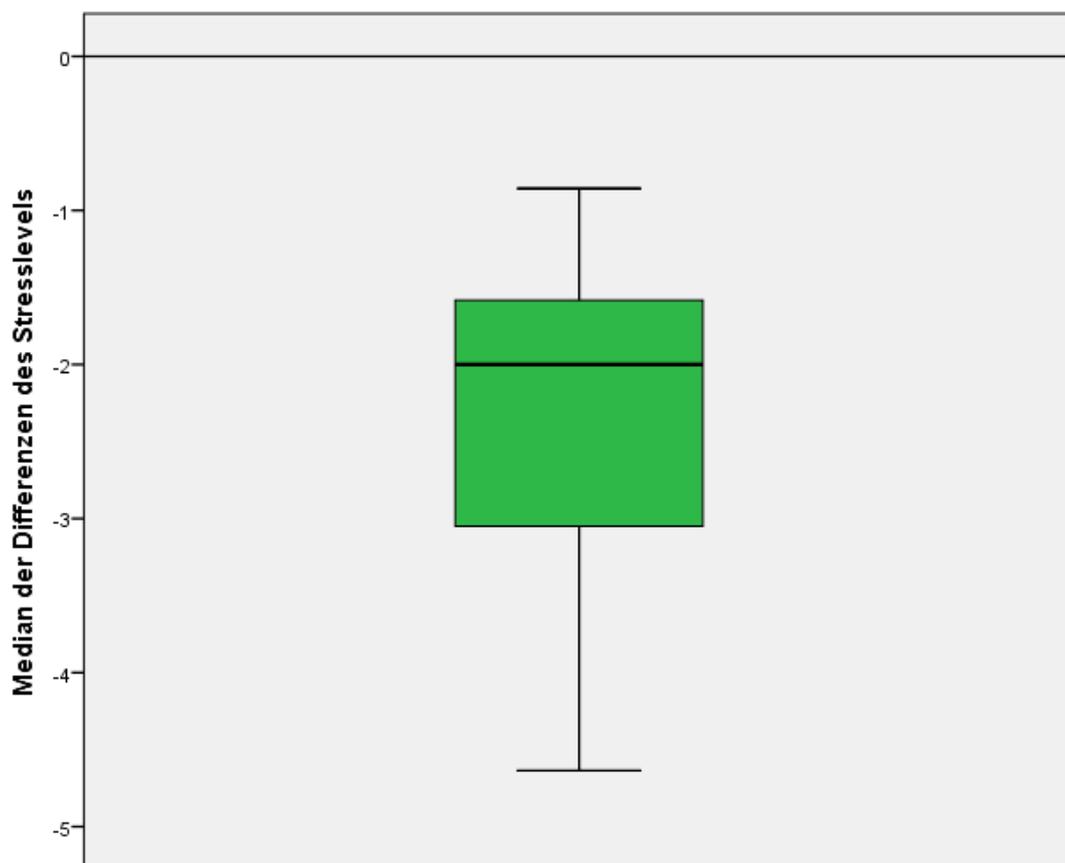


Abbildung 6: Median der Differenzen des Stresslevels vom subjektiven Empfinden. Der Boxplot zeigt eine deutliche Senkung aller angegebenen Werte.

4.3.2 Konzentration

Das Balkendiagramm in Abbildung 7 zeigt eine Gegenüberstellung der Angaben zur Konzentration. Es ist eine deutliche Verschiebung der Balkenverteilung nach rechts zu sehen. Zu Beginn der Studie haben die Probanden geringere Konzentrationswerte angegeben. Die Werte lagen auf der Ratingskala in einem Bereich von 3 bis 7. Das deutet darauf hin, dass die Probanden eine geringe Konzentration aufwiesen. Am Ende der Studie verlagert sich der Schwerpunkt auf den Bereich 6 bis 10. Somit kann davon ausgegangen werden, dass sich die Konzentration der Probanden verbessert hat.

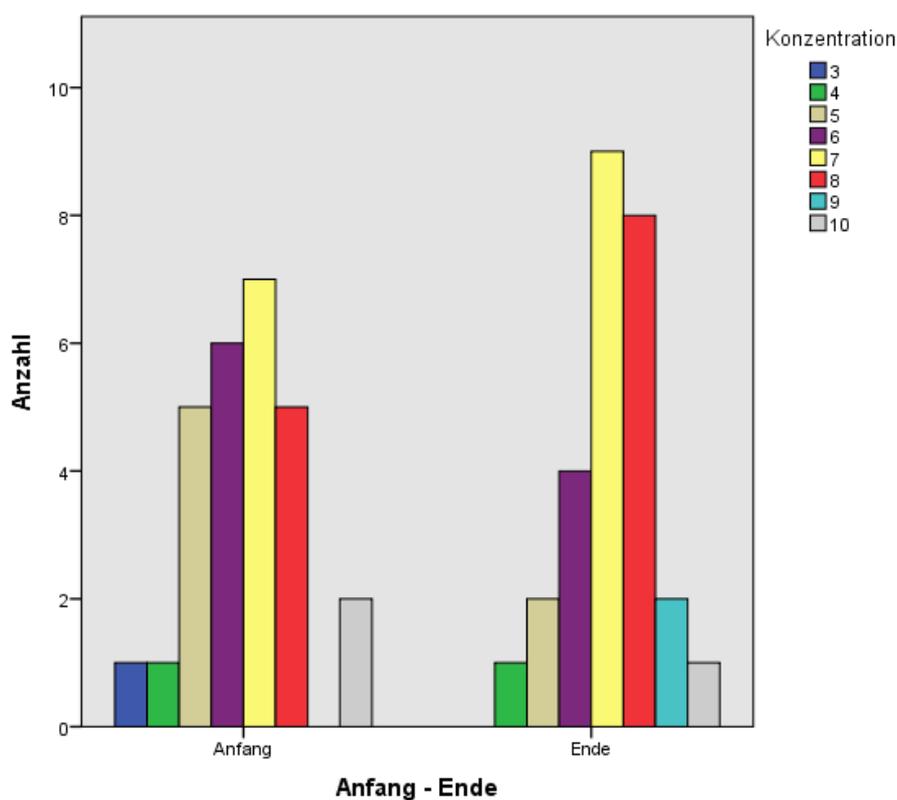


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Konzentrationswerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.

4.3.3 Lebensenergie

Bei der Gegenüberstellung der vorher/nachher Angaben bezüglich der Lebensenergie besteht zu Beginn der Studie eine gleichmäßige Verteilung der Werte. Diese liegen auf der Skala in einem Bereich von 2 bis 10. Es ist ein Schwerpunkt zwischen 5 und 8 zu erkennen. Am Ende der Studie hat sich der Schwerpunkt leicht nach rechts verschoben. Er befindet sich nun in einem Bereich von 6 bis 9. Die niedrigen Werte hingegen sind zurückgegangen wie in Abbildung 8 zu sehen ist. Das Ergebnis zeigt, dass eine Verbesserung der Lebensenergie stattgefunden hat.

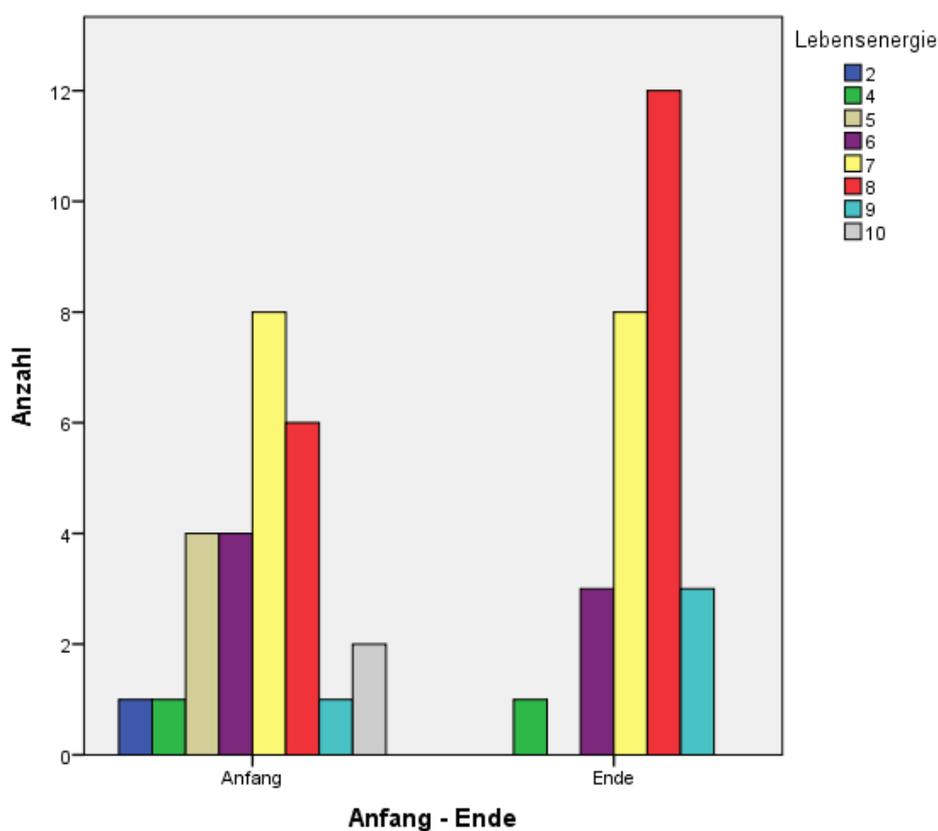


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Lebensenergiewerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.

4.3.4 Gesundheit

Auf den ersten Blick ist kaum eine Verbesserung der Gesundheit vorher gegenüber nachher zu erkennen. Bei genauerem Betrachten der Balkendiagramme, in Abbildung 9, kann eine leichte Verschiebung nach rechts festgestellt werden. Während vor der Behandlung die meisten Probanden den gesundheitlichen Zustand mit 8 angaben, verteilt sich die Masse am Ende über den Bereich von 7 bis 9. Dies weist darauf hin, dass eine geringe Verbesserung des Zustandes empfunden wird. Des Weiteren ist ein Rückgang der niedrigeren Skalenwerte von 1 bis 6 zu erkennen. Generell kann davon ausgegangen werden, dass die Probanden sich nach dem Behandlungszeitraum gesünder fühlen. In Verbindung mit der Lebensenergie gesetzt, kann gesagt werden: je besser und gesünder sich ein Mensch fühlt, umso mehr Lebensenergie hat er. Hat der Mensch eine geringe Lebensenergie, dann ist er ohne Motivation und hat das Gefühl der Abgeschlagenheit, dies hängt auch häufig mit der Gesundheit zusammen.

