

Wirkungen der Therapeutischen Sprachgestaltung auf Herzfrequenzvariabilität und Befinden

Effects of speech therapy with poetry on heart rate variability and well-being

Forschende Komplementärmedizin und Klassische Naturheilkunde
Karger-Verlag Freiburg 2001
zur Publikation angenommen

Dietrich von Bonin

Kollegiale Instanz für Komplementärmedizin
Dozentur für Anthroposophische Medizin
Universität Bern
CH-3010 Bern
Email: dbonin-1@bluewin.ch

Matthias Frühwirth

Joanneum Research, Institut für Nichtinvasive Diagnostik
Franz-Pichler-Straße 30, A-8160 Weiz

Peter Heusser

Kollegiale Instanz für Komplementärmedizin
Dozentur für Anthroposophische Medizin
Universität Bern
CH-3010 Bern

Maximilian Moser

Physiologisches Institut der Karl-Franzens Universität Graz
Harrachgasse 21, A-8010 Graz
und
Joanneum Research, Institut für Nichtinvasive Diagnostik
Franz-Pichler-Straße 30, A-8160 Weiz

Schlüsselwörter und Zusammenfassung

Key words and summary

Schlüsselwörter

Anthroposophische Medizin, Herzfrequenzvariabilität, Kunsttherapieforschung, Sprachtherapie.

Key words

Anthroposophic medicine, artistic therapy research, heart rate variability, therapeutic speech.

Zusammenfassung

Hintergrund: Therapeutische Sprachgestaltung arbeitet mit Sprachübungen und Texten und beeinflusst über das Sprechen die Atmung und damit mittelbar die Herzfrequenzvariabilität. Die Atmung erzeugt über das parasympathische Nervensystem (Vagus) die respiratorische Sinusarrhythmie, die, zusammen mit langsameren Rhythmen in der Herzfrequenz, als ein Indikator für die vegetative Balance dienen kann. In der Chronomedizin wurden zahlreiche Frequenzbeziehungen zwischen Körperrhythmen, vor allem in trophotropen Phasen, nachgewiesen. Dabei wurden häufig ganzzahlige Verhältnisse als Ausdruck besonderer Ökonomie dargestellt. So stehen Herzschlag und Atmung während des Schlafes bevorzugt in einem Frequenzverhältnis von 4:1. *Fragestellung:* Lassen sich durch Therapeutische Sprachgestaltung systematische Wirkungen auf die Herzfrequenzvariabilität und auf die vegetative Balance nachweisen? *Probanden und Methoden:* Wir untersuchten an 2 Sprachtherapeuten und 7 Nicht-Sprachgestaltern (105 einstündige Messungen) die Einflüsse verschiedener Sprachübungen und Texte, insbesondere Alliteration und Hexameter, auf die Herzfrequenzvariabilität und die daraus ermittelte Atemfrequenz. Ausserdem wurde mit Fragebögen Befinden und die Qualität des Empfindens vor und nach der Therapie evaluiert. Mit den Nicht-Sprachgestaltern wurden Messungen gleichen Designs ohne Sprachgestaltung zur Kontrolle durchgeführt. *Ergebnisse:* Sprachübungen und Texte bewirken simultan zum Sprechen typische, intra- und interindividuell reproduzierbare Zeitmuster in der Herzfrequenzvariabilität. Beim Hexameter treten 2 Rhythmen im Frequenzverhältnis 2:1 auf. Als Immediatwirkungen wurden ein signifikantes Absinken der Herzfrequenz nach dem Sprechen und eine Verstärkung der für Vagotonie typischen Herzfrequenzvariabilitäts-Parameter besonders nach Hexameter-Sprechen gefunden. Das Befinden der Probanden verbesserte sich gegenüber den Kontrollmessungen signifikant und der Qualitätsunterschied der Texte wurde ohne Vorkenntnisse durch die Probanden deutlich gespiegelt.

Summary

Background: Anthroposophical Therapeutic Speech uses Poems and Exercises which typically induce rhythmical breathing. Speaking influences respiration, and thus directly, heart rate variability (HRV) in particular via respiratory sinus arrhythmia which, together with the slower rhythms of heart rate variability (HRV), may be regarded as an indicator of sympathovagal balance. In chronomedicine numerous frequency ratios between physiological rhythms, especially in trophotropic phases, have been established. Integer ratios occur frequently and seem to be associated with the optimization of physiological processes. In larger groups the average pulse respiration quotient is about 4:1. *Question:* Can systematic effects on HRV, and thus, on autonomic balance, be established through special speech therapy? *Subjects and methods:* In two trained therapists and 7 untrained subjects the influence of different speech exercises and texts on HRV was investigated. With untrained subjects a total of 105 one-hour sessions, divided into speech and control exercises, was performed. The overall well-being and quality of well-being were assessed with questionnaires. Control evaluations were made in the same setting. *Results:* As a simultaneous effect during speech exercises and texts typical intra- and inter-individually reproducible patterns in heart rate variability were observed. Reciting poems with a hexameter metric generates 2 oscillations with a 2:1-frequency ratio in the HRV-

Spectrum. As immediate effects there was a significant drop in heart rate after speech sessions as well as a strengthening of vagus related HRV parameters especially after hexameter exercises. In comparison to control sessions the subjects felt significantly better too. The different metric and poetic character of the texts was reflected clearly in the results.

Einleitung

Die Therapeutische Sprachgestaltung ist eine Therapiemethode der anthroposophischen Medizin [4]. Sie arbeitet mit Sprach- und Atemübungen, sowie epischen, lyrischen und dramatischen Texten. Ihr Anwendungsbereich sind Sprachstörungen, aber auch psychosomatische Erkrankungen, sowie Erkrankungen der Atemwege, und Störungen der Atmung im weitesten Sinne. Sie wird seit den späten Zwanzigerjahren des letzten Jahrhunderts in Kliniken und von niedergelassenen Ärzten verschrieben und durch ausgebildete Therapeuten durchgeführt. Da bis heute zwar entsprechende klinische Erfahrungen mit dieser Therapieform vorliegen [5], aber eine systematische Erforschung ihrer physiologischen Wirkungen, wie allgemein auf kunsttherapeutischem Gebiet, noch in den Anfängen ist [4, 5], untersuchten wir Wirkungen auf die Herzfrequenzvariabilität (HRV) zuerst an gesunden Therapeuten und Probanden. Auf dieser Basis sollen in Zukunft dann die komplexeren Wirkungszusammenhänge an Patienten untersucht werden.

Insofern alles Sprechen eine Modifikation der Ausatmung (und damit auch der Einatmung) ist und die Atmung ihrerseits über die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) die Herzfrequenz beeinflusst, ist die Erforschung des Zusammenhanges von Herzschlag und Atmung beim Sprechen für diese Therapiemethode von besonderem Interesse.

Die Interaktion von Atmung und Herzrhythmik wurden u.a. in der Chronobiologie und Chronomedizin differenziert erforscht und beispielsweise durch die umfangreichen Arbeiten von HILDEBRANDT [6, 7, 8, 9, 10, 11] zugänglich gemacht. Dabei wurde unbeeinflusste oder getaktete Atmung und ihre Auswirkungen auf die Herzfrequenzvariabilität, insbesondere RSA untersucht.

Der Quotient aus Herzfrequenz und Atemfrequenz (QP/A) wurde als aussagekräftiger Parameter für die Beurteilung von Kurverläufen erkannt. Herzfrequenz und Atem streben in Längsschnittbeobachtungen an Kurpatienten einem Zielwert als jeweiligem Funktionsoptimum zu, welcher sich in fortschreitender Annäherung ihres Quotienten an den Wert 4 äussert (Normalisierung). Dieser Quotient kann bei Normalisierung als Gruppenmittelwert schon initial im Bereich von 4 liegen. Der Kurerfolg äussert sich in diesem Falle als Abnahme des Variationskoeffizienten der QP/A-Werte während der Kur (HILDEBRANDT [7, 8]).

Ferner wurde ein Normwert dieses Quotienten von 4 unter Ruhebedingungen an grösseren Personengruppen festgestellt [8]. Andere Arbeiten untersuchten das Frequenzverhältnis und die Phasenkoppelung von Atmung und Herzfrequenz bei Taktatmung, im Nachtschlaf [9, 10, 20, 21] oder nach ergometrischem Stress. Es wurde eine Homogenisierung des Frequenzverhältnisses gegen 4, aber geringere Phasenkoppelung des Inspirationsbeginns an eine definierte Phase der Herzaktion unter Arbeit gefunden [9].

Das Konzept von Ergotropie (Leistungsbereitschaft) und Trophotropie (Erholungs- und Regenerationsbereitschaft) als polare Auslenkungen der vegetativen Reaktionslage des Organismus findet sich häufig in der Literatur zur Chronobiologie und Chronomedizin (Lit. in [6, 10, 11]). Es wird meistens mit Sympathikotonie und Parasympathikotonie (Vagotonie) gleichgesetzt [25], gilt aber nicht ausschliesslich für das autonome Nervensystem, sondern schliesst humorale Prozesse und auch psychische Parameter ein. Dabei werden Ergotropie und Trophotropie als Maxima und Minima einer Periodik im Organismus verstanden, die in unterschiedlichen Frequenzbereichen auftreten kann. Beispiele sind schon die Wechsel zwischen Stehen und Sitzen, Tag und Nacht sowie Sommer und Winter, die jeweils mit verstärkter Ergo- bzw. Trophotropie einhergehen. Weiter wurde unter ergotroper Reaktionslage bei Kurbeginn eine Circaseptanperiodik der Messgrössen gefunden, während bei eher trophotrop eingestellten Patienten eine Circadekanperiodik als Tendenz auftrat [8]. Bei Ergotropie findet sich gehäuft ein $QP/A > 4$, sie ist häufiger bei Leptosomen. Der $QP/A < 4$ entspricht tendenziell einer trophotrophen Grundeinstellung, liess sich aber weniger einem Konstitutionstyp

zuordnen [25].

Wir bezeichnen Zustände die durch dominierende RSA in der HRV charakterisiert sind, z.B. Non-REM-Schlaf, als tropotroph bzw. vagoton. In solchen Zuständen ist die Atemfrequenz stabil und der QP/A kann zuverlässig aus der RSA bestimmt werden.

Die Herzfrequenzvariabilität (HRV) fand in den letzten Jahrzehnten in zunehmenden Studien Beachtung und erlangte auf zwei Gebieten klinische Bedeutung: Für die Prognose nach akutem Myokardinfarkt und als frühes Warnzeichen einer peripheren Neuropathie bei Diabetes (Literatur im Bericht der "Task Force" [24]). In dieser Arbeit wurde auch versucht Normbereiche für die einzelnen Parameter der HRV zu definieren.

Für uns ist für den Parameter LF/HF der Vorschlag von Interesse, dieses Verhältnis der Leistungen von Nieder- und Hochfrequenzband im RR-Intervall-Spektrum als Ausdruck für die vago-sympathikotone Balance zu werten (MALLIANI 1994, [13]).

In den letzten Jahren entstanden verschiedene Ansätze, die in der HRV enthaltene Information durch Einsatz nichtlinearer Analyseverfahren weiter zu erschließen. Insbesondere die aus der Informationstheorie stammenden Verfahren haben tiefe Einblicke in die komplexe Regulation des menschlichen Herzschlages ermöglicht (PINCUS, PORTA 2000 [18, 19]). Aber auch eine musikalische Musteranalyse der Herzperiodendynamik, d.h. die Analyse der Prädominanz und Zyklizität von binären Mustern in der HRV, führte zu interessanten und klinisch relevanten Ergebnissen. Mit ihrer Hilfe gelang es, basierend nur auf EKG-Messungen, quantitative Aussagen über das Koordinationsverhalten von Herzschlag und Atmung zu machen (BETTERMANN 2000 [1, 2]). Eine Reanalyse unserer Daten mit dieser Methode wird demnächst publiziert.

Herzrhythmen

Viele Einflüsse auf Atmung und Kreislauf erscheinen in den sich überlagernden Rhythmen wieder, in denen die Herzschlagfolge variiert. An relativ schnellen Rhythmen bilden sich deutlich die *Atmung* (in der respiratorischen Sinusarrhythmie, RSA), die *Blutdruckrhythmik* und die *Durchblutungsrythmen* der kleinen Arterien als Rhythmen im Subminutenbereich ab (**Abb.1** Frequenzanalyse nach [17]).

Im Stundenbereich zeigen sich der besonders in den Schlafphasen beobachtbare „*Basale Ruhe- und Aktivitätszyklus*“ (BRAC) mit einer Periodenlänge von ca. 90 Minuten. Noch langsamer ist der Tagesrhythmus von Schlafen und Wachen.

