

Aktualisierte S2k-Leitlinie zur Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität – Was ist neu? Was hat sich verändert?

Stefan SAMMITO^{1,2}, Beatrice THIELMANN¹, André KLUßMANN³,
Andreas DEUßEN⁴, Klaus-Michael BRAUMANN⁵, Irina BÖCKELMANN¹

¹ *Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg, Leipziger Str. 44, D-39120 Magdeburg*

² *Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe,
Flughafenstr. 1, D-51147 Köln*

³ *Professur Arbeitswissenschaft, Department Gesundheitswissenschaften, Fakultät
Life Sciences, Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg
Ulmenliet 20, D-21033 Hamburg*

⁴ *Institut für Physiologie, Medizinische Fakultät der Technischen Universität Dresden
Fetscherstr. 74, D-01307 Dresden*

⁵ *Abt. Sport- und Bewegungsmedizin, Fakultät für Psychologie und
Bewegungswissenschaft, Universität Hamburg, Turmweg 2, D-20148 Hamburg*

Kurzfassung: Die Nutzung evidenzbasierter Leitlinienempfehlungen hat sich in den letzten Jahren in allen medizinischen Fachgesellschaften etabliert. Die Auswertung vorhandener Reviews und Originalarbeiten und die kompakte Zusammenfassung als Leitlinie stellt sowohl für Diagnostik wie Therapie Handlungssicherheit auf der Basis gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse dar. Dies gilt gleichermaßen auch für die Arbeitsmedizin und die Arbeitswissenschaft.

Die Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) hat sich in den vergangenen Jahren ergänzend zur Betrachtung der Herzschlagfrequenz neben dem Einsatz in Forschung und speziellen klinischen Fächern auch im arbeitswissenschaftlichen und arbeitsmedizinischen Bereich etabliert.

Daher hatte die Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin (DGAUM) e.V. eine Erstellung einer entsprechenden Leitlinie beauftragt, die 2014 unter Mitarbeit der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA) e.V. publiziert wurde. Aufgrund des Fortschritts in der wissenschaftlichen Beurteilung und Anwendbarkeit der Herzschlagfrequenz und der HRV sowie der Ausdehnung der Anwendung dieser Methoden durch fortschreitende Miniaturisierung von Messsystemen war eine Aktualisierung dieser Leitlinie notwendig.

Diese erfolgte unter Mitarbeit von Experten der DGAUM und der GfA sowie der Deutschen Gesellschaft für Sport- und Präventivmedizin (DGSP) e.V. und der Deutschen Physiologischen Gesellschaft (DPG) e.V. Basierend auf der 2014 publizierten Leitlinie wurden mittels aktueller Literaturrecherchen und im Rahmen der Konsensusfindung die Aktualisierung durchgeführt.

Im Rahmen des Vortrages werden Nutzung der bisherigen Leitlinie sowie die wesentlichen Neuerungen der aktualisierten Leitlinie dargestellt. Die Kernaussagen der Leitlinien werden präsentiert und in ihrer Bedeutung für die Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Analyse der HRV diskutiert.

Schlüsselwörter: Herzfrequenzvariabilität, autonomes Nervensystem, Sympathikus, Parasympathikus, Herzschlagfrequenz, Arbeitsmedizin

1. Vorbemerkung

Die aktualisierte Leitlinie ersetzt die erstmalig im Jahre 2014 publizierte Leitlinie zur „Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft“ (Sammuto et al. 2014). Die Autorengruppe hat basierend auf der 2014er Version der Leitlinie die in der Zwischenzeit publizierten Erkenntnisse zur Nutzung der Herzschlagfrequenz (Hf) und der Herzfrequenzvariabilität (HRV) gesichtet, bewertet und in eine Neufassung dieser Leitlinie einfließen lassen.

An der Aktualisierung der Leitlinie waren neben der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM), die Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention e.V. (DGSP), die Deutsche Physiologische Gesellschaft e. V. (DPG) und die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) mit entsprechenden Mandatsträgern beteiligt.