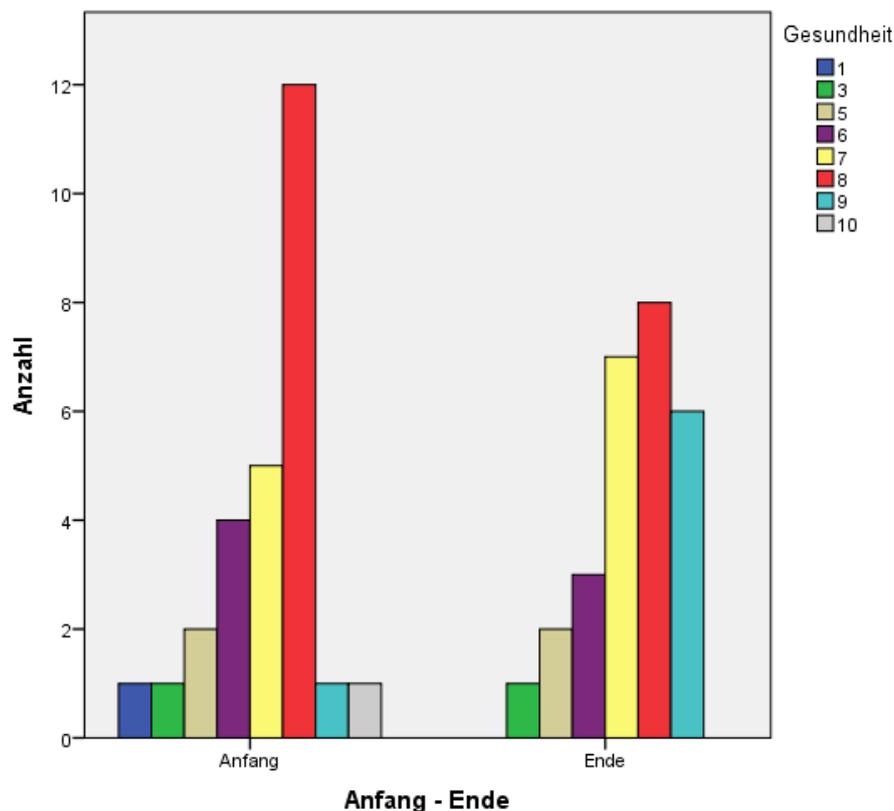


Abbildung 9: Gegenüberstellung der Gesundheitswerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.

4.3.5 Schlaf

Am Anfang der Studie ist die Verteilung der Angaben relativ gleichmäßig, wie es in Abbildung 10 zu sehen ist. Die Werte liegen auf der Ratingskala in einem Bereich von 3 bis 10. Am Ende der Studie zeigt das Balkendiagramm eine leichte Verschiebung in Richtung der höheren Werte und einen Rückgang der niedrigen. Die höheren Werte deuten auf einen guten Schlaf hin. Zusammengefasst fand eine leichte Verbesserung statt, da die Bewertung 3 komplett verschwunden und dafür der Wert 10 angestiegen ist.

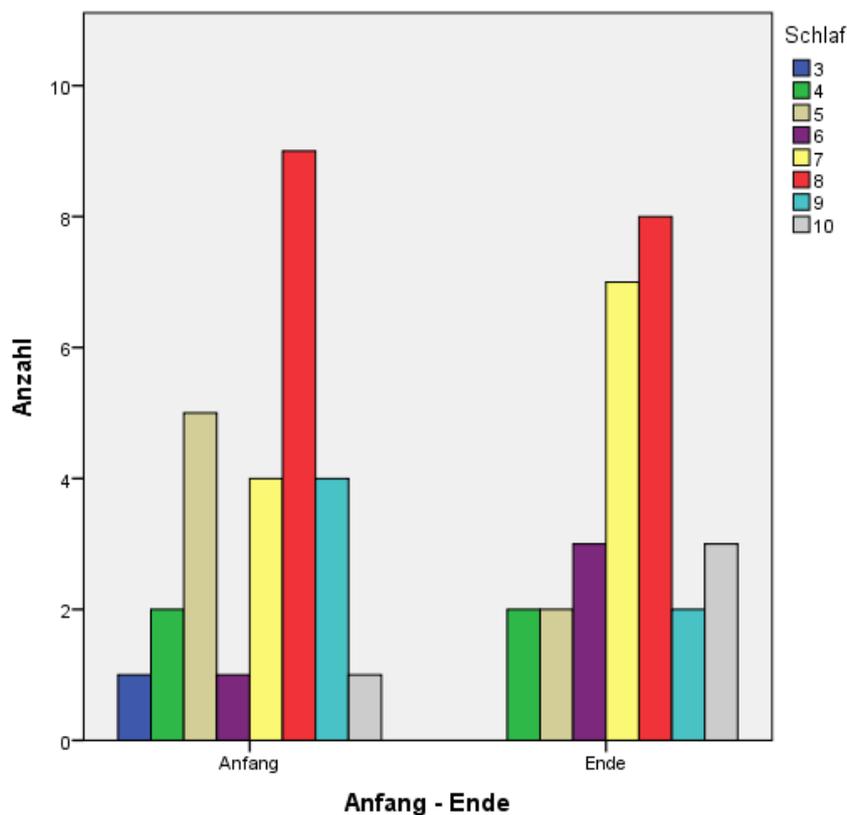


Abbildung 10: Gegenüberstellung der Schlafwerte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.

4.3.6 Leistungsfähigkeit

Die Gegenüberstellung der Angaben zur Leistungsfähigkeit zeigt eine deutliche Verschiebung nach rechts. Am Anfang der Studie lagen die Angaben in einer gleichmäßigen Verteilung im Bereich von 4 bis 10 vor, mit einem Schwerpunkt bei dem Wert 7. (Abb. 11) Zuletzt kann ein Rückgang der niedrigeren Werte festgestellt werden und ein Anstieg der Werte 6 bis 9. Das spricht für eine verbesserte Leistungsfähigkeit.

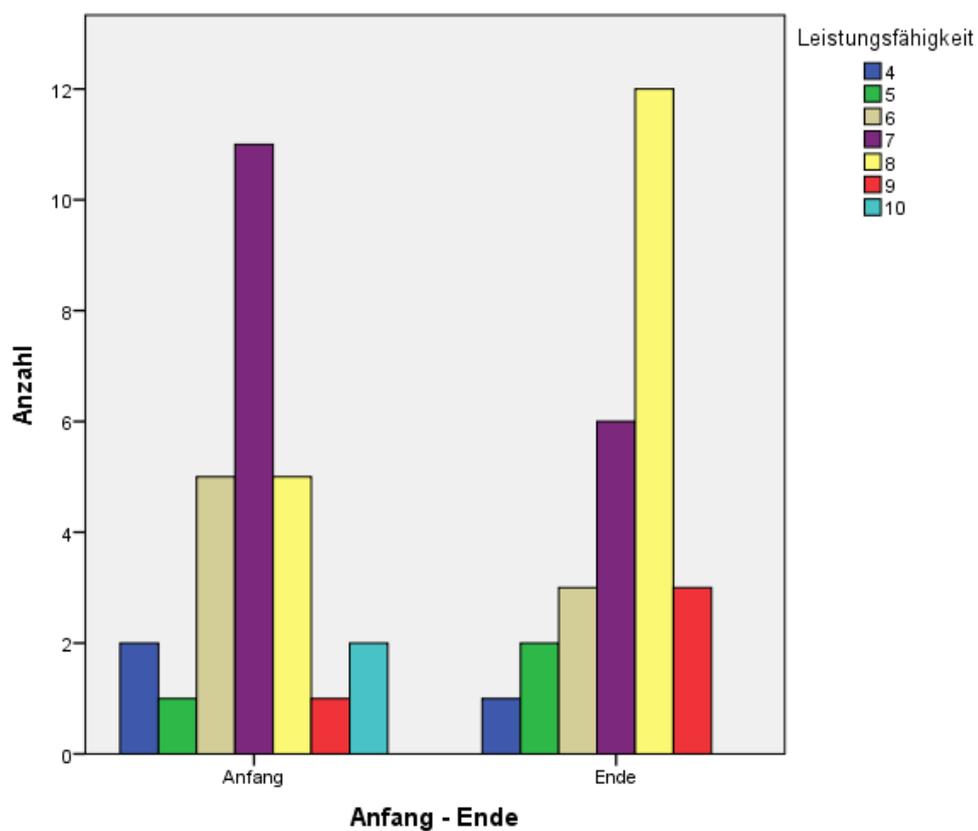


Abbildung 11: Gegenüberstellung der Leistungsfähigkeit Werte von Beginn der Therapieeinheiten zu den Angaben am Ende der Therapieeinheiten.

4.3.7 Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der Daten zum subjektiven Empfinden
 Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test zeigt keine Signifikanz der einzelnen Zustände. (Abb. 12) Ein Grund dafür kann die kurze Dauer der Studie sein. Möglicherweise lässt sich erst Genaueres sagen, wenn eine entsprechende Studie über einen längeren Zeitraum durchgeführt würde bzw. mit mehr Probanden. Der p-Wert (0,000) des Stresslevels ist signifikant. Das heißt, es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Differenzen der Angaben zum empfundenen Stresslevel.

Übersicht über Hypothesentest

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Medianwert von Lebensenergie ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,063	Nullhypothese behalten.
2	Der Medianwert von Konzentration ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,074	Nullhypothese behalten.
3	Der Medianwert von Gesundheit ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,487	Nullhypothese behalten.
4	Der Medianwert von Schlaf ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,390	Nullhypothese behalten.
5	Der Medianwert von Leistungsfähigkeit ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,371	Nullhypothese behalten.
6	Der Medianwert von Stresslevel ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,000	Nullhypothese ablehnen.

Abbildung 12: Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der Daten zum subjektiven Empfinden. Asymptotische Signifikanzanzen werden angezeigt. Der Fehler 1. Art wurde vorab auf 0,05 festgelegt.

4.4 Auswertung der HRV-Parameter

Die Boxplots zeigen den Median der Differenzen der vorher/nachher Messungen je Therapieeinheiten. Grundsätzlich ist eine Steigerung bzw. Senkung der Werte zu erkennen. Anlage 3 zeigt die gesamte Auswertung der einzelnen HRV-Parameter. In diesem Abschnitt werden in erster Linie die stressbezogenen Parameter aufgezeigt und analysiert.

4.4.1 Zeitbezogene und Frequenzbezogene Parameter

In Abbildung 13 a zeigt der Boxplot einen allgemeinen Anstieg aller Werte des Parameters SDNN. Mehr wie 75 % aller Werte waren nach der Therapie erhöht. Dies bedeutet es fand eine Steigerung der Variabilität statt. Eine größere Variabilität deutet auf ein ausgeglichenes Herz hin und somit einen entspannten Organismus.

Eine Steigerung (jeweils ca. 75 % aller Werte) der Parameter RMSSD und PNN50 zeigen die Boxplots der Abbildung 13 b und c. Es liegt eine hohe variable Änderung der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag vor. Je Variabler die Herzfrequenz, umso besser kann sich das Herz anpassen, das heißt umso stressfreier ist der Mensch.

