

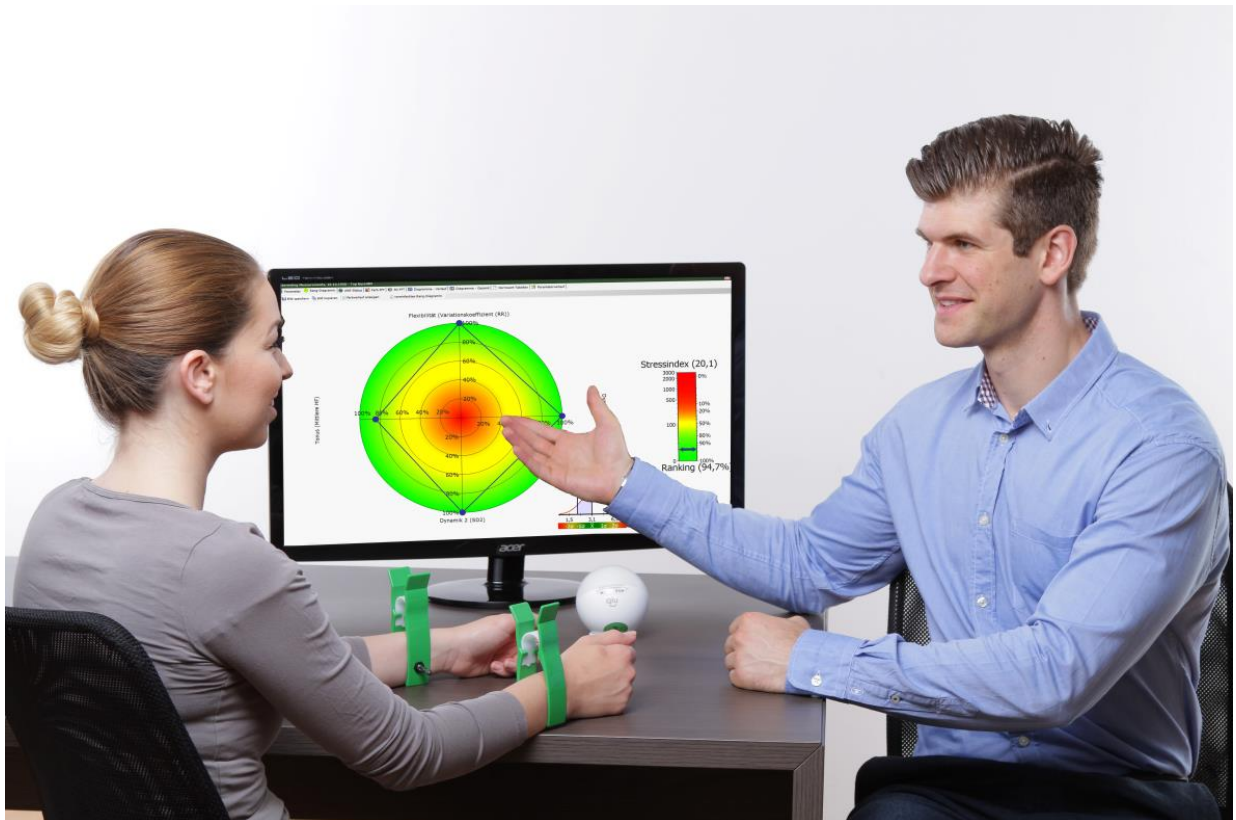
Dokumentation

zum



Teil 2:

**Valsalva-Test, Langzeit-HRV/24h HRV,
Templates, Summary Report,
Importmöglichkeiten**



BioSign
SCIENCE FOR A BETTER LIFE

BioSign GmbH
Brunnenstr. 21
D-85570 Ottenhofen
www.biosign.de
info@biosign.de

Inhalt

Der Valsalva Test (Vasalva Manöver)	4
Weitere HRV-Messungen	8
Liegen/Stehen Messungen	8
Langzeit-Messungen	9
Langzeitauswertung - Schritt 1 - Diagramme	10
Langzeitauswertung - Schritt 1 - Ansicht	10
Langzeitauswertung - Schritt 1 - EKG	11
Langzeitauswertung - Schritt 1 - Filter	12
Poincare-Filter	13
Langzeitauswertung - Schritt 1 - Tabellen	14
Langzeitauswertung - Schritt 1 - Protokoll	15
Erfassung eines Aktivitätsprotokolls mittels Smartphone-App	15
Erfassung eines Aktivitätsprotokolls im HRV-Scanner	18
Übernahme der Daten aus einem mit der Smartphone App erstellen Aktivitätsprotokoll	20
Langzeitauswertung - Schritt 2	20
Langzeitauswertung - Schritt 2 - HRV-Verlauf	22
Erweiterte 24h-Analyse	23
Detaillierte Beurteilung der Messqualität	23
Auffälligkeiten in der HRV	26
Spiderweb-Diagramme mit Normwertperzentilen	27
Beurteilung der nächtlichen Erholung	29
Herzschläge in 24 Stunden, Herzfrequenz und nächtliche Absenkung	30
Spezifische Leistungsindizes für Sympathikus und Parasympathikus	31
Fluktuationsindex: Die Variation der Variabilität	32
„Functional HRV Age“ und „Premature Aging (PMA)“	33
Funktionelles HRV-Alter als Risikoparameter	36
Schlaf	37
Das Arbeiten mit Templates im HRV-Scanner	40
Templates anlegen	40
Auswerten mit Templates	41
Summary Report	44
Erstellen eines Summary Reports	44
Ergebnis	46
Definition des Scoring-Algorithmus eines Summary Reports	47
Schritt 1: Auswahl der Einzelparameter	47
Schritt 2: Festlegen der Bewertungskriterien für jeden Einzelparameter (Punktwerte definieren)	47
Schritt 3: Bewertungskriterien für einen Einzeltest	48
Schritt 4: Bewertung der kompletten Funktionsanalyse	48
Importmöglichkeiten	49
ASCII	49
ASCII Rohsignal	49
EDF - European Data Format	49
eMotion HRV	49

Polar	49
Suunto	49
SRM-Langzeitmessung	49
Technisches Handbuch HRV-Scanner Hardware plus	50
Atemsensor vorbereiten und anlegen	50
Das Valsalva-Drucksensor Set	52

Der Valsalva Test (Vasalva Manöver)

Der Valsalva-Test ist ein zusätzlicher Stimulationstest zur Funktionsprüfung des autonomen Nervensystems. Da er als einer der wenigen Funktionstests auch die adrenergen Reflexbögen prüft ist er besonders dann angezeigt, wenn eine mögliche Beeinträchtigung des sympathischen Nervensystems untersucht werden soll.

Patientenvorbereitung

Beim Valsalva-Test kommt es auf eine sehr gute Ableitung des EKG-Signals und des Pulssignals an. Wenn während des Tests zu viele Artefakte auftreten, z.B. durch Armbewegungen beim Pressen, kann nötigenfalls auf Klebeelektroden am Brustkorb ausgewichen werden.

Kontraindikationen und Warnhinweise

Grundsätzlich gilt der Valsalva als sicherer Funktionstest. Aufgrund möglicher Blutdruckspitzen darf der Valsalva-Test allerdings nicht bei Personen durchgeführt werden, bei denen Blutdruckspitzen vermieden werden müssen. Dazu zählen beispielsweise Patienten mit Netzhaut Einblutungen in der Vorgeschichte oder bekannten Aneurysmen, wie z.B. Hirnaneurysmen.

Testdurchführung

Beim Valsalva-Test wird der Patient aufgefordert, in ein Mundstück mit angeschlossenem Druckaufnehmer zu blasen und dabei einen Druck von etwa 40 mmHg über 15 Sekunden aufrecht zu halten. Der Druckaufnehmer sollte ein Leck aufweisen, um eine kontinuierlich geöffnete Glottis zu gewährleisten.

Physiologie

Das Valsalva-Manöver (VM) ist ein sehr wirksamer Kreislaufstimulus, der einen ausgeprägten transienten Blutdruckabfall auslöst. Die Verringerung des Parasympathikus allein reicht nicht aus, um den Blutdruckabfall entgegen zu wirken. Es kommt deshalb zu einer Aktivierung des adrenergen sympathischen Systems mit einer ausgeprägten Vasokonstriktion, die aufgrund der Trägheit des Sympathikus auch nach Ende des VM noch einige Sekunden anhält.

Die neurovegetative Regulation des VM lässt sich in vier Phasen gliedern:

Die initiale intrathorakale Druckerhöhung durch das aktive Pressen bewirkt zunächst eine transiente, wenige Sekunden andauernde Erhöhung des Blutdrucks (Phase I). Durch die intrathorakale Druckerhöhung wird der venöse Rückstrom zum Herzen beeinträchtigt, sodass Herzschlagvolumen und Blutdruck kontinuierlich abnehmen (Phase IIa). Reflektorisch kommt es zu einer Gegenregulation, die dadurch gekennzeichnet ist, dass initial der Vagus gehemmt wird und im weiteren Verlauf sich die sympathische Aktivität insbesondere an den Widerstandsgefäßen erhöht (Phase IIb, Vasokonstriktion). Bei Beendigung des Druckmanövers sinkt der intrathorakale Druck plötzlich ab. Dies führt zu einem kurzzeitigen, physikalisch bedingten Absinken des Blutdrucks (Phase III). Durch den wiedereinsetzenden starken venösen Zustrom steigt das Schlagvolumen deutlich an bei gleichzeitiger noch vorhandener Vasokonstriktion. Dies führt zu einem den Baseline-Wert in der Regel deutlich übersteigenden Anstieg des Blutdrucks (Phase IV). Dieses plötzliche Ansteigen des Blutdrucks verursacht eine schnelle vagale Gegenregulation, die sich in einem deutlich ausgeprägten Abfall der Herzfrequenz ausdrückt. Aus diesem Abfall der Herzfrequenz lässt sich das Valsalva-Ratio berechnen:

Quotient des maximalen RR-Intervalls nach dem Manöver zum kürzesten RR-Intervall während oder kurz nach Beendigung des Manövers. Die Valsalva-Ratio ist vor allem ein parasympathischer Parameter.

Anhand der Hüllkurve und den Amplituden des Pulssignals (gelbe Kurve) und der Pulswellenlaufzeit (PTT, rote Kurve) lässt sich der Verlauf des systolischen Blutdrucks beim Valsalva-Manöver gut abschätzen. Die PTT verhält sich invers zum systolischen Blutdruck: Je niedriger der systolische Blutdruck, desto größer die PTT.

Ein intaktes sympathischen System führt zu einer deutlichen Vasokonstriktion, ausgelöst durch den Blutdruckabfall während des Pressens. Aufgrund der längeren Reaktionszeiten des Sympathikus im Vergleich zum Parasympathikus setzt die Vasokonstriktion verzögert ein und hält über das Ende des VM hinaus an.

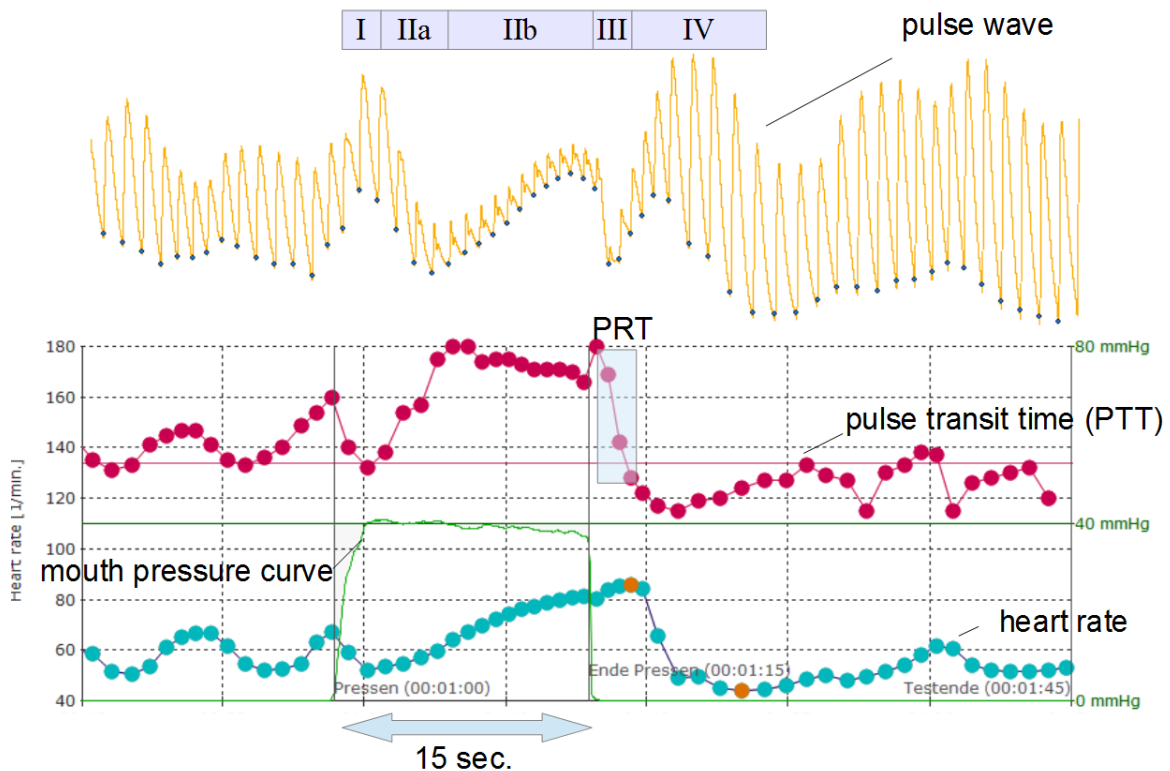


Abbildung 1: Valsalva-Test eines gesunden Probanden, durchgeführt mit dem HRV-Scanner plus. Anhand der roten PTT-Kurve lässt sich sehr gut der Blutdruckverlauf während des VM nachvollziehen: In Phase IIa kommt es zu einem Druckabfall (Anstieg der PTT). Durch die zunehmende Vasokonstriktion in Verbindung mit einem Ansteigen der Herzfrequenz wird der Druckabfall gestoppt und geringfügig ausgeglichen (Phase IIb, sichtbarer stetiger Abfall der PTT). Mit Ende des Pressen kommt es bedingt durch die bestehende Vasokonstriktion bei gleichzeitig hoher Herzfrequenz und stark ansteigendem Schlagvolumen zu einem überschießenden Anstieg des Blutdrucks (Phase IV), erkennbar an einem Abfall der PTT unter den Baseline-Wert (rote horizontale Linie). Die "Blood pressor recovery time (PRT)" gibt die Zeit vom Beginn der Phase IV bis zum Wiederherstellen des Baseline-Blutdrucks an.

Hinweise für eine adrenerge Dysfunktion

Eine mögliche adrenerge Dysfunktion zeigt sich vor allem in einem abweichenden Verlauf der Blutdruckkurve. Aus diesem Grund wird der Valsalva-Test bisher meist nur in spezialisierten Einrichtungen durchgeführt, in denen ein kontinuierlich messendes Blutdruckmessgerät zur Verfügung steht, das eine quantitative Beat-to-Beat Analyse des Blutdrucks ermöglicht. Diese Systeme sind aufgrund ihres hohen Preises (>20.000 €) allerdings kaum verbreitet.

Um trotzdem eine Beurteilung des Blutdruckverlaufs beim VM zu ermöglichen berechnet der HRV-Scanner die Pulswellenlaufzeit (PTT) von der man aus vielen Studien weiß, dass sie über kurze Zeiträume sehr gut mit dem systolischen Blutdruck korreliert. Die PTT lässt allerdings nur eine qualitative Beurteilung der Blutdruckänderungen zu, eine quantitative Analyse in mmHg ist damit nicht möglich. Eine deutliche adrenerge Insuffizienz führt allerdings zu einem typischen Muster des Blutdruckverlaufs, das auch in der PTT gut erkennbar ist: Durch die fehlende Vasokonstriktion in Phase IIa kann der Blutdruck nicht stabilisiert werden und fällt weiter ab. In Phase IV verlängert sich die Zeit bis zum Wiedererreichen des Baseline-Blutdrucks ("Pressure recovery Time", PRT). Es ergibt sich ein "V"-förmiges Muster des Blutdruckverlaufs. Die PRT beträgt normalerweise weniger als 5 Sekunden¹ und kann sich bei ausgeprägter adrenerger Schwäche auf bis zu 40 Sekunden verlängern².

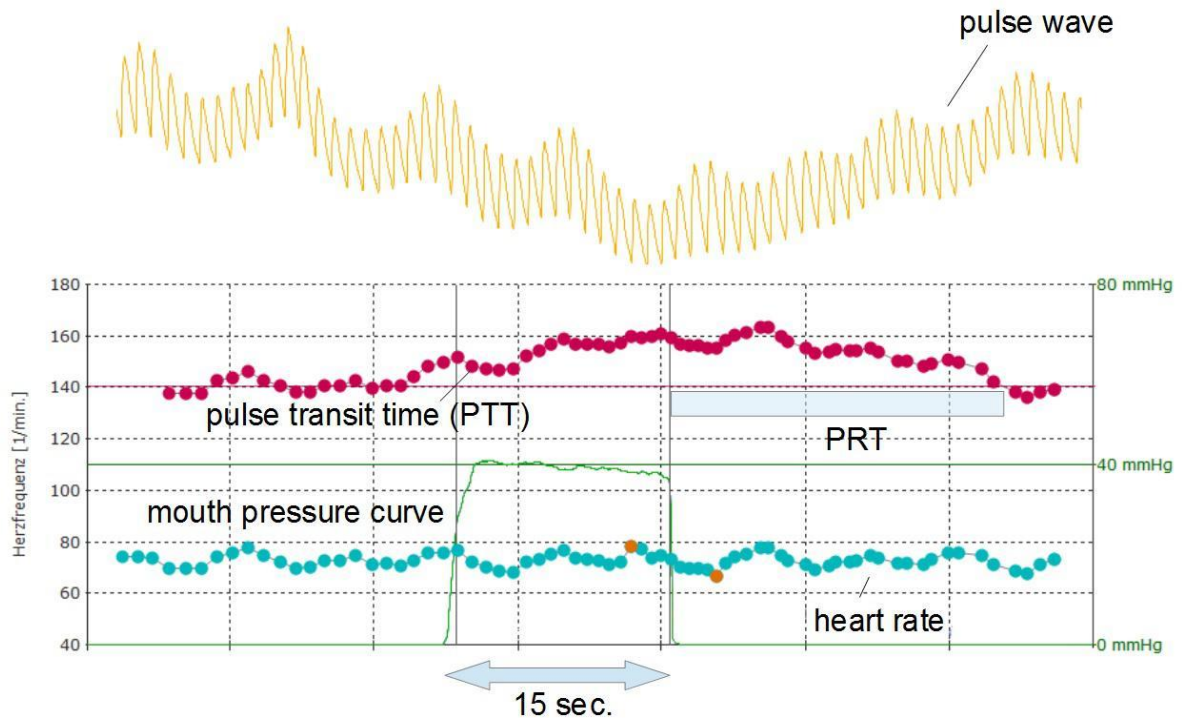


Abbildung 2: Schematischer Verlauf einer ausgeprägten Regulationsschwäche. Der Blutdruck sinkt während des Pressens fortwährend ab. Die "Blood pressor recovery time (PRT)" ist stark verlängert.

Es gibt vegetative Dysfunktionen wie das posturale Tachykardie Syndrom (POTS), die sich im VM deutlich von Normalbefunden und einer Sympathikusinsuffizienz (Abb. 2) unterscheiden. POTS-Patienten und Patienten mit CFS (Chronic Fatigue Syndrome) zeigen oft eine überlappende Symptomatik, die sich klinisch in Müdigkeit und Erschöpfung äußert³. Im VM findet sich bei POTS-Patienten ein hyperadrenerges Reaktionsmuster mit einem ausgeprägten und langanhaltenden Überschießen des Blutdrucks in Phase IV (Abb. 3). Die vagalen Funktionstests können dabei weitestgehend unauffällig sein.

Wir empfehlen deshalb bei Patienten mit einer Symptomatik von anhaltender Erschöpfung und Müdigkeit und natürlich bei Symptomen der Orthostase-Intoleranz nicht nur die primär vagalen Funktionstests durchzuführen, sondern ebenfalls den sympathischen Teil des autonomen Nervensystems mittels VM und Orthostase-Test zu prüfen.

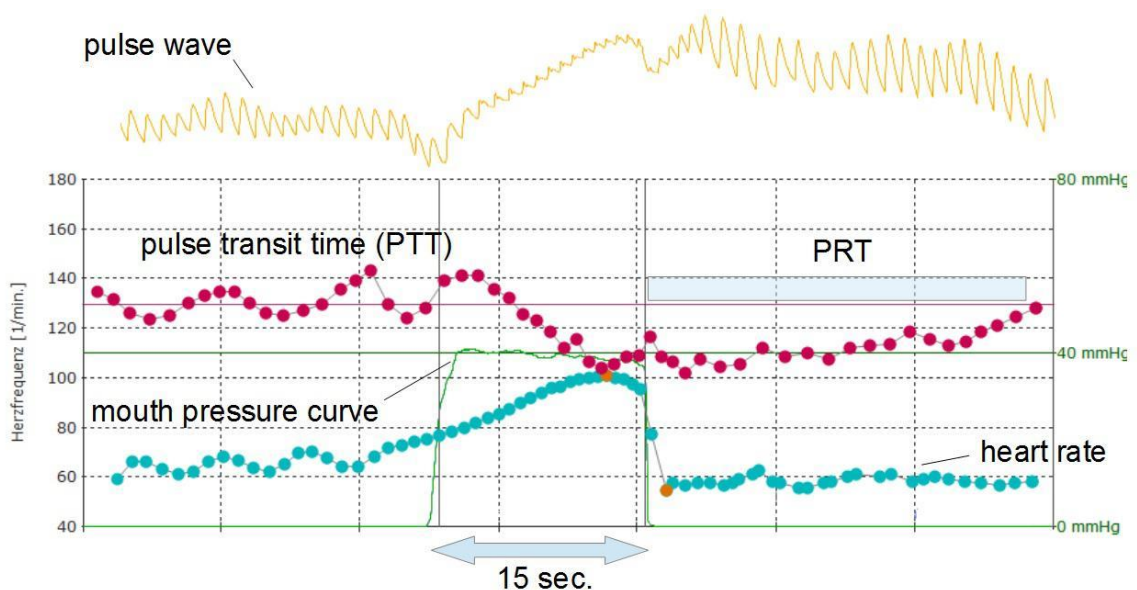


Abbildung 3: Schematischer Verlauf einer hyperadrenergen Reaktion im VM bei einem Patienten mit posturalem Tachykardie Syndrom (POTS). In Phase IV steigt der Blutdruck überschießend an und fällt nur sehr verzögert wieder auf den ursprünglichen Baseline-Wert ab.