2. Einleitung

Die Hf gibt Informationen über die Beanspruchung des Herzkreislaufsystems als Reaktion auf Belastungen. Die HRV liefert zusätzliche Informationen über die Mechanismen der Herzkreislaufregulation. Diese beiden physiologischen Parameter sind seit Jahren aufgrund der nicht-invasiven, komfortablen Mess- und Analysetechnik, der Auswertung und der Anwendung in der stationären und ambulanten Versorgung (u. a. Kardiologie, Intensivmedizin, Endokrinologie, Neurologie, Arbeits-, Sport- und Geburtsmedizin) sowie in den verschiedenen Forschungsbereichen der Medizin und Naturwissenschaften (u. a. Arbeitsphysiologie, Sportphysiologie, Arbeitswissenschaft, Psychologie und Pharmakologie) etabliert.

Die Leitlinie beschäftigt sich einerseits mit der Nutzbarkeit der Hf und andererseits mit der HRV im arbeitswissenschaftlichen und arbeitsmedizinischen Setting als Erweiterung für Belastungs- und Beanspruchungsuntersuchungen. In insgesamt neun Kapiteln wird die aktuelle Literatur mit Verweis auf 286 Literaturstellen zu diesem Thema neben einem Einleitungs- und einem Definitionskapitel und abschließend in einer Schlussbemerkung in folgenden Themenfeldern behandelt:

- Physiologische Mechanismen
- Erfassung der NN-Intervalle für die Berechnung der Hf und der HRV
- Analyseverfahren und Parameter der HRV
- Einflussfaktoren der individuellen Hf und HRV
- Auswertung und Interpretation von Hf und der HRV
- Möglichkeiten der Anwendung in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft

Jedem Kapitel bzw. Themenfeld sind Kernaussagen (insgesamt 17) bzw. Empfehlungen (insgesamt 12) vorgestellt, welche die entsprechenden Abschnitte kurz und prägnant zusammenfassen.

3. Neuerungen

Die aktualisierte Leitlinie besitzt neben einzelnen kleineren redaktionellen bzw. inhaltlichen Änderungen im Schwerpunkt in folgenden Themenfeldern größeren Veränderungen:

- Aussage zur Nutzbarkeit mobiler Wearables (Kap. 4.1),
- Trennschärfe zwischen HRV und Pulswellenvariabilität (Kap. 4.1),
- Ergänzung um Neuerung im Bereich der Messtechnik seit 2014 (Tab. 1),
- Aktualisierung der Übersichtstabelle zu den HRV-Parametern (Tab. 2),
- Aktualisierung der Evidenz zu Einflussfaktoren auf die HRV und Neustrukturierung (Tab. 3),
- Ergänzungen zur Nutzbarkeit der Hf bei dynamischen Belastungen (Kap. 7.1),
- Komplette Überarbeitung des Kapitels zu Referenzwerten der HRV (Kap. 7.6),
- Aktualisierung zum Einsatz der HRV bei der Prognose von Erkrankungen (Kap. 8.3).

4. Kernaussagen und Empfehlungen

Im Folgenden werden die Kernaussagen und Empfehlungen aus der Leitlinie zusammengefasst aufgeführt. Für weitergehende inhaltliche Ausführungen wird auf die auf der Website der AWMF-downloadbare Leitlinie verwiesen.

4.1 Definitionen

In der medizinischen Bewertung ist zwischen der Hf (zentral gemessen) und der Pulsfrequenz (peripher gemessen) zu unterscheiden. Eine Differenz kann z. B. bei bestimmten Formen von Herzrhythmusstörungen als Pulsdefizit auftreten.

Beim Erwachsenen liegt die Ruhe-Hf in der Regel zwischen 60 und 80 Schlägen/min. Bei ausdauertrainierten Personen können in Ruhe Werte deutlich unterhalb von 50 Schlägen/min gemessen werden.

Die maximal erreichbare Hf ist interindividuell sehr unterschiedlich, sie ist u.a. alters- und geschlechtsabhängig. Es wird empfohlen, sie individuell im Rahmen einer ergometrischen Ausbelastung bei allgemeiner dynamischer Muskularbeit zu ermitteln.

Die Nutzung von Formeln zur Abschätzung der maximalen Hf sollte auf Grund der sehr breiten Streuung sehr zurückhaltend eingesetzt werden. Zur weiteren Einschätzung der Leistungsfähigkeit des Herzkreislaufsystems stehen die Erholungsherzschlagfrequenz, die Arbeitsherzschlagfrequenz und die Erholungsherzschlagsumme zur Verfügung.