Die frequenzbasierenden Parameter LF und HF liegen mit jeweils mehr wie 75 % aller Werte im positiven Bereich. (Abb. 13 d – e) Das heißt, es fand ein allgemeiner Anstieg der Werte statt. Ein Anstieg der höheren Frequenzen bedeutet eine erhöhte Aktivierung des parasympathischen Nervensystems und somit einer niedrigen Herzfrequenz. Das wiederum weist auf eine hohe HRV hin. Etwas mehr wie 50 % der Werte des LF/HF-Quotienten zeigen einen Anstieg.

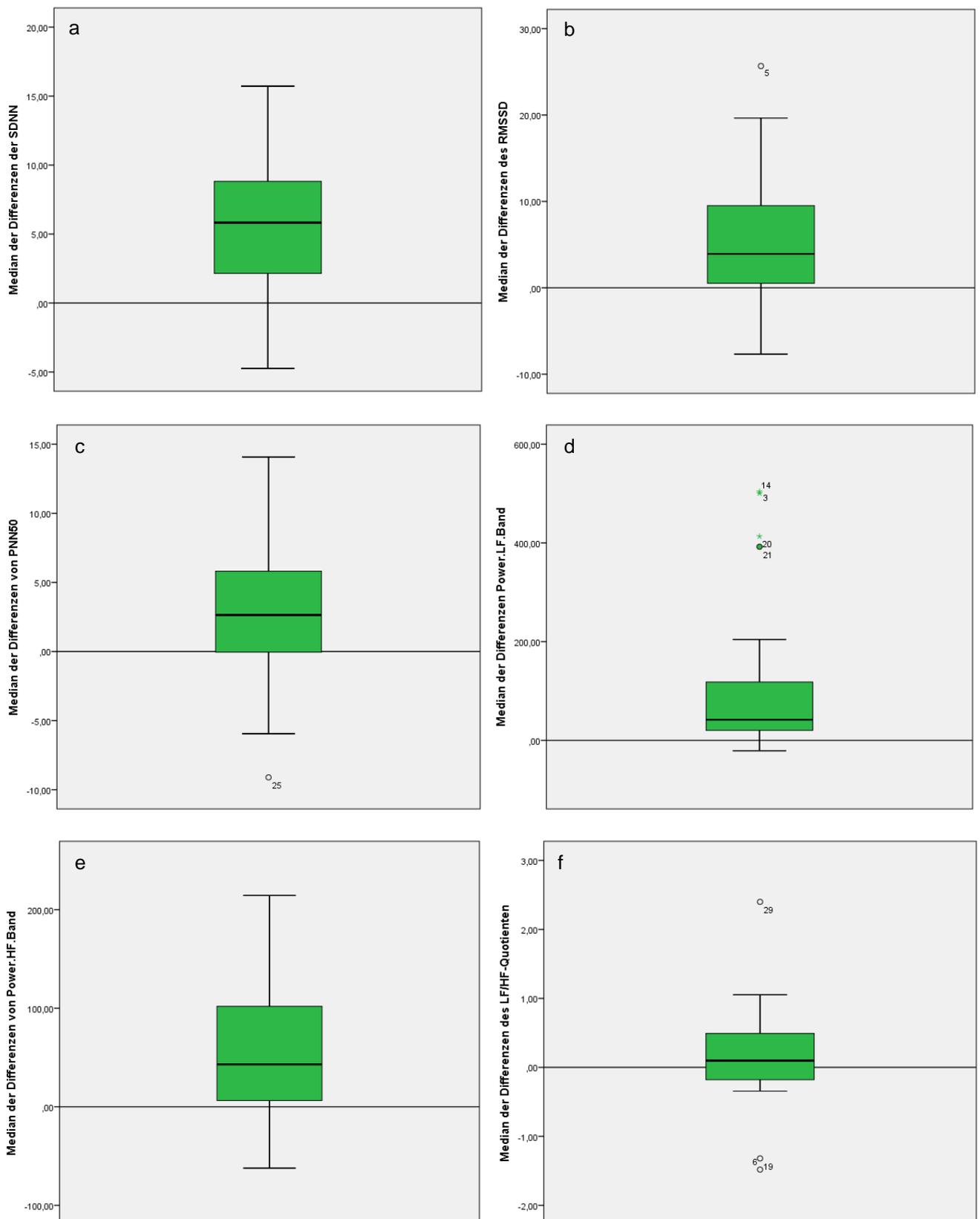


Abbildung 13: Median der Differenzen verschiedener HRV-Parameter vor und nach der einzelnen Therapieeinheiten. Die Boxplots zeigen jeweils den Median der Differenzen der zeitbezogenen Parameter SDNN (a), RMSSD (b), PNN50 (c), sowie der frequenzbezogenen Parameter Low Frequency (d), High Frequency (e) und des LF/HF-Quotienten (f).

4.4.2 Stressindex

In Abbildung 14 wird der Median der Differenzen des Stressindex als Boxplot dargestellt. Anders wie bei den zuvor analysierten HRV-Parameter findet hier eine allgemeine Verminderung der Werte je Therapieeinheit statt. Bei mehr wie 75 % aller Werte konnte ein niedrigerer Stressindex nach den Sitzungen festgestellt werden. Dies deutet auf eine Reduktion des Stressindexes nach den Behandlungen hin. Das heißt, generell fand eine stressreduzierende Wirkung statt.

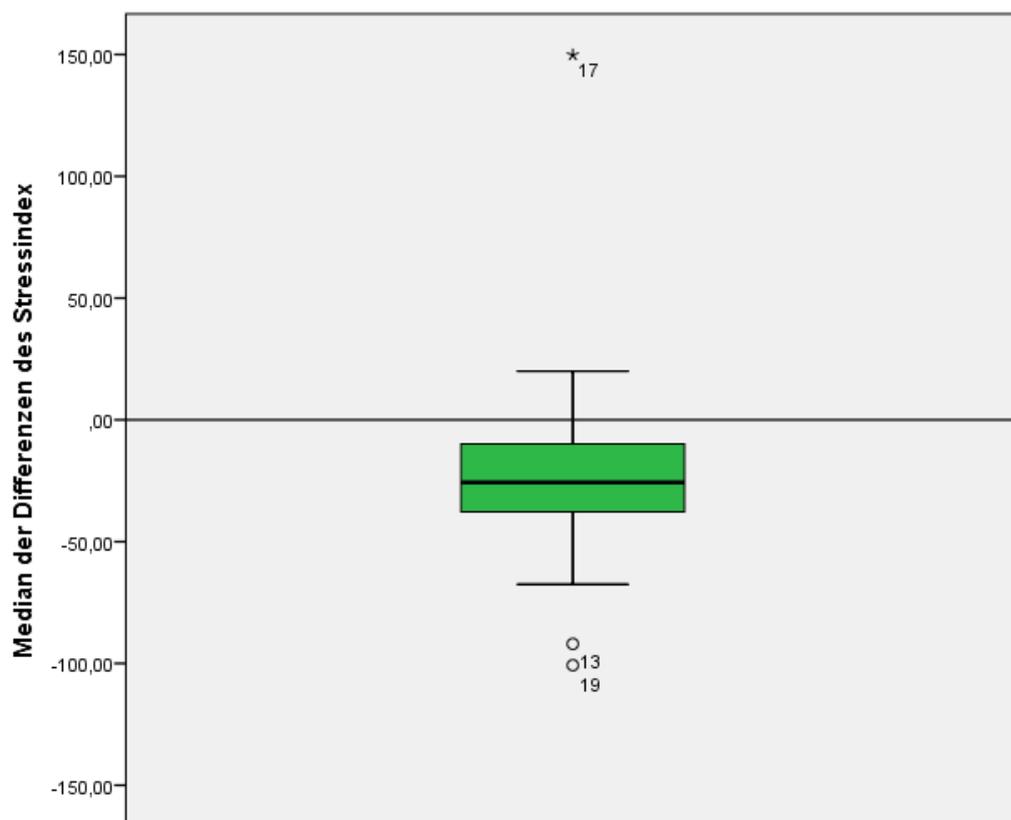


Abbildung 14: Median der Differenzen der Messungen vor und nach der einzelnen Therapieeinheiten des Stressindex dargestellt in einem Boxplot.

4.4.3 Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der HRV-Parameter

Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test zeigt keine Signifikanz des Parameters LF/HF-Quotienten. Für die Parameter Stressindex, RMSSD, pNN50, SDNN, LF und HF konnten signifikante Unterschiede zwischen den Differenzen festgestellt werden. (Abb. 15)

Übersicht über Hypothesentest

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Medianwert von SDNN ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,000	Nullhypothese ablehnen.
2	Der Medianwert von PNN50 ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,006	Nullhypothese ablehnen.
3	Der Medianwert von RMSSD ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,001	Nullhypothese ablehnen.
4	Der Medianwert von Stressindex ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,001	Nullhypothese ablehnen.
5	Der Medianwert von HF ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,000	Nullhypothese ablehnen.
6	Der Medianwert von LF ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,000	Nullhypothese ablehnen.
7	Der Medianwert von LF.HF.Ratio ist gleich 0,000.	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test einer Stichprobe	,126	Nullhypothese behalten.

Abbildung 15: Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test der HRV-Parameter. Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Der Fehler 1. Art wurde vorab auf 0,05 festgelegt.

4.5 Korrelationen der HRV-Parameter und der Daten zum Subjektiven Empfinden

In diesem Abschnitt sind die Korrelationen der HRV-Parameter und der Daten zum subjektiven Empfinden aufgeführt. Es zeigen sich signifikante Korrelationen zwischen den physiologischen und psychologischen Daten. Die gesamte Auswertung der Korrelationen aller stressbezogenen HRV-Parameter und der Daten des subjektiven Empfindens sind in Anlage 4 aufgeführt.

4.5.1 Korrelationen des subjektiven Empfinden

Eine schwache signifikante Korrelation besteht zwischen Gesundheit und den Stressvariablen Schlaf und Lebensenergie. (Tab.5) Dies bedeutet: Fühlt sich ein Proband gesund, hat er tendenziell einen guten Schlaf und mehr Lebensenergie, bzw. umgekehrt: Schläft man gut, so fühlt man sich gesünder.

Tabelle 5: Korrelationen der Stressvariablen des subjektiven Empfindens.

	Gesundheit	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Lebensenergie	,611	,001
Konzentration	,736	,000
Leistungsfähigkeit	,673	,000
Schlaf	,475	,012
Stresslevel	-,125	,533

4.5.2 Korrelationen des Stressindex, des LF/HF-Quotient und der Daten des subjektiven Empfinden

In Tabelle 6 sind der HRV-Parameter Stressindex und die Stressvariablen des subjektiven Empfindens gegenübergestellt. Hier ergeben sich signifikant inverse Korrelationen zwischen dem Parameter Stressindex und einigen Empfindungszuständen. Schwache, aber signifikante Korrelationen ergaben sich zwischen dem Stressindex und der Lebensenergie, der Leistungsfähigkeit sowie der Variabel Schlaf. Die negative Korrelation sagt aus, Personen mit niedrigem Stressindex zeigen tendenziell eine höhere Leistungsfähigkeit, besitzen mehr Lebensenergie und haben einen besseren Schlaf.