Die respiratorische Sinusarrhythmie ist während des Sitzens und Liegens stark ausgeprägt, während die Frequenz der Blutdruckrhythmik (ca. 0.1Hz) besonders im Stehen hervortritt. Die RSA wird allgemein mit Aktivität des Vagus (Parasympathikus) in Verbindung gebracht und tritt, ausser in Extremzuständen, im HF-Band (0.15 - 0.4 Hz) des Herzfrequenzspektrums auf, während die langsameren Rhythmen in der HRV stärker vom Sympathikus oder von beiden zusammen auszugehen scheinen. Der vagale Anteil an dieser LF-Komponente (0.04 - 0.15 Hz) wird z.T. kontrovers diskutiert [15, 23].

Abb. 1 zeigt eine Originalherzfrequenz und ihre Frequenzanalyse bzw. Zerlegung mittels digitaler Filterung in die einzelnen Frequenzkomponenten.

Die physiologischen Rhythmen von Atmung, Herzschlag und Blutdruck werden durch Erfordernisse des Tagesablaufs über Vagus und Sympathikus vielfältig modifiziert und gestört. Auch die Sprachgestaltung, schon allein indem sie die Atmung verändert, modifiziert den Herzrhythmus. Wir konnten damit Veränderungen der respiratorischen Sinusarrhythmie als unmittelbare Auswirkungen (Simultanwirkungen) des durch Sprachgestaltung veränderten Atemmusters erwarten.

Sprachtherapeutische Grundlagen

Sprechen ist mit einer willentlichen Modifikation der Expiration verbunden, die in der Regel eine Verlangsamung der natürlichen Atmung bedeutet und natürlich auch die Inspiration entsprechend beeinflusst.

Zwei besonders deutlich unterschiedene, ja polare Stilarten werden in der Sprachgestaltung als Rezitation und Deklamation bezeichnet. *Rezitation* bedeutet hier die Darstellung erlebter oder erzählter Ereignisse, z.B. die Hexameter der Ilias und Odyssee von Homer, und betont die durch den erlebten Inhalt modifizierte Inspiration (Staunen, Freude, Schmerz, usw.). Die rhythmische Atmung läßt eine entsprechende Anregung rhythmischer Vorgänge im Kreislauf erwarten.

Deklamation ist Ausdruck des persönlichen Gefühls oder Willens in der Dichtung. Sie betont beim Sprechen die Expiration. Aufgrund des freiheitsbetonenden Charakters der Deklamation (keine Bindung an gleichmässige Rhythmik) entspricht ihr ein willkürlicherer Wechsel der Atmung als bei der Rezitation. Als Text für die Deklamation verwendeten wir in unserer Untersuchung einen Stabreimtext aus der altnordischen Edda (Alliteration), für die Rezitation kam ein deutscher Hexameter von E. Mörike zur Anwendung (Texte im Anhang).

Unter den zahlreichen Übungen der Therapeutischen Sprachgestaltung wählten wir neben zwei Grundübungen ebenfalls ein rezitatorisches und ein deklamatorisches Beispiel ("In den unermesslich weiten Räumen..", "Erfüllung geht..", Text siehe Anhang).

Methodik

Wir gliederten die beobachteten Veränderungen der HRV in:

Simultanwirkungen:

Wirkungen auf verschiedene Parameter während Sprachgestaltung.

Immediatwirkungen:

Resultate des intraindividuellen Vergleichs von zwei 10-Minuten-Sitzphasen vor und unmittelbar nach Sprachgestaltung.

Probanden und Versuchsablauf

Wir untersuchten Auswirkungen der Therapeutischen Sprachgestaltung auf die Herzfrequenzvariabilität an zwei ausgebildeten Sprachgestaltern (w, 44, Versuchsperson B und m, 40, Versuchsperson A) und an sieben Nicht-Sprachgestaltern im Alter von 26 – 59 Jahren (Durchschnitt 44, 4 weiblich, 3 männlich) ohne grössere Vorkenntnisse in Sprachgestaltung. Alle Probanden wurden über die Durchführungsbedingungen dieser Arbeit informiert und erklärten sich damit einverstanden.

Bei den Sprachgestaltern (Vp. A und B) wurden die unter Ergebnisse beschriebenen Übungen und weitere nach folgendem Schema auf Simultanwirkungen untersucht: Anlegen des EKG-Messgerätes - Manuelle Markierung des Beginnes der 1. Sitzphase auf Tastatur am Gerät - 15 Minuten Sitzen - Aufstehen und 7-10x Sprechen einer Übung mit Markierung von Inspiration und Sprechphasen der Übung durch Eingabe von Buchstaben am Gerät - 15 Minuten Sitzen mit entsprechender Markierung. Die Übungen wurden wie bei der therapeutischen Anwendung und immer möglichst ähnlich gesprochen.

Jeder Nicht-Sprachgestalter (n=7) wurde einzeln während 15 Wochen mit drei verschiedenen Versuchsdesigns im Wechsel vom gleichen erfahrenen Therapeuten behandelt. Die Versuche eines Probanden fanden in der Regel zur selben Tageszeit einmal wöchentlich statt. (Dies entspricht dem üblichen Anwendungsrhythmus der Therapie).

- Rezitatorisches Design: 1.-3- Woche und 7. - 9. Woche
- Deklamatorisches Design, 4. - 6. Woche und 11. - 13. Woche

- Kontrolldesign, 10., 14. und 15. Woche (Siehe Diskussion)

Alle drei Versuchsabläufe dauerten 60 Min. und bestanden aus 15 Min. Sitzen (S 1), Aufstehen und 30 Min. Sprachgestaltung unter Anleitung des Therapeuten, bzw. Kontrollmessung, gefolgt von 15 Min. Sitzen (S 2). Rezitation und Deklamation enthielten zwei Grundübungen (Das er dir log..., Nimm nicht Nonnen...), gefolgt von der Übung: "In den Unermesslich.." und Hexameter (rezitatorisches Design), oder der Übung: "Erfüllung geht..." und Alliteration (deklamatorisches Design, Texte im Anhang. Die Probanden waren angehalten, während der Woche für sich die Texte zu üben.

Beim Kontrolldesign waren die Sitzphasen gleich. In der Sprechphase führten die Probanden mit dem Therapeuten eine alltägliche Konversation und gingen umher, so dass die orthostatische und dynamische Belastung des Organismus durch Bewegung möglichst den Spracheinheiten ähnlich war.

Schema:

15 Min. Sitzen (S 1)	30 Minuten Rezitation, Deklamation oder Kontrolle	15 Min. Sitzen (S 2)
-------------------------	--	-------------------------

Herzfrequenzmessungen

Die Messungen der Herzfrequenz wurden mit einem "HeartMan" des Physiologischen Institutes der Universität Graz durchgeführt. Dieses Gerät misst aus dem EKG die Herzperioden-Abstände (R-R Intervalle). Die Messungen können über längere Zeiträume (36 Stunden) erhoben und auf einer Speicherkarte gespeichert werden. Dabei ist es möglich, zu jedem Zeitpunkt der Messung einzelne Ereignisse über die Tastatur zu markieren, um zum Beispiel den Inspirationsbeginn und die Vokalfolge während des Sprechens einer Übung genau zu protokollieren. Anschliessend wurden die Daten auf einem Personal Computer (Apple Powerbook) mit Hilfe des Programms Matlab (The Mathworks Inc.) ausgewertet. Als Elektroden kam der Typ SWAROMED (Fa. Nessler) zum Einsatz.

Die Messungen wurden mit folgenden Methoden ausgewertet:

- *Visuell-qualitative Betrachtung der HR-Kurve:*

Auf der Originalherzfrequenz-Kurve können vor, während und nach dem Sprechen mit der oben beschriebenen Technik präzise Atem bzw. Sprachabschnitte farblich markiert werden. Eine so gekennzeichnete Kurve erlaubt die visuelle Beurteilung von Qualitäten wie Regelmässigkeit, Rhythmisizität und Gliederung gleicher Abschnitte wesentlich differenzierter als die Standardparameter, ohne aber quantifizierbar zu sein.

- *Zeitbereichs-Parameter:*

HR min^{-1} (engl. Heart Rate) Herzfrequenz in Schlägen pro Minute

SDNN ms (engl. Standard Deviation Normal to Normal) Standardabweichung aller normalen RR-Intervalle in ms

logRSA min^{-1} (engl. Respiratory Sinus Arrhythmia) Median der absoluten Differenzen aufeinanderfolgender Momentanherzfrequenzen [16]

- *Frequenzbereichs-Parameter (Spektralanalyse):*

HF ms^2 (engl. High Frequency) Leistung im RR-Intervall-Spektrum von 0.15 – 0.4 Hz

LF ms^2 (engl. Low Frequency) Leistung im RR-Intervall-Spektrum von 0.04 – 0.15 Hz

LF/HF 1 Quotient aus LF und HF, ein Mass für die vegetative Balance

- *Atemfrequenz (AF) und QP/A* wurden aus der RSA mit Hilfe einer von BETTERMANN [3] beschriebenen Methode im Sitzen errechnet.

AF min^{-1} Atemfrequenz

Q P/A Quotient aus HR und AF

Um eine bessere Annäherung der Messwerte an eine Normalverteilung zu erreichen, wurde von den Spektralparameter HF, LF und LF/HF der natürliche, von logRSA der dekadische Logarithmus für die Auswertungen herangezogen.

- *Autonomes Bild:* (Zeitvariante Darstellung des Frequenzspektrums)

Mit dieser an der Universität Graz durch Moser und Mitarbeiter entwickelten Methode kann eine zeitgetreue Darstellung der vegetativen Einflüsse auf die Herzfrequenz während des Versuchsablaufes gegeben werden. **Abb. 2** [aus 12] verdeutlicht den Aufbau eines solchen Bildes. Das ganze Herzfrequenzsignal wird in überlappende Segmente von gewöhnlich fünf Minuten Länge geteilt, von jedem Segment eine digitale Fouriertransformation berechnet und der Absolutanteil des Ergebnisses zeilenweise zusammengesetzt. Derart erhält man eine zeitlokalisierte Schätzung des Frequenzgehaltes des Herzfrequenzsignals. Dieses Verfahren ist in der Literatur unter dem Terminus „Running Spectral Analysis“ (RSA, nicht zu verwechseln mit „Respiratorische Sinusarrhythmie“) bekannt. Neu ist jedoch die farbkodierte Darstellung (gegenüber der üblichen Pseudo-3D-Darstellung), die ein besonders rasches Erfassen der Zeit-Frequenz-Struktur und das einfache Ablesen von Momentanzeit und -frequenz ermöglicht.

Konstitutions-QP/A:

Von jeder Versuchsperson wurde ein Schlaf-EKG während einer gewöhnlichen Nacht erhoben und als Autonomes Bild zusammen mit der Originalherzfrequenz dargestellt (**Abb. 8**). Aus der visuell ruhigsten (gewöhnlich ersten) Non-REM-Phase wurden die Atemfrequenz und der QP/A ermittelt. Diesen Wert bezeichnen wir als "Konstitutions-QPA" und betrachten ihn als mittelfristigen Zielwert maximaler Trophotropie bei einem Individuum.

Fragebogen: (Immediat- und Langzeitwirkungen)

Bei den Untersuchungen an 7 Nicht-Sprachgestaltern wurde für jeden Versuch eine Fragebogen mit einer 7-stufigen Analogskala nach dem Befinden von sehr gut – sehr schlecht, Angst und Spannung (3-stufig) jeweils vor und nach dem Sprechen sowie einer Frage nach der Schlafqualität der vorangehenden Nacht (5-stufig) ausgefüllt. Eine retrospektive Schlusserwertung nach den 15 Wochen über beobachtete Auswirkungen auf Befinden und Gefühle während der verschiedenen Phasen (Rezitation/Deklamation) sollte ausserdem Aufschlüsse über subjektiv beobachtete mittelfristige Wirkungen und über das Qualitätserleben liefern.

Statistik

Das Vorhandensein einer Immediatwirkung in den Parametern HR, SDNN, logRSA, HF, LF und LF/HF wurde über alle Versuche mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit kompletter Messwiederholung geprüft, ebenso die Unterschiede in der Simultanwirkung bei Rezitation und Deklamation.

Ein Vierfeldertest wurde auf die Kategorien „Befinden nach der Behandlung besser“ bzw. „gleich oder schlechter“ angewandt, getrennt nach Sprachgestaltung oder Kontrollversuch.