Die HRV basiert auf einer mathematischen Analyse einer Zeitreihe von aufeinander folgenden Herzaktionen - den sog. NN-Intervallen.

4.2 Physiologische Mechanismen

Die vegetative Modulation der Hf durch sympathische Herznerven und den N. vagus (parasympathisch) wird primär über den Sinusknoten vermittelt.

Die Hf ist auch bei konstanter Belastung einer physiologischen Variabilität unterworfen, die unter anderem das Zusammenspiel von Sympathikus und N. vagus

(als Teil des Parasympathikus) widerspiegelt, hieraus lassen sich HRV-Parameter berechnen.

4.3 Erfassung der NN-Intervalle für die Berechnung der H_f und der HRV

Für die Erfassung der Herzaktionen stehen unterschiedliche Messsysteme zur Verfügung. Deren Messgenauigkeit für eine anschließende HRV-Analyse ist unterschiedlich. Es wird empfohlen, eine EKG-basierte Messung hierzu zu nutzen. Die Geräte sollten mit einer hohen Abtastrate (idealerweise 1000 Hz) nichtinvasiv messen, mechanisch robust und rück-wirkungsfrei sein.

Es wird empfohlen,

- für ein optimales Messergebnis eine adäquate Vorbereitung der Elektroden durchzuführen,
- für ein optimales Messergebnis eine adäquate Vorbereitung der Haut durchzuführen. Dies umfasst u.a. die Reduzierung des Fettfilmes der Haut und ggf. eine Entfernung bestehender (Brust-)Behaarung,
- die EKG-Ableitung mit der größten Amplitude der R-Zacke des QRS-Komplexes auszuwählen.

Bei der Erfassung der H_f sind zur Qualitätssicherung die Bestimmung der $H_{f_{\text{Ruhe}}}$, eine Artefaktkontrolle, eine möglichst hohe Abtastrate sowie die Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren notwendig.

Zur Qualitätssicherung bei der Ermittlung der HRV wird empfohlen, die Ableitung eines Ruhe-EKGs durchzuführen, eine Artefaktkontrolle und ggf. -bereinigung vorzunehmen, Aufzeichnungen mit wenigen Extrasystolen zu verwenden sowie eine geeignete Analysemethode und Messdauer zu wählen, eine möglichst hohe Abtastrate zu nutzen und mögliche Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

Es existieren auch weitere Störquellen (wie z. B. elektromagnetische Felder), welche die Aufzeichnung von H_f und HRV beeinflussen können.

Die Quantifizierung der HRV kann mittels Methoden des Zeit- und Frequenzbereichs sowie der nichtlinearen Analyse erfolgen. Es ist hierbei auf die richtige Auswahl mit Bezug zu Zielsetzung und Auswertezeit zu achten.

4.4 Einflussfaktoren der individuellen H_f und HRV

H_f und HRV werden unabhängig von der akuten Belastung durch zahlreiche veränderbare und nicht veränderbare Faktoren (unbeeinflussbare physiologische Faktoren, Krankheiten, beeinflussbare Lebensstilfaktoren und äußere Faktoren) beeinflusst.

Um die Ergebnisse von H_f - und HRV-Analysen korrekt bewerten und interpretieren zu können, wird empfohlen im Vorfeld der Untersuchungen die konkrete Fragestellung, die eingesetzte Methode der Datenerfassung und die Auswertungsstrategie aufeinander abzustimmen.

Wesentliche Einflussgrößen für die H_f sind vor allem dynamische Belastungen großer Muskelgruppen, aber auch statische Muskelbelastungen, die thermische sowie die psychische Belastung.

Es wird empfohlen,

- die $H_{f_{\text{Ruhe}}}$ als Ausgangswert der Interpretation der H_f -Veränderung unter Arbeitsbelastungen zugrunde zu legen und
- die $H_{f_{\text{max}}}$ als Ausbelastungskriterium zu nutzen und mittels eines standardisierten Belastungsprotokolls zu erheben.