Literatur

- 1) Huang, C. C., Sandroni, P., Sletten, D., Weigand, S. & Low, P. A. Effect of age on adrenergic and vagal baroreflex sensitivity in normal subjects. Muscle Nerve. 36, 637–642 (2007).
- 2) Naoki Wada, Wolfgang Singer, Tonette L. Gehrking, David M. Sletten, James D. Schmelzer, and Phillip A. Low. Comparison of Baroreflex Sensitivity to Fall and Rise in Blood Pressure Induced by the Valsalva Maneuver. Clin Sci (Lond). 2014 September 1; 127(5): 307–313
- 3) Okamoto LE1, Raj SR, Peltier A, Gamboa A, Shibao C, Diedrich A, Black BK, Robertson D, Biaggioni I. Neurohumoral and haemodynamic profile in postural tachycardia and chronic fatigue syndromes. Clin Sci (Lond). 2012 Feb;122(4):183-92.

Weitere HRV-Messungen

Liegen/Stehen Messungen

HRV Liegen/Stehen Messung mit oder ohne Blutdruckbestimmung. Standardmäßig 5 Min. Liegen/Aufstehen/5 Min. Stehen, oder frei konfigurierbar.

Dieser Test untersucht die physiologischen Reaktionen beim Wechsel der Körperposition vom Liegen zum Stehen. Da dem Aufstehen eine mindestens 5-minütige Liegenphase vorausgeht, kann in diesem Test zusätzlich die Kurzzeit-HRV durchgeführt werden. Dadurch kann eine separate Bestimmung der Kurzzeit-HRV entfallen und Messungszeit eingespart werden.

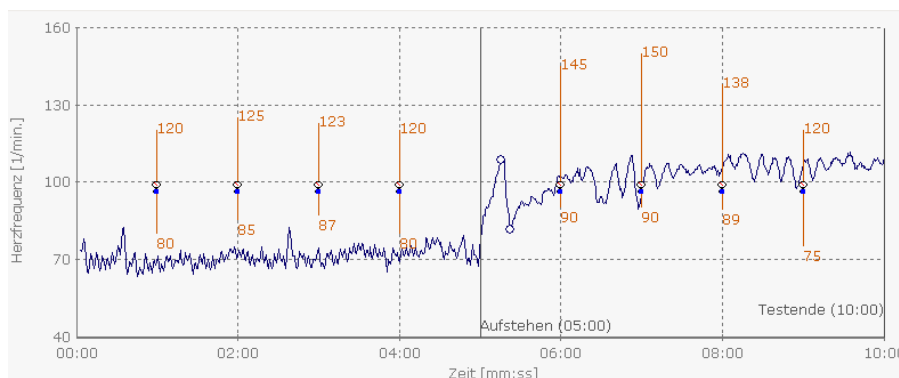
Unmittelbar nach dem Aufstehen steigt die Herzfrequenz an, bis sie sich nach ca. 20 Sekunden deutlich verlangsamt. Der rasche Anstieg der Herzfrequenz entsteht reflektorisch durch eine Verringerung der parasympathischen Aktivität, während die nachfolgende Bradykardie durch den Baroreflex vermittelt wird. Ziel der gesamten Regulation ist es für einen ausreichenden Blutdruck zu sorgen, da bei der Orthostase das plötzliche Versacken von mehr als einem halben Liter Blut in den Beinen ausgeglichen werden muss. Es kommt deshalb neben der Anpassung der Herzleistung auch zu einer Steigerung der sympathischen Aktivität am Gefäßsystem, verbunden mit einer Engerstellung der Gefäße. Bei Gesunden ist die orthostatische Regulation im Mittel nach ca. 20 Sekunden abgeschlossen.

Alter, Geschlecht und Trainingszustand könne das Regulationsverhalten genauso beeinflussen wie metabolische Faktoren, z.B. Nahrungsaufnahme, Alkohol oder Nikotin.

Eine normale, physiologische Blutdruckregulation drückt sich in einem geringen Abfall des systolischen Blutdrucks um 5-10 mmHg, einem Anstieg des diastolischen Blutdrucks um 2-5 mmHg und einem Anstieg der Herzfrequenz zwischen 5-20 Schläge/Min. aus.

Der Blutdruck sollte systolisch nicht mehr als 20 mmHg und diastolisch nicht mehr als 10 mmHg absacken. Eine stärkere Reduktion des Blutdrucks bezeichnet man auch als orthostatische Hypotonie. Eine weitere Fehlregulation ist ein zu starker Anstieg der Herzfrequenz im Stehen. Die Herzfrequenz sollte nicht mehr als 30 Schläge pro Minute gegenüber dem Wert im Liegen ansteigen, bzw. einen Wert von mehr als 120 Schläge/Min. nicht überschreiten.

Beispiel einer Orthostase Messung. Deutliche Ewing-Reaktion (schneller Anstieg der Herzfrequenz, gefolgt von einem deutlichen Abfall der Herzfrequenz). Auffallend ist der starke Anstieg der Herzfrequenz im Stehen (>30 Schläge/Min.).



Hinweis zur Durchführung:

Achten Sie darauf, den Probanden nicht zu früh über den Zeitpunkt des Aufstehens zu informieren, weil dadurch eine Erwartungshaltung aufgebaut wird, die mit einem erhöhten Sympathikotonus verbunden ist und das Ergebnis verfälschen kann. Der Proband sollte unmittelbar nach dem Aufstehen ruhig stehen, ohne die Beinmuskulatur stärker als nötig zu aktivieren, weil durch die Muskelpumpe willkürlich in die Regelung von Blutdruck und Herzfrequenz eingegriffen wird und dadurch die Regelleistung des vegetativen Nervensystems nicht mehr beurteilbar ist.

Achtung:

Bei der Durchführung des Ewing-Tests können bei manchen Personen Synkopen auftreten. Es ist durch eine entsprechende Gestaltung des Versuchsablaufs dafür Sorge zu tragen, dass der Proband beim Auftreten der Synkope keinen Schaden nimmt. (Keine spitzen oder scharfkantigen Gegenstände im Umkreis des Probanden. Assistenzpersonal in unmittelbarer Nähe des Probanden beim Aufstehen, das in der Lage ist, einen plötzlichen Sturz aufzufangen bzw. abzumildern.)

Blutdruck

Methode/Gerät angeben

manuell

manuell

Metronik C-06 / BL-6

Hinweis: Der Blutdruck kann manuell oder mittels des Blutdruckmessgeräts Metronik C-06/BL-6 gemessen werden. Geben Sie in den Systemeinstellungen an, welche Methode Verwendung finden soll.

Langzeit-Messungen

Langzeit-HRV-Messungen können wertvolle Erkenntnisse bzgl. der HRV im Tagesverlauf bieten. Die Messung erfolgt üblicherweise mit Holter Systemen. Wir empfehlen die Verwendung des Faros 180 waterproof von Bittium. Das Gerät zeichnet das EKG auf und hat Beschleunigungssensoren in den drei Achsen.

Im ersten Schritt der Auswertung soll durch Bearbeitung des EKG eine möglichst gute Herzfrequenzkurve erstellt werden. Daraus werden dann im zweiten Schritt der Auswertung alle weiteren Parameter und Kurven erstellt.

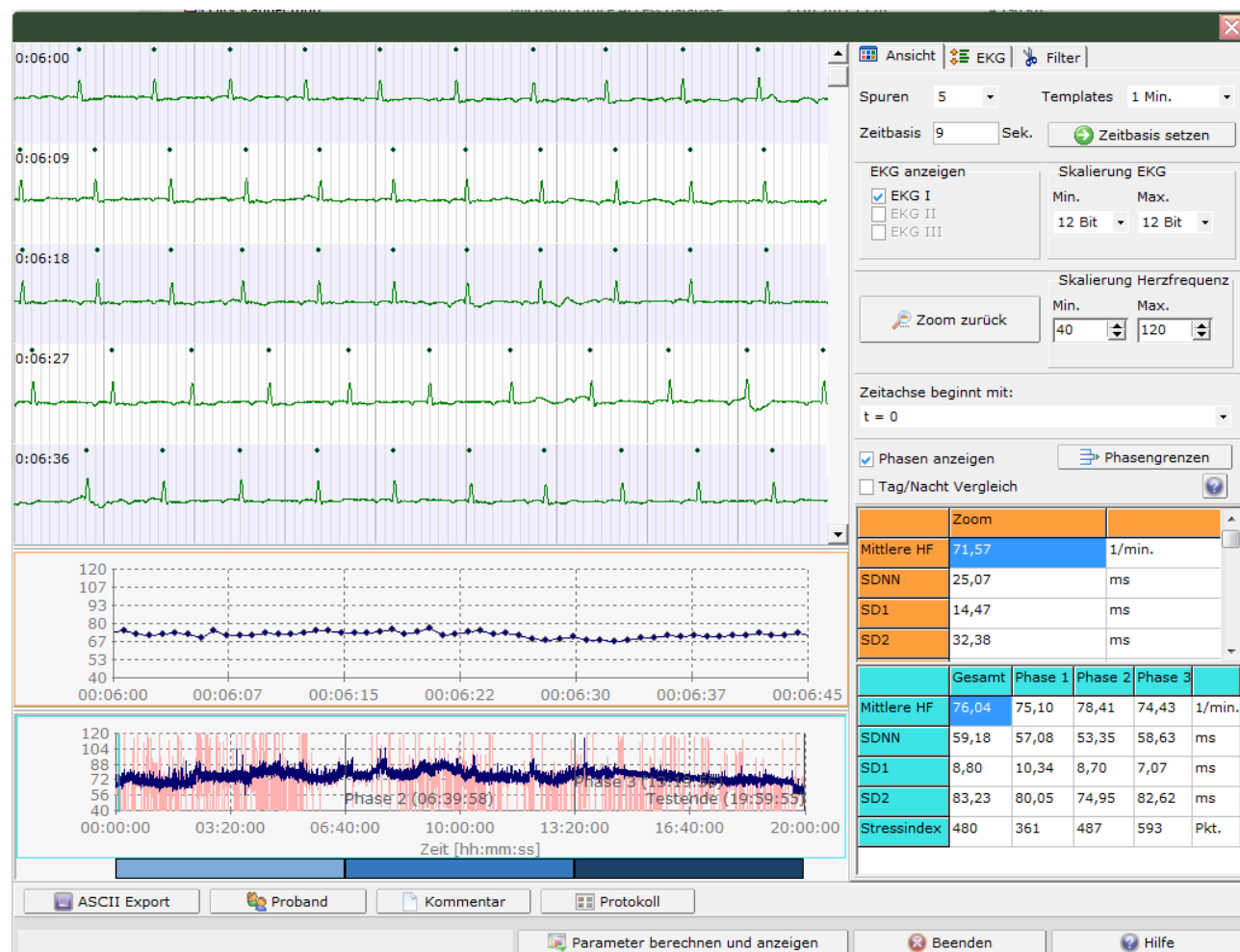


Abb.: Aufbau des Auswertungs-Fensters

Langzeitauswertung - Schritt 1 - Diagramme

Im linken Teil des Fensters finden Sie drei Diagramme und den Phasenbalken, der Ihnen die Länge der einzelnen Phasen einer Messung anzeigt. Das oberste Diagramm zeigt Ihnen das EKG, die beiden unteren Diagramme zeigen die Herzfrequenzkurve. Das obere Herzfrequenz-Diagramm stellt die Herzfrequenz da, die sich aus dem darüber liegenden EKG ergibt. Das untere Herzfrequenz-Diagramm zeigt die Herzfrequenzkurve der gesamten Messung.

Hinweis:

Die Größe der Diagramme können Sie durch Ziehen der beiden „Splitter“ (Trennlinien zwischen EKG und Herzfrequenz-Diagramm bzw. zwischen den beiden Herzfrequenz-Diagrammen) ändern.

Um durch die Messung zu scrollen, klicken Sie auf die Laufleiste rechts neben dem EKG-Diagramm. Sie können auch mit gedrückter linker Maustaste in jedem Diagramm ein Bereich im Diagramm vergrößern. Durch Drücken der Rückgängig-Taste im Reiter „Anzeige“ lässt sich das Vergrößern rückgängig machen. Den gleichen Effekt erzielen Sie auch durch Drücken der rechten Maustaste.

Unter den Herzfrequenz-Diagrammen finden Sie den Phasenbalken. Durch Ziehen mit der Maus bei gedrückter linker Maustaste können Sie die Messung in drei verschiedene Phasen unterteilen, die getrennt voneinander ausgewertet werden.

Langzeitauswertung - Schritt 1 – Ansicht

Hier können Sie die Diagramme einstellen.

	Zoom	
Mittlere HF	71,57	1/min.
SDNN	25,07	ms
SD1	14,47	ms
SD2	32,38	ms

	Gesamt	Phase 1	Phase 2	Phase 3	
Mittlere HF	76,04	75,10	78,41	74,43	1/min.
SDNN	59,18	57,08	53,35	58,63	ms
SD1	8,80	10,34	8,70	7,07	ms
SD2	83,23	80,05	74,95	82,62	ms
Stressindex	480	361	487	593	Pkt.

Spuren

Anzahl der Zeilen im EKG-Diagramm

Zeitbasis

Länge des in einer Spur angezeigten EKG in Sekunden. Um die Einstellung zu übernehmen bitte auf „Zeitbasis setzen“ klicken.

Template

Templates zeigen einen Ausschnitt der Messung mit einer definierten Länge an. Die Anzahl der Spuren und die Zeitbasis werden dabei so gesetzt, dass sich eine möglichst optimierte Darstellung ergibt.

Skalierung EKG

Das EKG wird im HRV-Scanner in einem 16Bit Format mit Vorzeichen gespeichert, also von +32767 bis -32767. Dies entspricht einem Zahlenraum von +15Bit bis -15Bit. Je nach EKG-Verstärkung wird dabei oft nur ein kleiner Teil des Zahlenraums genutzt, so dass eine entsprechend kleinerer Zahlenraum eingestellt werden muss, um das EKG erkennen zu können.

Hinweis: Bitte beachten Sie, dass sich Änderungen der Skalierung hier nur auf die Darstellung und nicht auf die Erkennung der R-Zacken im Reiter „EKG“ beziehen.

Skalierung Herzfrequenz

Hier können Sie die Y-Achse der Herzfrequenz-Diagramme skalieren.

Zeitachse beginnt mit

Hier legen Sie fest, ob die Zeitachse mit $t = 0$ oder mit der tatsächlichen Uhrzeit der Messung beginnt.

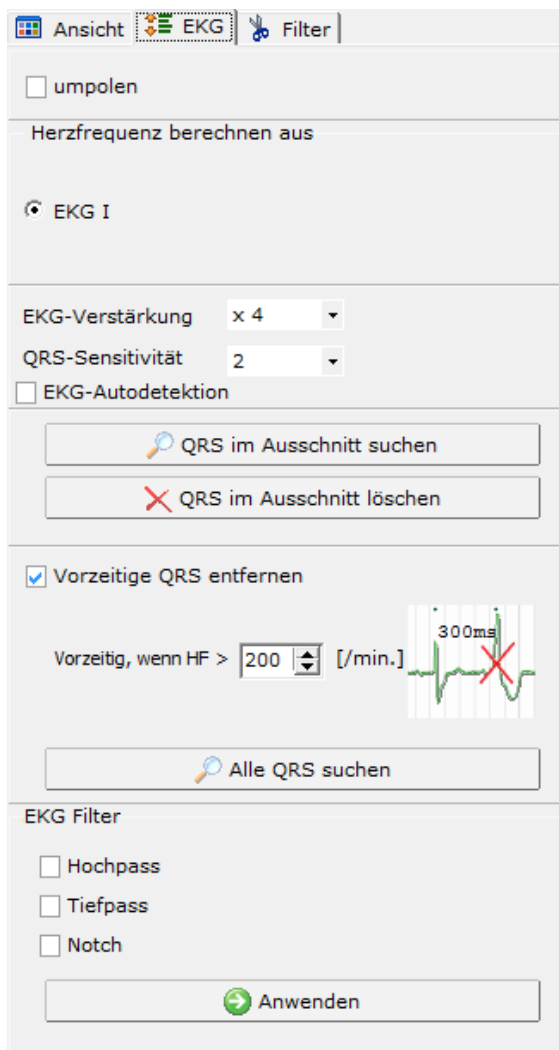
Phasen anzeigen

Hier können Sie einstellen, ob die Messung in drei Phasen unterteilt wird, bzw. ob die Unterteilung angezeigt und bei der Auswertung berücksichtigt wird.

Phasengrenzen setzen

Hier können Sie die Grenzen der Phasen (Beginn und Ende) setzen. Es erscheint das Fenster zum Bearbeiten der Phasengrenzen. In diesem Fenster werden die Phasengrenzen je nach Einstellung der Zeitachse eingegeben. Ist (t=0) gewählt, so bezieht sich die eingegebene Zeit auf den Abstand vom Messungsbeginn, ansonsten wird die tatsächliche Uhrzeit für die Phasengrenze eingegeben. Mit „Übernehmen“ übernehmen Sie die Phasengrenzen in die Messung und die Darstellung.

Langzeitauswertung - Schritt 1 – EKG



The screenshot shows the 'Langzeitauswertung - Schritt 1 – EKG' window. It has a top bar with 'Ansicht', 'EKG', and 'Filter' tabs. Below this are several sections: 1. 'Umpolen' with a checkbox. 2. 'Herzfrequenz berechnen aus' with a radio button for 'EKG I'. 3. 'EKG-Verstärkung' set to 'x 4' and 'QRS-Sensitivität' set to '2'. 4. 'EKG-Autodetektion' with a checkbox. 5. Two buttons: 'QRS im Ausschnitt suchen' (with a magnifying glass icon) and 'QRS im Ausschnitt löschen' (with a red X icon). 6. 'Vorzeitige QRS entfernen' with a checked checkbox. 7. A setting 'Vorzeitig, wenn HF > 200 [/min.]' with a small EKG waveform showing a premature beat marked with a red X and '300ms'. 8. A button 'Alle QRS suchen' (with a magnifying glass icon). 9. 'EKG Filter' section with checkboxes for 'Hochpass', 'Tiefpass', and 'Notch'. 10. An 'Anwenden' button (with a green arrow icon).

Umpolen

Polt das EKG um. Dies ist nützlich, wenn beispielsweise die Elektroden falsch herum angelegt wurden. Nach dem Umpolen sollte erneut die QRS-Analyse zur R-Zacken-Bestimmung durchgeführt werden.

Herzfrequenz berechnen aus

Wurden mehrere EKG-Spuren aufgezeichnet können Sie hier bestimmen, welche Spur zur Bestimmung der Herzfrequenz herangezogen wird.

EKG-Verstärkung und EKG-Sensitivität

Damit treffen Sie die Einstellungen für die QRS-Analyse. Je größer die eingestellten Werte, desto empfindlicher wird die QRS-Analyse. Dadurch vergrößert sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass bereits kleine Artefakte fälschlicherweise als R-Zacke erkannt werden.

EKG-Autodetektion

Einstellungen für die QRS-Analyse werden automatisch vorgenommen.

QRS im Ausschnitt suchen

Sucht im EKG-Diagramm nach R-Zacken. Abschnitte der Messung außerhalb des EKG-Diagramms werden nicht analysiert.

QRS im Ausschnitt löschen

Löscht im EKG-Diagramm alle R-Zacken-Markierungen. Abschnitte der Messung außerhalb des EKG-Diagramms sind davon nicht betroffen.

Vorzeitige QRS entfernen (nur verfügbar bei tatsächlichem EKG, nicht verfügbar bei Messungen aus RR-Abständen und künstlich erzeugtem EKG)

Manchmal liegen zwei erkannte R-Zacken so dicht zusammen, dass es unwahrscheinlich ist, dass beide R-Zacken durch einen physiologischen Sinusrhythmus entstanden sind. Oftmals handelt es sich um eine Extrasystole oder ein Artefakt in der Nähe eines normalen Herzschlags. Wenn die Funktion „Vorzeitige QRS entfernen“ aktiviert ist, dann wird beim Klicken auf die Taste „Alle QRS suchen“ bei dicht zusammenliegenden R-Zacken die Form analysiert und mit den übrigen R-Zacken verglichen. Die R-Zacke mit der größeren

Formähnlichkeit wird beibehalten, die andere als Artefakt verworfen. Mit dem Eingabefeld können Sie festlegen, ab wann zwei R-Zacken als vorzeitig betrachtet und auf Formähnlichkeit überprüft werden.

Alle QRS suchen

Startet einen kompletten Suchlauf nach R-Zacken im EKG. Bestehende Markierungen werden dabei gelöscht.