Tabelle 6: Korrelationen der Stressvariablen und des HRV-Parameters Stressindex

	Stressindex	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Lebensenergie	-,506	,007
Konzentration	-,324	,099
Gesundheit	-,0,61	,764
Leistungsfähigkeit	-,456	,017
Schlaf	-,488	,010
Stresslevel	,035	,862

Neben den Korrelationen bezüglich des Stressindex fanden sich weitere schwache signifikante Korrelationen zwischen dem HRV-Parameter LF/HF-Quotient und den Variablen des subjektiven Empfindens Schlaf und Konzentration. (Tab. 7) Probanden mit einem niedrigen LF/HF-Quotient haben einen besseren Schlaf und können sich besser konzentrieren.

Tabelle 7: Korrelationen der Stressvariablen und des HRV-Parameters LF/HF-Quotient

	LF/HF-Quotient	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Lebensenergie	-,301	,127
Konzentration	-,446	,020
Gesundheit	-,185	,354
Leistungsfähigkeit	-,267	,178
Schlaf	-,554	,003
Stresslevel	,234	,240

4.5.3 Korrelationen der HRV-Parameter

In Tabelle 8-11 sind die Korrelationen der HRV-Parameter untereinander aufgeführt. Es haben sich mehrere signifikante Korrelationen ergeben. Der Parameter pNN50 zeigt eine hohe signifikante Korrelation zu den Parametern Stressindex (p-Wert 0,030) und dem LF/HF-Quotienten (p-Wert 0,042). (Tab. 8). Es handelt sich um eine negative Korrelation. Das bedeutet, Probanden mit einem hohen pNN50 Wert haben einen geringen Stressindex und LF/HF-Quotienten.

Tabelle 8: Korrelationen der HRV-Parameter mit pNN50

	pNN50	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Stressindex	-,418	,030
SDNN	,630	,000
RMSSD	,845	,000
LF	,251	,206
HF	,727	,000
LF/HF-Quotient	-,394	,042

Eine signifikante inverse Korrelation mit einem p-Wert von 0,032 zeigt sich zwischen dem HRV-Parameter RMSSD und den Parametern Stressindex. (Tab. 9) RMSSD ist mit dem Parameter pNN50 vergleichbar, er gibt Informationen über die Änderungen der Herzfrequenz von Herzschlag zu Herzschlag. Probanden mit einem hohen RMSSD zeigen einen erhöhten Intervallunterschied und einen geringeren Stressindex auf. Mit der LF-Komponente zeigt sich eine weitere signifikante Korrelation mit dem Parameter RMSSD.

Tabelle 9: Korrelationen der HRV-Parameter mit RMSSD

	RMSSD	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Stressindex	-,413	,032
SDNN	,697	,000
pNN50	,845	,000
LF	,453	,018
HF	,776	,000
LF/HF-Quotient	-,357	,067

Wie zuvor beschrieben, ergab sich eine signifikante Korrelation der LF-Komponente mit verschiedenen HRV-Parametern. Es zeigte sich eine Signifikanzen zu den Parametern SDNN und der HF-Komponente mit einem p-Wert von jeweils 0,001 sowie mit einer etwas höheren Signifikanz (p-Wert 0,018) zu dem Parameter RMSSD. (Tab. 10)

Tabelle 10: Korrelationen der HRV-Parameter mit LF

	LF	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Stressindex	-,140	,487
SDNN	,616	,001
RMSSD	,453	,018
pNN50	,251	,206
HF	,608	,001
LF/HF-Quotient	,044	,826

Der LF/HF-Quotient zeigt mit einem p-Wert von 0,052 eine hohe und nahezu signifikante Korrelation zu dem Parameter Stressindex. (Tab. 11) Probanden mit einem hohen Stressindex haben einen höheren LF/HF-Quotient, bzw. Probanden mit einem niedrigen Stressindex einen geringeren LF/HF-Quotient. Wie zuvor beschrieben, ergab sich eine signifikante negative Korrelation zwischen dem LF/HF-Quotient und dem Parameter pNN50. Ein niedriger LF/HF-Quotient bedeutet eine erhöhte Aktivität des Parasympathikus und somit ein entspannter Organismus. Eine weniger gestresste Person zeigt demnach einen geringeren Stressindex auf und einen erhöhten Intervallunterschied der Herzfrequenz.

Tabelle 11: Korrelationen der HRV-Parameter mit dem LF/HF-Quotient

	LF/HF-Quotient	
	Korrelationskoeffizient	Sig. (2-seitig)
Stressindex	,378	,052
SDNN	-,295	,135
RMSSD	-,357	,067
pNN50	-,394	,042
LF	,044	,826
HF	-,257	,196

Zusammengefasst hat sich ergeben, dass Probanden mit niedrigem Stressindex erhöhte RMSSD und pNN50 Werte aufweisen. Dies weist auf eine starke Veränderung der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag und somit auf einen größeren Intervallunterschied hin. Was sich in einer höheren Variabilität äußert. Umso höher die Variabilität des Herzens, desto entspannter ist der Organismus und umso niedriger ist der Stressindex. Dies zeigt auch die negative Korrelation zwischen PNN50 und dem Stressindex. (Tab. 8)

Eine gleichzeitige Abnahme des LF/HF-Quotienten spiegelt die erhöhte Aktivität des parasympathischen Nervensystems wider. Unstimmigkeiten ergeben sich durch den gleichzeitigen Anstieg der LF-Komponente. (Tab. 10) Ein erhöhter LF Wert weist auf einen Anstieg der Herzfrequenz hin. Eine erhöhte Herzfrequenz bedeutet eine niedrige HRV und eine schlechtere Adaptionfähigkeit des autonomen Nervensystems.

5. Diskussion

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Generell konnte nach den Therapieeinheiten ein reduzierter Stresslevel anhand der physiologischen und psychologischen Daten nachgewiesen werden. Die Auswertung der Daten des subjektiven Befindens zeigt, dass die Probanden einen geringeren Stresslevel nach den Behandlungen empfunden haben. Parallel dazu konnte eine Steigerung sämtlicher subjektiv empfundener Zustände, zum Ende der Studie, festgestellt werden. Dass ein Zusammenhang zwischen einzelnen Stressfaktoren besteht, hat die signifikante Korrelation zwischen den Zuständen Gesundheit, Lebensenergie und Schlaf gezeigt.

Die Ergebnisse der HRV-Parameter weisen ebenfalls auf eine stressreduzierende Wirkung des Probanden nach den Behandlungen hin. So konnte bei fast allen Parameter eine Verbesserung der Werte festgestellt werden. Es fand ein Anstieg aller zeitbezogenen Variablen (RMSSD, SDNN und pNN50) statt. Zahlreiche Studien zeigen, dass Personen mit erhöhtem Arbeitsstress einen niedrigeren RMSSD, SDNN und pNN50 aufweisen. [23, 24, 25] Im Falle eines Anstiegs deutet dies auf einen geringeren Stresslevel hin.

Bei den frequenzbezogenen Parametern ergaben sich erhöhte LF und HF Werte sowie ein leichter Anstieg des LF/HF-Quotienten. Eine Studie über den Einfluss von arbeitsbedingten Stressfaktoren auf die parasympathische Aktivität zeigte, dass Stress mit einem niedrigeren HF-Wert und einem erhöhten LF/HF-Quotienten assoziiert wird. [26] Bei einer weiteren Studie bezüglich des Arbeitsstressess konnte ebenfalls ein erhöhter LF/HF-Quotient sowie ein Anstieg der LF-Komponente bei der Gruppe mit erhöhtem Stressfaktor nachgewiesen werden. [25] Somit ergibt sich ein Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Studie, da diese ebenfalls ein Anstieg zeigen. Vergleicht man die Ausgangswerte der niederen und hohen Frequenzen mit den Normwerten, so sind diese viel niedriger angesetzt. (vergl. Kapitel 4.1) Dies wiederum spricht für den Anstieg der Parameter, so befinden sie sich nach den Behandlungen näher am Bereich der Normwerte eines gesunden, normalen Menschen.

Die Korrelationen der HRV-Parameter zeigen einen Zusammenhang zwischen dem Parameter Stressindex und weiteren wichtigen Parameter zur Beurteilung der Herzratenvariabilität. Es haben sich signifikante negative Korrelationen des Stressindexes und der Parameter RMSSD und pNN50 ergeben. Das bedeutet: Kommt es zum Anstieg von RMSSD und pNN50 findet eine Reduktion des Stressindexes statt.

Korrelationen zwischen den HRV-Parameter und der Daten des subjektiven Empfindens haben einen Zusammenhang der physiologisch und psychologisch Daten gezeigt. Es ergab sich eine signifikante inverse Korrelation des Stressindex mit den Stressvariablen Lebensenergie, Leistungsfähigkeit und Schlaf. Damit konnte gezeigt werde, dass Probanden mit einem niedrigen Stressindex einen höhere Lebensenergie, bessere Leistungsfähigkeit und einen guten Schlaf aufweisen.

Zusammengefasst spricht das Ergebnis dafür die Pausen während der Arbeitszeiten gut zu nutzen, um neue Energie und Kraft zu tanken. So kann nach den Pausen eine höhere Leistung in der Arbeit gebracht werden.

5.2 Limitationen der Studie

Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine Verbesserung des physiologischen und psychologischen Stresslevels. Dennoch ist es schwierig die Aussagekraft der Ergebnisse zu beurteilen, da diese Studie einige Limitationen aufweist.

Mit dem Stand der Ergebnisse kann ausschließlich eine Aussage darüber getroffen werden, dass eine ausgiebige Pause den Stresslevel senken kann. Ob hierbei das Entspannungssystem der ausschlaggebende Punkt für die stressreduzierende Wirkung ist oder ob beispielsweise ein Powernapping oder ein einfaches hinsetzen und ausruhen schon genügen, kann nicht nachgewiesen werden. Um dieser Fragestellung nachgehen zu können, müsste eine Kontrollgruppe mitgeführt werden.

Da das Entspannungssystem aus drei verschiedenen Teilen, also dem Audiosystem, der LED-Brille und dem Massagesessel besteht, sollten weitere Kriterien untersucht werden. So müsste analysiert werden, ob genau diese Zusammensetzung für die stressreduzierende Wirkung ausschlaggeben ist. Zusätzlich zu den Therapieeinheiten mit dem gesamten Entspannungssystem sollten Gruppen untersucht werden, deren Therapieeinheit ausschließlich des Audioprogramms, der visuellen Behandlung mit der LED-Brille oder einer Massage

besteht. So kann die stressreduzierende Wirkung der einzelnen Systeme näher bewertet werden.