Zur Abschätzung der Erholungsfähigkeit des kardiovaskulären und metabolischen Systems kann die Hf_{Erholung} genutzt werden.

Die Dauerleistungsgrenze bei körperlicher Arbeit ist die maximale körperliche Arbeit, die über eine Arbeitsschicht (ca. 8 Stunden) ohne fortschreitende Ermüdungserscheinung geleistet werden kann.

Es wird empfohlen, zur Interpretation von HRV-Parameter unter äußeren Belastungen eine sinnvolle Planung und Durchführung der Messung der Herzaktionen, insbesondere in Hinblick auf die Länge der Aufzeichnung zu beachten.

Für die Vergleichbarkeit von Ruhemessungen stehen einige Arbeiten mit Referenzwerten zur Verfügung. Hierbei ist auf die Alters- und Geschlechtsabhängigkeit der HRV sowie auf eine mit dem Probanden identische Vergleichspopulation zu achten.

4.5 Möglichkeiten der Anwendung in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft

Im Bereich der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft sind Hf und HRV zu verschiedenen Fragestellungen sinnvoll einsetzbar.

Der Einsatz der Hf bei physischen Belastungen, insbesondere bei dynamischer Muskularbeit, ist lange etabliert. Die Analyse der HRV bietet darüber hinaus aufgrund des oftmals zwei- oder mehrphasigen Verhaltens unter ansteigenden Belastungen einen Mehrwert im Vergleich zum linearen Verhalten der Hf .

Hierzu sollten die HRV-Parameter SDNN, RMSSD, Total Power, LF-Power und/oder HF-Power genutzt werden. Eine Mindestaufnahmedauer von 5 min wird empfohlen.

Für den Einsatz bei psychischen Belastungen können Hf und HRV genutzt werden. Die Auswahl geeigneter HRV-Parameter ist jedoch eingeschränkt.

Hierzu sollten die HRV-Parameter RMSSD, LF, HF, LF/HF, DQ und SD1 genutzt werden. Eine Mindestaufnahmedauer von 5 min wird empfohlen.

Eine reduzierte HRV korreliert bei einigen Erkrankungen (z. B. nach Myokardinfarkt, nach koronarer Bypass-Operation, bei Herzinsuffizienz, nach Schlaganfall, bei COPD und Bluthochdruck) mit einer erhöhten Morbidität- bzw. Mortalität.

Die reduzierte HRV korreliert mit Prognose-Scores für das Auftreten von kardiovaskulären Ereignissen.

Die HRV kann im Rahmen der Evaluierung von Präventionsmaßnahmen unter Einhaltung der Qualitätskriterien eingesetzt werden. Hierzu sind wiederholte Messungen der HRV einzusetzen.

Hf und HRV-Parameter können für die Objektivierung von Entspannungseffekten im Rahmen des Biofeedbacks eingesetzt werden. Langfristige Effekte konnten mit HRV-basierten Biofeedbackverfahren nicht nachgewiesen werden.

5. Diskussion/Schlussfolgerungen

Die Praxistauglichkeit der Hf - und HRV-Analysen im Rahmen von Felduntersuchungen an Arbeitsplätzen ist erwiesen. Die Analysen können für verschiedene Fragestellungen zielführend eingesetzt werden, wenn die methodischen Anforderungen erfüllt sind. Unter diesen Voraussetzungen können sie nicht nur Forschungseinrichtungen, sondern auch praktizierenden Arbeitsmedizinern und Betriebsärzten empfohlen werden, zumal kardioassoziierte Aspekte in der modernen Arbeitsmedizin im Rahmen des Wandels der Arbeitswelt und der demografischen

Situation der Erwerbstätigen in Deutschland eine zunehmend größere Bedeutung erlangen.

Mit der vorliegenden Aktualisierung wurde die 2014-publizierte Leitlinie auf den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse gebracht und den Endverbraucher eine Grundlage zum qualitätsoptimierten und sinnvollen Einsatz der HF und der HRV in der Arbeitswissenschaft und in der Arbeitsmedizin zur Verfügung gestellt.

6. Literatur

Sammito S, Thielmann B, Seibt R, et al (2014). Leitlinie Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft.: AWMF-RegNr 002/042.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de