Ergebnisse

Untersuchungen an zwei Sprachtherapeuten

Simultanwirkungen einzelner Übungen mit Sprachtherapeuten auf die Originalherzfrequenz

Viele der seit langem in der Sprachgestaltung therapeutisch verwendeten Übungen modulieren charakteristisch und differenziert die HRV. Besonders die alte Meditationssilbe „OM“ [23] und „Ich atme Kraft.“ zeigen deutlich eine reproduzierbare, typische Signatur (**Abb. 3**).

OM (**3a**) wird klingend und lippenbetont, nicht nasal, gesprochen. Die Übung "Redlich ratsam" (**3b**) ist viel schneller gesprochen als z.B. OM. Diese Atemform moduliert die HRV weniger durch Ein- und Ausatmung, die durchschnittliche HR ist höher. "Nimm Nicht Nonnen" (**3c**) wird in der ersten

Zeile (gelb) mit mehr Druck, in der zweiten Zeile lockerer und auf den Lippen gesprochen (lila). Diese Dynamik findet sich in der HRV wieder. Die Übung: "Ich atme Kraft des Lebens" (**3d**) enthält eine längere Phase des Atmenhaltens in Expiration (rot). Bemerkenswert ist der starke Abfall der HR während Inspiration am jeweiligen Ende der Übung, in Umkehrung des normalen Verhaltens der RSA, die die Herzfrequenz bei der Einatmung steigen lässt.

In **Abb. 4** wird der Wirkungsunterschied verschiedener Atemformen, im Vergleich mit der Übung OM, auf die RSA dargestellt. Interessant ist beim Sprechen von OM (**4d**), dass die Inspiration, jeweils blau markiert, einen eigenen Gipfel erzeugt, der von einem noch höheren Expirationsgipfel während des Sprechens gefolgt wird. Es überlagern sich zwei Rhythmen. Um die Sprachwirkung auf den Atem von der reinen RSA unterscheiden zu können, wurde mit der gleichen Armbewegung und mit Lippenbremse bei der Expiration nur tief geatmet. (**4c**) Die Expiration erzeugt bei sehr langsamer Atmung einen Anstieg der Herzfrequenz mit zunehmend ausgeprägterem Doppelgipfel ohne entsprechende Inspiration. In **Abb 5** ist die HRV bei Vp. A (unten) und Vp. B (oben) beim Sprechen je eines rezitatorischen und eines deklamatorischen Gedichtes aufgezeichnet.

Die dargestellten, und unseren weiteren Versuche mit anderen Übungen und Gedichten, lassen sich in Bezug auf Simultanwirkungen des Atems beim Sprechen auf die HRV folgendermassen zusammenfassen:

- Inhalt und Spannung eines deklamatorischen Gedichtes drücken sich in übergeordneten Bögen aus, deren Weite weniger dem Atemrhythmus entspricht, sondern mehr dem Inhalt (**5b und d**).
- Frequenzanstieg und -abfall können in Bezug auf Ein- und Ausatmung umgekehrt wie bei der RSA liegen ("Ich atme Kraft.." (**3d**).
- Durch Sprechen verlängerte Expiration verlagert den Frequenzanstieg z.T. von der Inspiration auf das Ende der Expiration. (**5a**)
- Bei manchen Texten und Übungen überlagern sich Rhythmen und treten in ein harmonisches Verhältnis. (OM, **Abb. 3 und 6** sowie „Melde mir die Nachtgeräusche (**Abb. 5**).
- Die Wirkung von Sprechen auf die Atmung ergibt intra- und interindividuell reproduzierbare, der Sprachdynamik entsprechende Muster.

Simultanwirkungen einzelner Übungen mit Sprachtherapeuten auf das Frequenzspektrum

Bei OM (**Abb. 6**) entstehen drei ausgeprägte, sich überlagernde Frequenzen mit sehr geringem Rauschanteil. Diese stehen jeweils im Verhältnis 1:2, und bilden damit als "Obertöne" der ateminduzierten Grundfrequenz mit einer Periodenlänge von ca. 20 Sek. das Verhältnis von zwei musikalischen Oktaven zueinander. Eine bewegte Harmonie entsteht. Der subjektive Eindruck des Sprechenden bestand in starker Beruhigung und einem schwingenden Einklang mit der Umgebung

Von der Übung *Erfüllung geht* [22] zeigen wir aus Platzgründen nur das Frequenzspektrum (**Abb. 6**). Hier entsteht die langsamste Frequenz durch die Länge der Übung von ca. 60 Sek. selbst. Besonders die Atmung bildet keinen scharfen Gipfel, und die Gesamtrhythmik ist bei der Übung, im Verhältnis zu den anderen, sehr gering. Dies hängt mit der höheren Pulsfrequenz zusammen und zeigt den aktiven Charakter der Übung.

Ich atme Kraft des Lebens ist eine therapeutische Übung mit tiefer Einatmung und Atemhalten nach der ersten Zeile (s.o). Diese Übung zeigt im Spektrum eine mittlere Amplitude und hatte in der Originalherzfrequenz (**Abb. 3**) eine deutlich reproduzierbare, sehr charakteristische Rhythmik gezeigt.

- Bei rezitatorischen Übungen und Gedichten treten die auftretenden Frequenzen häufig in einem untereinander ganzzahligen Verhältnis auf, während der stochastische Anteil der HRV (Rauschen) sich verringert
- Die sprechmodifizierte Atmung als Rhythmusgeber kann bei solchen Texten die resonante Anregung von in einem ganzzahligen Verhältnis zur Atmung stehenden Frequenzen in der HRV, bewirken.
- Rezitatorische Texte bewirken Schwingungen mit großer und periodisch auftretender,

deklamatorische Texte solche mit kleiner und stochastisch zerklüfteter Amplitude (**Abb. 5**).

Untersuchungen an sieben Nicht-Sprachgestaltern

Simultanwirkungen bei Nicht-Sprachgestaltern

Auch bei den untrainierten Versuchspersonen zeigten die beiden Übungen "Erfüllung geht.." und "In den unermesslich weiten Räumen.." in der Originalherzfrequenz über alle 6 Versuche eine ähnliche Charakteristik wie bei den Sprachgestaltern (o.Abb.). Während der daran anschliessenden 10 Minuten gleichmässigen Sprechens einer Stilart (Hexameter/Alliteration) traten in der HRV zwei ganz unterschiedliche Reaktionsmuster auf. Diese liessen sich mit der Methode des Autonomen Bildes am deutlichsten darstellen (**Abb. 7**). Sie erwiesen sich als inter- und intraindividuell zuverlässig reproduzierbar, und trat beim vorsprechenden Therapeuten in gleicher Weise auf (o. Abb.) Wir fassen diese Wirkungen im Folgenden kurz zusammen:

Hexameter: (Rezitation, **Abb. 7, rechts**) Hier tritt der Atemrhythmus während des Sprechens deutlich hervor (Helle Linie bei 0.2 Hz) und wird von einer starken, langsameren Rhythmik im Bereich von 0,1 Hz begleitet, (rötliche Linie bei 0.1 Hz) die sich auch in der Originalkurve der Herzfrequenz deutlich abzeichnet (o. Abb.). Diese langsamere Rhythmik (0.1Hz) war von uns nicht erwartet worden. Sie tritt im unbeeinflussten Zustand besonders im Stehen als Blutdruckrhythmik auf und steht hier im Verhältnis von 2:1 zur RSA (sichtbar an den beiden parallelen Linien bei 0.1 und 0.2 Hz während des Hexametersprechens). Gleichzeitig treten die Rauschanteile im Gesamtspektrums während des Sprechen stark zurück. *Alliteration:* (Deklamation, **Abb. 7 links**) Während dieser Sprechphase entstehen nur langsame Frequenzen bis zur 10 Sekunden-Rhythmik (0.1Hz), während sich die Atmung nicht abbildet

Hexameter sprechen zeigt als Signatur in der HRV eine Bündelung der Aktivität in RSA und Blutdruckrhythmik, die im Verhältnis von 1:2 auftreten. Klangstrukturen mit geringen stochastischem Anteil (Rauschen) treten auf.

Demgegenüber ist bei der *Alliteration* keine RSA sichtbar, aber zum Teil deutlich ausgeprägte Blutdruckrhythmik. Der stochastische Anteil gegenüber den Kontrollmessungen ist verringert.

Mit den Standardparametern *logRSA*, *HF*, *LF*, *LF/HF* und *SD* lassen sich Rezitation, Deklamation und Kontrolle zum Teil unterscheiden, aber nicht bei allen VP mit den gleichen Parametern, das autonome Bild ist hier besser geeignet, um Strukturen in der HRV sichtbar zu machen.

Verwertbare Ergebnisse lieferten folgende Parameter (**Tabelle 1**):

- Die *Herzfrequenz* erhöht sich während des Hexametersprechens signifikant weniger als während des Sprechens von Alliterationen ($p < 0.01$). Der Wert für die Kontrollversuche liegt zwischen Hexametern und Alliteration. Dies kann als anophotrope (Erholungs-) Reaktion durch Hexametersprechen interpretiert werden.
- *logRSA* als Mass für den Einfluss der Atmung auf die Herzfrequenzvariabilität verstärkt sich tendenziell beim Hexametersprechen trotz des Stehens und Gehens gegenüber der 1. Sitzphase bei vier VP. Bei der Alliteration kann dies nur selten beobachtet werden. Der Unterschied ist signifikant ($p < 0.05$). Der Wert für die Kontrollmessungen liegt gleich wie für Alliteration.
- Der *Quotient aus LF/HF*, der das Verhältnis von Blutdruck- zu Atemrhythmik angibt, und als Ausdruck vegetativer sympathiko-vagaler Balance angesehen werden kann, erhöhte sich beim Hexametersprechen im Stehen gegenüber dem vorhergehenden Sitzen nicht. Während dieser Rezitationsart befindet sich der Körper demnach trotz Gehens und Sprechens in einer dem Sitzen entsprechenden Vagotonie in Bezug auf die HRV.

Der Quotient erhöhte sich erwartungsgemäß beim Kontrollversuch stark, da durch das Aufstehen eine Verschiebung der Balance in Richtung Sympathikotonie zu erwarten war. Der Unterschied vom Hexameter zur Kontrolle war signifikant ($p < 0.01$). Die Deklamation ergab bis auf eine Vp. ebenfalls eine Erhöhung des Quotienten, wie beim Kontrollversuch. Dabei

verstärkte sich die Erhöhung des Quotienten über die 6 Wochen Wiederholungen stetig. Die Erhöhung wurde durch eine immer stärkere HF-Abnahme während des Sprechens bewirkt.

Immediatwirkungen bei Nicht-Sprachgestaltern

Wir verglichen je einen 10 Minutenabschnitt der HRV dieser Sitzphasen, getrennt nach Rezitation/Deklamation/Kontrolle. Die Unterschiede in den Parametern HR, SDNN, logRSA, HF, LF und LF/HF wurden bei sämtlichen Probanden über alle Versuche mittels Varianzanalyse mit Messwiederholungen geprüft.

- Die Herzfrequenz ist bei allen Versuchsarten in der zweiten Ruhephase signifikant niedriger als in der ersten (Rezitation $p=0.006$, Deklamation $p=0.004$, Kontrolle $p=0.017$).
- LogRSA und HF erhöhten sich nach Rezitation signifikant (logRSA $p=0.038$, HF $p=0.031$), in weit schwächerem Ausmaß nach Deklamation, im Mittel nicht nach den Kontrollversuchen. Damit verbunden sank LF/HF nach Deklamation ($p=0.027$), die anderen Parameter blieben weitgehend unbeeinflusst. Eine Zunahme der respiratorischen Sinusarrhythmie deuten wir als ruhigeren, entspannteren Zustand nach den Übungen, sowie erhöhte Vagotonie.

Auswertung der Fragebögen bei Nicht-Sprachgestaltern

a) Befinden „gut – schlecht“ vor- und nach Therapeutischer Sprachgestaltung

Ein Vierfeldertest wurde auf die Kategorien „Befinden nach der Behandlung besser“ bzw. „gleich oder schlechter“ (schlechter wurde nur einmal angegeben) angewandt, getrennt nach Sprachgestaltung oder Kontrollversuch. Die Verbesserung des Befindens nach Sprachgestaltung ist hochsignifikant ($p<0.0001$), zwischen Rezitation und Deklamation besteht kein Unterschied. Diese verbessern das Befinden einer gemischten Gruppe von Nicht-Sprachgestaltern insgesamt gleich gut um durchschnittlich etwa eine Note gegenüber dem Befinden vor dem Versuch.