Eine Weitere Limitation stellt der verwendete Fragebogen zum subjektiven Empfinden dar. Zur Erhebung der psychologischen Daten wurde ein eigener Fragebogen erstellt und zur Analyse verwendet. Um hier aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, hätte ein validierter Fragebogen in Bezug auf subjektive Stressmessung eingesetzt werden sollen. Dennoch haben die Korrelationen der HRV-Parameter und der Stressvariablen signifikante Ergebnisse gezeigt, was auch auf einen statistischen Zusammenhang deutet.

Verschiedene Studien zeigen, dass die Herzratenvariabilität sich auf Grund von Einflussfaktoren unterschiedlich äußern kann. Vor allem das Alter und das Geschlecht zeigen sich als starke Einflussfaktoren. In zahlreichen Studien zum Thema Alter und Geschlecht als Einflussfaktoren der HRV konnte festgestellt werden, dass Frauen einen höheren HF, RMSSD und pNN50 [12] im mittleren Alter aufweisen. Männer hingegen einen höheren LF und LF/HF-Quotienten. [8, 12, 13, 14, 15, 16, 17] Aber nicht nur das Geschlecht zeigt Unterschiede bei der HRV, auch das Alter spielt eine große Rolle. Es wurde nachgewiesen, dass sich mit zunehmendem Alter ein Abfall der meisten HRV-Parameter ergibt. Außerdem wurde ein höherer LF/HF-Quotient mit zunehmendem Alter festgestellt. [12]

Zu Weiteren Einflussfaktoren zählen die Einnahme von Medikamenten sowie der Konsum von Koffein, Alkohol und Nikotin. [17, 18, 19] Da vor allem auch das langfristige Rauchen zu veränderten HRV Werten führt [18] sollte dies bei der Analyse beachtet werden. In dieser Studie wurden Faktoren wie die Einnahme der Medikamente, Rauchen, Essen und Trinken zwar beachtet, aber eine nähere Untersuchung auf langfristigen Konsum von Nikotin wurde nicht durchgeführt. Um näheres über den Einfluss des Alters und Geschlechts zu ermitteln, müsste eine ähnliche Studie mit einer höheren Fallzahl durchgeführt werden.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, unter Verwendung der Herzratenvariabilität den Stresslevel einer Person zu messen. Diese Messdaten sollten mit psychologischen Daten, erhobenen mithilfe eines Fragebogens zum subjektiven Empfinden, verglichen werden. Neben der objektiven Messung von Stress sollte die Arbeitsleistung, durch eine Reduktion des Stresslevels, gesteigert werden. Um Stress abzubauen, wurde ein audio-visuelles Entspannungssystem eingesetzt. Es ließ sich nicht nachweisen, ob das Entspannungssystem für die Stressminderung ausschlaggebend war, da keine Kontrollgruppe zum Vergleich mitgeführt wurde. Dennoch hat die Studie gezeigt, dass eine ausgewogene Pausengestaltung den Stresslevel während des Arbeitstages reduzieren kann. Das hat sich mit dem Anstieg der zu analysierten HRV Parameter bestätigt. Signifikante Korrelationen der Variablen des subjektiven Empfindens und der HRV Parameter zeigten, dass ein Zusammenhang zwischen den physiologischen und psychologischen Daten besteht. Das spricht für eine bessere Konzentration und Leistungsfähigkeit während der Arbeitszeit. Ein Mensch der sich gesund fühlt und einen guten Schlaf hat, besitzt demnach mehr Lebensenergie und kann bessere Leistung bringen. Eine erhöhte Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter bringt einem Unternehmen mehr Erfolgchancen. Dies zeigt, dass die Gesundheit als Erfolgsfaktor für die Unternehmen zunehmend an Bedeutung gewinnt. „Die »Generation Gesundheit« kommt – und sie verändert die Arbeitswelt von morgen.“ [2] so schreiben Gänslar und Bröske in ihrem Buch „Die Gesundarbeiter“. Doch muss man sich ein Ziel setzen, dafür eintreten und auch andere davon überzeugen, damit es eine Wirkung hat.

7. Literatur

1. Kaluza, G. (Hg.) (2012): *Gelassen und sicher im Stress*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
2. Gänsler, S.; Bröske, Th. (2010): *Die Gesundarbeiter. Warum Gesundheit der entscheidende Erfolgsfaktor in Unternehmen ist*. Dt. Erstausg. Hamburg: Murmann.
3. Litzcke, S.; Schuh, H.; Pletke, M. (Hg.) (2013): *Stress, Mobbing und Burn-out am Arbeitsplatz*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
4. Eppel, H. (2007): *Stress als Risiko und Chance*. Grundlagen von Belastung, Bewältigung und Ressourcen. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.
5. American Psychological Association, *Stress in America*, 2009
6. Schmidt, R.- F.; Schaible, H.-G. (2006): *Neuro-und Sinnesphysiologie*. Berlin: Springer.
7. Lang, F.; Lang, Ph. (2007): *Basiswissen Physiologie*. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg (Springer-Lehrbuch).
8. Birkhofer, A.; Schmidt, G.; Förstl, H. (2005): *Herz und Hirn - Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität*. In: *Fortschr Neurol Psychiatr* 73 (4), S. 192–205.
9. Hick, Ch.; Hick, A. (2009): *Intensivkurs Physiologie*. 6. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer (Vorklinik).
10. Hottenrott, K. (2002): *Herzfrequenzvariabilität im Sport. Prävention, Rehabilitation, Training: Symposium am 8. Dezember 2001 in Marburg*. Hamburg: Czwalina (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 129).
11. Mück-Weymann, M. (2002). www.hrv24.de [Stand: 29.05.2013]
12. Ivana, A.; Rogério Silva de, P.; Shinzato, A. R.; Peres, C. A.; Mansur, A. J.; Grupi, C. J. (2004): *Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease*. In: *The American Journal of Cardiology* 93 (3), S. 381–385.
13. Jensen-Urstad, K.; Storck, N.; Bouvier, F.; Ericson, M.; Lindbland, L. E.; Jensen-Urstad, M. (1997): *Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender*. In: *Acta Physiologica Scandinavica* 160 (3), S. 235–241.
14. Kuo, T. B.; Lin, T.; Yang, C. C.; Li, C. L.; Chen, C. F.; Chou, P. (1999): *Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate*. In: *Am. J. Physiol* 277 (6 Pt 2), S. H2233-9.

15. Ryan, S. M.; Goldberger, A. L.; Pincus, S. M.; Mietus, J.; Lipsitz, L. A. (1994): *Gender- and age-related differences in heart rate dynamics: are women more complex than men?* In: *J. Am. Coll. Cardiol* 24 (7), S. 1700–1707.
16. Britton, A.; Shipley, M.; Malik, M.; Hnatkova, K.; Hemingway, H.; Marmot, M. (2007): *Changes in Heart Rate and Heart Rate Variability Over Time in Middle-Aged Men and Women in the General Population (from the Whitehall II Cohort Study)*. In: *The American Journal of Cardiology* 100 (3), S. 524–527.
17. Eller-Berndl, D. (2010): *Herzratenvariabilität*. 1. Aufl. Wien: Verl.-Haus der Ärzte.
18. Hayano, J.; Yamada, M.; Sakakibara, Y.; Fujinami, T.; Yokoyama, K.; Watanabe, Y.; Takata, K. (1990): *Short- and long-term effects of cigarette smoking on heart rate variability*. In: *The American Journal of Cardiology* 65 (1), S. 84–88.
19. Vikram, Y. K.; Siddartha, K.; Engels, H. J.; Gretebeck, R. (2005): *Effects of caffeine on linear and nonlinear measures of heart rate variability before and after exercise*. In: *Depress. Anxiety* 21 (3), S. 130–134.
20. Pikkujamsa, S. M.; Makikallio, T. H.; Sourander, L. B.; Raiha, I. J.; Puukka, P.; Skytta, J. et al. (1999): *Cardiac Interbeat Interval Dynamics From Childhood to Senescence. Comparison of Conventional and New Measures Based on Fractals and Chaos Theory*. In: *Circulation* 100 (4), S. 393–399.
21. Löllgen H. (1999): *Herzfrequenzvariabilität. Serie: Neue Methoden in der kardialen Funktionsdiagnostik*. In: *Deutsches Ärzteblatt* (31-32), S. A-2029-2032. Online verfügbar unter http://www.burnout-check.info/pdf_doku/HRV.pdf, zuletzt geprüft am 30.05.2013.
22. Vrijkotte, T. G. M.; van Doornen, L. J. P.; Geus, E. J. C. de (2000): *Effects of Work Stress on Ambulatory Blood Pressure, Heart Rate, and Heart Rate Variability*. In: *Hypertension* 35 (4), S. 880–886.
23. Uusitalo, A.; Mets, T.; Martinmäki, K.; Mauno, S.; Kinnunen, U.; Rusko, H. (2011): *Heart rate variability related to effort at work*. In: *Applied Ergonomics* 42 (6), S. 830–838.
24. Desok, K.; Yunhwan, S.; Jaegel, Ch.; Chul-Ho, Ch. (2008): *Detection of subjects with higher self-reporting stress scores using heart rate variability patterns during the day*. In: *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008, S. 682–685.
25. Kang, M. G.; Koh, S. B.; Cha, B. S.; Park, J. K.; Woo, J. M.; Chang, S. J. (2004): *Association between job stress on heart rate variability and metabolic syndrome in shipyard male workers*. In: *Yonsei Med. J* 45 (5), S. 838–846.