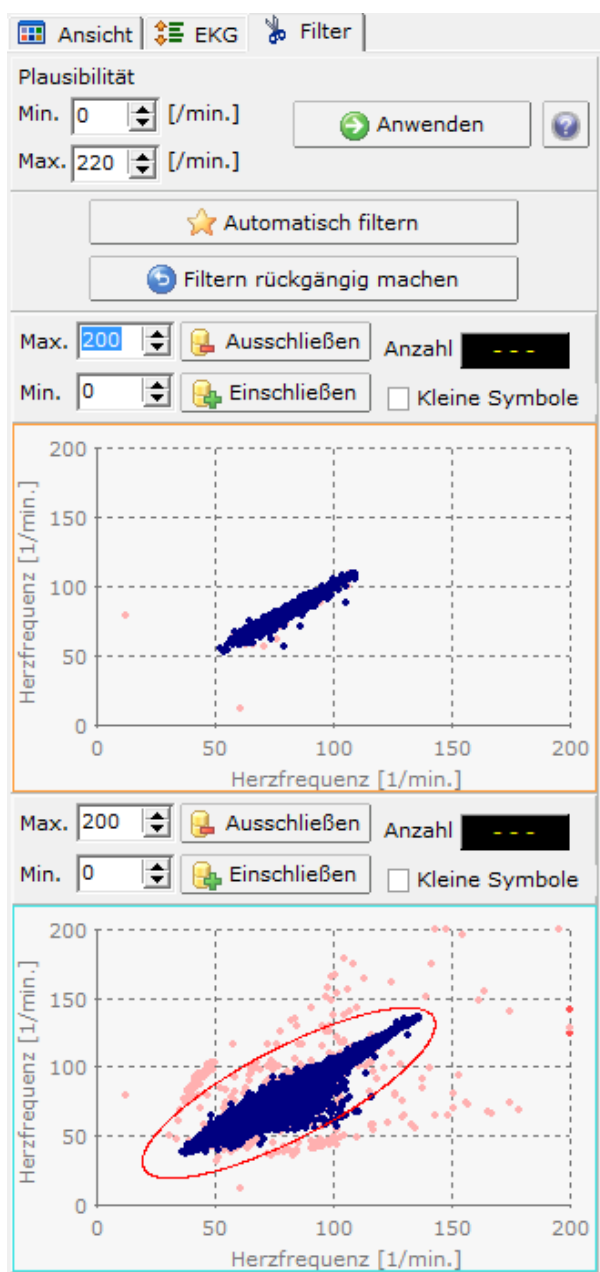
EKG Filter (nur verfügbar bei tatsächlichem EKG, nicht verfügbar bei Messungen aus RR-Abständen und künstlich erzeugtem EKG)

Mit dem EKG-Filter können Sie verschiedene Filter auf das EKG anwenden. Der Hochpassfilter entfernt langsame Signalanteile, z.B. Grundlinienschwankungen. Der Tiefpassfilter kann hochfrequente Störungen entfernen. Mit dem Notchfilter wird ein eventuelles Netzbrummen reduziert.

Hinweis: Messungen, die durch Import von RR-Listen generiert wurden, enthalten ein künstlich erzeugtes EKG. Die Filter stehen in diesem Fall nicht zur Verfügung, da es keine Störungen im Signal geben kann.

Langzeitauswertung - Schritt 1 – Filter

Nutzen Sie die verschiedenen Filter, um möglichst alle Artefakte auszuschließen. Nur so kann die Messung valide ausgewertet werden.



Plausibilität

Bei einer normalen Herzfrequenzkurve (Sinusrhythmus) ist es unwahrscheinlich, dass extrem hohe oder niedrige Herzfrequenzen auftreten. Meist sind solche Ausreißer durch Artefakte oder Extrasystolen bedingt. Legen Sie eine obere und untere Grenze fest, um solche Artefakte von vornherein auszuschließen.

Filtern rückgängig machen

Macht die letzte Poincare-Filterung rückgängig.

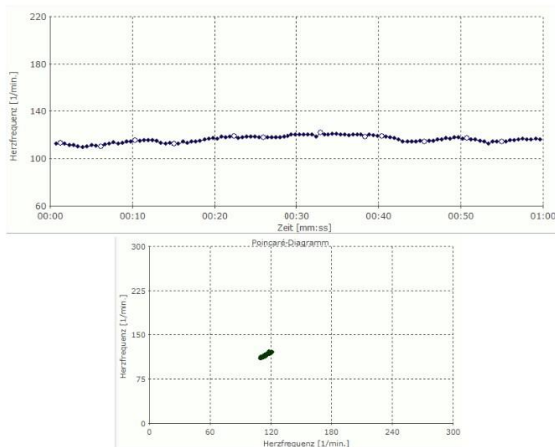
Poincare-Filter

siehe unten

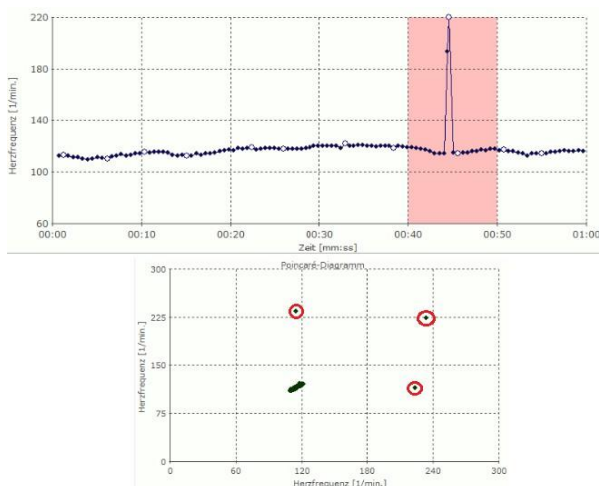
Poincare-Filter

Es stehen zwei grafische Filter zur Verfügung, die auf sogenannten Poincare-Plots beruhen. Poincare-Diagramme sind besonders gut geeignet, Ausreißer im Herzfrequenzverlauf zu erkennen.

Im nachfolgenden Beispiel ist eine Artefakt-freie Herzfrequenzkurve und darunter das zugehörige Poincare-Diagramm dargestellt.

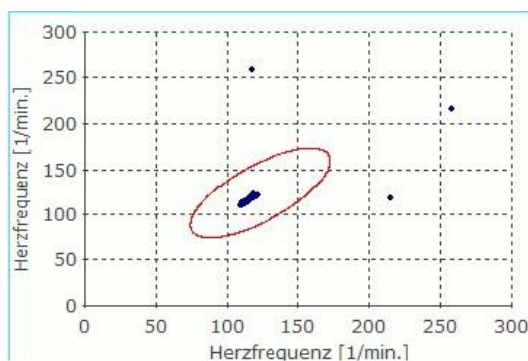


Nun die gleiche Herzfrequenzkurve mit einigen Artefakten:



Die Ausreißer sind im Poincare-Diagramm deutlich als Punkte außerhalb der Punktwolke zu erkennen (mit einem roten Kreis markiert) und lassen sich nun leicht herausfiltern:

Ziehen Sie dazu mit gedrückter linker Maustaste eine Ellipse um die Punktwolke, die durch die regelrechten Herzschläge gebildet wird (siehe Bild).



Drücken Sie nun die Taste „Ausschließen“, um die Artefakte zu entfernen. Wenn Sie versehentlich zu viele Herzschläge entfernt haben, können Sie die letzte Filterung durch Drücken der entsprechenden Taste wieder

rückgängig machen. Alternativ ziehen Sie eine neue Ellipse und klicken auf „Einschließen“, um alle Herzschläge innerhalb der Ellipse einzuschließen.

Langzeitauswertung - Schritt 1 - Tabellen

Zwei Tabellen zeigen Ihnen die wichtigsten HRV-Parameter zu Orientierung.

	Zoom	
Mittlere HF	70,36	1/min.
SDNN	64,93	ms
SD1	54,41	ms
SD2	73,97	ms
Stressindex	384	Pkt.

	Gesamt	Phase 1	Phase 2	Phase 3	
Mittlere HF	76,12	75,39	78,43	74,39	1/min
SDNN	79,18	77,88	75,41	78,22	ms
SD1	54,81	56,42	53,77	54,29	ms
SD2	97,64	94,59	92,10	96,39	ms
Stressindex	458	332	461	580	Pkt.

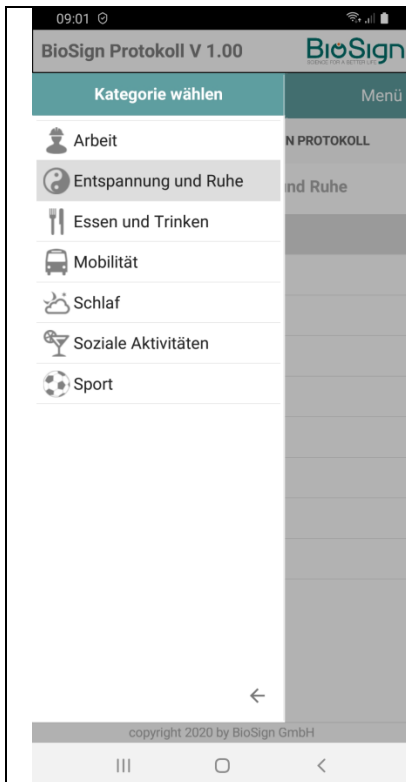
Die obere Tabelle zeigt die berechneten HRV-Parameter des oberen Herzfrequenz-Diagramms (Messungsausschnitt), die untere Tabelle zeigt die HRV-Parameter des unteren Herzfrequenz-Diagramms (gesamte Messung), unterteilt nach Phasen. Die Tabellen werden bei jeder Veränderung in den Herz-frequenzkurven aktualisiert, z.B. nach Anwenden der Filter.

Langzeitauswertung - Schritt 1 - Protokoll

Mit Hilfe der Protokollfunktion kann die Langzeit-Messung zur besseren Interpretation kommentiert werden.

Erfassung eines Aktivitätsprotokolls mittels Smartphone-App

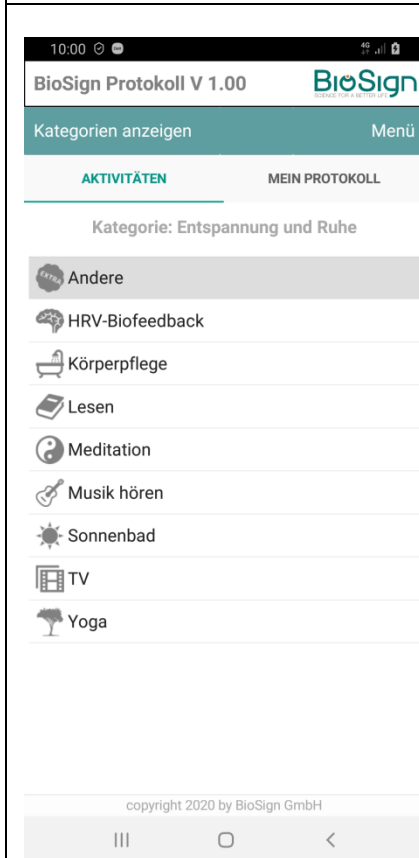
Unsere Smartphone App ist im Google Play Store und Apple App Store unter "BioSign Protokoll" verfügbar.



Hauptfenster und Kategorie Auswahl

Im Hauptfenster der App sehen Sie links das Fenster mit den Kategorien. Jede Kategorie enthält Vorlagen für Aktivitäten, die in das Protokoll eingefügt werden können. Die Kategorie Auswahl kann jederzeit eingeblendet werden, wenn Sie links oben auf "Kategorien anzeigen" klicken.

Die Auswahl eines Kategorie-Eintrags aktiviert die Liste mit den Untereinträgen aus der gewählten Kategorie.



Auswahlfenster der Vorlagen für Aktivitäten, die in das Protokoll eingefügt werden soll

Wählen Sie aus der Liste aus, welche Vorlage für eine Aktivität in das aktuelle Protokoll eingefügt werden soll.

Jede Kategorie enthält einen Eintrag "Andere". Wird dieser Eintrag in das Protokoll eingefügt, so kann individuell eingegeben werden, um welche Aktivität es sich dabei handelt. Bitte beachten Sie, dass hier in den Eigenschaften eines Protokolleintrags eine Bezeichnung individuell eingegeben werden muss.

Die Auswahl eines Eintrags aktiviert das Fenster für die weiteren Eigenschaften einer Aktivität:

- Startzeit, Stopzeit bzw. Dauer
- Bezeichnung, falls "Andere" gewählt
- Kommentar
- Rating bzgl. Anspannung und Entspannung
- Angabe, ob die Aktivität in Begleitung oder alleine stattgefunden hat

Fenster mit den Eigenschaften einer Aktivität

Geben Sie hier an, wann die Aktivität startet und wann sie beendet wurde. Dies kann über die Eingabe zweier Uhrzeiten (Start/Stop) oder über die Eingabe der Startzeit und der Dauer erfolgen.

Die Dauer kann auch über ein sich einblendendes Rad verändert werden. Drücken Sie hierzu das "Wheeler-Symbol".

Weiterhin ist es möglich eine Aktivität in der App zu starten und diese zu beenden, wenn die Aktivität abgeschlossen wurde. Ein Timer erfasst die abgelaufene Zeit und überträgt diese bei Aktivitätsende.

Weitere Eigenschaften zur Aktivität (Kommentar, Rating, Personen) können ebenfalls hier eingegeben werden.

Bitte beachten Sie, dass bei Auswahl der Vorlage "Andere" eine Bezeichnung zwingend eingegeben werden muss.

Fenster "Mein Protokoll"

Nach der Übernahme einer Aktivität in das Protokoll mittels "Speichern" erscheint die neue Aktivität in Ihrem aktuellen Protokoll. Sie können die Einträge nachträglich bearbeiten, indem sie diese hier auswählen.


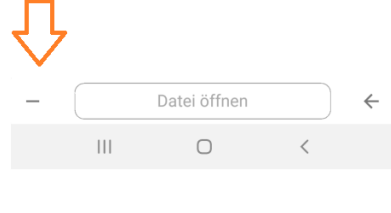
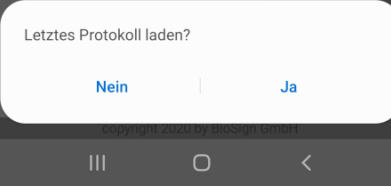
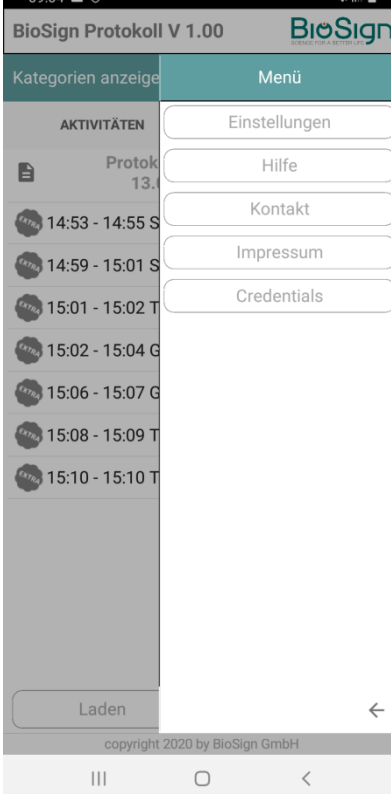
Ein Eintrag aus der Liste kann entfernt werden, wenn das Eigenschaftsfenster durch Auswahl aktiviert wird und dann mittels dem Löschen Button "-" links neben "Speichern" gelöscht wird.

Um die Aktivität an Ihren Therapeuten weiterzuleiten, sollten Sie das Aktivitäts-Protokoll in einer XML-Datei speichern. Diese Datei kann später auch wieder in die App geladen werden, falls z.B. Korrekturen nötig sind oder einzelne Einträge gelöscht werden sollen.

Ein neues leeres Protokoll können Sie mit dem Button links oben anlegen.

Weiterleitung der Protokolldaten als XML-Datei

Sie können die XML-Datei über den Teilen-Button rechts oben per E-Mail an Ihren Therapeuten versenden. Außerdem finden Sie alle XML-Protokolldateien im Ordner "Dokumente" -> "Documents" und können diese von dort aus mittels vieler Smartphone Anwendungen (WhatsApp, Threema, Mail, ...) teilen. Alle Angaben in den XML-Dateien sind über eine 256-Bit AES Verschlüsselung gesichert.

	<p>Protokolldateien laden</p> <p>Gespeicherte Protokolldateien können im Fenster "Mein Protokoll" wieder in die App geladen werden. Wählen Sie die gewünschte Datei aus der Liste im Auswahlfenster aus und drücken Sie "Laden".</p>
	<p>Protokolldateien löschen</p> <p>Im Auswahlfenster der gespeicherten XML-Protokolldateien haben Sie auch die Möglichkeit nicht mehr benötigte Dateien von Ihrem Smartphone zu löschen.</p>
	<p>Letzte Protokolldatei beim Start laden</p> <p>Beim Start der App können Sie auswählen, ob die zuletzt bearbeitete Protokolldatei geladen werden soll.</p> <p>Hinweis: Auch wenn noch keine Protokolldatei als XML gespeichert wurde steht das zuletzt bearbeitete Protokoll bei Programmstart zum Laden zur Verfügung. Sollte die App z.B. abstürzen oder unbeabsichtigt beendet worden sein, kann das zuletzt bearbeitete Protokoll trotzdem aus der Sicherung eingelesen werden.</p>
	<p>Weitere Features</p> <p><i>Einstellungen</i> Wählen Sie hier die Sprache, in der die App ausgeführt werden soll.</p> <p><i>Hilfe</i> Hilfefunktion zur App</p> <p><i>Kontakt</i> Kontaktformular</p> <p><i>Impressum</i> Rechtlich notwendige Angaben zur App</p> <p><i>Credentials</i> Credentials über in der App verwendete Elemente</p>

Erfassung eines Aktivitätsprotokolls im HRV-Scanner

Zum Eingabefenster für ein Aktivitätsprotokoll gelangen Sie über den Button "Protokoll" im Biosignalfenster unten:

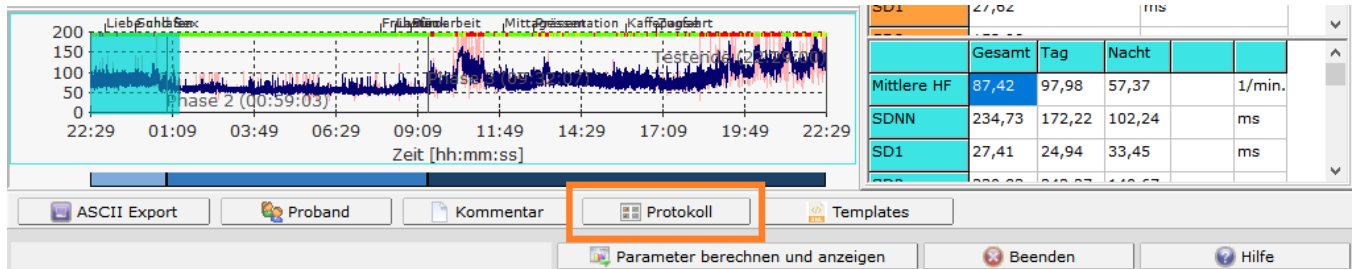


Abb.: Eingabefenster für das Aktivitätsprotokoll

Im Fenster sehen Sie rechts eine Liste mit Kategorien verschiedener Aktivitäten. Wählen Sie hier einen Eintrag mit der Maus aus. Im rechten Fenster werden die zugehörigen Aktivitäten einblendet. Möchten Sie eine der Aktivitäten in das Protokoll aufnehmen, so ziehen Sie diese einfach mit gedrückter linker Maustaste in das mittlere Protokollfenster. Sind dort schon Einträge vorhanden, können Sie den neuen Eintrag auf den Eintrag ziehen, hinter dem der neue Eintrag eingeordnet werden soll.

Jede Kategorie enthält einen Eintrag "Andere". Wird dieser Eintrag in das Protokoll eingefügt, so muss über "Bezeichnung" individuell eingegeben werden, um welche Aktivität es sich dabei handelt.

Das Ziehen eines Eintrags mit der Maus in die Protokollliste aktiviert das Fenster für die weiteren Eigenschaften einer Aktivität:

- Startzeit, Stopzeit bzw. Dauer
- Bezeichnung, falls "Andere" gewählt
- Kommentar
- Rating bzgl. Anspannung und Entspannung
- Angabe, ob die Aktivität in Begleitung oder alleine stattgefunden hat

Abb.: Eigenschaften eines Protokolleintrags

Um einen Event zu der Liste hinzuzufügen, geben Sie eine Uhrzeit im Format „hh:mm“ (Stunde zweistellig, Minute zweistellig) ein. Ob Sie die tatsächliche Uhrzeit oder die Zeit nach Beginn der Messung eingeben müssen, hängt davon ab, welche Darstellungsart Sie in „Ansicht“ gewählt haben („t=0“ oder „Uhrzeit der Messung“). Geben Sie noch die Dauer des Events und bei Bedarf (wenn Sie die Vorlage "Andere" gewählt haben) eine Bezeichnung ein. Mit „Übernehmen“ fügen Sie den eingegebenen Eintrag der Liste hinzu.

In der Protokollliste ist es auch möglich schon vorhandene Einträge zu bearbeiten. Führen Sie hierzu einen Doppelklick auf den gewünschten Eintrag aus oder wählen Sie einen Eintrag aus und drücken "Bearbeiten".

Die Einträge werden später in der Auswertung in den Herzfrequenz-Diagrammen und im HRV-Verlauf angezeigt.