Angst und Spannung traten in diesem Kollektiv von gesunden Probanden nach Selbsteinschätzung so selten auf, dass über eine mögliche Wirkung der Therapien auf diese Parameter keine Aussagen gemacht werden können. Auch die Frage nach der Schlafqualität ergab keine verwertbaren Aussagen.

b). Subjektive Beschreibung der Qualität des Befindens

Die folgenden Bemerkungen wurden von den Probanden spontan nach der zweiten Sitzphase notiert, ohne dass diese über mögliche Wirkungsunterschiede von Rezitation und Deklamation vorher informiert worden wären. Dabei wurde der *Qualitätsunterschied* von Rezitation und Deklamation von allen Probanden stark empfunden und aussagekräftig charakterisiert:

Nach Rezitation (Originalzitate aller Vp. ohne Mehrfachnennungen):

Frischer, wie nach dem Schlafen – Objektiv durchleuchtet - Mehr ins Träumen gehend, nachher wacher - Klarer im Kopf, tiefere fülligere Atmung – Ruhig und klar – Leichtes, wohltuendes Kribbeln im Körper – Ich habe das Gefühl, im guten Sinne schwer zu sein. Ich fühle mich, als wäre ich in einer leichten Trance, in der Magengegend ist eine ruhige Kraft vorhanden

Nach Deklamation (Originalzitate aller Vp. ohne Mehrfachnennungen):

Besser bei sich, stärker, voller – Geballter, strahliger. Den Willen differenziert fühlend - Ausgeruht, präsent, frisch - Gestärkt psychisch – Mehr im Körper – Frohgemut - Etwas müde, wie nach einer Wanderung - Wärmer, dicker, stärker durchblutet – Fülle, Kraft - Gut angeregt. Es geht mir ein Marschthema durch den Kopf – Deklamation ist aktivierend – Ich fühle mich aufgeheizt – Gefühl wie nach Pfeffergewürz, kräuselnde Wellen wurden zu Gischtwellen – Die Sprachwerkzeuge sind bewusster geworden, ich konnte Dampf ablassen

Die Ergebnisse der beiden Fragebögen zeigen deutlich zwei Ebenen auf: Auf der Ebene des *Befindens* wird nach der Sprachgestaltung auf der Analogskala mehrheitlich ein „Sich-Gut-Fühlen“ als Verbesserung um etwa 1 Note registriert, aber kein Unterschied zwischen Rezitation und Deklamation bemerkt. Da es sich, mit Einschränkungen, um gesunde Versuchspersonen handelte, scheint hier der allgemein hygienische Einfluss der Sprache auf den Körper im Vordergrund zu stehen, bzw. beide Arten der Anregung vergleichbare Wirkung auf das seelische Befinden zu haben.

Auf der Ebene der *Qualität des Befindens* wird dann sowohl bei den Immediat- wie auch bei den mittelfristigen Wirkungen sehr differenziert zwischen Rezitation und Deklamation unterschieden:

- Nach Rezitation fühlen sich die Vp. gelöst, erfrischt, ruhig entspannt und klar.
- Nach Deklamation fühlen sich die Vp. angeregt, energischer, wacher, kräftiger und wärmer.

Schlafmessungen und Puls-Atem-Quotient bei Nicht-Sprachgestaltern

Der Konstitutions-QP/A (aus ca. 30 Minuten der ruhigsten Non-REM-Phase, siehe Methodik) lag bei allen Versuchspersonen näher an einem ganzzahligen Verhältnis als der gemittelte QP/A für die ganze Nacht und erwies sich daher für die Definition eines konstitutionellen Parameters (maximale Trophotropie) geeigneter. (**Tabelle 2 und Abb. 8**)

Wir verglichen nun diesen „Konstitutions-QP/A“ mit den QP/A-Werten in den Sitzphasen vor und nach dem Üben. Dabei zeigten sich zwei Gruppen mit unterschiedlichem Verhalten des Sitz-QP/A. (Bei der ältesten Vp. 6 (59 Jahre) konnte die Atemfrequenz aus der RSA im Sitzen nicht zuverlässig ermittelt werden (Erkennungsrate unter 20%), daher sind für diese Versuchsperson nur Nachtwerte (**Tabelle 2**) und keine Sitz-QP/A in **Abb. 9** aufgeführt).

- a) Bei Vp. 1, 2 und 4 lag der QP/A-Wert in beiden Sitzphasen ist nicht weit vom oben definierten Konstitutions-QP/A entfernt (im Mittel weniger als 1) und zeigt keine Extremwerte. In der zweiten Sitzphase zeigten diese Vp. einen leicht erniedrigten, unveränderten, bzw. leicht erhöhten QP/A gegenüber der ersten Sitzphase, eine Wirkung der Versuche wird somit rasch ausgeglichen. (**Abb. 9**).
- b) Bei Vp. 3, 5, und 7, liegt der Sitz-QP/A vor dem Sprechen häufig weit über dem Konstitutionswert und nähert sich diesem in der 2. Sitzphase fast überall um mind. den Wert 1 an. Viele Messungen zeigen in der ersten Sitzphase über den Konstitutions-QP/A *erhöhte* Extremwerte aber nie Werte *unter* dem Konstitutions-QP/A, was auf eine ergotrope Verschiebung des QP/A bei dieser Gruppe deutet (Vgl. Einleitung). Der erhöhte QP/A erniedrigte sich bei diesen Probanden auch bei den Kontrollmessungen in einigen Fällen gleich wie nach der Sprachgestaltung. Der Einfluss des Settings (Gespräch mit dem Therapeuten) liess sich damit als Wirkung in dieser Untergruppe nicht klar von der Sprachgestaltung abgrenzen. (**Abb. 9**).

Die Probanden von Gruppe A nähern sich schon in der ersten Sitzphase ihrem Konstitutions-QP/A an und zeigen wenig Immediatwirkung nach Rezitation, Deklamation und Kontrolle.

Die Probanden von Gruppe B liegen in der ersten Sitzphase häufig weit über dem Konstitutions-QP/A und zeigen eine stärkere Immediatwirkung.

Eine genauere retrospektive Befragung der Versuchspersonen über ihren Gesundheitszustand ergab: Die Probanden der ersten Gruppe sind gesunde Mitarbeiter in einem Therapiezentrum, die Personen der zweiten Gruppe zeigten je eine Beeinträchtigung ihrer Gesundheit, die zum Messzeitpunkt nicht bekannt war. (Wenige Wochen nach Versuchsende erst diagnostiziertes Karzinom, depressive Verstimmtheit, Angststörung). Bei diesen beiden Gruppen findet sich ein unregelmässig und stark über den Wert der trophotropsten Schlafphase (Konstitutions-QP/A) erhöhter Sitz-QP/A mit mangelnder Erholungsfähigkeit und einer gesundheitlichen Beeinträchtigung assoziiert, während Probanden mit geringer Abweichung des Sitz-QP/A vom Konstitutions-QP/A wenig auf die Interventionen reagieren und einen besseren Erholungszustand aufweisen. (Vgl. Diskussion).

Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse wurden an den Nicht-Sprachgestaltern durch Kombination eines Single-Case-Studiendesigns und einer Querschnittstudie (n=7) gewonnen. Dadurch konnten pro Versuchsdesign (Rezitation, Deklamation und Kontrolle) je 42 (Rezitation und Deklamation) bzw. 21 (Kontrolle) einstündige Messungen verglichen werden, was die gefundenen Simultanwirkungen deutlich dokumentiert.

Die geringere Anzahl von Kontrollversuchen im Studiendesign entstand durch Complianceprobleme bei den Versuchsteilnehmern, die mit 15 Wochen Studienteilnahme als berufstätige Personen ohnehin gefordert waren. Dadurch liessen sich geringe Unterschiede der Immediatwirkungen von Kontrolle gegenüber den Sprachübungen nur mit höherer Irrtumswahrscheinlichkeit betrachten.

So ergibt der Vergleich der Sitzphasen vor- und nach der sprachgestalterischen Intervention (Immediatwirkungen) ein heterogenes Bild. Die hochsignifikante Verbesserung des Befindens nach Sprachgestaltung bildet sich in den berechneten Parametern erwartungsgemäss als tendenzielle Steigerung von HF und logRSA, sowie einer Verschiebung von LF/HF in vagotoner Richtung ab. Diese Wirkungen erreichen zum Teil Signifikanz. Da die visuelle Prüfung der Originalherzfrequenz-Abschnitte vorher/nachher z.T. einen wesentlich deutlicheren Unterschied in Richtung Harmonie zeigte (o.Abb.), wurden die Daten einer Reanalyse nach der Methode der musikalischen Musteranalyse (vgl. Einleitung) unterzogen, deren Ergebnisse demnächst vorliegen werden.

Die Qualität des Befindens als klares Unterscheidungsmerkmal bei Rezitation und Deklamation („Bitte beschreiben Sie die Qualität ihres Befindens jetzt, nach der zweiten Ruhephase“) findet immediat in den Parametern der HRV keine vergleichbar deutliche Entsprechung. Ähnlich markante Unterschiede, vorallem zwischen Rezitation und Deklamation, werden andererseits aber bei den Simultanwirkungen in der Herzfrequenzvariabilität sichtbar.

Dort hatte sich während Rezitation eine deutliche Betonung der Atemrhythmik im Herzfrequenzspektrum ergeben, und im Autonomen Bild waren „Klangstrukturen“ d.h. harmonische Frequenzverhältnisse mit geringen stochastischem Anteil (Rauschen) aufgetreten. In der immediat aufgezeichneten Befindensqualität wurde Rezitation entsprechend mit Begriffen wie: Gelöst, erfrischt, ruhig entspannt und klar charakterisiert. Während der Deklamation bildete sich die Atmung im Herzfrequenzspektrum nicht ab, wohl aber entstanden Schwingungen auf der Frequenz der Blutdruckrhythmik, die sich mit grösserem Rauschanteil auch sonst im aufrechten Stehen zeigen. Als Befindensqualität beschrieben die Probanden sich angeregt, energischer, wacher, kräftiger und wärmer.

Im folgenden werden die gefundenen Wirkungen in Bezug auf bekannte Indikationen der Therapeutischen Sprachgestaltung weiter diskutiert:

Es kommt durch die Therapeutische Sprachgestaltung zu einer rhythmischen Anregung der Herzfrequenzvariabilität, die sich stimulierend bei verringerter Variabilität einsetzen liesse. Insbesondere die Rhythmisierung durch Übungen und Texte in *rezitatorischem Stil* könnte durch die beobachtete Bildung von harmonischen Untertönen im Herzfrequenzspektrum und die verstärkte Vagotonie (s.o.) stressmindernd wirken.

Die von uns beim *Hexameter (Rezitation)* beobachtete Verstärkung der 10-Sekunden-Rhythmik, die auf der Frequenz der Blutdruckrhythmik schwingt, steht im Verhältnis von 2:1 zur sprachmodulierten Atemrhythmik (RSA). Beide Rhythmen traten während des Hexameter-Sprechens (Rezitation) streng koordiniert auf. Damit manifestieren sich zwei Rhythmen in klarer Ausprägung gleichzeitig. Während sonst in Ruhe, Liegen und Schlafen die Atemrhythmik hervortritt, dominiert die Blutdruckrhythmik im unbeeinflussten Zustand das Wachen [15]. Hexametersprechen als therapeutische Anwendung bewirkt in diesem Sinne nach unseren Beobachtungen ein „schlafendes Wachen“, das bewusste Heranführen an einen entspannten Zwischenzustand während des Sprechens. Diese Vermutung deckt sich mit den Qualitätsbeschreibungen der Probanden.

Die starke Harmonisierung und strenge Diskriminierung zweier Frequenzen während des

Hexametersprechens mit sehr geringem Rauschanteil im Spektrum deutet auf einen aussergewöhnlichen Zustand der autonomen Balance hin. Man könnte von einer willkürlichen, aber musikalisch strukturierten Beeinflussung der Herzrhythmik durch den Hexameter sprechen, in der sich eine Harmonisierung der Atem- mit der Kreislauf- (Blutdruck) zum Ausdruck bringt. Die signifikante *Absenkung* der Herzfrequenz nach Sprachgestaltung gegenüber den Kontrollmessungen weist in die gleiche Richtung einer Beruhigung und Entspannung.

Sprachgestaltung moduliert und verstärkt die *Ausatmung*. Diese steht wiederum mit verstärkter Aktivierung des Nervus Vagus in Zusammenhang [14]. Entsprechend fanden wir eine deutliche Tendenz zu erhöhter logRSA und HF, die sich für Rezitation statistisch absichern liess. In der Literatur wird für einen erhöhten Vagotonus ein cardioprotektiver Einfluss diskutiert [14]. Die Resultate der vorliegenden Arbeit können in diesem Sinne als Hinweise auf eine herzschonende Wirkung der Therapeutischen Sprachgestaltung gewertet werden, was auch mit klinischen Erfahrungen in Einklang steht.