26. Clays, E.; Bacquer, D.; Crasset, V.; Kittel, F.; Smet, P.; Kornitzer, M. et al. (2011): *The perception of work stressors is related to reduced parasympathetic activity*. In: *Int Arch Occup Environ Health* 84 (2), S. 185–191.
27. Kageyama, Y.; Odagaki, M.; Hosaka, H. (2007): *Wavelet analysis for quantification of mental stress stage by finger-tip photo-plethysmography*. In: *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007, S. 1846–1849.
28. Aubert A. E., Seps B. Beckers F. (2003): *Heart Rate Variability in Athletes*. In: *Sports Med* (33 (12)), S. 889–919, zuletzt geprüft am 30.05.2013.
29. Niskanen, J.-P.; Tarvainen, M. P.; Ranta-aho, P. O.; Karjalainen, P. A. (2004): *Software for advanced HRV analysis*. In: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 76 (1), S. 73–81.
30. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996): *Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use*. In: *Circulation* 93:1043-65,
31. Sztajzel J. (2004): *Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system*. In: *SWISS MED WKLY* (134), S. 514–522. Online verfügbar unter http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/download/Heart-rate-variability_a-noninvasive-electrocardiographic-_2004.pdf, zuletzt geprüft am 30.05.2013.
32. Kucera M. (2006): *HERZRATENVARIABILITÄT*. Karlovy Vary, Tschechische Republik. Online verfügbar unter http://www.drkucera.eu/upload_doc/herzratenvariabilitat_einleitung_de_2006_ok.pdf, zuletzt geprüft am 30.05.2013.
33. Unbekannt. *Anleitung zur Durchführung von HRV-Messungen und HRV-Biofeedback, deren Auswertung und der Interpretation der Ergebnisse*. Online verfügbar unter http://www.herzkohaerenz.de/assets/anleitung_hrv_scanner.pdf zuletzt geprüft am 30.05.2013
34. Banzer W, Lucki K, Bürklein M, Rosenhagen A, Vogt L. (2006). *Sportmedizinische Aspekte kardialer Risikostratifizierung*. In: *Herzsch. Elektrophys*; 17(4):197–204.
35. Vitajjk, A. S. P. T. (2008). *Time and Frequency Domain Analysis of Heart Rate Variability and their Correlations in Diabetes Mellitus*. *International Journal of Biological and Life Sciences*; (4).
36. Kohl M., *Fallzahlplanung für die Studie „Entspannter Gesundarbeiter“*, Hochschule Furtwangen

37. Hoffmann U. (2000): *Schnellkurs Statistik - mit Hinweisen zur SPSS Benutzung*. Köln: Sport und Buch Strauß.
38. WHO, Online verfügbar unter http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html
zuletzt geprüft am 06.06.201

8. Anhang

Anhang 1: Anamnese Bogen

			
---	---	--	---

Anamnese-Bogen

Damit wir alle Einflüsse auf Ihren Stresslevel berücksichtigen und bewerten können, brauchen wir einige Informationen von Ihnen hinsichtlich Ihrer Krankengeschichte und Ihrem Lebensumfeld. Diese Informationen erfassen wir im vorliegenden Anamnese-Bogen. Alle Daten werden gemäß der in Kraft getretenen Verschwiegenheitserklärung streng vertraulich behandelt und ausschließlich zur Aus-/ Bewertung der Studie genutzt. Die gesammelten Daten werden NICHT an Dritte weitergegeben.

Wir bitten außerdem zu beachten, dass der Proband ab zwei Stunden vor Messbeginn weder rauchen noch essen darf, um genaue Messergebnisse zu gewährleisten.

Proband:

Name:	Vorname:
Geburtsdatum:	Geschlecht: <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> w
Größe (in cm):	Gewicht (in kg):

Kurze Beschreibung Ihrer Tätigkeit: _____

vorwiegend sitzend stehend abwechselnd anders: _____

vorwiegendes Arbeitsumfeld? Bildschirmarbeitsplatz Außendienst / Auto

anderes : _____

Ihre Gewohnheiten?

	Ja	Nein
Rauchen Sie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Sie ein hohes Stresslevel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treiben Sie Sport?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie viele Stunden arbeiten Sie Durchschnitt in der Woche? _____

Welche Medikamente nehmen Sie regelmäßig ein?

Datum _____ Unterschrift _____

Anhang 2: Fragebogen „Subjektives Empfinden“

Subjektives Empfinden

Proband: _____ Datum: _____

Haben Sie heute Medikamente eingenommen (abgesehen von regelmäßigen Einnahmen)? Ja Nein

Wenn ja, welche? _____

Haben Sie heute 1 Stunde vor der Messung noch etwas gegessen? Ja Nein

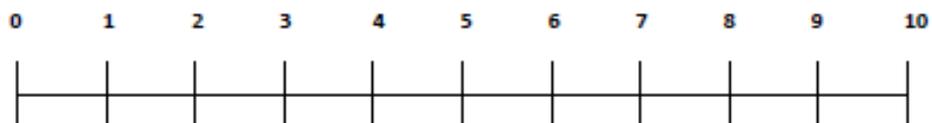
Haben Sie heute 1 Stunde vor der Messung noch Kaffee/Tee getrunken? Ja Nein

Haben Sie heute 1 Stunde vor der Messung noch eine Zigarette geraucht? Ja Nein

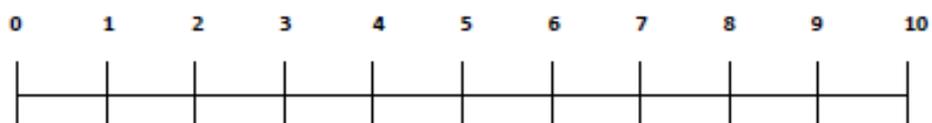
Kreuzen Sie bitte folgendes auf der Skala an:

0 = Ich fühle mich gar nicht gestresst 10 = Ich fühle mich sehr gestresst

Wie hoch schätzen Sie ihren Stresslevel gerade, vor der Behandlung, ein?



Wie hoch schätzen Sie ihren Stresslevel, nun nach der Behandlung, ein?



Wie beurteilen Sie auf einer Skala von 0 bis 10 (10= sehr gut; 0= sehr schlecht) folgende Zustände?

Lebensenergie <input type="checkbox"/>	Gesundheit <input type="checkbox"/>	Leistungsfähigkeit <input type="checkbox"/>
Konzentration <input type="checkbox"/>	Schlaf <input type="checkbox"/>	

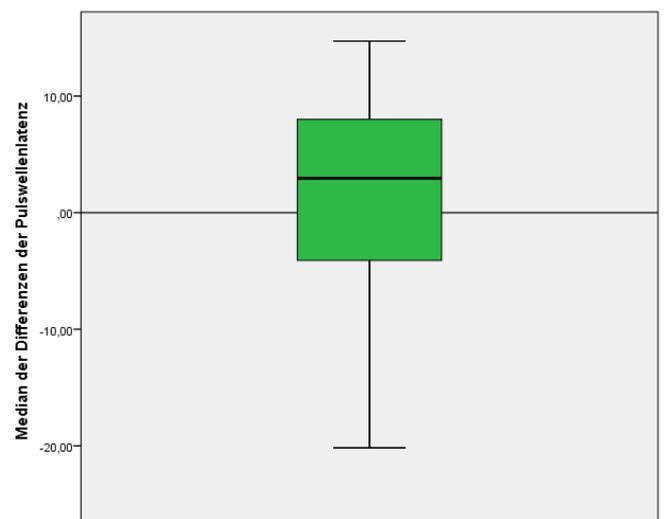
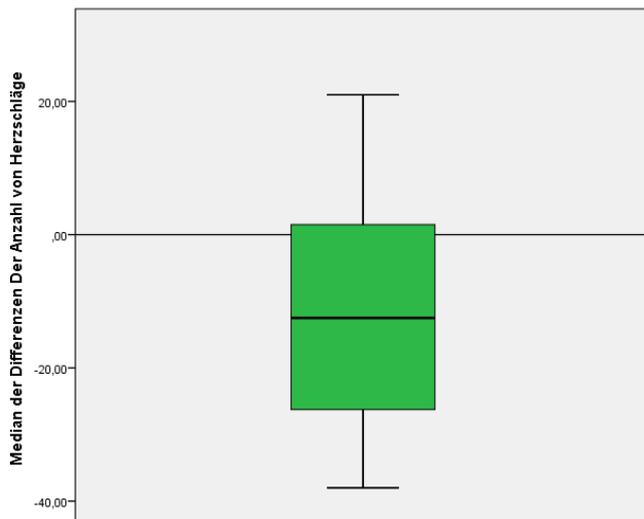
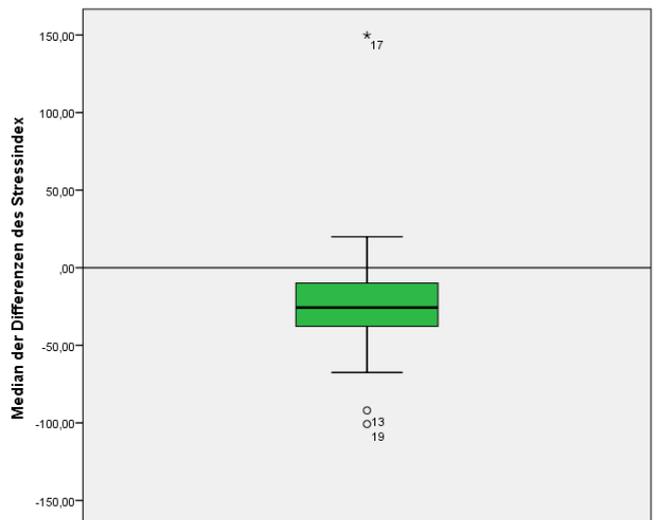
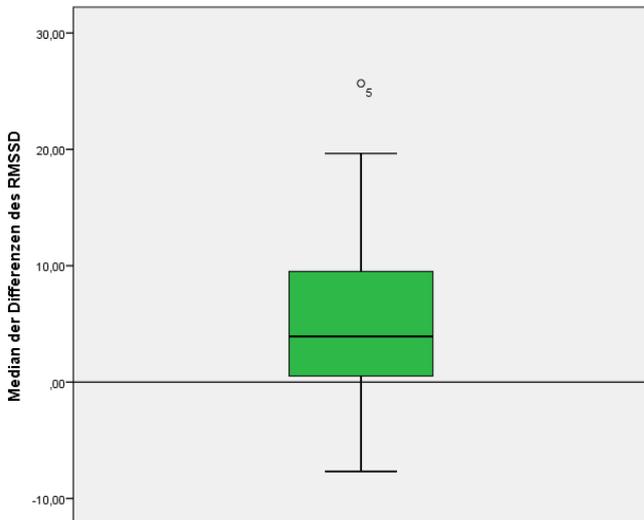
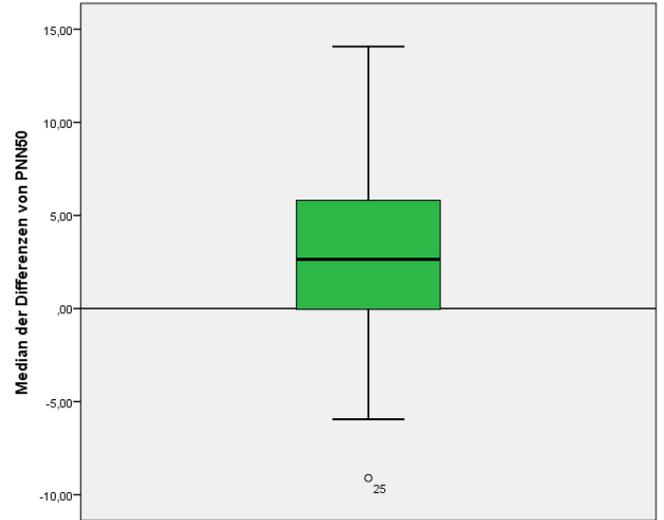
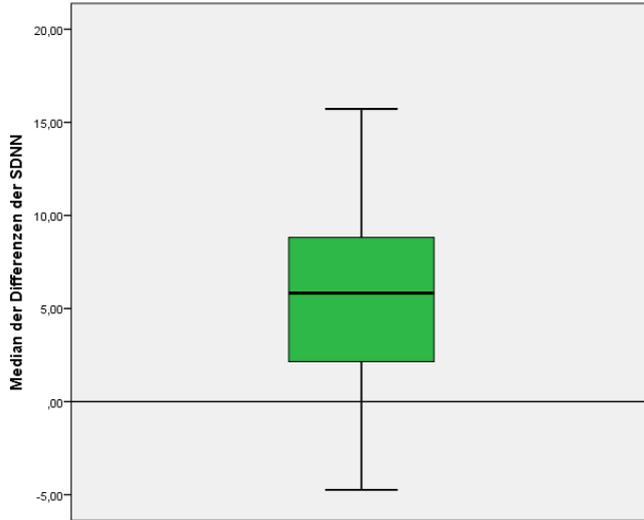
BITTE NUR VON DEN DURCHFÜHRENDEN STUDENTEN AUSZUFÜLLEN:

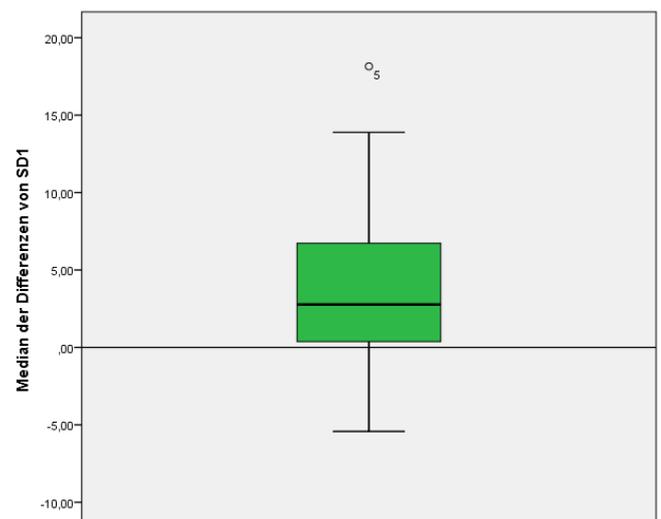
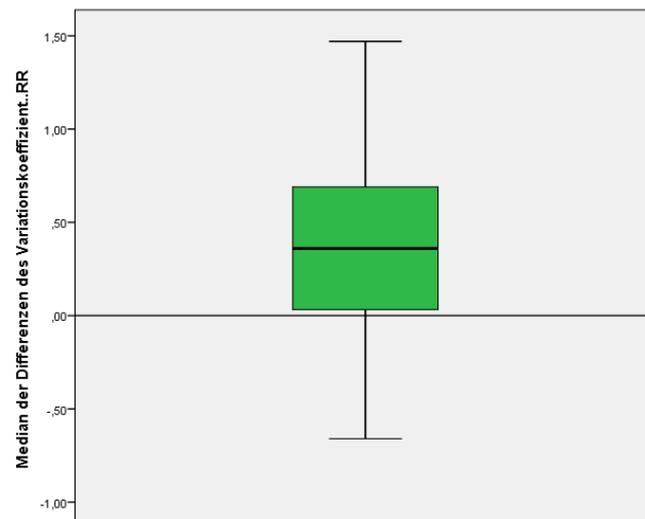
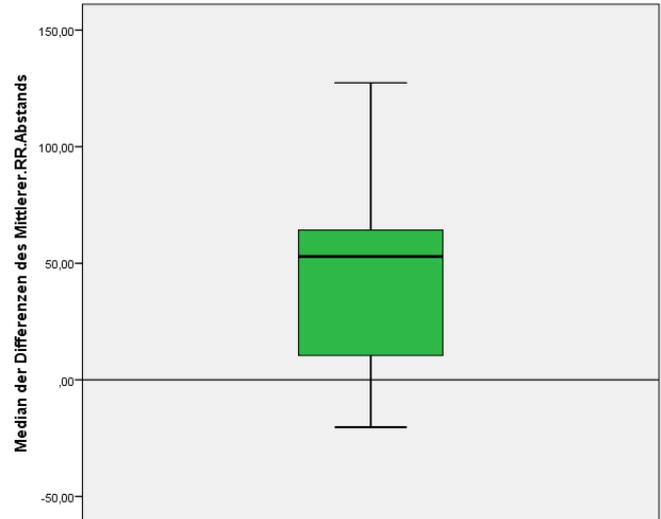
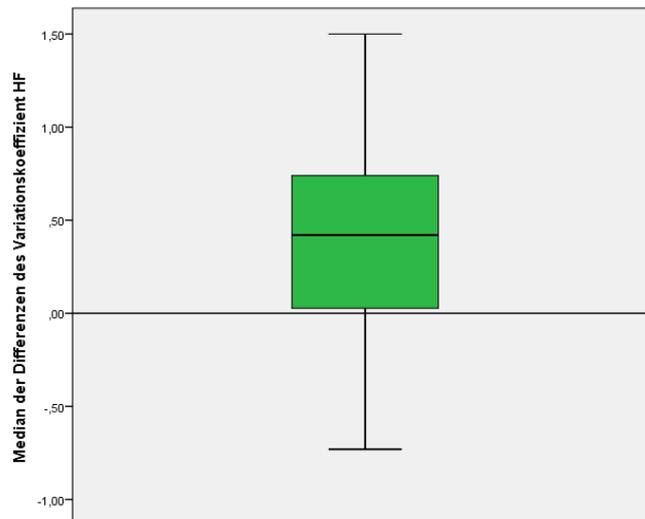
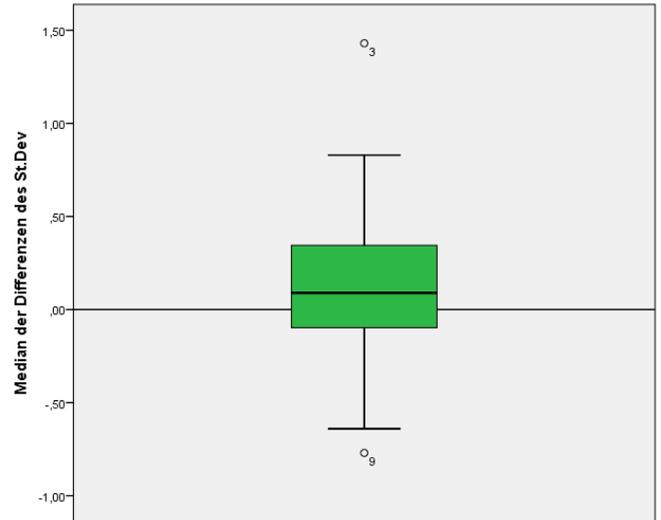
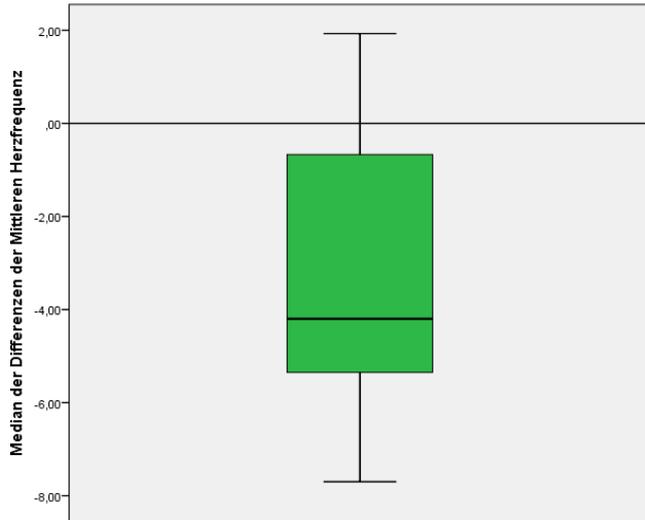
Nummer des Programms: _____