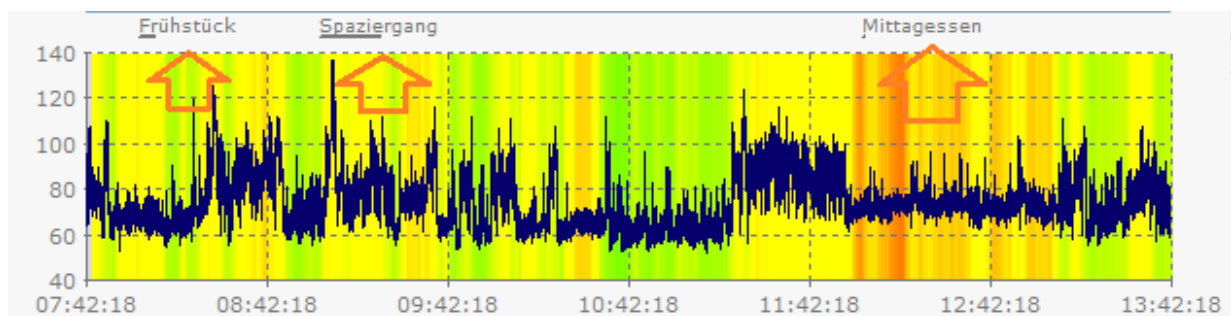


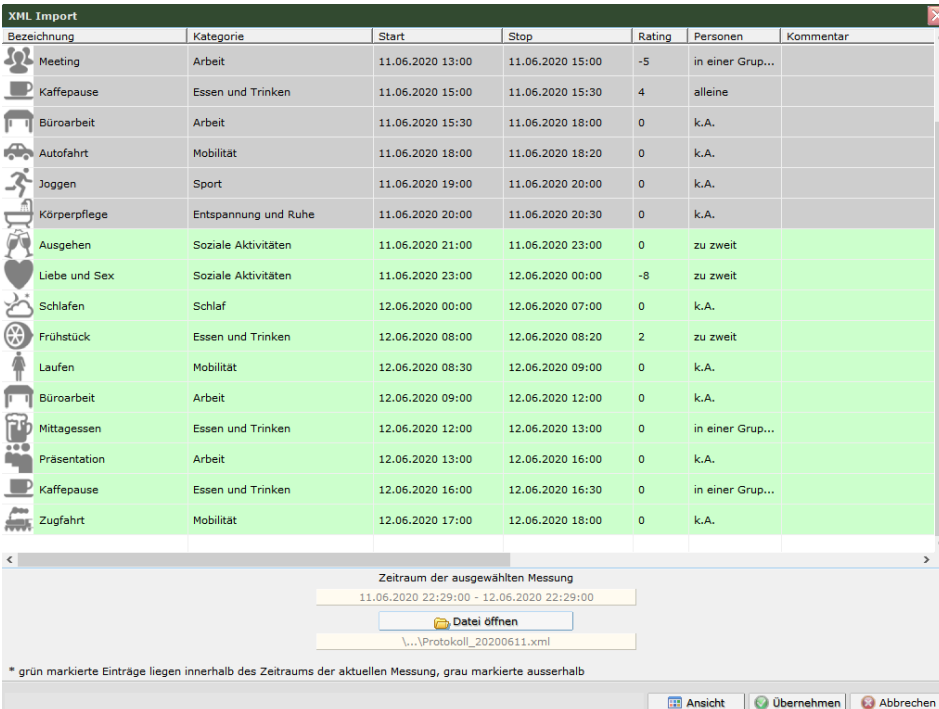
Abb.: Einträge aus der Protokoll-Liste im HRV-Verlauf

Für eine bessere Übersicht im Eingabefenster für das Aktivitätsprotokoll können Sie die Ansicht (kleine oder große Symbole) verändern und die Liste der Kategorien und Aktivitäts-Vorlagen ausblenden.

Einträge können mit "Löschen" aus dem Protokoll entfernt werden.

Übernahme der Daten aus einem mit der Smartphone App erstellen Aktivitätsprotokoll

Ihre Patienten können Ihnen aufgezeichnete Aktivitäten als XML-Datei beispielsweise per Email zur Verfügung stellen. Diese können Sie über "XML-Import" im Eingabefenster für das Aktivitätsprotokoll einlesen.



Bezeichnung	Kategorie	Start	Stop	Rating	Personen	Kommentar
Meeting	Arbeit	11.06.2020 13:00	11.06.2020 15:00	-5	in einer Grup...	
Kaffepause	Essen und Trinken	11.06.2020 15:00	11.06.2020 15:30	4	alleine	
Büroarbeit	Arbeit	11.06.2020 15:30	11.06.2020 18:00	0	k.A.	
Autofahrt	Mobilität	11.06.2020 18:00	11.06.2020 18:20	0	k.A.	
Joggen	Sport	11.06.2020 19:00	11.06.2020 20:00	0	k.A.	
Körperpflege	Entspannung und Ruhe	11.06.2020 20:00	11.06.2020 20:30	0	k.A.	
Ausgehen	Soziale Aktivitäten	11.06.2020 21:00	11.06.2020 23:00	0	zu zweit	
Liebe und Sex	Soziale Aktivitäten	11.06.2020 23:00	12.06.2020 00:00	-8	zu zweit	
Schlafen	Schlaf	12.06.2020 00:00	12.06.2020 07:00	0	k.A.	
Frühstück	Essen und Trinken	12.06.2020 08:00	12.06.2020 08:20	2	zu zweit	
Laufen	Mobilität	12.06.2020 08:30	12.06.2020 09:00	0	k.A.	
Büroarbeit	Arbeit	12.06.2020 09:00	12.06.2020 12:00	0	k.A.	
Mittagessen	Essen und Trinken	12.06.2020 12:00	12.06.2020 13:00	0	in einer Grup...	
Präsentation	Arbeit	12.06.2020 13:00	12.06.2020 16:00	0	k.A.	
Kaffepause	Essen und Trinken	12.06.2020 16:00	12.06.2020 16:30	0	in einer Grup...	
Zugfahrt	Mobilität	12.06.2020 17:00	12.06.2020 18:00	0	k.A.	

Zeitraum der ausgewählten Messung
11.06.2020 22:29:00 - 12.06.2020 22:29:00

Datei öffnen
\\...\Protokoll_20200611.xml

* grün markierte Einträge liegen innerhalb des Zeitraums der aktuellen Messung, grau markierte ausserhalb

Ansicht Übernehmen Abbrechen

Abb.: Inhalt einer XML-Protokolldatei

Es können nur Einträge übernommen werden, die ganz oder zumindest teilweise innerhalb des Zeitraums der gewählten Messung liegen. Diese sind im Fenster grün markiert. Mit "Übernehmen" können Sie die Einträge aus der geöffneten XML-Datei in das Protokoll übernehmen.

Einträge, die schon im Protokoll vorhanden sind, werden nicht erneut übernommen.

Langzeitauswertung - Schritt 2

Neben den üblichen Darstellungen der Auswertungen im HRV-Scanner (Parameter-Liste, Histogramm, Herzfrequenzkurve, Poincaré-Diagramm, Spektralanalyse für die gesamte Messung und bis zu 3 frei einstellbare Phasen, Farb-FFT, 3-D FFT) steht im neuen Langzeit-Modul eine farblich unterlegter HRV-Verlauf zur Verfügung.

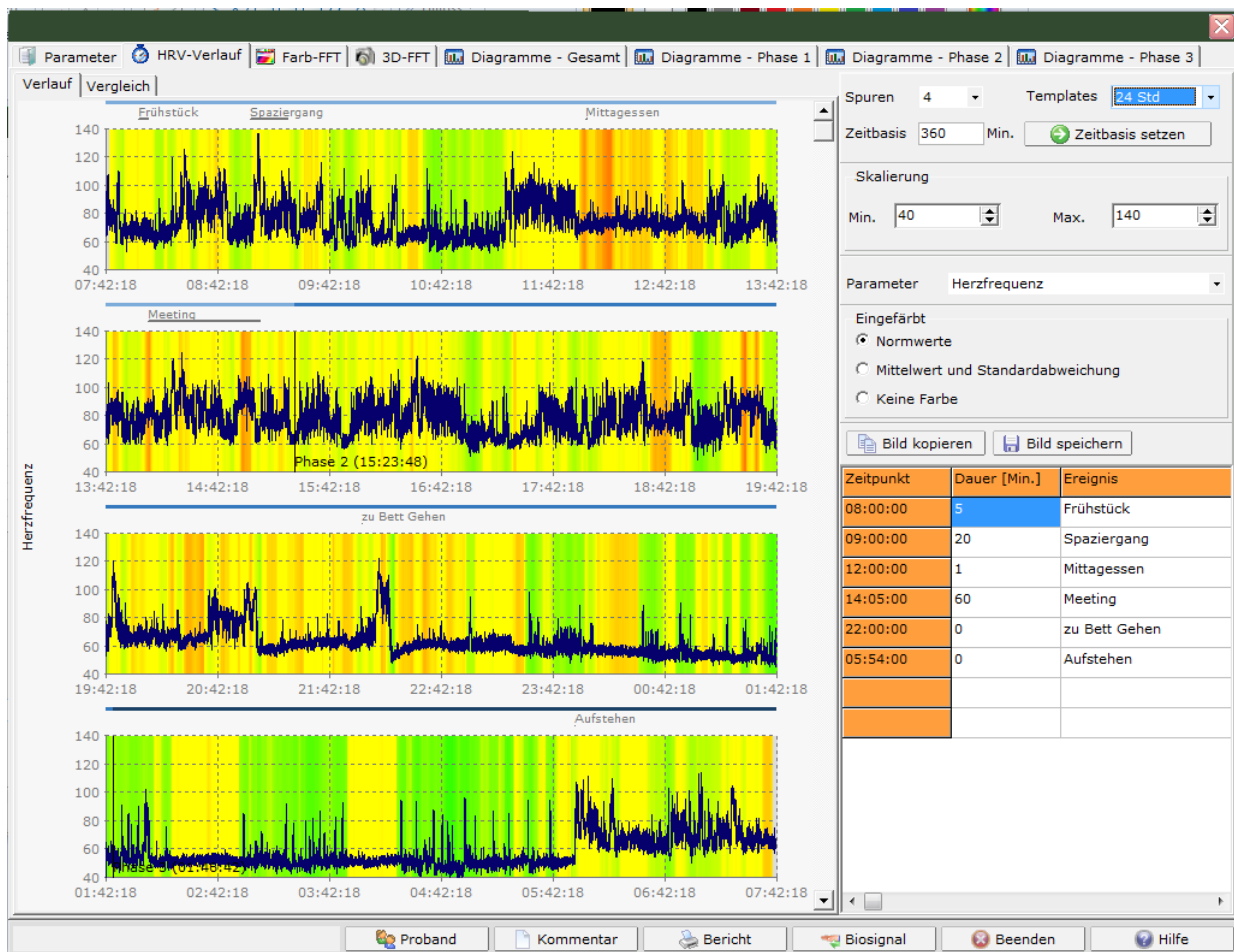


Abb.:

Überblick Auswertefenster Schritt 2

Langzeitauswertung - Schritt 2 – HRV-Verlauf

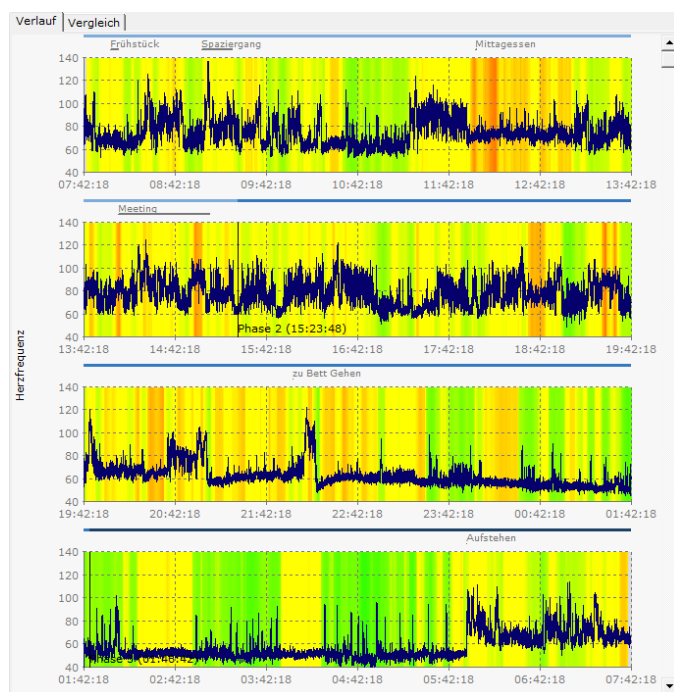


Abb.: HRV-Verlauf

Die dargestellten Farben im HRV-Verlauf resultieren aus den Prozenträngen der Alterskorrelation der Kurzzeit-HRV Messung. Dazu wird die Langzeit-Messung in viele Kurzzeit-HRV-Messungen (5 Minuten) unterteilt und für jeden Abschnitt werden die Prozentränge im Altersvergleich berechnet.

Alternativ kann die unterlegte Farbe aus „Mittelwert und Standardabweichung“ berechnet werden. Eine Darstellung der Kurven ohne Farbunterlegung ist ebenfalls möglich.

Für die Darstellung des HRV-Verlaufs können folgende Parameter ausgewählt werden:

Herzfrequenz, mittlere HF, St. Dev., SD1, SD2, Stressindex, ln(Stressindex), Power HF, Power LF, Power total, ln(Power HF), ln(Power LF), ln(Power total), LF/HF Ratio, Prozentrang (Kurzzeit-HRV), Rhythmisierungsgrad.

Im Vergleich wird die prozentuale Verteilung der aufgetretenen Abschnitte für den eingestellten Parameter im Vergleich Gesamt/Phase 1 – 3 oder im Tag/Nachtvergleich dargestellt.

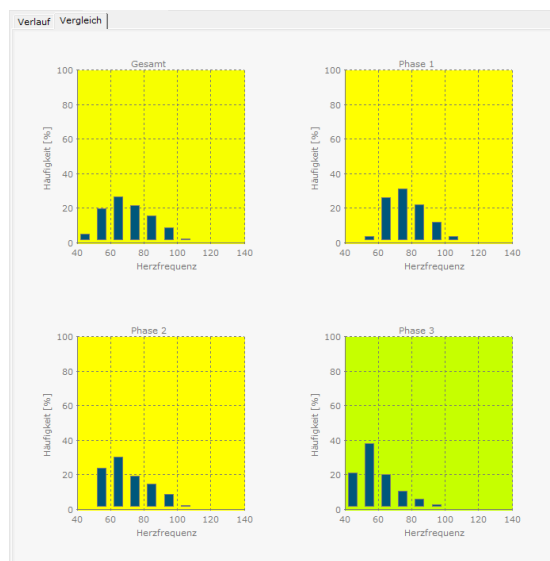


Abb.: Vergleich Gesamt/Phasen (1-3)

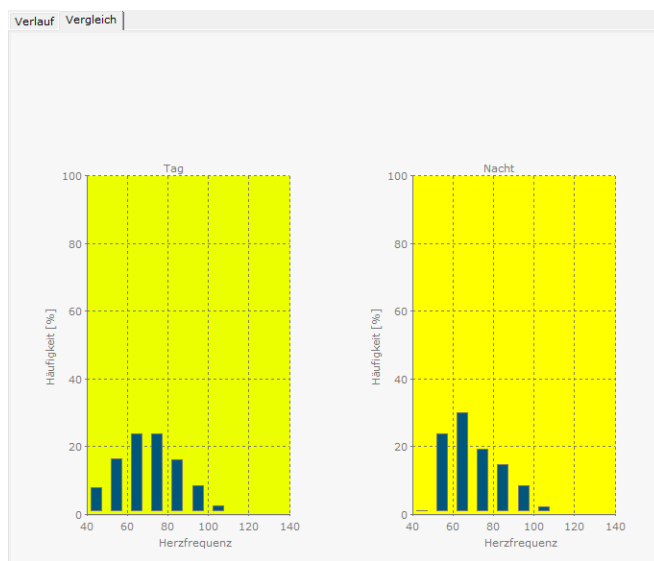


Abb.: Vergleich Tag/Nacht

Erweiterte 24h-Analyse

Einführung:

Mit der erweiterten 24h-Analyse stehen Ihnen einige neue Features zur Verfügung, die eine noch genauere Beurteilung der 24 Stunden HRV ermöglichen:

- Detaillierte Beurteilung der Messqualität im 24h-Verlauf.
- Analyse von Auffälligkeiten in der HRV (Prozentsatz HRV-Parameter jenseits der 1% bzw. der 99% Perzentile), getrennt für Tag und Nacht.
- Spiderweb-Diagramme mit Normwertperzentilen für zahlreiche Parameter, getrennt für Tag und Nacht.
- Herzschläge in 24 Stunden, Herzfrequenz und nächtliche Absenkung
- Beurteilung der nächtlichen Erholung (Day/Night-Shift der HRV).
- Spezifische Leistungsindizes für Sympathikus und Parasympathikus, getrennt für Tag und Nacht.
- „Functional HRV Age“: Berechnung eines funktionalen HRV-Alters als biologisches Alter des HRV-Regelsystems. Ein hohes Functional HRV Age kann ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko anzeigen.
- Schlaf: Scan auf obstruktive Schlafapnoe (OSA) mit Berechnung der Wahrscheinlichkeit das tatsächlich eine OSA vorliegt (Post-Test Probability).

Klicken Sie auf den "Erweiterte 24h-Analyse", um die neuen Funktionen aufzurufen. Bitte beachten Sie, dass Sie dieses Auswertefenster unabhängig vom eigentlichen HRV-Scanner-Fenster auf dem Desktop verschieben können, so dass Sie die zusätzlichen Auswertungen parallel zu bisherigen Diagrammen betrachten können.

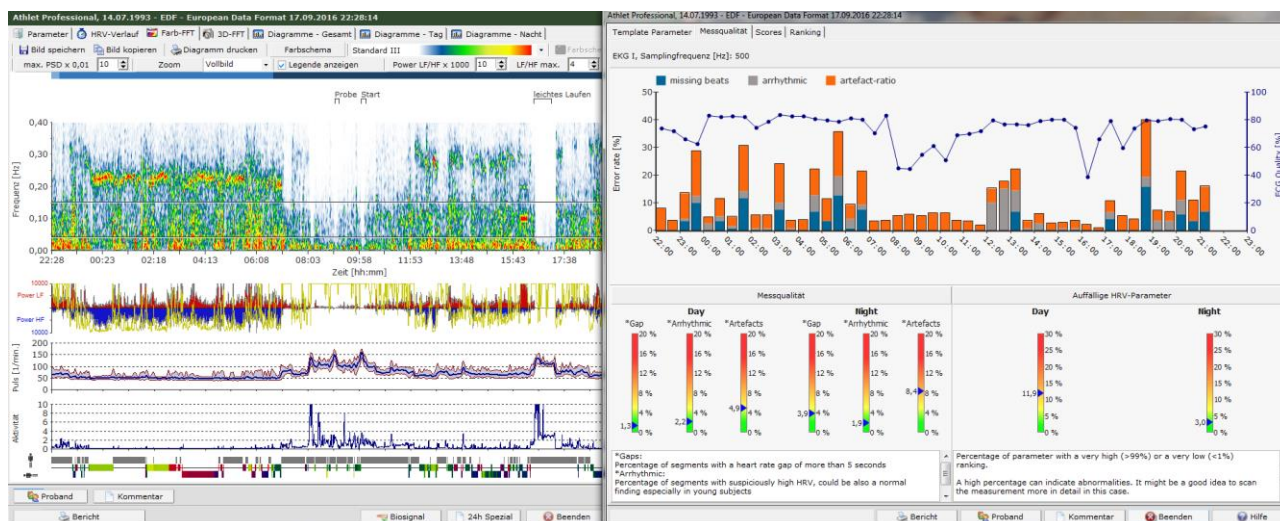


Bild: Versetzte Anordnung der 24h-Analysefenster möglich

Detaillierte Beurteilung der Messqualität

Grundlage jeder HRV Messung ist eine möglichst artefaktfreie Registrierung der EKG Kurve. Bewegungsartefakte, schlechter Elektrodenkontakt oder andere Störquellen wie zum Beispiel elektrische Störungen können zu einem qualitativ schlechten EKG führen. Dadurch wird die Erkennung der Herzschläge erschwert bzw. es können sich Fehler in der Berechnung der Herzfrequenzkurve ergeben.

Um die Validität einer HRV Messung zu beurteilen, sollte deshalb immer eine Betrachtung der Messqualität vorgenommen werden. Es gibt dazu im HRV-Scanner zwei neue Diagramme:

- Messqualität aufgeschlüsselt über die Zeit
- Messqualität aufsummiert jeweils für den Tag die Nacht.

Folgende Störquellen werden erfasst:

Lücken

Gibt den Prozentanteil an Segmenten an, die Lücken in der Herzfrequenzkurve von mehr als 5 Sekunden enthalten. Lücken treten auf, wenn beispielsweise eine ungünstige EKG-Ableitung gewählt wurde und die R-Zacken sehr klein sind und nicht zuverlässig von der QRS-Analyse erfasst werden. Lücken entstehen aber auch dann wenn beispielsweise ein stark verwackeltes EKG (Muskel- und Bewegungsartefakte) zu vielen falsch positiv erkannten R-Zacken führt, die dann im zweiten Schritt herausgefiltert werden.

Arrhythmik

Gibt den Prozentanteil an Segmenten mit auffällig hoher HRV an. Gewichtet werden insbesondere schnelle Änderungen der Herzfrequenz, wie sie typisch für Rhythmusstörungen oder Artefakte sind. Hohe Arrhythmiewerte sind allerdings nicht beweisend für eine mögliche Rhythmusstörung, da insbesondere Kinder und sportliche junge Erwachsene mitunter eine sehr hohe HRV aufweisen, die aber physiologisch ist. Unserer Erfahrung nach treten falsch hohe Arrhythmiewerte bei Probanden mit Sinusrhythmus älter als 30 Jahre nicht mehr auf. Im Zweifel empfiehlt es sich, das EKG und die Herzfrequenzkurve einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Oft sind auch die Artefakte noch nicht ausreichend eliminiert, bzw. die Herzfrequenzkurve wurde noch nicht gefiltert.

Artefakt-Ratio

Die Artefakt-Ratio gibt den Prozentwert an, wie viele Herzschläge durch Filterung entfernt wurden. Je höher die Ratio, desto mehr Herzschläge wurden zwar erkannt, aber vom User als nicht dem Sinusrhythmus zuzuordnen eingeordnet und durch Filterung entfernt. Die Ursache lässt sich in der Regel dem EKG entnehmen. In den meisten Fällen handelt es sich um falsch erkannte R-Zacken aufgrund von Bewegungs- und Muskelartefakten.

Hinweis: Wenn die Herzfrequenzkurve noch nicht gefiltert wurde, ist das Artefakt-Ratio per Definition 0%. Dies ist aber nicht zu verwechseln mit einer artefaktfreien Herzfrequenzkurve!