In einer Untersuchung der autonomen Prozesse die vasovagalen Synkopen vorausgehen, fanden LIPSITZ et. al. 1998 [12] auf dem Kipptisch bei anfälligen Individuen eine Dissoziation zwischen Atmung und RSA, die bei der gesunden Probandengruppe nicht auftrat. Es bleibt zu untersuchen, inwieweit die von uns gefundene, starke cardiorespiratorische Reaktion auf Sprachrhythmen auch bei solchen Störungsbildern eine Verbesserung der Anfälligkeit durch die gezielte Anwendung von Sprachrhythmen ermöglichen würde.

Da die vorliegende Studie nur die kurzfristigen Immediateffekte prüfen konnte, müssen diese Überlegungen in Zukunft durch systematische mittel- und langfristige Untersuchungen geprüft werden.

Beim *deklamatorischen Sprechen* war demgegenüber eine reine Verstärkung der Blutdruckrhythmik in der HRV zu beobachten, während die Atmung sich nicht mehr abbildete. Die Probanden fühlten sich nachher energischer, im Willen angeregt und durchwärmt. Die Ich-Tätigkeit scheint sich stärker im Stoffwechsel zu engagieren, die Dynamik des Übergangs vom Liegen zum Stehen, welche eine ähnliche Signatur in der HRV wie die Deklamation hat, verstärkt sich weiter. Damit könnte günstig auf Symptome wie Schwäche, Antriebslosigkeit, Appetitlosigkeit, Infektanfälligkeit, wie sie z.B. nach längerem Liegen und Erschöpfung, auftreten, eingewirkt werden. Diese Vermutung deckt sich mit den Erfahrungen verschiedener Therapeutischer Sprachgestalter im klinischen und ambulanten Bereich.

Eine *Abhängigkeit der Wirkungen* der Therapeutischen Sprachgestaltung von der *Geübtheit* des Sprechenden wurde nur in Bezug auf die Intensität der Rhythmik in der Originalherzfrequenz festgestellt. Die 7 Probanden ohne professionelle Übung zeigten alle die dargestellten typischen Simultanwirkungen bei der Durchführung einer Therapieeinheit unter Anleitung wie die beiden Sprachtherapeuten, wenn auch in individueller Ausprägung. Damit sind die dargestellten Wirkungen auch bei untrainierten Personen dokumentiert. Ihre weitere Erforschung bei verschiedenen Krankheitsbildern wird Gegenstand der nächsten Projektphasen sein.

Die mögliche *Alters- Geschlechts- und Konstitutionsabhängigkeit* der Wirkungen konnte bei der geringen Anzahl der Probanden nicht systematisch untersucht werden. Die älteste Probandin zeigte aber erwartungsgemäss die geringste RSA. Das typische Hexameterbild (Rezitation) im Autonomen Bild war bei den männlichen Probanden stärker als bei den weiblichen. Trotzdem fanden wir die erwähnten Wirkungen bei allen Probanden. Somit bestehen Anhaltspunkte für eine gewisse Dominanz dieser Wirkungen über Alter, Geschlecht und Konstitution. Eine Beziehung des QPA zu Alter, Geschlecht und Konstitution war von WECKENMANN 1982 bei internistischen Patienten gefunden worden [25]. In dieser Untersuchung wurden therapeutische Interventionen nicht betrachtet.

Da es mit der visuell-qualitativen Beurteilung von Original-HR und Autonomem Bild besser gelang Immediatwirkungen festzustellen als mit den Standardparametern, ist die Evaluierung weiterer mathematischer Methoden zur Quantifizierung der Wirkungen von Kunsttherapie in Zukunft von grösstem Interesse. (s.o.)

Alle uns bisher aus der Literatur vorliegenden Untersuchungen mit Einbezug des *QPA* sind Längsschnitte durch einen Kurverlauf mit punktuellen Messungen oder beziehen diesen Wert auf Alter, Krankheit oder Konstitution. Ein systematischer Vergleich von Nacht- und Tageswerten (im

Sitzen) als Hinweis auf Beeinträchtigungen der Gesundheit ist uns nicht bekannt. Der QP/A zeigte bei unserer Probandengruppe eine ausgeprägte Ausgangswertabhängigkeit (Normalisierung), indem ein gegenüber dem Konstitutions-QP/A stark erhöhter Sitz-QP/A sich in der zweiten Sitzphase stärker erniedrigte (Probandengruppe B) als ein Sitz-QP/A ähnlich dem Konstitutions-QP/A (Probandengruppe A).

Für die Beurteilung der Erholungsfähigkeit resp. Belastung von Versuchspersonen und Patienten könnten bei mehreren Messungen an einer Person auf Grund dieser Ergebnisse folgende Grössen der Frequenzbeziehung von Puls und Atmung herangezogen werden: Mittelwert und Varianz der Sitz-QP/A in Bezug auf den Konstitutions-QP/A und Veränderungen des Konstitutions-QP/A in Richtung auf den Wert 4 (Normalisierung nach [8]).

Dass bei der vorliegenden Zusammensetzung der Probanden kein Unterschied in der Wirkung auf den QP/A zwischen Sprachgestaltung und Kontrolle gefunden werden konnte, erweist die Notwendigkeit, die Immediateinflüsse auf den QP/A durch Sprachgestaltung weiter differenziert zu untersuchen.

Hinweis:

Eine erweiterte Fassung dieser Arbeit enthält sämtliche Übungen und Texte, sowie eine Würdigung der Ergebnisse vom Gesichtspunkt der Anthroposophischen Medizin aus. Sie ist über die Autoren erhältlich. (Publikation in Vorbereitung)

Anhang

Texte des Versuchsdesigns mit Sprachgestaltern

Übungen:

Alle verwendeten Übungen stammen von Rudolf Steiner und sind verschiedenen Publikationen entnommen. Es ist zu beachten, dass die Wort- bzw. Lautfolgen nicht dem Sinn nach, sondern entsprechend ihren Lautwirkungen komponiert wurden. Sie stehen in alphabetischer Reihenfolge, links die Übung, rechts die Methode:

**Ich atme Kraft des Lebens
In Luft verhaucht der Hauch**

1. Zeile Luft ganz verbrauchen. Atem anhalten. Ohne Einatmung 3x stumm 1. Zeile innerlich sprechen. Einatmen und 2. Zeile sprechen. Abfolge 7x wiederholen.

OM [23]

Tief einatmen mit Heben der Arme auf Schulterhöhe, Arme senken, ca. 20 Sec. klingend OM sprechen. Wiederholen.

**Redlich ratsam [22]
Rüstet rühmlich
Riesig rächend
Ruhig rollend
Reuige Rosse**

Lebhaft sprechen. Die Zeilen in verschiedene Raumesrichtungen schicken.

Gedichte:

**Melde mir die Nachtgeräusche, Muse
die ans Ohr des Schlummerlosen fluten.
Erst das traute Wachtgebell der Hunde,
dann der abgezählte Schlag der Stunde,
dann ein Fischerzwiesgespräch am Ufer,
dann nichts weiter als der ungewisse
Geisterlaut der ungebrochenen Stille.
Wie das Atmen eines jungen Busens,
wie das Murmeln eines tiefen Brunnens,
wie das Schlagen eines dumpfen Ruders,
dann der ungehörte Tritt des Schlummers.**

C. F. Meyer

*5-füssiger Trochäus, -v-v-v-v-v.
Rezitatorischer Charakter, rhythmusbetont.*

Unter Feinden

F. Nietzsche

**Dort der Galgen, hier die Stricke
und des Henkers roter Bart.
Volk herum und giftige Blicke –
Nichts ist neu dran meiner Art!
Kenne dies aus hundert Gängen,
schrei's euch lachend ins Gesicht:
„Unnütz, unnütz, mich zu hängen!
Sterben? Sterben kann ich nicht!“**

*4-füssiger Trochäus, -v-v-v-v
Kreuzreim, deklamatorischer Charakter.*

*Rhythmus im Verhältnis zur dramatischen Spannung
wenig betont.*

**Bettler ihr! Denn euch zum Neide
ward mir, was ihr – nie erwerbt:
Zwar ich leide, zwar ich leide –
aber ihr - ihr sterbt, ihr sterbt!
Auch nach hundert Todesgängen
bin ich Atem, Dunst und Licht –
„Unnütz, unnütz, mich zu hängen!
Sterben? Sterben kann ich nicht!“**

Ecce Homo

F. Nietzsche

**Ja, ich weiss, woher ich stamme!
Ungesättigt, gleich der Flamme,
glühe und verzehr ich mich.
Licht wird alles was ich fasse,
Kohle alles was ich lasse.
Flamme bin ich sicherlich!**

*4-füssiger Trochäus. -v-v-v-v. deklamatorischer
Charakter.
Rhythmus im Verhältnis zur dramatischen Spannung
wenig betont.*

Texte des Versuchsdesigns mit Nicht-Sprachgestaltern

Einführende Übungen für Reziation und Deklamation:

Das er dir log uns darf es nicht loben [22]

Klare Artikulation, auf jedes Wort einen Schritt.

Nimm nicht Nonnen in nimmermüde Mühlen [22]

Tastende Schritte, mehr Luftwiderstand.

Einführende Übung zur Rezitation:

**In den unermesslich weiten Räumen [22]
 In den endenlosen Zeiten
 In der Menschenseele Tiefen
 In der Weltenoffenbarung
 Suche des grossen Rätsels Lösung**

Das „Bild“ einatmen, den Atem langsam bis zum Ende dirigieren. Wenig Betonungen, rhythmisch sprechen. Die Arme sanft in die Atemrichtung führen.

Rezitatorische Übung (Hexameter):

**Dicht am Gestade des Sees, im Kleefeld, steht ein verlassnes
 Kirchlein unter den Höhn, die, mit Obst und Reben bewachsen,
 Halb das benachbarte Kloster und völlig das Dörfchen verstecken,
 Jenes gewerbsame, das weitfahrende Schiffe beherbergt.
 Uralt ist die Kapelle; durch ihre gebrochenen Fenster
 Streichet der Wind, und die Distel gedeiht auf der Schwelle des Pförtleins;
 Kaum noch hält sich das Dach mit gekrümmtem First, ein willkommner
 Schutz vor plötzlichem Regen dem Landmann oder dem Wanderer....**

E. Mörike

Hexameter: (Deutscher Hexameter: Auftaktloser sechshebiger Vers mit häufig zweisilbigen Senkungen, fast immer nach der 5. Hebung). In der therapeutischen Anwendung mit Schritt auf jede Hebung und Einatmung im Zeitmass eines Versfusses. Dadurch 3 Versfüsse Ausatmung, 1 Versfuss Einatmung u.s.w. (Verhältnis Atmung zu Versfüssen = 1:4). Bei der Ausatmung werden die Arme gesenkt, bei der Einatmung auf Schulterhöhe angehoben.

Einführende Übung zur Deklamation:

**Erfüllung geht [22]
 Durch Hoffnung
 Geht durch Sehnen
 Durch Wollen
 Wollen weht
 Im Webenden
 Weht im Bebenden
 Webt bebend
 Webend bindend
 Im Finden
 Findend windend
 Kündend**

Mit jeder Zeile den Atem völlig verbrauchen. Rufartige Sprache, kraftvolle Vokale und Konsonanten. Verschiedene Varianten der Armbewegungen. Z.B. Arme beim Einatmen bis über den Kopf strecken, beim Ausatmen kontrolliert fallen lassen.

Deklamatorische Übung (Alliteration):

**Wild ward Wingthor, als er erwachte
 Und seinen Hammer vorhanden nicht sah.
 Er schüttelte den Bart, er schlug das Haupt,
 Allwärts suchte der Erde Sohn.
 Und es war sein Wort, welches er sprach zuerst:
 “Höre nun, Loki, und lausche der Rede:
 Was noch auf Erden niemand ahnt
 Noch hoch im Himmel: Mein Hammer ist geraubt.”
 Sie gingen zum herrlichen Hause der Freyja,
 Und es war sein Wort, welches er sprach zuerst:
 “Willst du mir, Freyja, dein Federhemd leihen,
 Ob meinen Mjöltnir ich finden möge?”**

Aus der „Edda“, übersetzt von K. Simrock

.....

Alliteration (Stabreim): Silben mit anlautenden Vokalen oder gleichen Konsonanten tragen den Hauptakzent. (2-3 p. Zeile). In der therapeutischen Anwendung werden die stabenden Silben stark betont und durch Fallenlassen der Füße beim Schreiten herausgehoben. Dadurch entsteht eine betonte Unregelmässigkeit.