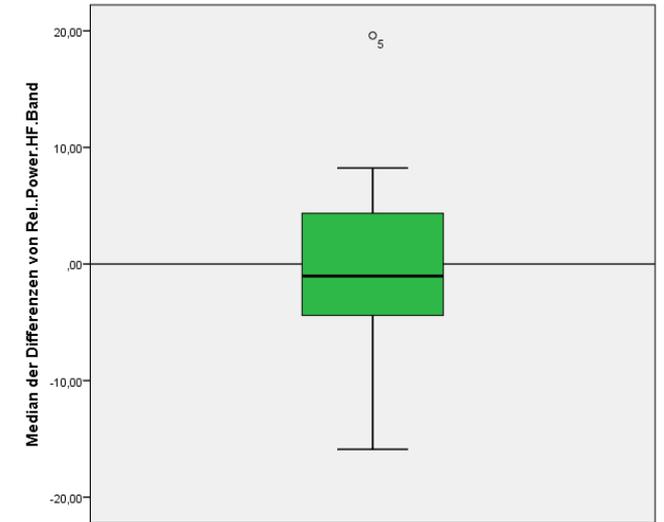
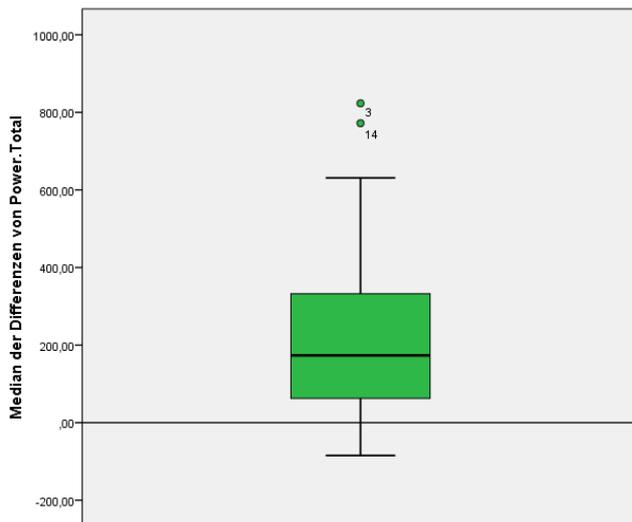
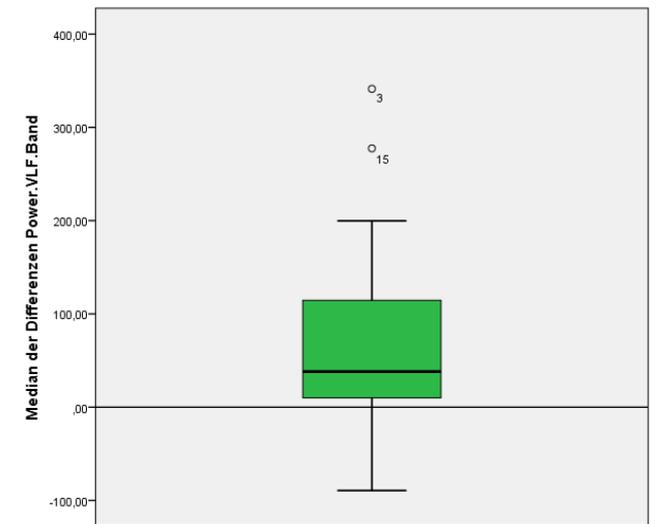
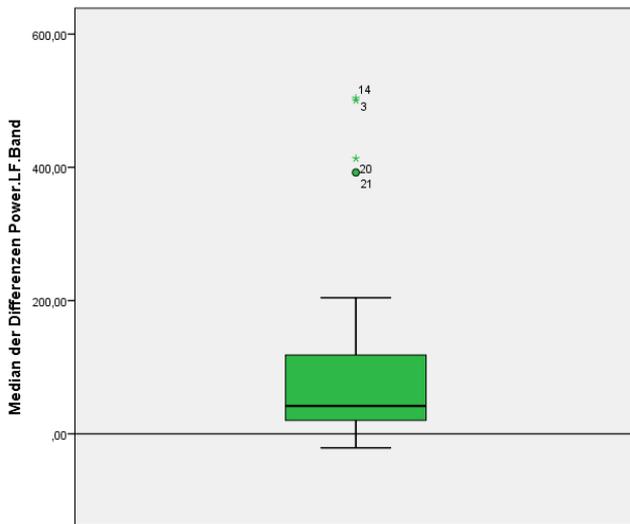
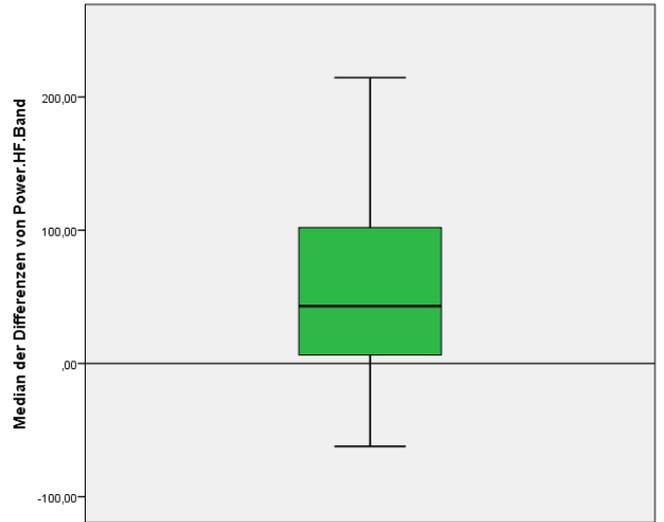
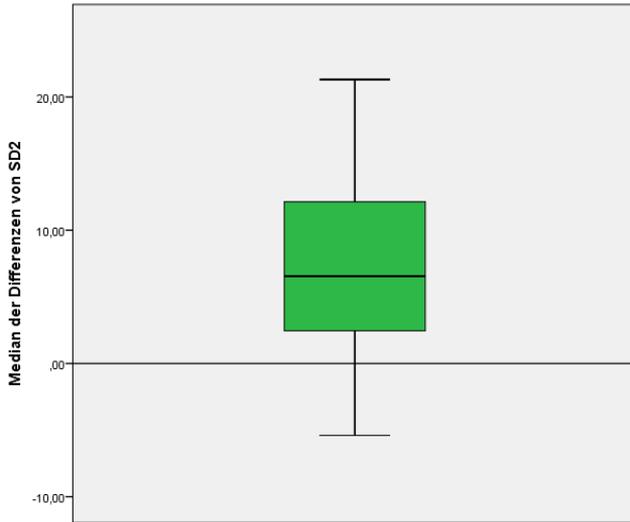
Gemessen von: _____

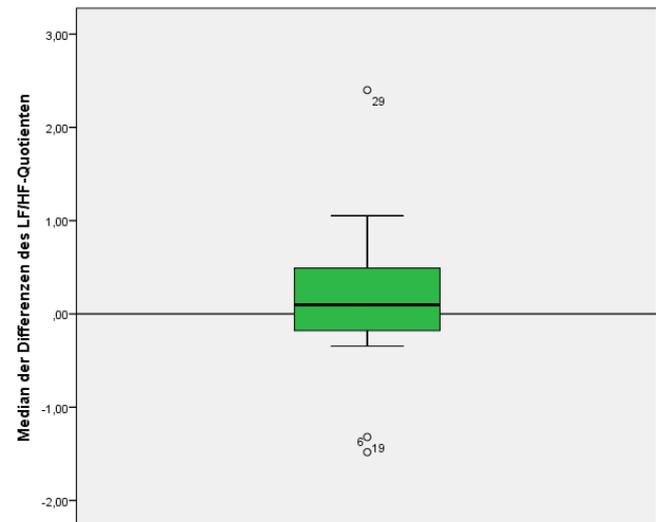
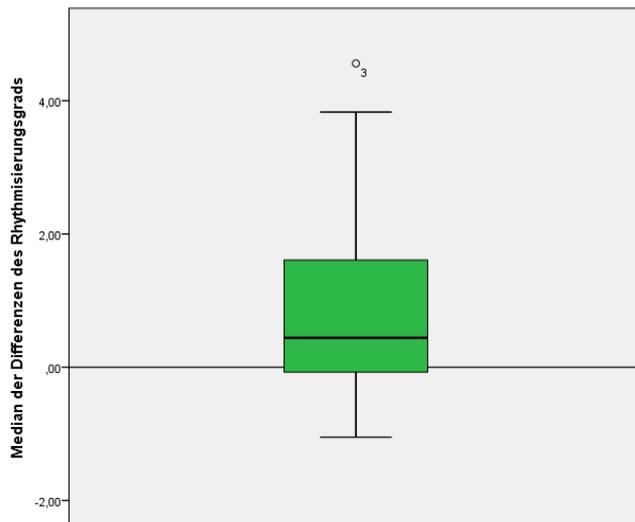
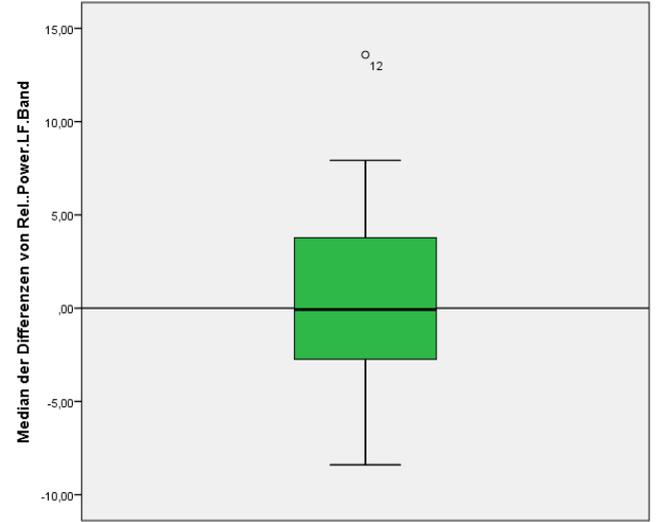
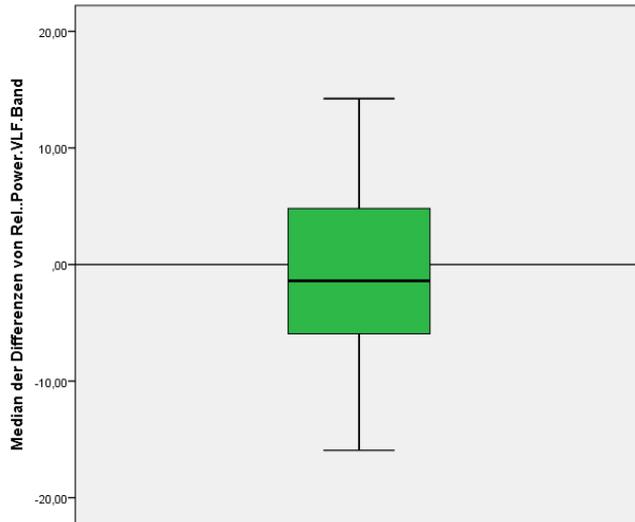
Dauer des Programms (min): _____

Anhang 3: Boxplot – HRV Parameter









Anhang 4: Korrelationen

Tabelle 12: Korrelationen der HRV Parameter und der Daten des subjektiven Empfindens

Korrelationen

		Lebens- energie	Konzentration	Gesundheit	Schlaf	Leistungs- fähigkeit	Stresslevel	Stressindex	SDNN	PNN50	RMSSD	HF	LF
Konzentration	Korrelation nach Pearson	,630											
	Signifikanz (2-seitig)	,000											
Gesundheit	Korrelation nach Pearson	,611	,736										
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,000										
Schlaf	Korrelation nach Pearson	,723	,632	,475									
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,012									
Leistungsfähig- keit	Korrelation nach Pearson	,687	,851	,673	,658								
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000								
Stresslevel	Korrelation nach Pearson	-,177	,149	-,125	-,216	,088							
	Signifikanz (2-seitig)	,376	,460	,533	,278	,664							
Stressindex	Korrelation nach Pearson	-,506	-,324	-,061	-,488	-,456	,035						
	Signifikanz (2-seitig)	,007	,099	,764	,010	,017	,862						
SDNN	Korrelation nach Pearson	,016	,022	-,250	,293	,137	-,016	-,636					
	Signifikanz (2-seitig)	,936	,914	,209	,139	,496	,939	,000					

		Lebens- energie	Konzentration	Gesundheit	Schlaf	Leistungs- fähigkeit	Stresslevel	Stressindex	SDNN	PNN50	RMSSD	HF	LF
PNN50	Korrelation nach Pearson	-,060	,008	-,239	,115	-,004	-,132	-,418	,630				
	Signifikanz (2-seitig)	,766	,968	,229	,567	,986	,510	,030	,000				
RMSSD	Korrelation nach Pearson	,060	,152	-,187	,258	,193	-,068	-,413	,697	,845			
	Signifikanz (2-seitig)	,765	,450	,350	,194	,335	,736	,032	,000	,000			
HF	Korrelation nach Pearson	-,118	,083	-,078	,065	,035	-,136	-,288	,666	,727	,776		
	Signifikanz (2-seitig)	,557	,681	,698	,746	,862	,498	,145	,000	,000	,000		
LF	Korrelation nach Pearson	-,247	-,153	-,129	,007	-,066	-,087	-,140	,616	,251	,453	,608	
	Signifikanz (2-seitig)	,214	,445	,521	,972	,743	,667	,487	,001	,206	,018	,001	
LF.HF.Ratio	Korrelation nach Pearson	-,301	-,446	-,185	-,554	-,267	,234	,378	-,295	-,394	-,357	-,257	,044
	Signifikanz (2-seitig)	,127	,020	,354	,003	,178	,240	,052	,135	,042	,067	,196	,826