EKG-Qualität

Falsch- oder nicht erkannte Herzschläge haben ihre Ursache meist in Signalstörungen des EKGs. Aus diesem Grund analysiert der HRV-Scanner das EKG auf typische Störungen wie z.B. Netzbrummen oder Bewegungsartefakte und errechnet eine EKG-Qualität zwischen 0-100% für halbstündige Zeitabschnitte. Gut verwertbare EKGs haben in der Regel einen EKG-Qualität von >80%. Stark absinkende EKG-Qualitäten sind ein Zeichen für Signalstörungen, z.B. während des Sports oder in Folge eines schlechten Elektrodenkontakts. Je geringer die EKG-Qualität und je höher die Störeinflüsse in einem bestimmten Zeitabschnitt, desto zurückhaltender sollte die HRV dieses Zeitabschnitts interpretiert werden.

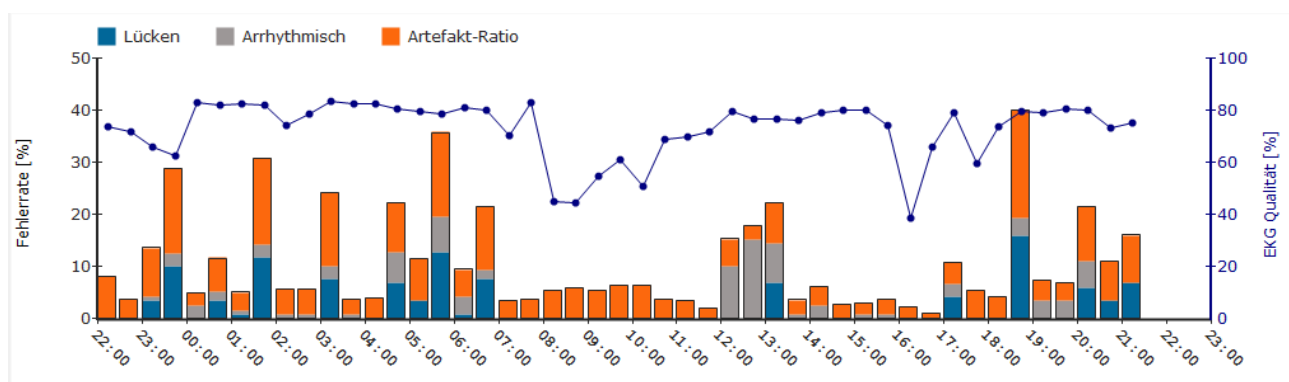


Bild: Anzeige der Messqualität im 24h-Verlauf. Die einzelnen Fehlerquellen (Lücken, Arrhythmie, Artefakt-Ratio) sind als Fehlerbalken für jede halbe Stunde dargestellt, die EKG-Qualität als blaue Kurve mit einer EKG-Qualität für jede halbe Stunde.

Hinweis: Wenn die 24h-Analyse aus einer Herzfrequenzliste (auch RR- oder IBI-Liste genannt) generiert wurde, gibt es aufgrund des fehlenden EKGs auch keine Anzeige der EKG-Qualität.

Die durchschnittliche Fehlerraten werden für Tag und Nacht getrennt ausgewiesen. Generell gilt, je geringer die Fehlerraten, desto plausibler ist die HRV-Analyse.

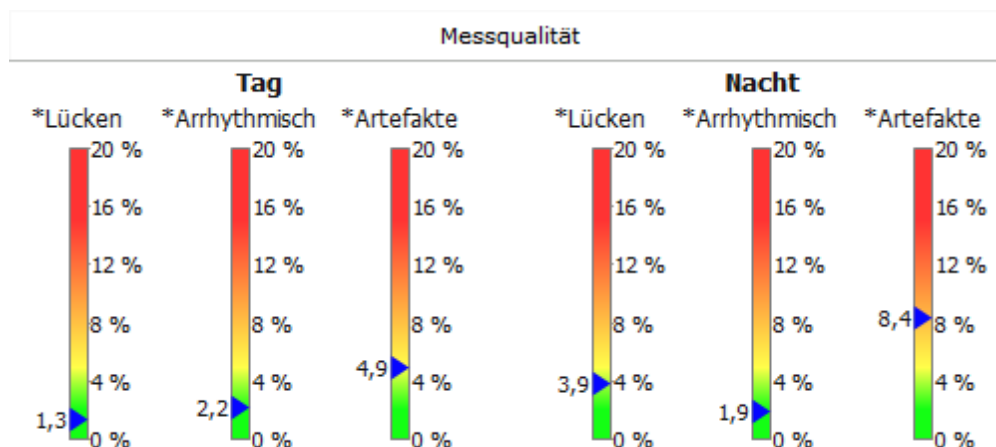


Bild: Durchschnittliche Messqualität getrennt für Tag und Nacht.

In der EKG-Studie an gesunden Probanden, aus der die Normwerte für 24h HRV abgeleitet wurden, betrugen die Fehlerraten im Mittel: Lücken: 0,1%; Arrhythmisch: 1,8%; Artefakte:1,1%. (Der Arrhythmiewert von im Mittel 1,8% in der Studie beruht nicht auf Rhythmusstörungen oder Artefakten, sondern ist die Folge der zahlreichen jungen Studienteilnehmer und ihrer alterstypisch hohen HRV. Der Arrhythmiewert der Studienteilnehmer älter als 30 Jahre betrug 0,2%)

Hinweis:

Die EKG-Qualität wird in den Herzfrequenzdiagrammen als dünne farbige Linie nach dem Ampelprinzip dargestellt. Dadurch erhält man bereits bei der Inspektion der Herzfrequenzkurve Hinweise auf mögliche Störungen im EKG-Signal. Da die Berechnung der EKG-Qualität sehr rechenaufwändig ist und je nach Leistungsfähigkeit des PCs zwischen 5-20 Sekunden dauert, wurde die Berechnung in den Hintergrund verlegt. Sobald die Berechnung abgeschlossen ist, wird die EKG-Qualität angezeigt. Sie können aber mit dem HRV-Scanner nach Belieben weiterarbeiten, während die Berechnung im Hintergrund läuft.

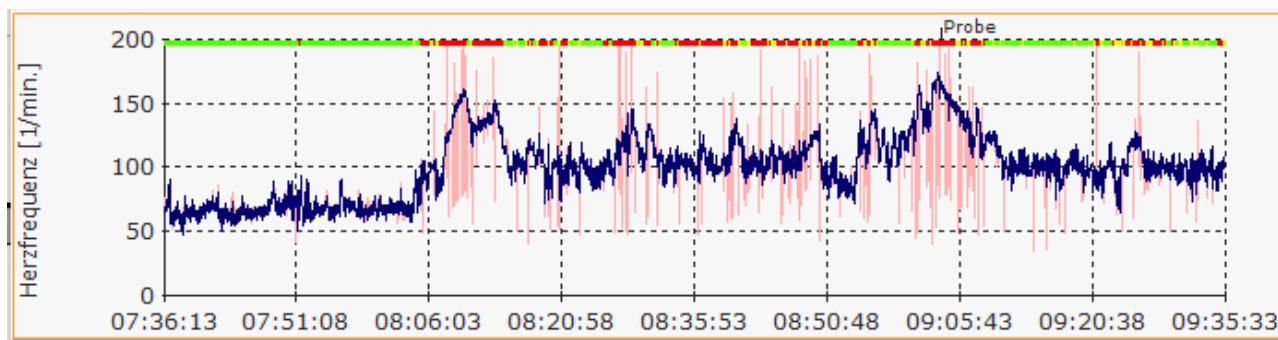


Bild: Anzeige der EKG-Qualität nach dem Ampelprinzip als dünne farbige Linie am oberen Rand der Herzfrequenzdiagramme. Im obigen Beispiel sind die Störungen im EKG durch Bewegungsartefakte bei sportlicher Aktivität verursacht.

Auffälligkeiten in der HRV

Ein guter Startpunkt für die HRV-Analyse ist eine Overall-Betrachtung, ob es sich um eine „normale“-HRV-Messung handelt. „Normal“ in diesem Kontext bedeutet, dass die meisten HRV-Parameter sich im Normbereich befinden. Zu diesem Zweck vergleicht der HRV-Scanner von 67 verschiedenen HRV-Parametern das jeweilige Ergebnis mit der entsprechenden alterskorrigierten Normwerttabelle und berechnet daraus den jeweiligen Rangwert (Ranking, Perzentile). Ergebnisse jenseits der 1% und 99%-Perzentile werden als „auffällig“ gewertet. Ein hoher Prozentsatz der „auffälligen“ Parameter kann ein Hinweis auf eine mögliche Störung in der vegetativen Regulation oder ein Problem mit der Messqualität sein.

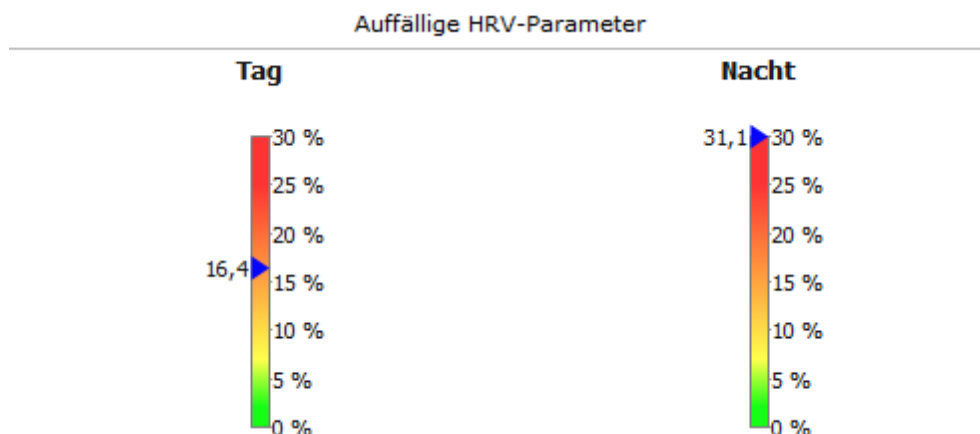
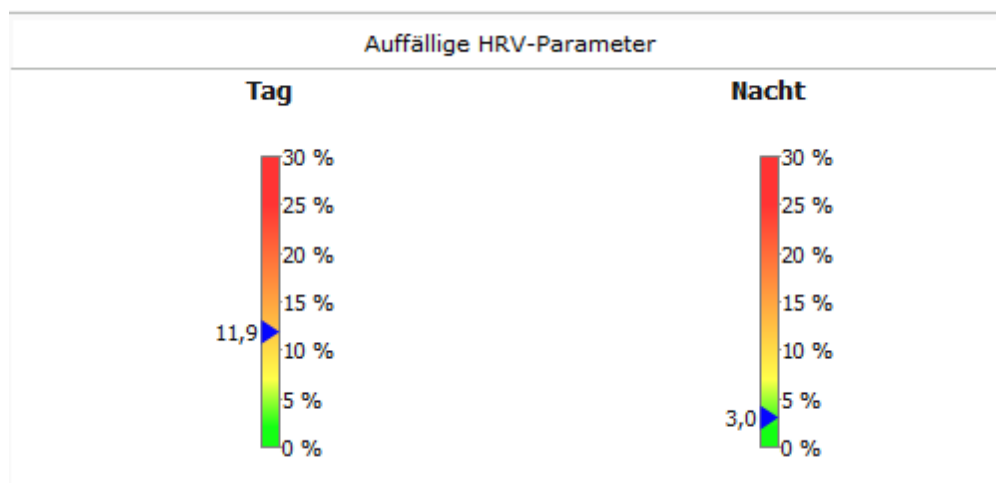


Bild: 70-jähriger Patient mit vagaler Dysfunktion und ausgeprägter Schlafapnoe.



Beispiel: 23-jähriger Leistungssportler mit intensiven Trainingsphasen tagsüber und erholsamen Nachtschlaf.

Spiderweb-Diagramme mit Normwertperzentilen

Ähnlich zu den bestehenden Rangdiagrammen der Kurzzeit-HRV-Analyse gibt es jetzt auch für die 24h-Analyse sogenannte Spiderweb-Diagramme, die eine Beurteilung der HRV ermöglichen, siehe Abbildung. Der Unterschied zu den Rangdiagrammen liegt in der Skalierung. Die Rangdiagramme der Kurzzeit-Messungen bilden die alterskorrigierten Perzentile (Rangwert) auf einer Skala von 0%-100% ab. Ein Rückschluss auf den zugrundeliegenden absoluten HRV-Wert ist damit nicht möglich. Anders in der 24h-Analyse: Die Spiderweb-Diagramme in der 24h-Analyse zeigen den absoluten HRV-Wert. Dadurch lassen sich Veränderungen von Tag zu Nacht besser erfassen. Zur Orientierung ob es sich um eine hohe, mittlere oder niedrige HRV-Wert im Vergleich mit der Altersgruppe handelt sind die 95%, 50% und 5%-Perzentilen der jeweiligen Altersgruppe eingezeichnet.

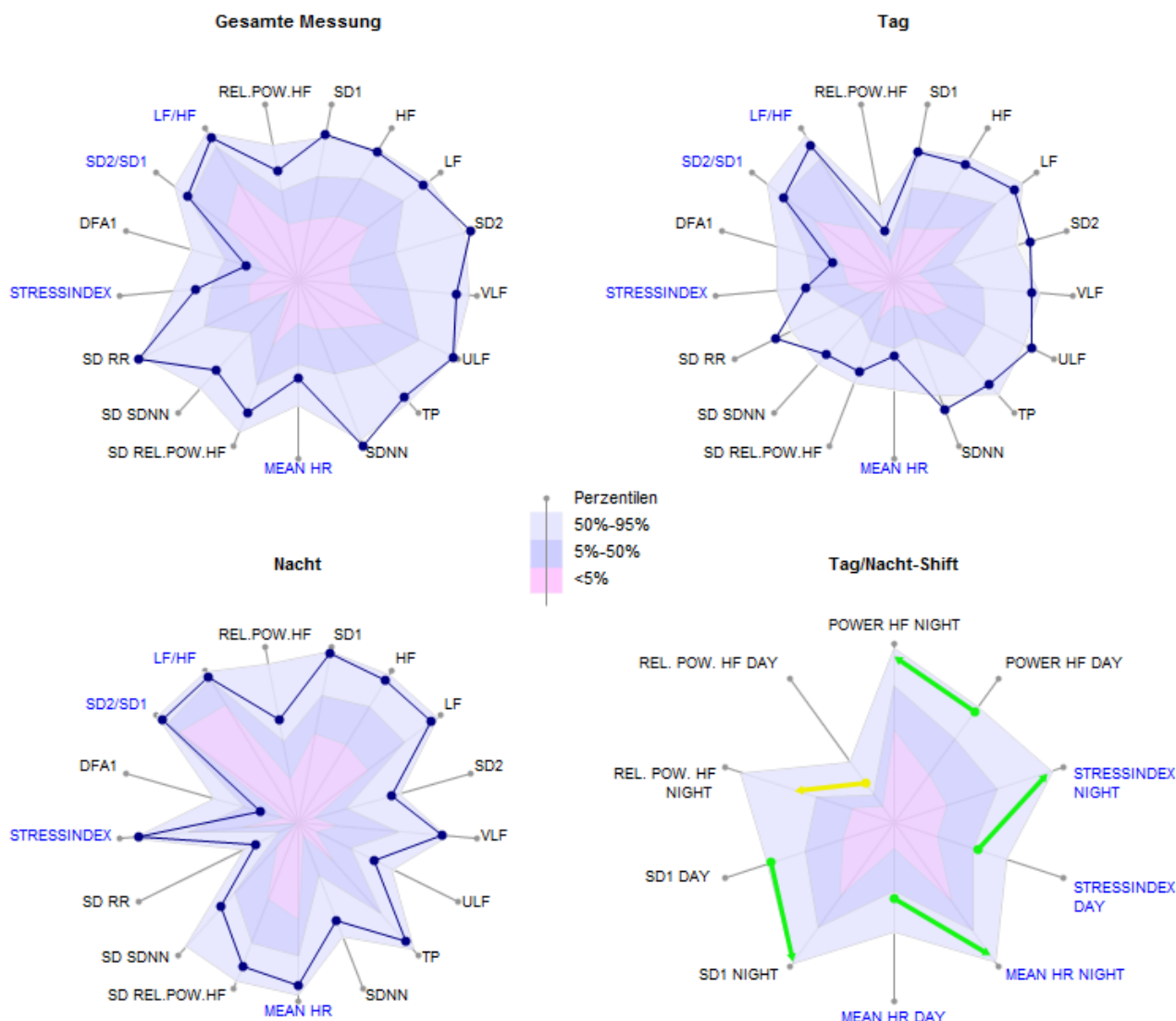


Bild Spiderwebs: 23-jähriger Leistungssportler. In jedes Spiderweb-Diagramm ist die 5%, 50% und 95% Perzentile eingezeichnet.

Skalierung

Die Spiderweb-Diagramme sind unabhängig vom Probanden, Probandenalter und Messperiode (Tag, Nacht, Gesamt) immer gleich skaliert. Auf die Beschriftung der absoluten Skalen wurde aus Gründen der besseren Lesbarkeit verzichtet. Durch die identische Skalierung sind die Diagramme untereinander und zwischen unterschiedlichen Probanden vergleichbar:

Beispielsweise sieht man am obigen Diagramm anhand der Perzentilen, dass die „Rel. Pow. HF“, (relative Power HF-Band) für die meisten Menschen offensichtlich tagsüber deutlich geringer ausfällt als während der Nacht. Dies entspricht unserem intuitiven Erwartungswert, weil Aktivitäten am Tage ein gewisses Maß an Sympathikusaktivität erfordern, was zu einer Verringerung der rel. Power HF führt.

In den Spiderwebs sind häufig verwendete HRV-Parameter dargestellt, die in der Regel bei keiner HRV-Analyse fehlen sollten. „Blaue“ Parameterbezeichnungen wie z.B. beim „Stressindex“ oder „Mean HR“ zeigen Parameter an, bei denen niedrige absolute Werte medizinisch günstiger sind, als große absolute Werte. Die Skala ist bei diesen „blauen“ Parametern vertauscht: Der höchste Wert der Skala liegt im Inneren des Diagramms, der kleinste außen.

Neu im HRV-Scanner sind die Parameter „SD RR“, „SD SDNN“ und „SD Rel. Pow. HF“. Es handelt sich dabei um die Standardabweichung (SD) der jeweiligen Parameter. Es sind deshalb Streuungsmaße der HRV und geben Auskunft, wie stark sich die einzelnen Parameter im jeweiligen Zeitabschnitt (Tag/Nacht/Gesamt) ändern. Sie sind damit ein Maß für den Wechsel in der Beanspruchung. Je stärker die Unterschiede zwischen Belastung und Entlastung und je häufiger der Belastungswechsel, desto höher die Standardabweichungen der HRV.

„SD RR“, auch SDANN genannt: Standardabweichung des Mittelwertes der RR-Intervalle in allen fünf-Minuten-Abschnitten der gesamten Aufzeichnung.

„SD SDNN“ Standardabweichung der SDNN aller fünf-Minuten-Abschnitte der 24-Stunden-Aufzeichnung

„SD Rel. Pow. HF“: Standardabweichung der relativen Power HF-Band aller fünf-Minuten-Abschnitte der 24-Stunden-Aufzeichnung.

Hinweis: Der HRV-Scanner berechnet die SD-X-Werte in „Moving Windows“ mit einer Fensterbreite von 5 Minuten und einer Schrittweite von einer Minute.

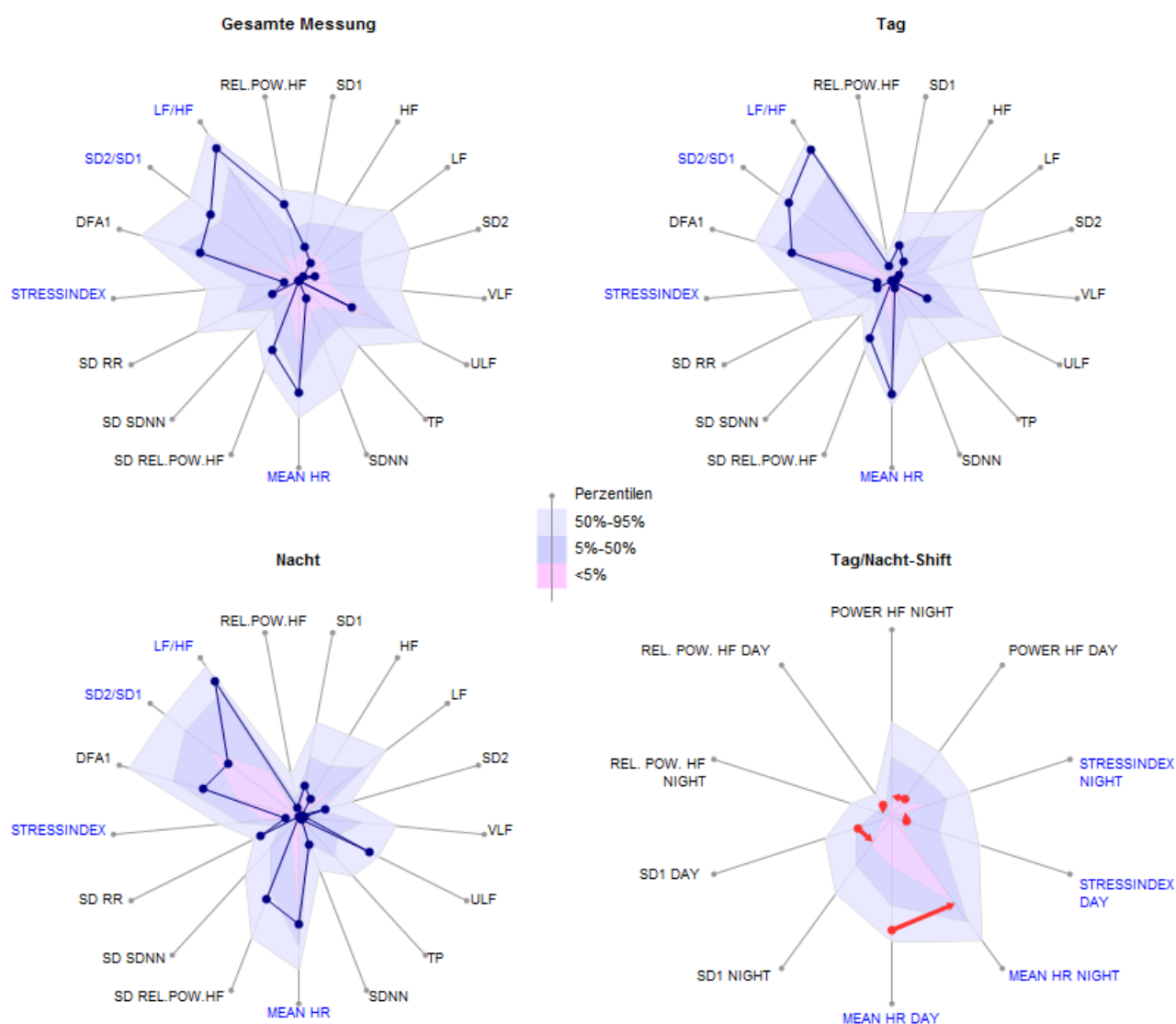


Abbildung: 74-jähriger KHK-Patient mit schlechter nächtlicher Erholung



Abbildung: 43-jähriger mit durchschnittlicher neurovegetativer Regulation, Normbefund.