Literatur

1. Bettermann H, Amponsah D, Cysarz D, VanLeeuwen P: Musical rhythms in heart period dynamics: A cross-cultural and interdisciplinary approach to cardiacrhythms. *Am. J. Physiol.* 1999; 277 (Heart Circ. Physiol. 46): H1762–H1770.
2. Bettermann H, Cysarz D, Van Leeuwen P: Detecting cardiorespiratory coordination by respiratory pattern analysis of heart period dynamics – the musical approach. *Int. J. Bifurcation & Chaos* 2000.
3. Bettermann H, Engelke P, Van Leeuwen P, Heckmann C: Die Bestimmung der Atemfrequenz aus der respiratorischen Sinusarrhythmie. *Biomedizinische Technik* 1996; 41.
4. von Bonin D, Giger A, Stöcklin C, Frühwirth M, Moser M: Rhythmologische Untersuchungen zur Sprachtherapie; in Heusser Peter (ed): *Akademische Forschung in der anthroposophischen Medizin*. Bern, Peter Lang, 1999.
5. Denjean B, von Bonin D: *Therapeutische Sprachgestaltung*. Stuttgart, Urachhaus, 2000.
6. Gutenbrunner CH, Hildebrandt G: *Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie*. Berlin, Heidelberg, Springer, 1998.
7. Hildebrandt G: Das Zentrum des rhythmischen Systems; in Heusser Peter (ed): *Akademische Forschung in der anthroposophischen Medizin*. Bern, Peter Lang, 1999.
8. Hildebrandt G: Physiologische Grundlagen der Hygiogenese; in Heusser Peter (ed): *Akademische Forschung in der anthroposophischen Medizin*. Bern, Peter Lang, 1999.
9. Hildebrandt G, Daumann F.-J: Die Koordination von Puls und Atemrhythmus bei Arbeit. *Int. Z. angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol.* 1965.
10. Hildebrandt G, Moog R, Raschke F: *Chronobiology and Chronomedicine. Basic research and applications*. Bern, Peter Lang, 1987.
11. Hildebrandt G, Moser M, Lehofer M: *Chronobiologie und Chronomedizin*. Hippokrates, 1998.
12. Lipsitz LA, Hayano J, Sakata S, Okada A, Morin RJ: Complex demodulation of cardiorespiratory dynamics preceding vasovagal syncope. *Circulation* 1998; 98.
13. Malliani A, Pagani M, & Lombardi F: Physiology and clinical implications of variability of cardiovascular parameters with focus on heart rate and blood pressure, *American Journal of Cardiology* 1994; 73:3C-9C
14. Moser M, Lehofer M, Sedminek A, Lux M, Zapotoczky HG, Kenner T, Noordergraaf M: Heart Rate Variability as a prognostic tool in Cardiology. *Circulation* 1994; 90:1078-1082.
15. Moser M, Frühwirth M, von Bonin D, Cysarz D, Penter R, Heckmann C, Hildebrandt G: Das autonome Bild als Methode zur Darstellung der Rhythmen des menschlichen Herzschlages; in Heusser Peter (ed): *Akademische Forschung in der anthroposophischen Medizin*. Bern, Peter Lang, 1999.
16. Moser M, Lehofer M, Hildebrandt G, Voica M, Egner S, Kenner T: Phase- and frequency coordination of cardiac and respiratory function. *Biological Rhythm Research* 1995; 26 1: 100-111.
17. Moser M, Lehofer M, Hoehn-Saric R, McLeod D, Hildebrandt G, Drnovsek B, Egner S, Liebmann P, Zapotoczky HG: Increased heart rate in depressed subjects in spite of unchanged autonomic balance? *J. Affective Disorders* 1998; 48: 115-124.
18. Pincus SM: Approximate entropy in cardiology. *Herzschr Elektrophys* 2000; 11: 139-150.
19. Porta A, Guzzetti S, Montano N, Pagani M, Somers V, Malliani A, Baselli G, Cerutti S: Information domain analysis of cardiovascular variability signals: evaluation of regularity, synchronisation and co-ordination. *Med Biol Eng Comput* 2000; 38: 180-188.
20. Raschke F: *Die Koppelung zwischen Herzschlag und Atmung beim Menschen*. Diss. Marburg 1981.

21. Rheingans H: Vergleichende Untersuchung über die Wirkung einer aktiv trainierenden und einer künstlerisch-übenden Bewegungsbehandlung bei der kardiologischen Rehabilitation, S. 60. Diss. Marburg 1983
22. Steiner R: Methodik und Wesen der Sprachgestaltung, GA 280. Dornach, Rudolf Steiner Verlag, 1983.
23. Steiner R: Sprachgestaltung und dramatische Kunst, GA 282. Dornach, Rudolf Steiner Verlag, 1981.
24. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation 1996; 93: 1043-65.
25. Weckenmann M, Schreiber K: Die Beziehung des Pulsatemquotienten zu Alter, Geschlecht und Konstitution bei internistischen Patienten. Der Krankenhausarzt 1982; 6.

Dank

Diese Arbeit wurde unterstützt durch finanzielle Beiträge der Asta Blumfeld-Stiftung, Dornach und des Rudolf Steiner-Fonds, Nürnberg. Die Messelektroden stellte Nessler Medizintechnik GmbH & Co aus A-6060 Absam kostenlos zur Verfügung. Herzlichen Dank an die Probandinnen und Probanden für ihre Bereitschaft bei dem Projekt mitzuwirken, sowie an Frau Marianne Krampe und Herrn Viktor Denzler für ihre fachliche Hilfe.

Abbildungen

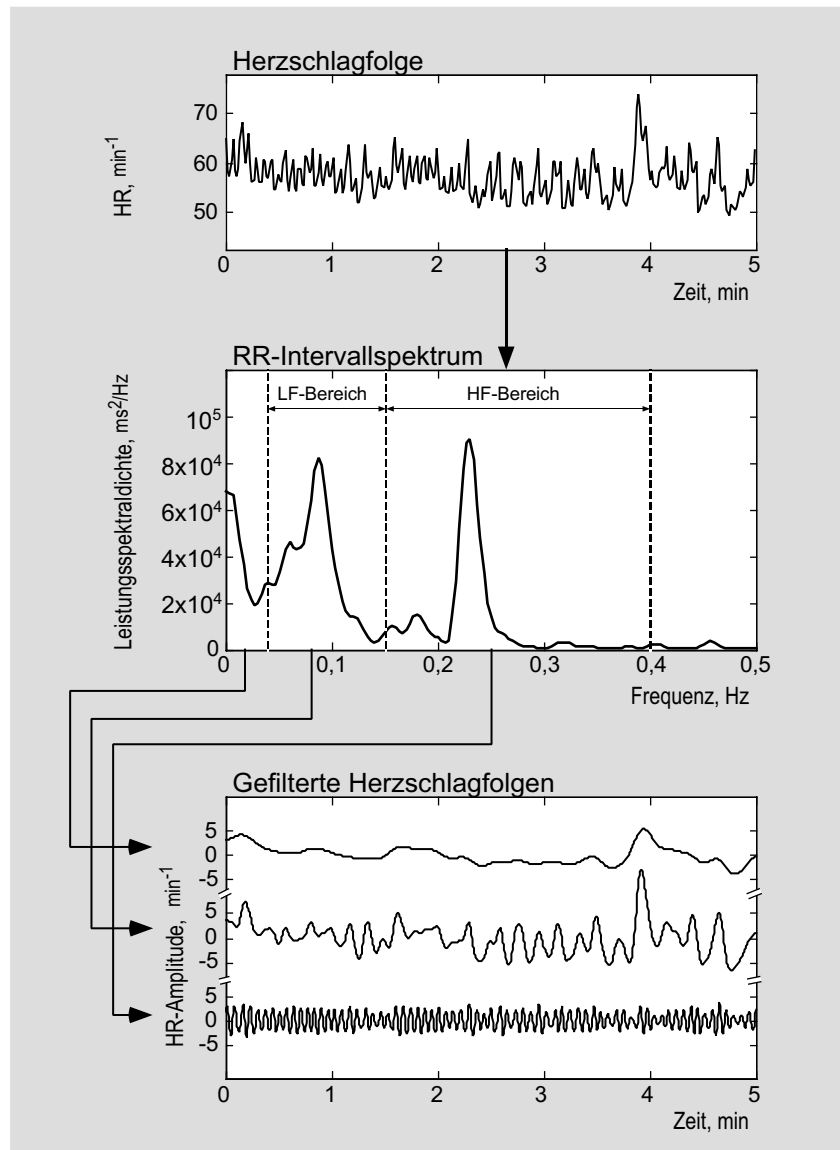


Abbildung 1: Aufzeichnung der Originalherzfrequenz einer liegenden, gesunden, 24-jährigen männlichen Versuchsperson (oben) mit Frequenzanalyse (Mitte) und Filterung (unten); (aus [16])

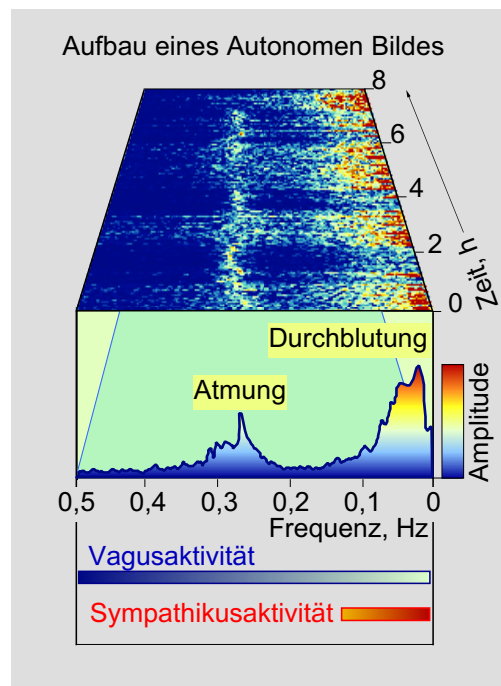


Abbildung 2: Aufbau eines autonomen Bildes aus 5-Minuten Intervallen der Herzfrequenzvariabilität. (aus [15])

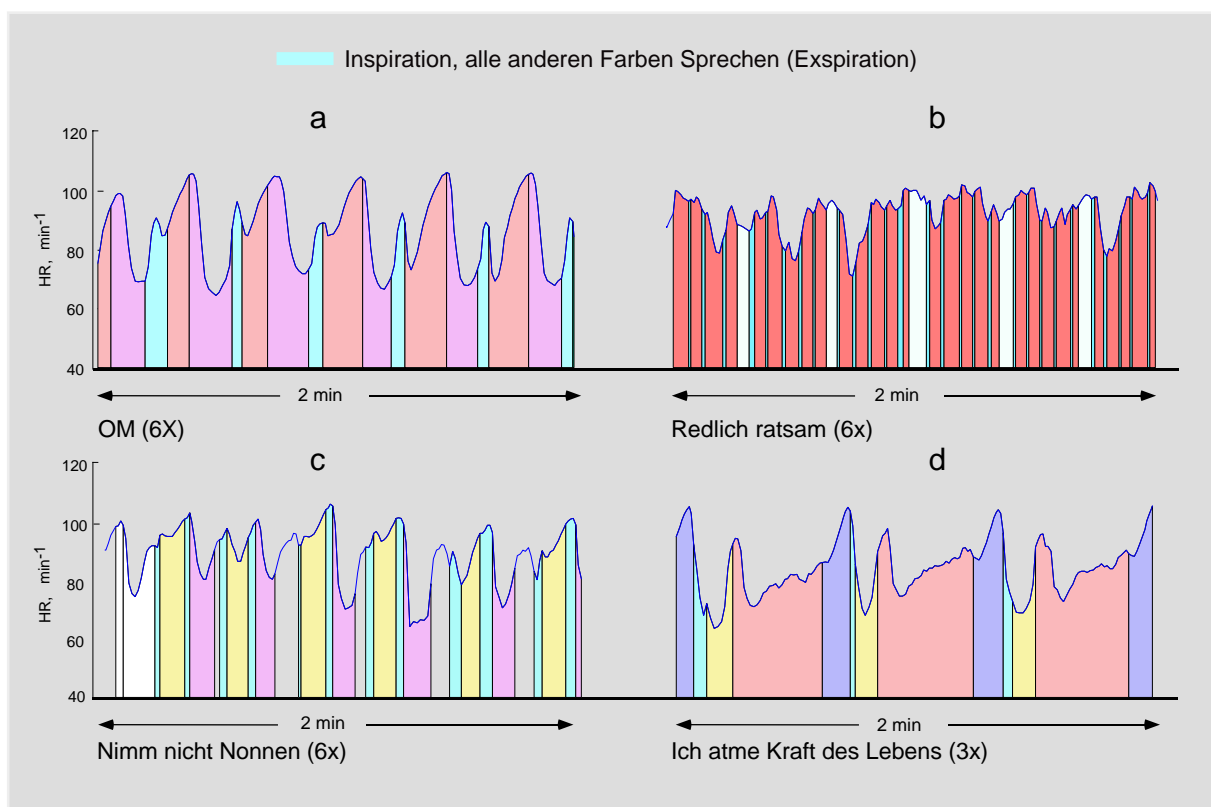


Abbildung 3: Simultanwirkungen verschiedener Übungen auf die Originalherzfrequenz bei Vp. A