Beurteilung der nächtlichen Erholung

Das Spiderweb-Diagramm „Tag/Nacht-Shift“ zeigt für einige ausgewählte Parameter den durchschnittlichen Tageswert und unmittelbar daneben (gegen den Uhrzeigersinn) den zugehörigen Nachtwert an. Die entsprechenden Perzentilen sind ebenfalls eingezeichnet. Ein nach dem Ampelprinzip eingefärbter Pfeil zeigt die Veränderung von Tag und Nacht. Verschlechtert sich der absolute HRV Wert, wird ein roter Pfeil angezeigt. Verbessert sich der absolute HRV-Wert und die Perzentile, so wird ein grüner Pfeil angezeigt. Verbessert sich der absolute HRV-Wert zwar, aber das Ranking des Nachtwerts fällt um mehr als 5 % ab, ist der Pfeil gelb (nicht optimale Regeneration). Die durchschnittliche relative Verbesserung der HRV-Parameter wird auch als Zahlenwert berechnet und steht im Diagramm „Schlaf“ als Recovery-Index zur Verfügung:

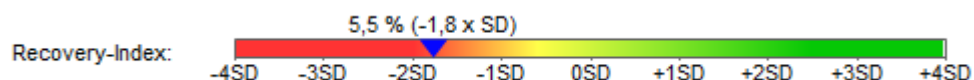


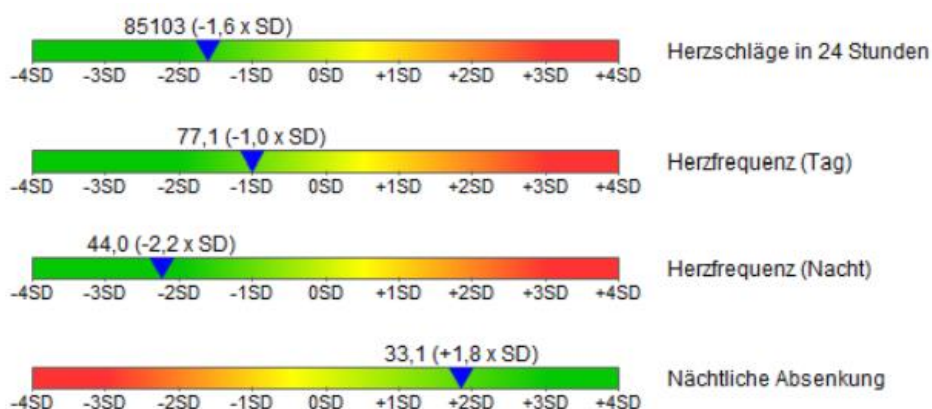
Bild: Recovery-Index eines Patienten mit einer Schlafstörung.

Der Recovery-Index drückt die durchschnittliche prozentuale Verbesserung wichtiger HRV-Parameter während der Nacht im Vergleich mit dem Tag aus. Der Zahlenwert in Klammern gibt an wie sich der errechnete Recovery-Index im Vergleich mit einer Normstichprobe einordnet. Im Durchschnitt erzielten die Probanden der Normwertstudie eine Recovery-Index von 31% mit einer Standardabweichung von 14%. Im obigen Beispiel ist liegt der Recovery-Index fast zwei Standardabweichungen unter dem Mittelwert, es handelt sich deshalb um eine deutlich unterdurchschnittliche Erholung.

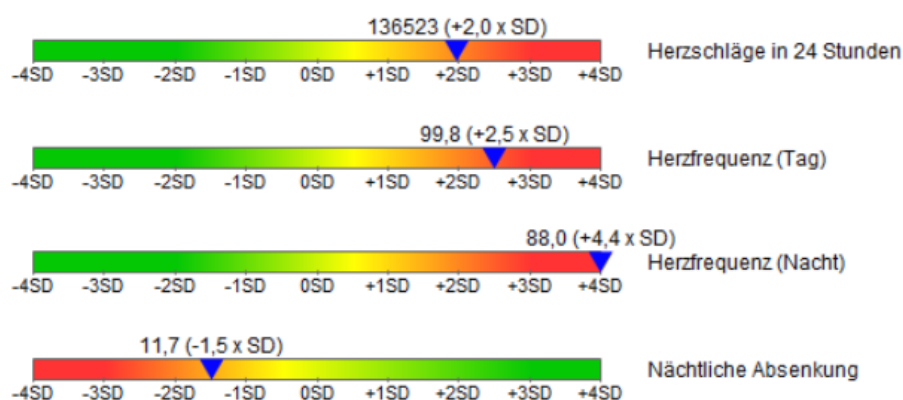
Hinweis: Der Recovery-Index quantifiziert den Unterschied der HRV von Tag zu Nacht. Gibt es tagsüber kaum Beanspruchungen, z.B. durch Bettruhe bzw. lange Liegezeiten, kann der Recovery-Index niedrig sein, obwohl der Parasympathikotonus in der Nacht hoch ist. Zur Interpretation der Recovery empfiehlt es sich deshalb die Beanspruchung am Tag und Parasympathikus- und Sympathikusaktivität anhand der folgenden Leistungsindices mit zu betrachten.

Herzschläge in 24 Stunden, Herzfrequenz und nächtliche Absenkung

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass mit steigender Herzfrequenz das Mortalitätsrisiko sowohl im Allgemeinen (unabhängig von der Todesursache) als auch in Bezug auf häufige Todesursachen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs steigt. Wie schnell das Herz schlägt oder wie oft in 24 Stunden, ist daher einer der am besten dokumentierten Risikoparameter. Im HRV-Scanner wird die Herzfrequenz über 24 Stunden in Form der Anzahl der Herzschläge pro Tag überwacht. Die getrennte Beobachtung von Tag und Nacht und den Abfall der Herzfrequenz nachts ermöglicht eine genauere Charakterisierung des Herzfrequenzverhaltens der Person.



Beispiel eines 30jährigen gut trainierten Sportlers mit sehr guter nächtlicher Erholung



Beispiel erhöhte Herzfrequenz sowohl am Tag, als auch in der Nacht mit nicht ausreichender nächtlicher Erholung. 47-jähriger KHK-Patient

Spezifische Leistungsindizes für Sympathikus und Parasympathikus

Zur Beurteilung der vegetativen Balance berechnet der HRV-Scanner Leistungsindizes getrennt für Tag und Nacht.

- PNS-Index, (Parasympathikus-Index): Basiert auf Parametern, deren absoluter Wert mit zunehmender parasympathischer Aktivität anwächst: mittlerer RR-Abstand, PNN50, Power HF, Rel. Power HF, SD1
- SNS-Index, (Sympathikus-Index): Basiert auf Parametern, deren absoluter Wert mit zunehmender sympathischer Aktivität ansteigt: Mittlere Herzfrequenz, SD2/SD1-Ratio, Stressindex.

Zur Berechnung des jeweiligen Index wird für jeden Parameter ein alters- und varianzkorrigierter Z-Wert bestimmt und mittels Z-Transformation in eine Standardnormalverteilung überführt. Der resultierende Index ergibt sich als Durchschnitt der Z-transformierten Werte der Einzelparameter.

Ein PNS-Index von $+1 \times \text{SD}$ bedeutet dementsprechend, dass die zugrundeliegenden parasympathischen Parameter im Mittel eine Standardabweichung über dem Durchschnitt einer Normwertgruppe gleichen Alters liegen.

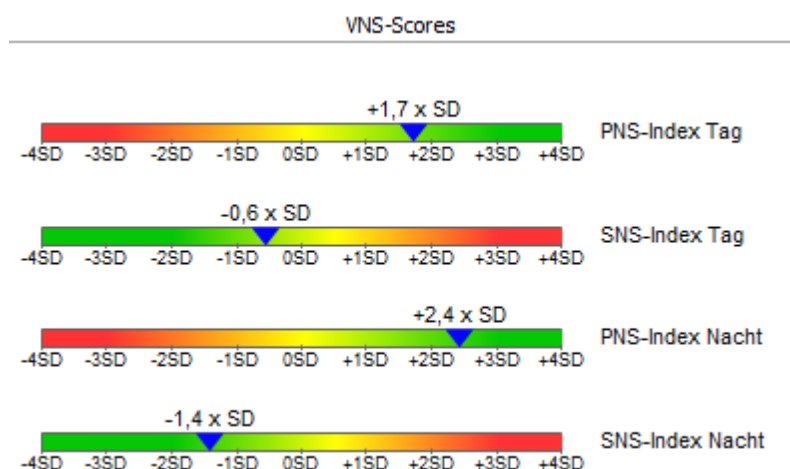


Abbildung VNS-Scores Leistungssportler

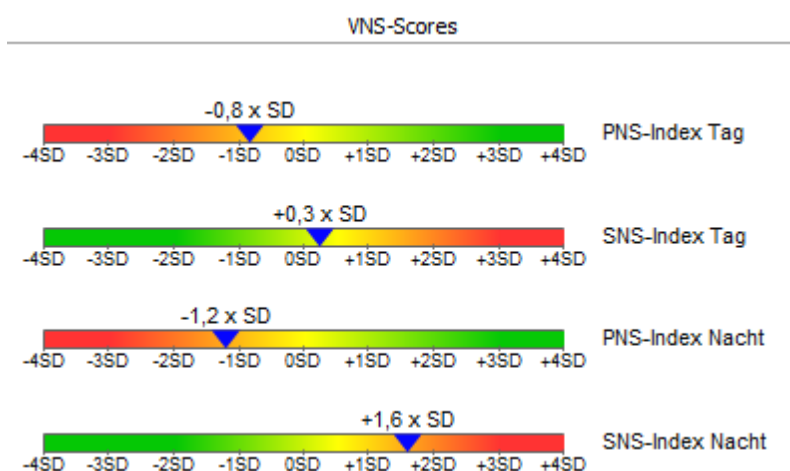


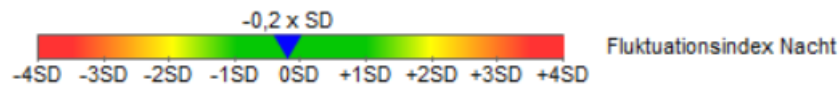
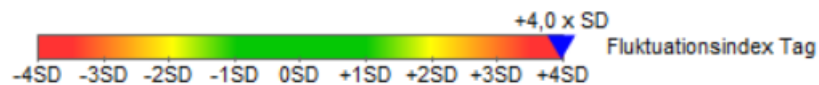
Abbildung VNS-Scores eines KHK-Patienten

Fluktuationsindex: Die Variation der Variabilität

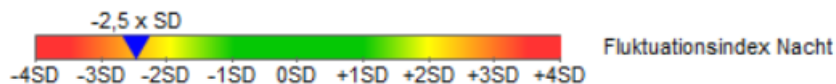
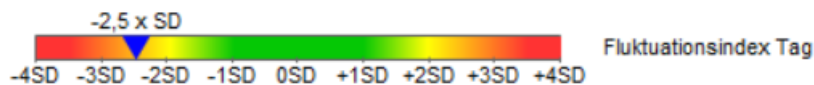
Neben der absoluten Höhe der HRV als Maß für den Funktionszustand des autonomen Nervensystems ist liefert auch die Betrachtung von Änderungen der HRV über 24 Stunden wertvolle Hinweise über mögliche Belastungen bzw. Überlastungen.

Zu diesem Zweck wird ein Fluktuationsindex getrennt für Tag und Nacht berechnet. Dazu wird die Messung in 5-Minuten-Segmente zerlegt, für die jeweils eine Reihe von HRV-Parameter berechnet werden. Für jeden HRV-Parameter wird dessen Standardabweichung als Streuungsmaß berechnet und anhand von Normwerttabellen in eine Standardnormalverteilung überführt. Hat beispielsweise für den SDNN der zugehörige Fluktuationswert den Wert 0 bedeutet das, dass die Schwankungen der SDNN genau der mittleren Schwankung der Normpopulation gleichen Alters entsprechen. Ein Wert von +1SD entspricht einer Schwankung der SDNN, die eine Standardabweichung über dem Mittelwert der Alterskohorte liegt.

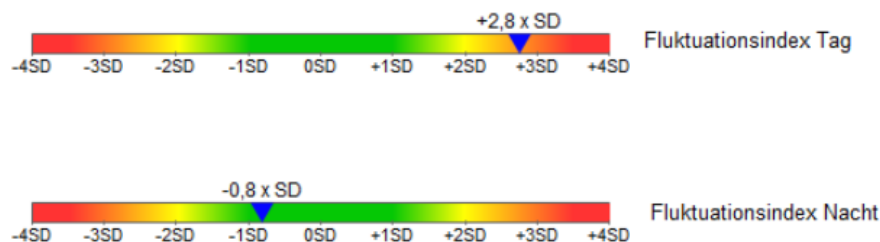
Der resultierende Fluktuationsindex ist der Mittelwert von Fluktuationen mehrerer HRV Parameter. Hohe Werte des Fluktuationsindex insbesondere größer als +2 SD zeigen an, dass sich die HRV stärker und/oder häufiger geändert hat, als es in der Altersgruppe die Regel ist.



Beispiel: 56-jähriger KHK Patient mit zahlreichen Belastungsphasen tagsüber



Beispiel: 85-jähriger KHK Patient mit konstant hoher Sympathikusaktivität Tag und Nacht ohne ausreichende Erholungsphasen.



Beispiel: 23-jähriger Leistungssportler, Trainingstag. Starker Wechsel von Belastung und Entlastung tagsüber, normale HRV-Fluktuation in der Nacht.

„Functional HRV Age“ und „Premature Aging (PMA)“

Das Lebensalter ist einer der wichtigsten Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen. Je älter wir werden, desto wahrscheinlicher treten kardiovaskuläre Ereignisse wie ein Herzinfarkt auf. Aus diesem Grund wird das Lebensalter in der Regel als wichtige Einflussgröße in die Berechnung von Risikoscores mit einbezogen, siehe beispielsweise beim Procam-Score. Auch eine verringerte HRV kann ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko anzeigen.

Interessant ist die gemeinsame Betrachtung von HRV und Lebensalter: Mit zunehmendem Lebensalter nimmt die neurovegetative Regulationsfähigkeit und damit die HRV ab, siehe Abbildung:

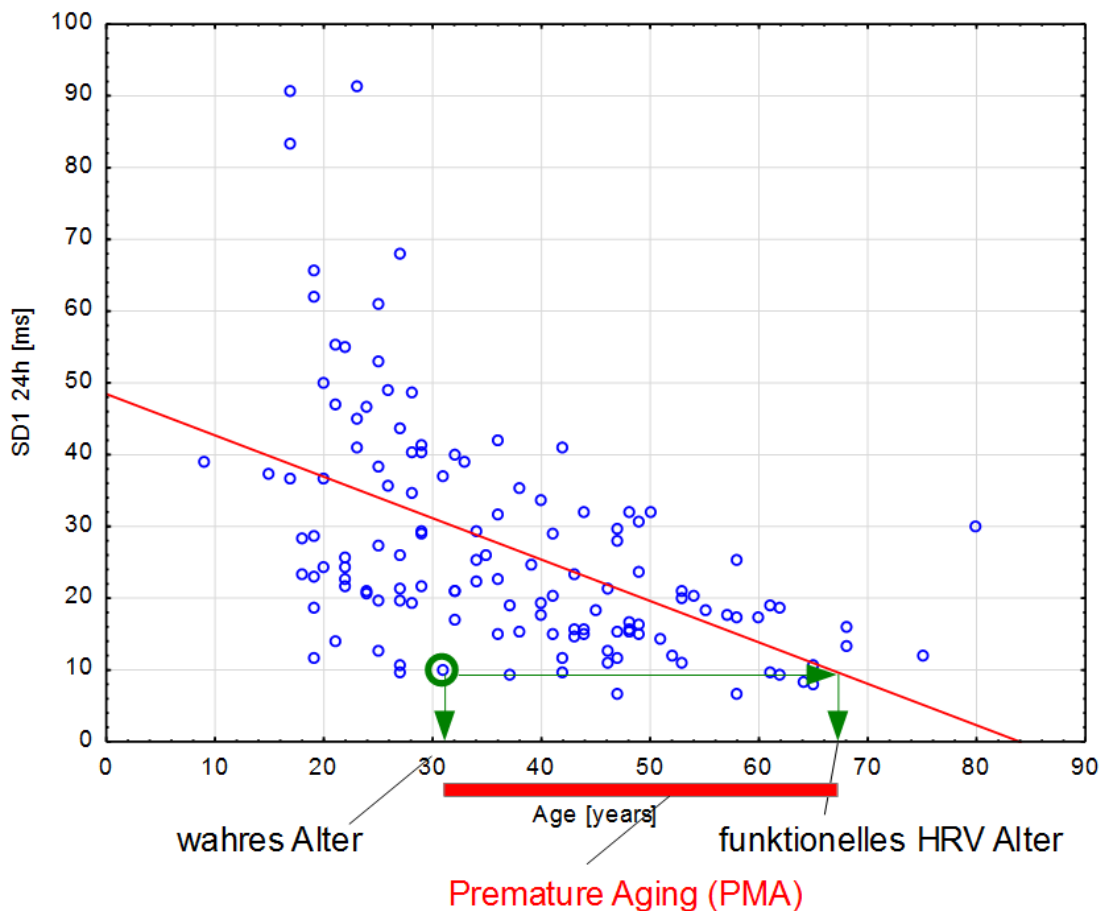


Abbildung: Abnahme der HRV am Beispiel des SD1 mit zunehmendem Alter in einem Normkollektiv gesunder Probanden.

Für viele HRV-Parameter ist das Alter der Probanden sogar der wichtigste Faktor für die Unterschiede in der HRV zwischen verschiedenen Probanden (interindividuelle Varianz). Niedrige HRV-Werte unterhalb der Regressionsgerade lassen sich in diesem Kontext als eine vorzeitige Alterung (Premature Aging, PMA) des neurovegetativen Regelsystems interpretieren. Das Ausmaß der vorzeitigen Alterung lässt sich durch das funktionelle HRV-Alter quantifizieren (Alterswert, der sich aus dem Schnittpunkt des HRV-Werts mit der 50%-Perzentile der Normwertpopulation ergibt.) Die Differenz des funktionellen HRV-Alters zum tatsächlichen Alter ist der PMA-Wert und gibt an, um wie viel Jahre das neurovegetative Regelsystem älter ist als das tatsächliche Lebensalter. Negative PMA-Werte drücken aus, dass das neurovegetative Regelsystem jünger ist, als es dem Lebensalter entspricht.

Das funktionelle HRV-Alter und der PMA-Wert werden im HRV-Scanner für 52 HRV-Parameter berechnet, die gemeinsam haben, dass sie hoch mit dem Alter korrelieren ($r > 0.5$). Das resultierende funktionelle HRV-Alter ist der Medianwert der 52 Einzelwerte.

Hinweis: In der bisherigen Kurzzeit-HRV-Analyse wird das funktionelle HRV-Alters ebenfalls berechnet und als „biol. HRV-Alter“ ausgegeben. Der entscheidende Unterschied in der Berechnung ist die Berücksichtigung der Herzfrequenz bei der Bestimmung des funktionellen HRV-Alters in der neuen 24h-Analyse. Es hat sich in unseren Untersuchungen klar gezeigt, dass die HRV nicht nur vom Alter, sondern auch stark von der Herzfrequenz abhängt. Alter und Herzfrequenz wiederum sind nur schwach korreliert, also weitgehend

unabhängig voneinander. (Im Alter nimmt die Herzfrequenz in der Regel leicht ab). Berücksichtigt man die Herzfrequenz nicht, wird die HRV bei niedriger Herzfrequenz überschätzt und bei hoher Herzfrequenz unterschätzt. Aus diesem Grund empfehlen wir, das modernere Konzept des funktionellen HRV-Alters in der 24h-Analyse zu verwenden und weniger das biol. HRV-Alter der Kurzzeit-Analyse. Bei letzterem sollte zudem immer die Herzfrequenz in der Interpretation mitberücksichtigt werden.

Die erforderliche Herzfrequenzkorrektur zur Bestimmung des funktionellen HRV-Alters stößt allerdings bei stark abweichenden Herzfrequenzen an seine Grenzen. In einem solchen Fall sollte das funktionelle HRV-Alter mit Zurückhaltung interpretiert werden. Der HRV-Scanner gibt dazu aber eine Warnmeldung aus, wenn er sehr hohe oder sehr niedrige Herzfrequenzen detektiert.

Zur Interpretation des funktionellen HRV-Alters liefert das entsprechende PMA-Diagramm wertvolle Informationen.