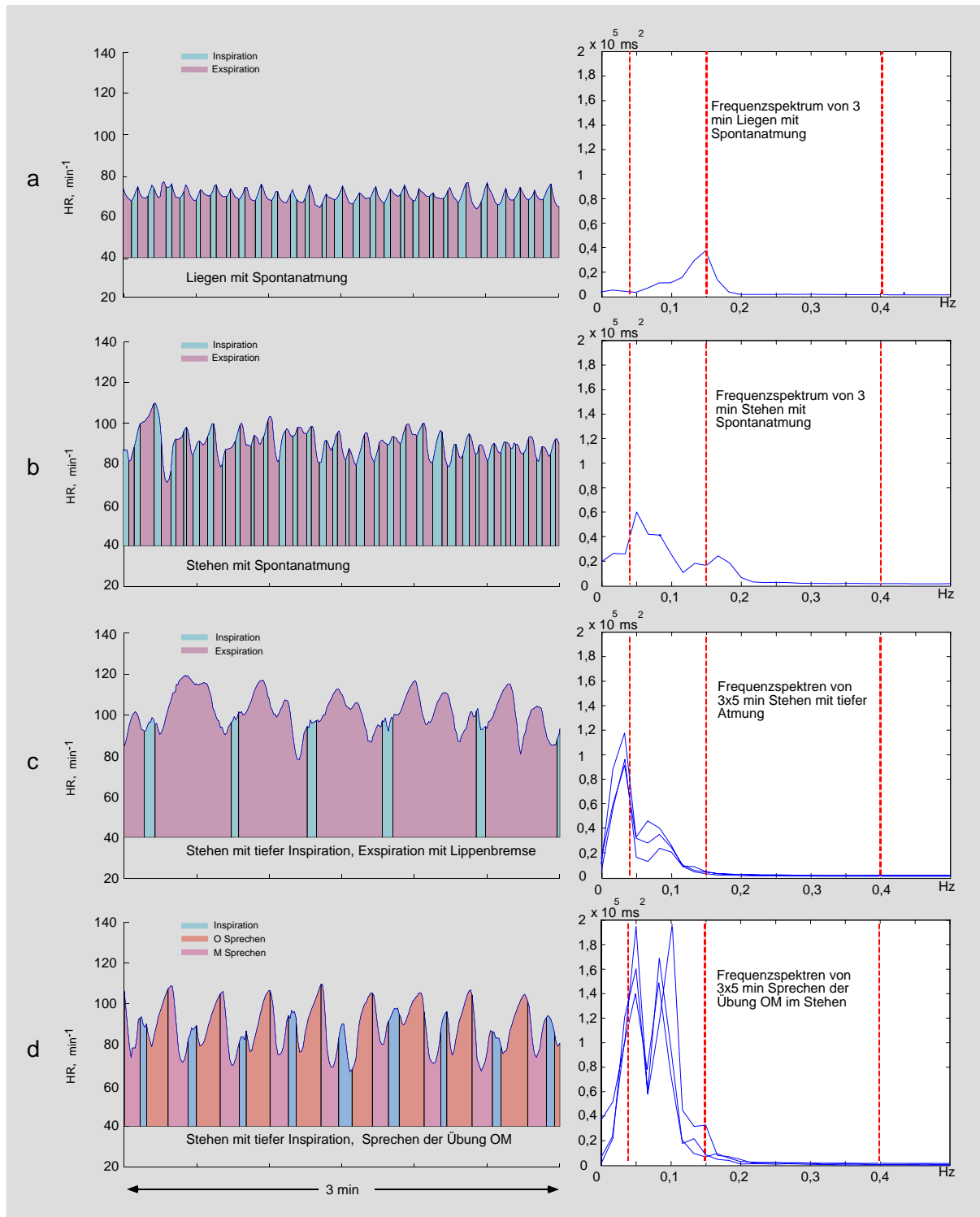


Abbildung 4: Vergleich von ruhiger Spontanatmung im Liegen (a), Spontanatmung im Stehen (b), Tiefatmung mit Lippenbremse (c) und Sprechen der Übung OM (d) bei Vp. A. Links Originalherzfrequenz, rechts Frequenzspektren von je 3 Wiederholungen der Übung über 5 Minuten

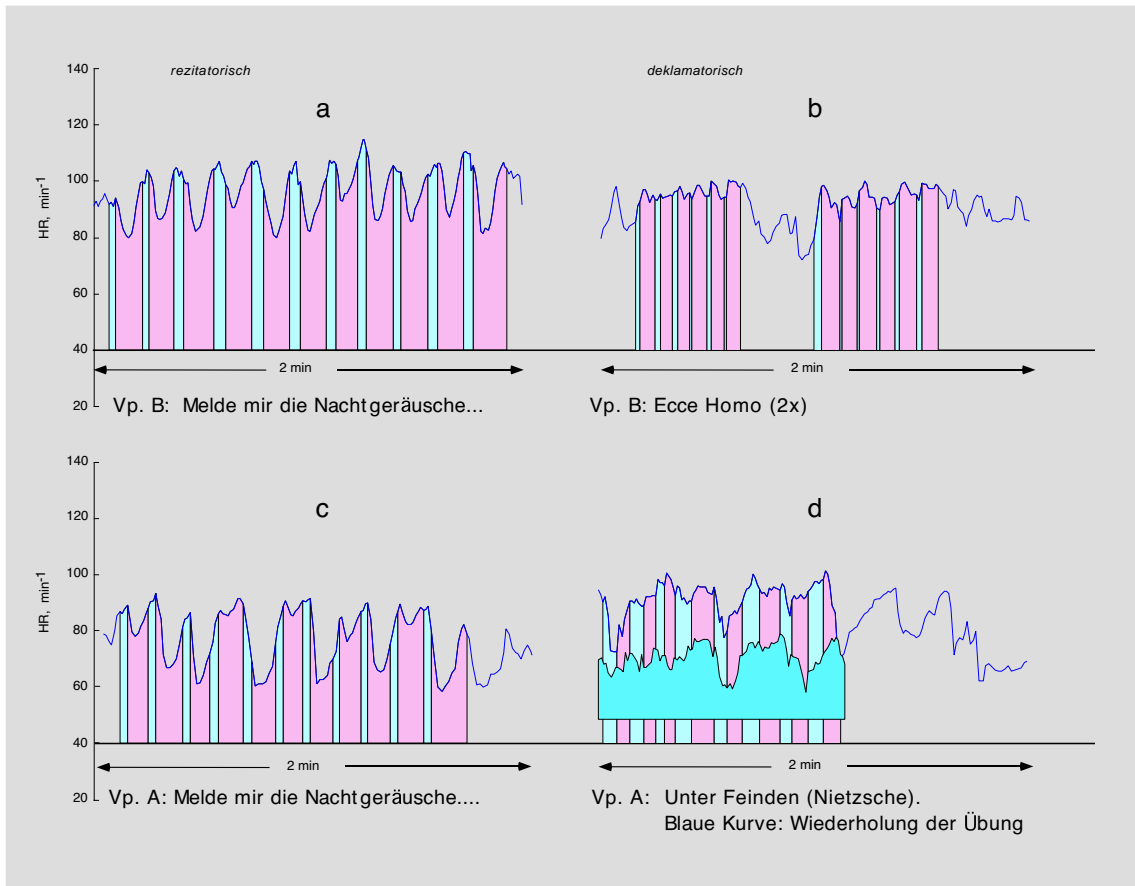


Abbildung 5: Simultanwirkungen dreier Gedichte in der Originalherzfrequenz bei Vp.A und Vp.B