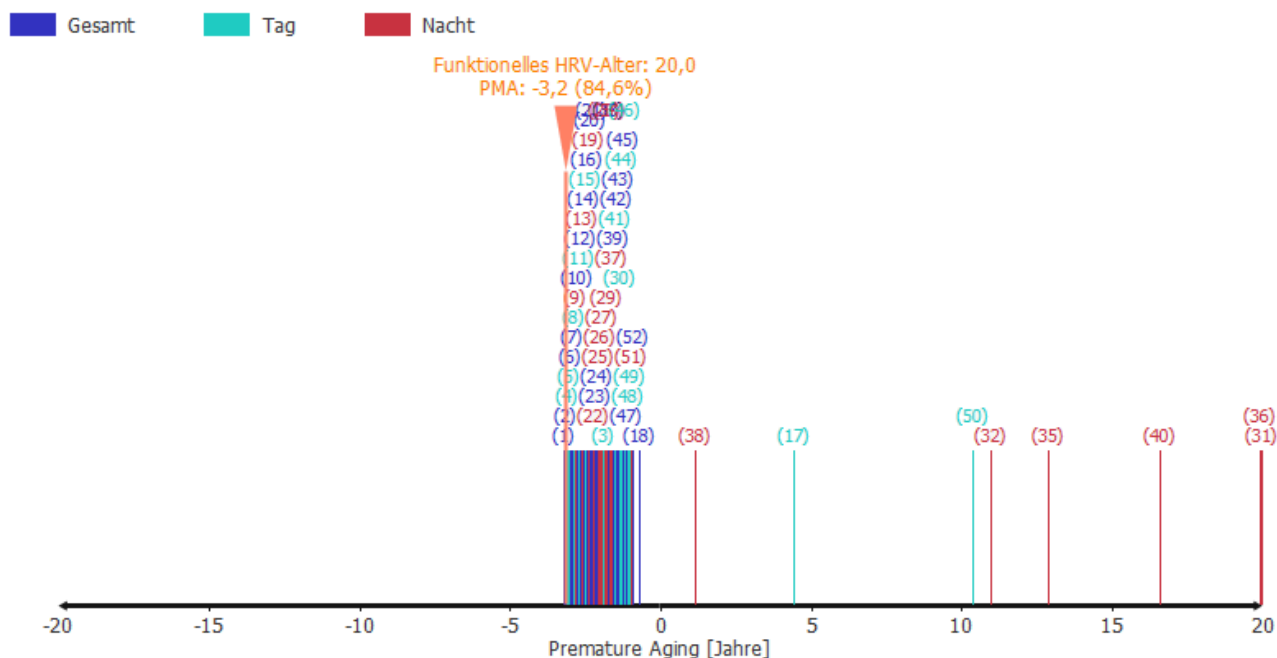


Abbildung PMA-Diagramm eines 23-jährigen Leistungssportlers. Die Zahlenwerte in Klammern über den Markierungen geben die Nummer des jeweiligen Parameters an. Der Prozentwert neben dem PMA-Wert in Klammern gibt den Prozentsatz von Parametern an, die den aktuellen PMA-Wert stützen.

Jede vertikale Markierung entspricht dem PMA-Wert eines einzelnen HRV-Parameters. Die Farbe kennzeichnet, ob es sich um einen Parameter der gesamten Messung, nur der Tageswerte oder nur der Nachtwerte handelt. Man erkennt in dem Beispiel auf den ersten Blick, dass fast alle Parameter einen negativen PMA-Wert haben, das resultierende funktionelle HRV-Alter also geringer ist, als es dem tatsächlichen Lebensalter entspricht. Es handelt sich also um ein überdurchschnittlich leistungsfähiges neurovegetatives Regelsystem.

Hinweis:

Das funktionelle HRV-Alter ist auf einen Bereich zwischen 20 - 85 Jahren beschränkt. Ergibt sich intern rechnerisch beispielsweise ein HRV-Alter von 10 Jahren, wird der Wert auf 20 Jahre korrigiert und ausgegeben. Aus diesem Grund gibt es keine PMA-Werte im obigen Beispiel eines 23-jährigen kleiner als -3 Jahre.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit des Diagramms werden Markierungslinien mit gleichem PMA-Wert nicht übereinander sondern jeweils neben die vorhergehende Linie gezeichnet. Dadurch entsteht der Eindruck eines breiten Balkens und es wird intuitiv sichtbar, in welchem Bereich die meisten PMA-Werte liegen.

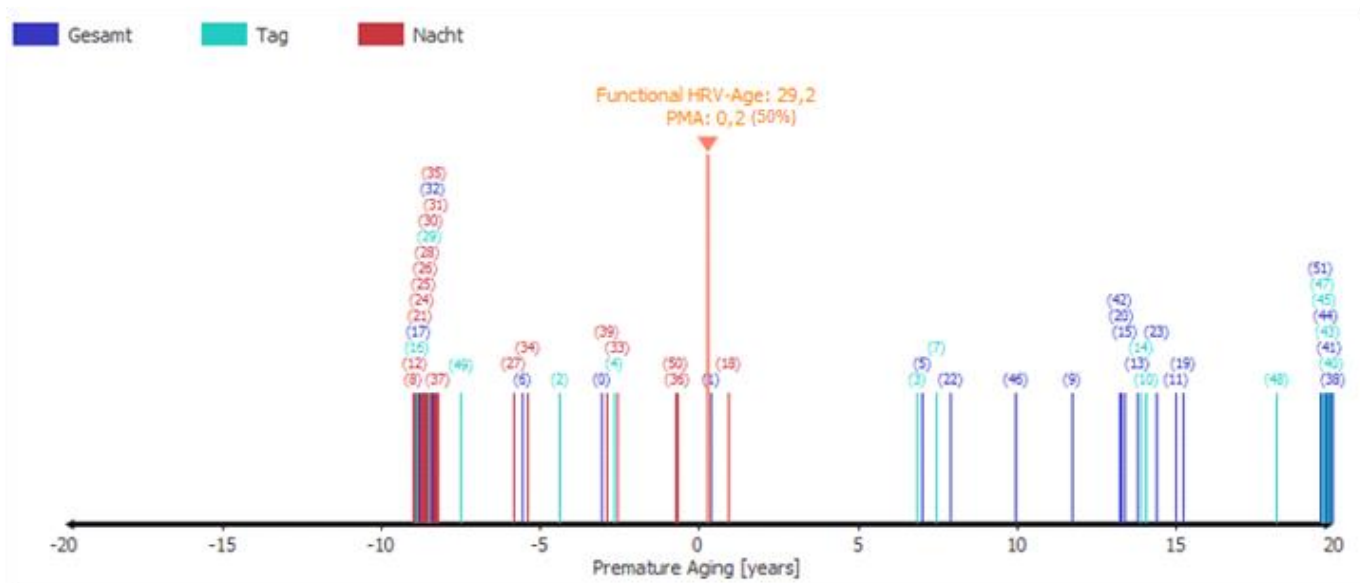


Abbildung: PMA-Diagramm eines 29-jährigen Probanden. Die Tag-Werte zeigen ein deutlich höheres premature Aging an, als die Nachtwerte. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die neurovegetative Regulation tagsüber eingeschränkt ist. Mögliche Ursachen sind beispielsweise zu hohe Belastungen tagsüber.

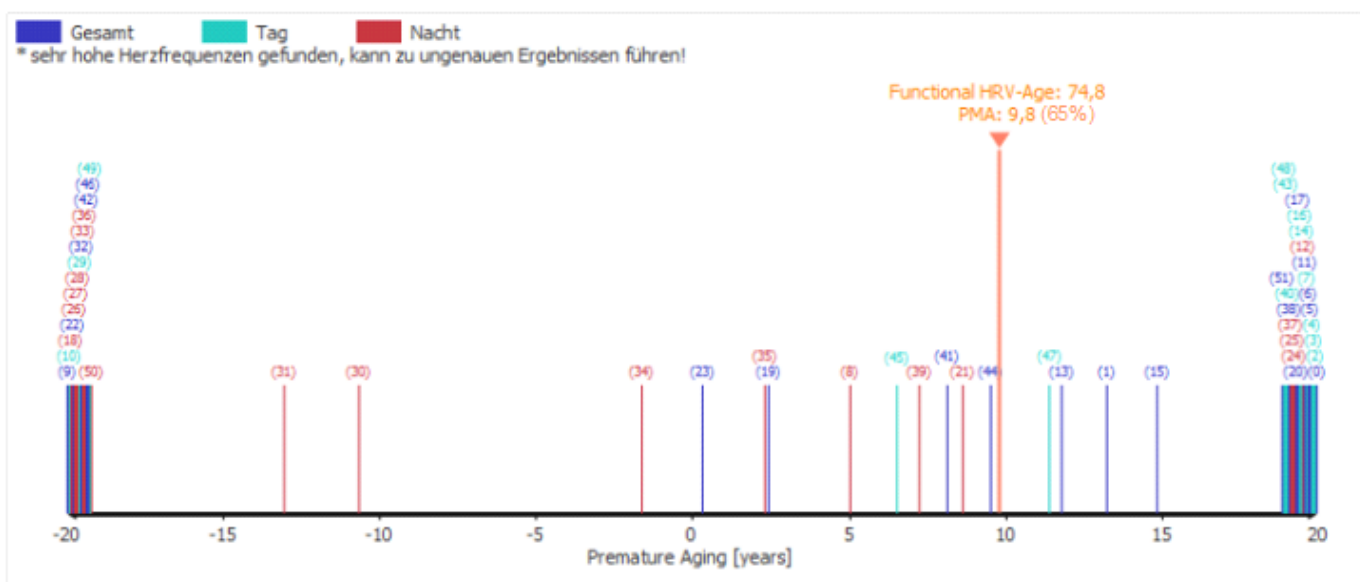


Abbildung: PMA-Diagramm eines 65-jährigen Probanden. Die Einzel-PMA-Werte zerfallen in zwei gegensätzliche Cluster. Gleichzeitig wird eine Herzfrequenzwarnung ausgegeben. Der Anteil der auffälligen Parameter ist für Tag und Nacht bei jeweils ca. 40% und damit ausgesprochen hoch. So eine HRV-Messung ist nur unter Vorbehalt valide. Der PMA-Wert und das funktionelle HRV-Alter sollten nicht verwendet werden.

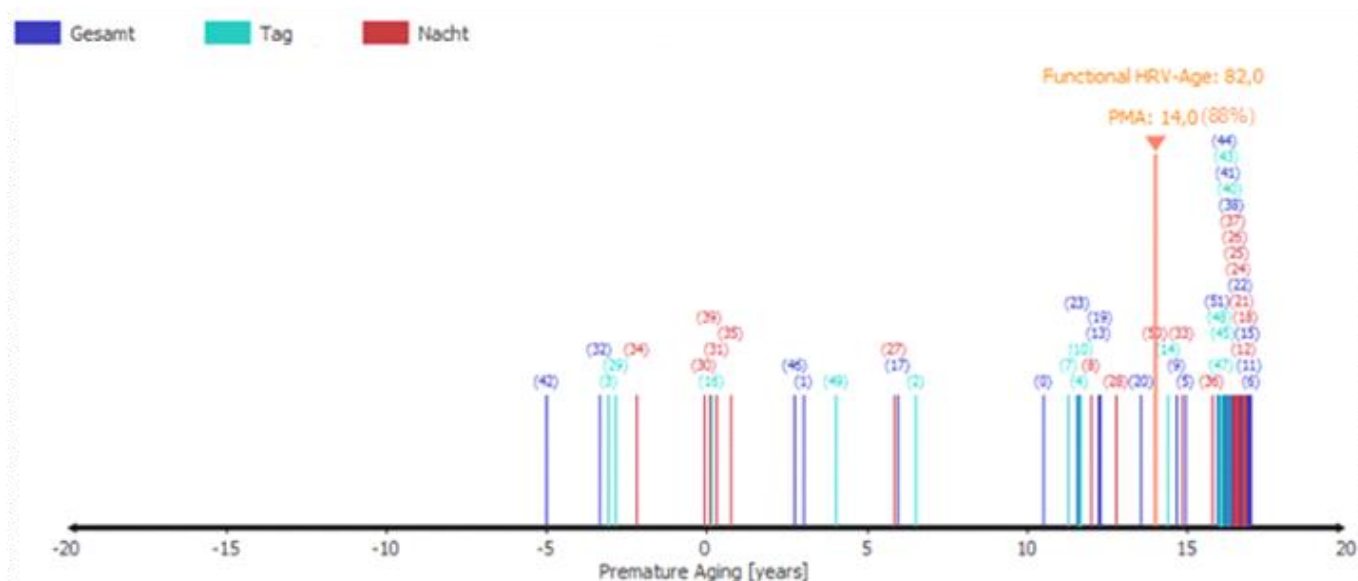


Abbildung: PMA-Diagramm eines 68-jährigen KHK-Patienten. Fast alle Parameter haben einen positiven PMA-Wert. Das funktionelle HRV-Alter ist 14 Jahre über dem tatsächlichen Lebensalter.

Funktionelles HRV-Alter als Risikoparameter

Wir haben untersucht, ob sich anhand des funktionellen HRV-Alters kardiovaskulär Erkrankte von Gesunden unterscheiden lassen. Zu diesem Zweck wurden die Daten einer gesunden Kontrollgruppe (n=140) mit denen einer Patientengruppe mit angiografisch nachgewiesener KHK verglichen (n=191). Für alle berechneten HRV-Parameter inkl. „funktionelles HRV-Alter“ wurde die Effektstärke (Cohen's d) des Gruppenunterschieds berechnet. Je größer der Unterschied zwischen zwei Gruppen bezogen auf einen bestimmten Parameter, desto größer seine Effektstärke. Zur Beurteilung, ob eine Effektstärke groß oder klein ist, siehe Tabelle:

Effect size	d	Reference
Very small	0.01	Sawilowsky, 2009
Small	0.20	Cohen, 1988
Medium	0.50	Cohen, 1988
Large	0.80	Cohen, 1988
Very large	1.20	Sawilowsky, 2009
Huge	2.0	Sawilowsky, 2009

(https://en.wikipedia.org/wiki/Effect_size#Cohen's_d)

Von allen 311 untersuchten HRV-Parametern war das „funktionelle HRV-Alter“ mit einer Effektstärke von 1,896 der Parameter mit der größten Effektstärke und damit der besten Unterscheidungsfähigkeit zwischen KHK-Patienten und Gesunden. Übliche HRV-Parameter wie SDNN (d: 0,872), SD1 (d: 0,654) oder Power HF (d: 0,881) wiesen deutlich geringere Effektstärken auf.

Der Spitzenplatz der Effektstärke für das „funktionelle HRV-Alter“ blieb auch bestehen, wenn man die KHK-Patienten in die Gruppe Ohne Betablocker (d: 1,571) und mit Betablocker (d: 1,972) getrennt untersucht.

Fazit: Alter ist ein Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, ebenso wie eine eingeschränkte neurovegetative Regulation. Das „funktionelle HRV-Alter“ ist ein virtueller Alterswert, der im Grunde eine Zustandsbeschreibung der neurovegetativen Regulation vornimmt im Sinne von: „Die neurovegetative Regulation entspricht der eines xx-Jährigen“.

Je höher das „funktionelle HRV-Alter“, desto höher liegt sehr wahrscheinlich auch das kardiovaskuläre Risiko. Durch die Herzfrequenzkorrektur bei der Berechnung des „funktionellen HRV-Alter“ ist letzteres unabhängig von der Herzfrequenz und kann sogar bei Patienten unter Betablocker-Therapie berechnet werden.

Schlaf

Schlaf ist ein hochaktiver Prozess, in dem verschiedene Grade der Aktivierung zyklisch durchlaufen werden. Tiefschlafphasen wechseln sich mit Leichtschlafphasen und Phasen hoher wachähnlicher EEG-Aktivität mit schnellen Augenbewegungen (REM) ab. Während des normalen Nachtschlafs überwiegt der Einfluss des Parasympathikus bei gleichzeitig verringertem Sympathikotonus. In den REM-Phasen erhöht sich der Sympathikotonus.

Ein erholsamer Schlaf ist unabdingbar zur Erhaltung der Gesundheit. Nicht ausreichender Schlaf oder Schlafstörungen können zu gravierenden gesundheitlichen Problemen führen, wenn sie länger anhalten. Ein bekanntes Beispiel ist der Anstieg des kardiovaskulären Risikos beim Auftreten der Schlafapnoe.

Es gibt zahlreiche Einschlaf- und Durchschlafstörungen, in deren Folge sich die Schlafqualität verringert. Die natürliche Abfolge der verschiedenen Schlafphasen ist dann in der Regel gestört. Dies wirkt sich auch auf das vegetative Nervensystem aus: Die für die Erholung wichtige Dominanz des Parasympathikus ist vermindert oder fehlt gänzlich.

Die Diagnose von Schlafstörungen ist komplex und erfordert meist die Registrierung zahlreicher verschiedener physiologischer Parameter im Schlaflabor (Polysomnographie). Die HRV-Analyse kann dies nicht ersetzen, allerdings können sich aus der HRV-Analyse manchmal wertvolle Hinweise auf das Vorliegen einer Schlafstörung ergeben: Beispielsweise kommt es bei der häufigen obstruktiven Schlafapnoe zu charakteristischen Veränderungen:

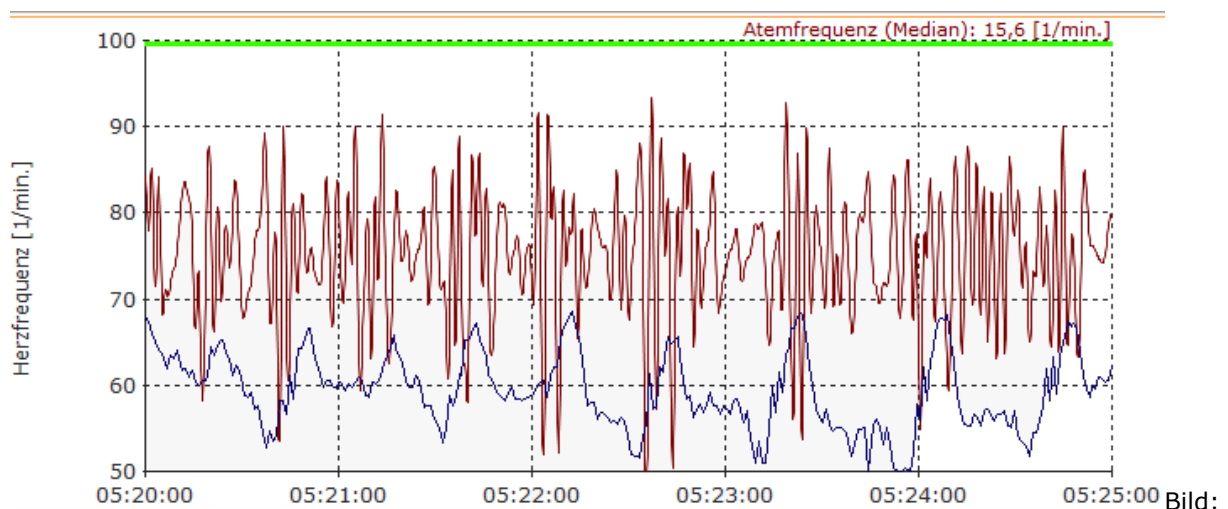


Bild: Charakteristische Muster von Atmung (aus EKG abgeleitet) und Herzfrequenz bei ausgeprägter, polysomnographisch bestätigter Schlafapnoe. Es treten 1-2 Apnoephasen pro Minute auf, begleitet von größeren Herzfrequenzoszillationen und einem spindelförmigem Atemmuster.

Der HRV-Scanner sucht in Atmung, Herzfrequenz und HRV nach Mustern, die charakteristisch sind für Schlafapnoe. Stärke und Häufigkeit dieser Muster werden in Form eines „OSA-Scores“ quantifiziert. Der OSA-Score wurde anhand der mehrere tausend polysomnographischen Datensätze umfassenden SHHS-Studie entwickelt. (Quan SF, Howard BV, Iber C, Kiley JP, Nieto FJ, O'Connor GT, Rapoport DM, Redline S, Robbins J, Samet JM, Wahl PW. The Sleep Heart Health Study: design, rationale, and methods. Sleep. 1997 Dec;20(12):1077-85. PubMed PMID: 9493915.)

Zur Validierung wurde der Algorithmus an den Datensätzen der frei verfügbaren OSA-Datenbank geprüft. (T Penzel, GB Moody, RG Mark, AL Goldberger, JH Peter. The Apnea-ECG Database. Computers in Cardiology 2000;27:255-258.) Die Korrelation des HRV-Scanner OSA-Scores mit dem polysomnographisch ermittelten AHI (Apnoe-Hypopnoe-Index) betrug 0.83. Die Sensitivität und Spezifität zu Erkennung einer OSA mittlerer Schwere (AHI ≥ 15) betrug 95% bzw. 96%. Hohe OSA-Scores im HRV-Scanner können deshalb als Hinweis auf eine mögliche Schlafapnoe gewertet werden.

Ein hoher OSA-Score bedeutet aber nicht automatisch, dass mit Sicherheit eine obstruktive Schlafapnoe vorliegt. Dies gilt im Übrigen für alle Screening-Untersuchungen, ein positives Testergebnis heißt nicht zwangsläufig auch krank, auch wenn das oft so interpretiert wird. Die Vortest-Wahrscheinlichkeit (Prävalenz) spielt ebenfalls eine große Rolle:

Brustkrebs-Screening beispielsweise hat eine Sensitivität ca. 90% und eine Spezifität von ca. 94%. Bei einer Prävalenz von Brustkrebs von 0.8% ergibt sich damit ein positiver prädiktiver Wert (Posttest-

Wahrscheinlichkeit) von ca. 10% für Brustkrebs bei positivem Mammographiebefund. Das heißt, nur eine von 10 Frauen mit einem positiven Mammographiebefund hat tatsächlich auch Brustkrebs. (Kerlikowske K, Grady D, Barclay J, Sickles EA, Ernster V. Likelihood ratios for modern screening mammography. Risk of breast cancer based on age and mammographic interpretation. JAMA. 1996 Jul 3;276(1):39-43.) (Je nach zugrunde liegender Studie ist dieser Wert mal etwas größer oder kleiner, aber immer in einer ähnlichen Größenordnung).