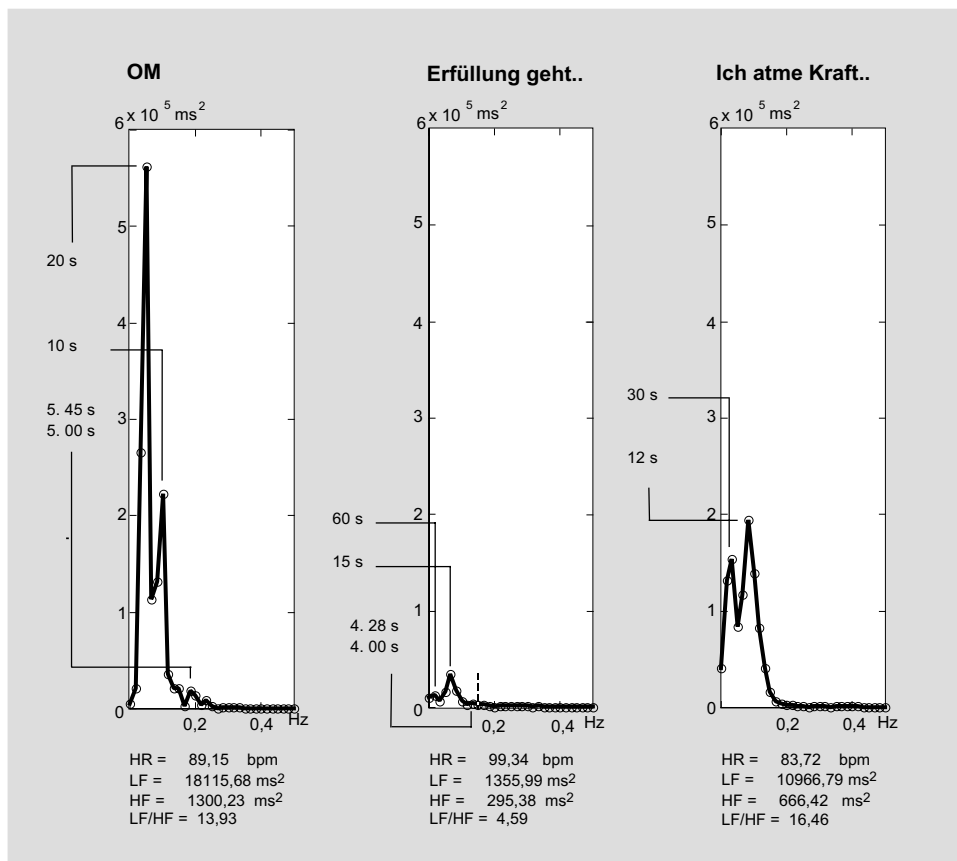


Abbildung 6: Frequenzspektrum ausgewählter Übungen bei Vp. A

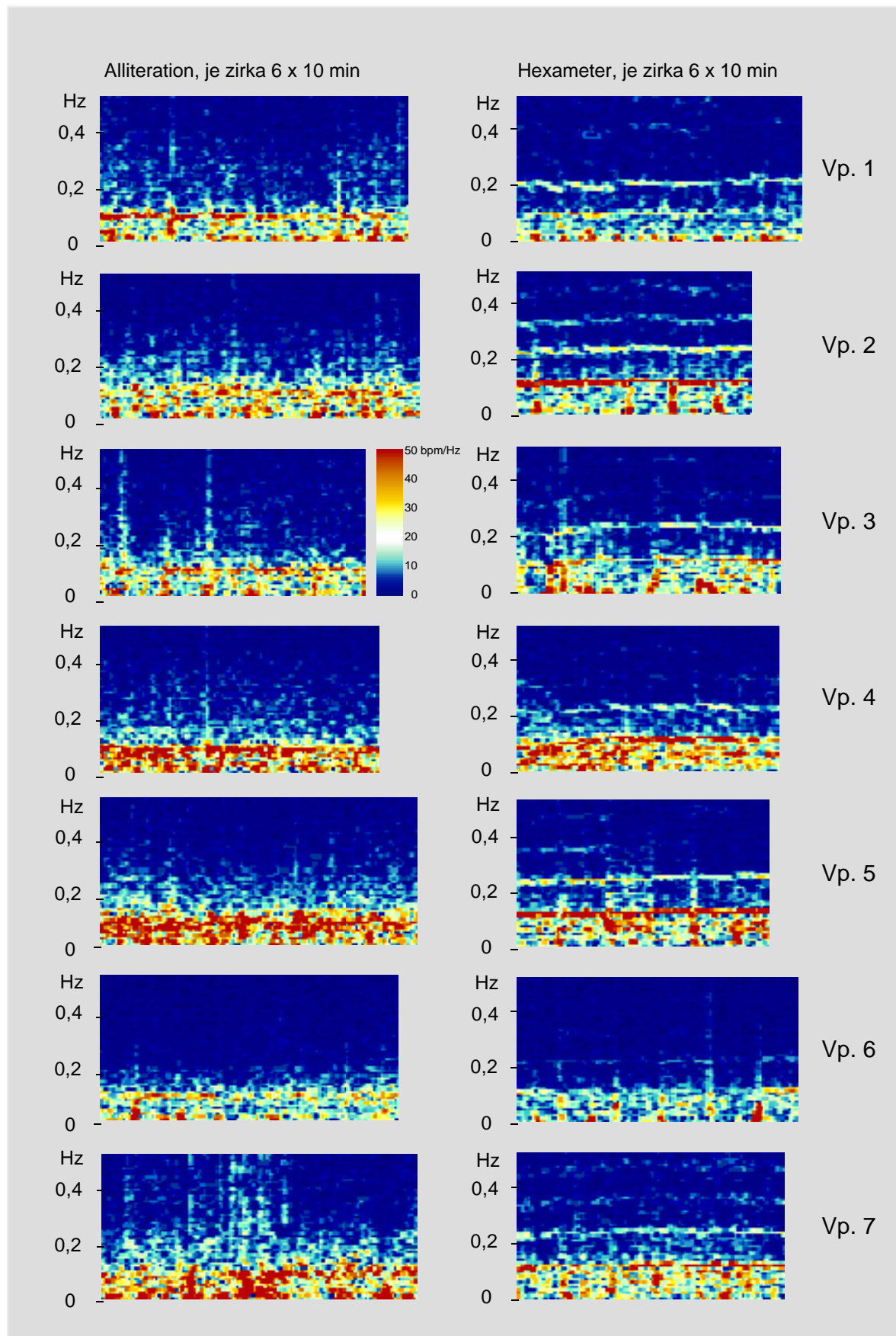


Abbildung 7: Autonome Bilder aller Alliterations- (links) und Hexameterphasen (rechts) von 7 Nicht-Sprachgestaltern. Auf der Abszisse sind jeweils nur die effektiven Sprechzeiten (ca. 10 Min.) der entsprechenden Abschnitte aus den je 6 Versuchswochen aneinandergesetzt

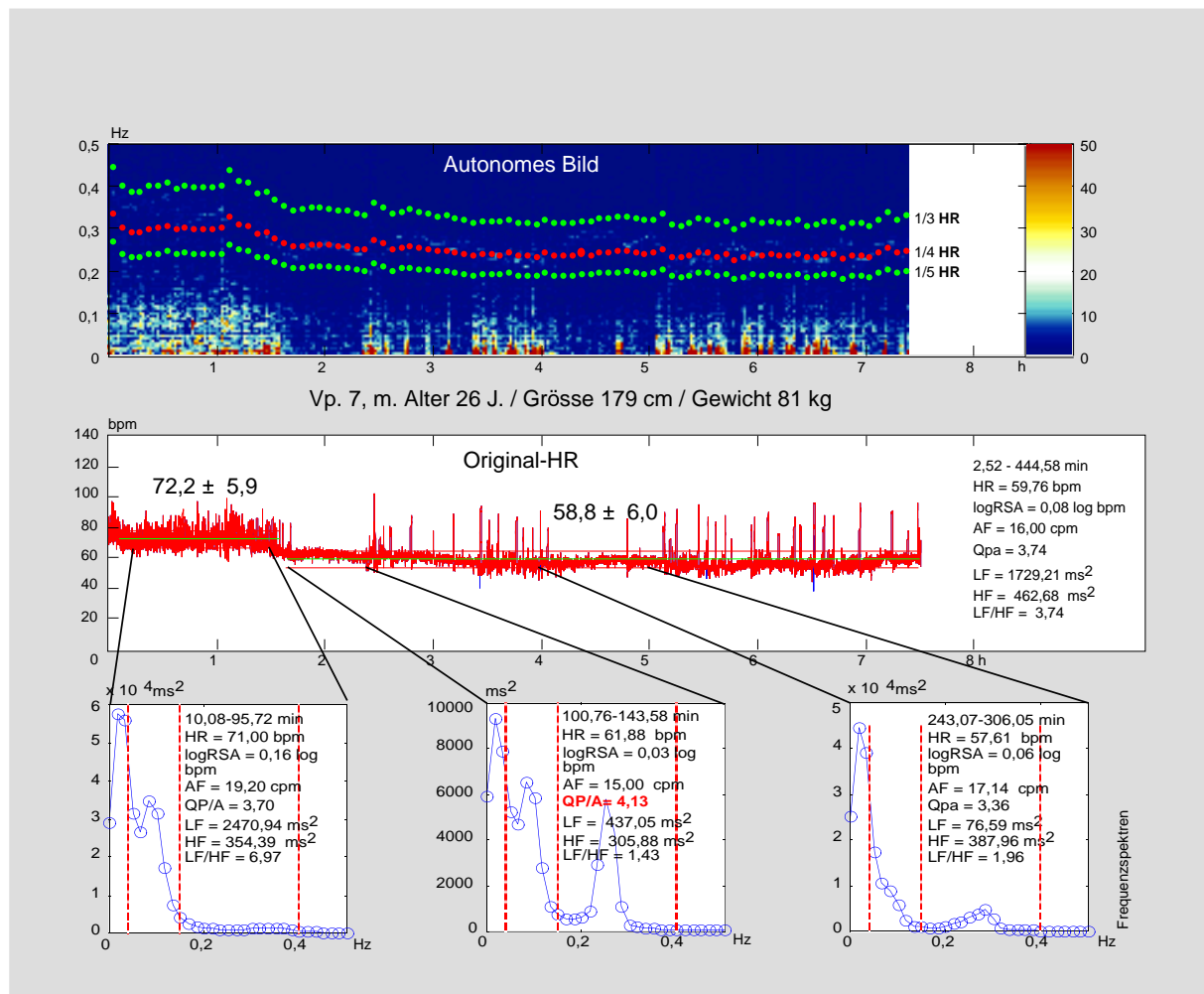


Abbildung 8: Nachtmessung bei Vp.7. Ermittlung des Konstitutions QP/As (rot, Definition siehe Text) aus der trophotropsten Schlafphase, die sich durch geringe Aktivität im LF-Bereich des Autonomes Bildes, durch ruhige Originalherzfrequenz und eine starke HF im Spektrum (Atmung) auszeichnet. Es zeigte sich, dass der QP/A in dieser Phase je einem ganzzahligen Wert am nächsten liegt.

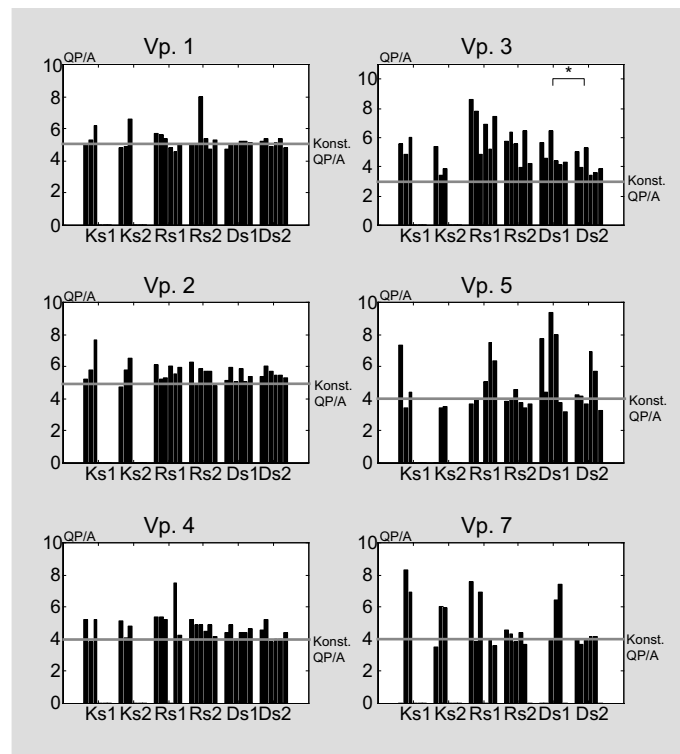


Abbildung 9: Einzelwerte des Sitz-QP/As bei der gesünderen (links) und bei der weniger gesunden (rechts) Probandengruppe. Werte vor Kontrolle Ks1, vor Rezitation Rs1 und vor Deklamation Ds1. Nach dem Sprechen jeweils Ks2 u.s.w. Die Werte von Vp. 6 sind nicht dargestellt, da die Atemfrequenz nicht zuverlässig aus der RSA ermittelt werden konnte

Tabellen

	Sitzen vorher (n=105) ¹	Rezitation (n=42) ²	Deklamation (n=42) ³	Kontrolle (n=21) ⁴	Sitzen nach Rezitation (n=42) ⁵	Sitzen nach Deklamation (n=42) ⁵	Sitzen nach Kontrolle (n=21) ⁴
Heart Rate min ⁻¹	78.1±9.2 (57.2–103.7)	85.0±8.4 (71.1–108.1)	88.4±11.1 (70.0–110.5)	86.7±10.3 (67.1–109.2)	72.7±7.3 (62.2–99.1)	74.2±9.0 (57.3–94.8)	74.8±9.4 (54.0–93.3)
logRSA log min ⁻¹	0.10±0.10 (-0.18–0.41)	0.13±0.13 (-0.17–0.30)	0.07±0.10 (-0.17–0.23)	0.09±0.12 (-0.22–0.23)	0.12±0.10 (-0.06–0.35)	0.10±0.09 (-0.08–0.30)	0.11±0.12 (-0.18–0.32)
SD ms	44±14 (13–80)	37±12 (17–60)	38±12 (18–67)	48±18 (20–89)	45±14 (16–77)	45±15 (24–91)	44±13 (16–62)
log HF log ms ²	5.5±0.8 (2.8–7.6)	5.2±0.9 (3.0–6.6)	4.9±0.9 (2.9–6.3)	5.1±0.9 (3.1–6.3)	5.8±0.9 (3.4–7.1)	5.6±0.8 (3.9–7.4)	5.6±1.0 (3.0–7.3)
log LF log ms ²	7.1±0.8 (4.9–8.6)	7.0±1.0 (5.0–8.5)	7.2±0.7 (5.7–8.7)	7.4±0.9 (5.6–9.3)	7.1±0.6 (5.4–8.4)	7.0±0.7 (5.4–8.1)	7.0±0.7 (5.5–8.5)
log LF/HF Np	1.5±0.8 (-1.1–3.0)	1.8±0.6 (0.2–2.7)	2.3±0.4 (1.4–3.3)	2.3±0.7 (1.2–3.9)	1.4±0.9 (-0.8–3.0)	1.4±0.9 (-0.4–3.1)	1.4±1.0 (-0.5–2.8)
AF min ⁻¹	14.6±3.6 (8.6–26.7)	11.6±3.1 (6.7–17.1)	13.8±3.2 (9.4–20.0)	13.6±4.8 (8.3–21.8)	14.4±4.3 (7.5–24.0)	15.1±4.3 (7.7–26.7)	15.0±4.8 (7.7–24.0)
QP/A I	5.7±1.5 (3.2–10.1)	8.3±3.0 (5.2–14.7)	6.9±2.0 (4.0–10.7)	7.1±2.4 (3.6–10.9)	5.5±1.9 (3.4–10.8)	5.3±1.9 (3.2–10.8)	5.4±1.9 (3.4–10.7)

Tabelle 1: Mittelwerte ± Standardabweichung (Spannweite) vor, während und nach den Sprachübungen für alle 7 Versuchspersonen. Weil sich AF und QP/A nur bei ausgeprägter RSA aus der Herzfrequenz ermitteln lassen, konnten diese Parameter nicht bei allen Messungen berechnet werden, es gelten hier folgende Fallzahlen: ¹) n=96; ²) n=22; ³) n=37; ⁴) n=20; ⁵) n=41.

Wert	Vp. 1 w	Vp. 2 m	Vp. 3 w	Vp. 4 w	Vp. 5 m	Vp. 6 w	Vp. 7 m
HR gesamte Nacht	73	66	64	58	86	62	60
AF gesamte Nacht	14.12	12.63	20	15	24	10.91	16
QP/A gesamte Nacht	5.18	5.25	3.19	3.88	3.57	5.64	3.74
QP/A trophotrope Phase	5.04	5.20	2.96	4.08	4.02	5.88	4.13

Tabelle 2: Herz- und Atemfrequenz sowie QP/A während der Nacht bei allen Versuchspersonen