Die entscheidende Größe eines diagnostischen Tests ist die Likelihood-Ratio (LR) des Tests, weil mit Hilfe der LR und der Prävalenz die Posttest-Wahrscheinlichkeit berechnet werden kann, also die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem positiven Testbefund auch tatsächlich die Erkrankung vorliegt. Für weitere Infos zur LR siehe auch: https://en.wikipedia.org/wiki/Likelihood_ratios_in_diagnostic_testing

Kurz gesagt gibt die positive Likelihood-Ratio (LRp) an, um wie viel häufiger ein Erkrankter einen positiven Test erhält, als ein Gesunder. Die negative Likelihood-Ratio (LRn) gibt an, um wie viel häufiger ein Kranker ein negatives Testergebnis erhält als ein Gesunder.

Die LR für das Mammographie-Screening ist übrigens ca. 14, d.h. positive Mammographie treten bei Brustkrebspatientinnen 14-mal häufiger auf als bei Frauen ohne Brustkrebs.

Der HRV-Scanner berechnet zu jedem OSA-Score die zugehörigen Likelihood-Ratios (LRs). Mit Hilfe der Prävalenztabelle und den LRs wird auch die Wahrscheinlichkeit (Posttest-Wahrscheinlichkeit, positiver prädiktiver Wert) für das Vorliegen einer Schlafapnoe berechnet (Punjabi NM., The epidemiology of adult obstructive sleep apnea, Proc Am Thorac Soc. 2008 Feb 15;5(2):136-43. doi: 10.1513/pats.200709-155MG.).

	20-44 Jahre	45-64 Jahre	>64 Jahre
Männer	3,2	11,3	18,1
Frauen	0,6	2,0	7,0

Tabelle: OSA-Prävalenz

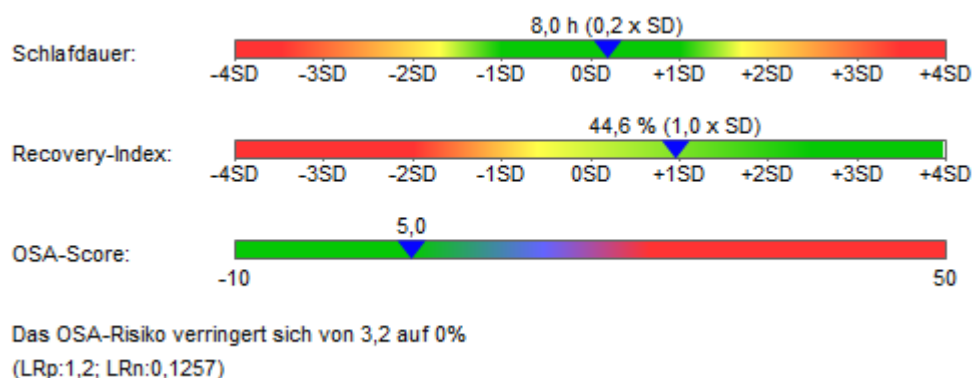


Bild: Schlafparameter eines gesunden Probanden. Ein niedriger OSA-Score senkt die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen von OSA

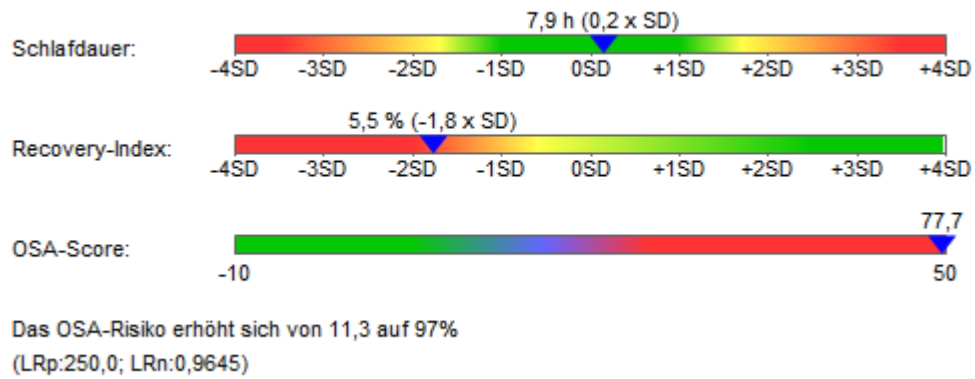


Bild: Schlafparameter eines Patienten mit polysomnographisch bestätigter OSA.

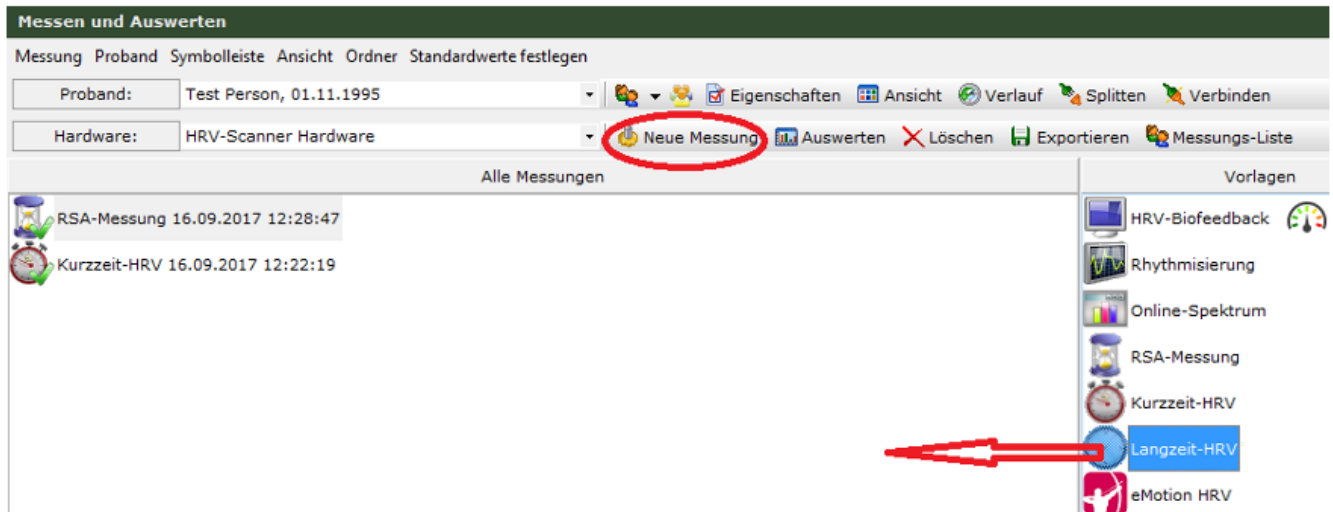
Hinweis: Die HRV-Analyse kann die Diagnose einer OSA mittels polysomnographie nicht ersetzen. Hohe OSA-Scores im HRV-Scanner insbesondere in Verbindung mit klinischen Symptomen wie vermehrte Tagesschläfrigkeit sollten aber an das Vorliegen einer Schlafapnoe denken lassen.

Das Arbeiten mit Templates im HRV-Scanner

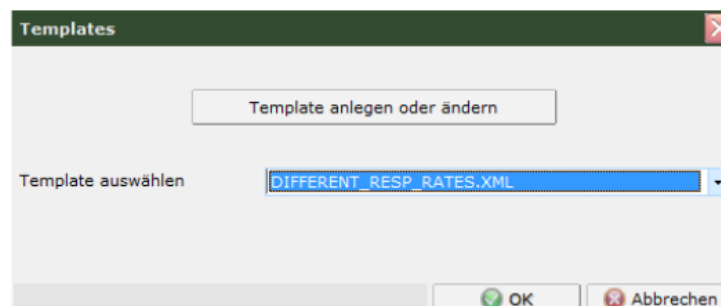
Templates erweitern die Analysemöglichkeiten des HRV-Scanners. Statt bisher maximal drei Phasen können nun für jede Messung bis zu 60 verschiedene Abschnitte definiert und analysiert werden.

Templates anlegen

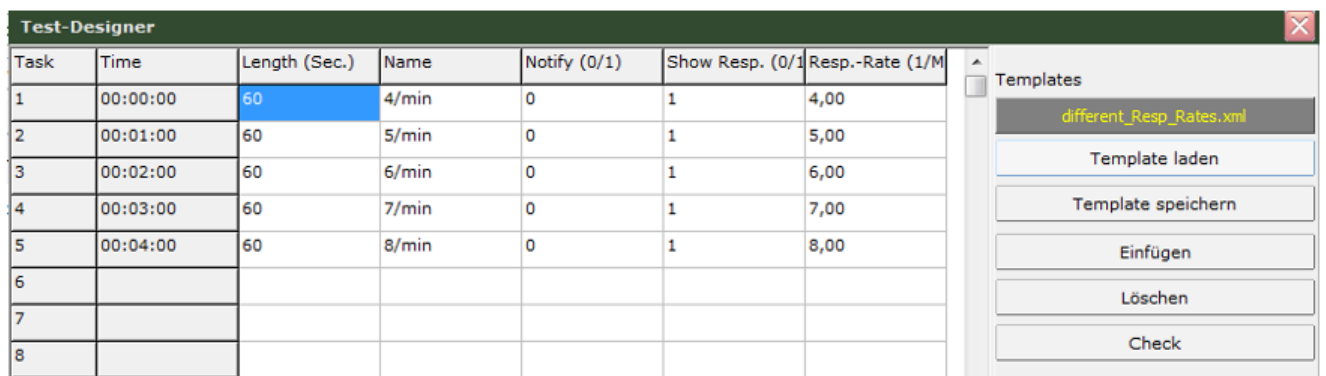
Zum Anlegen eines neuen Templates verwenden Sie die Testvorlage Langzeit-HRV. Starten Sie eine neue Langzeit-HRV wie gewohnt:



Es erscheint ein Fenster zur Auswahl eines bestehenden Templates bzw., zur Anlage eines neuen Templates.



Klicken Sie auf „Template anlegen“, um den Test-Designer zu starten:



Definieren Sie die gewünschte Anzahl von Tasks. Mittels „Notify“ können Sie festlegen, ob während der Testdurchführung jeweils einige Sekunden vor Beginn des Templates ein Meldungsfenster mit dem „Namen“ des Tasks eingeblendet wird. Im Feld „Show Resp.“ legen Sie fest, ob beim jeweiligen Task die Atemvorgabe angezeigt wird. Im Feld „Resp.-Rate“ wird festgelegt, mit welcher Frequenz die Atmung vorgegeben wird.

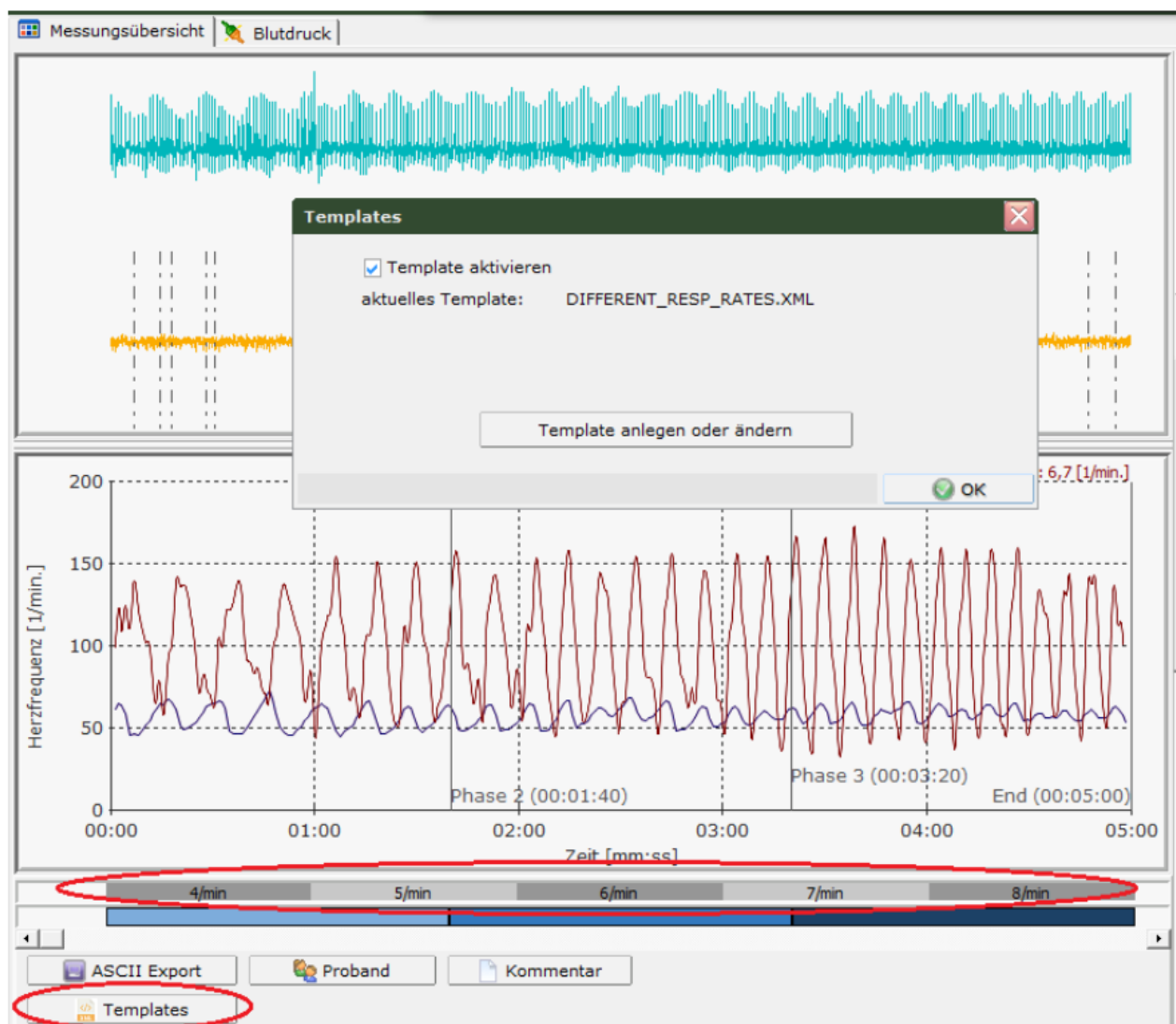
Speichern Sie das Template nach Fertigstellung ab. Bitte beachten, dass die Speicherung im Unterordner „XMLTemplates“ erfolgen muss.

Zum Starten einer Messung mit Templates wählen Sie das gewünschte Template aus und klicken auf OK:



Auswerten mit Templates

Jede aufgezeichnete Messung kann zusätzlich mit Templates ausgewertet werden. Handelt es sich um eine Langzeitmessung, wird das entsprechende Template automatisch geladen. Für alle anderen Messungen kann ein Template hinzugefügt bzw. neu definiert werden. Wenn ein Template aktiv ist, werden die jeweiligen Tasks des Templates über der Darstellung der drei Phasen angezeigt.



Bitte beachten Sie, dass alle Veränderungen an den Templates einer Messung in den zugehörigen Messungsdaten abgespeichert werden und sich nur auf diese Messung auswirken!

Ist ein Template aktiv, werden für jeden Task des Templates zahlreiche Parameter und Diagramme berechnet und auf einem eigenen Tabellenblatt ausgegeben.

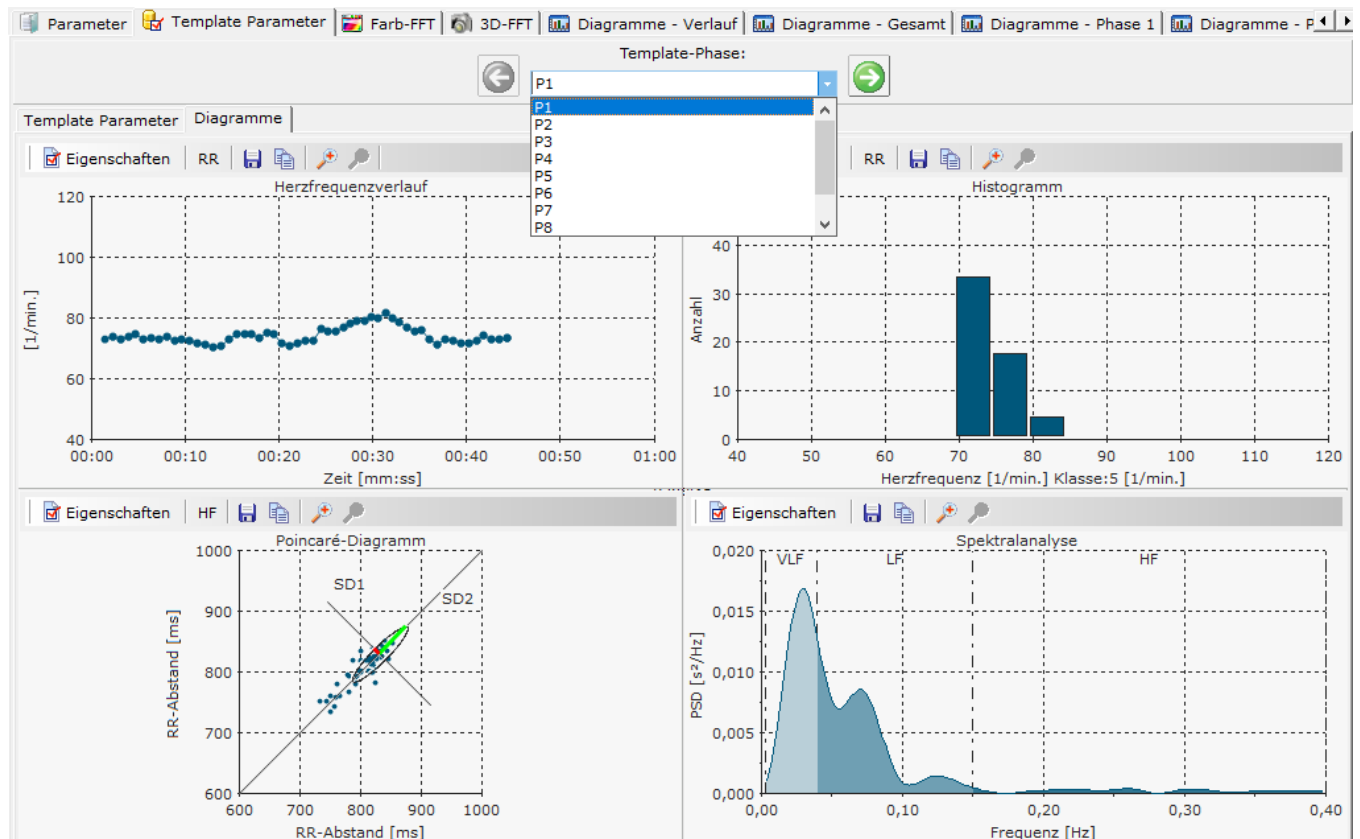
NNZOB NFSXR, 23.03.1966 - Langzeit-HRV 04.10.2023 19:15:44

Parameter **Template Parameter** Farb-FFT 3D-FFT Diagramme - Verlauf Diagramme - Gesamt Diagramme - Phase 1 Diagramme - P

Template-Phase: P1

NAME	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
START	00:00:00	00:00:45	00:01:30	00:02:15	00:03:00	00:03:45	00:04:30	00:05:15	00:06:00	00:06:45
SCHEDULED LENGTH [SEC.]	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
ACTUAL LENGTH [SEC.]	43	44	45	44	44	44	44	44	44	44
QUALITY INDEX [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
MISSING BEATS INDEX [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ARRHYTHMIC INDEX [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CV HR [%]	3,62	3,72	7,60	2,44	3,72	4,21	4,00	8,86	2,43	5,16
CV RR [%]	3,51	3,62	7,84	2,45	3,60	4,31	4,07	9,28	2,42	5,23
LF/HF RATIO	8,11	2,25	17,55	3,08	1,93	13,19	29,20	31,31	2,47	1,73
MEAN HR [1/MIN]	74,39	72,04	72,97	70,91	73,23	74,74	70,03	71,10	71,26	73,15
HR MAX [1/MIN]	81,74	79,37	83,10	74,26	80,86	80,32	75,66	82,53	75,09	80,32
HR MIN [1/MIN]	70,34	67,80	59,58	67,11	69,28	68,34	64,17	57,36	66,82	65,29
HR RANGE [1/MIN]	11,40	11,57	23,52	7,14	11,58	11,98	11,49	25,17	8,28	15,03
MEAN RR [MS]	807,54	833,98	827,09	846,70	820,36	804,16	858,19	850,70	842,49	822,42
PNN50 [%]	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	9,62	0,00	0,00
PNN20 [%]	9,43	7,55	35,19	15,38	11,11	20,00	21,57	50,00	19,23	11,11
POWER HF [MS ²]	54,31	56,28	172,64	65,99	51,47	58,89	46,88	198,71	78,50	55,08

Der in den Diagrammen darzustellende Task kann über die Auswahlbox, bzw. den Pfeiltasten gewählt werden. Die zugehörigen Parameter werden in der Liste farbig unterlegt.



Parameter, die nicht berechnet werden konnten weil beispielsweise die Task-Dauer zu gering war, werden mit dem Zahlencode „999999“ gekennzeichnet.

ST.DEV. [1/MIN]	7,79	6,40	5,75	4,21	3,08
STRESSINDEX	28,02	21,79	31,75	49,12	78,33
LN(STRESSINDEX)	3,33	3,08	3,46	3,89	4,36
DFA1	999999	999999	999999	999999	999999
DFA2	999999	999999	999999	999999	999999
AUTOCORREL.	0,8417	0,8012	0,7657	0,7324	0,6801
SLOPE OF AUTOCORREL.	0,0088	-0,0098	-0,0187	0,0027	0,0190
RESP. RATE	4,3097	5,2373	6,1465	7,0049	8,1790

Die Tabelle kann analog zu anderen Parameter-Listen im ASCII-Format exportiert werden.

HR MIN [1/MIN]	70,34	67,80	59,58	67,11	69,28	68,34	64,17	57,36	66,82	65,29
HR RANGE [1/MIN]	11,40	11,57	23,52	7,14	11,58	11,98	11,49	25,17	8,28	15,03
MEAN RR [MS]	807,54	833,98	827,09	846,70	820,36	804,16	858,19	850,70	842,49	822,42
PNN50 [%]	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	9,62	0,00	0,00
PNN20 [%]	9,43	7,55	35,19	15,38	11,11	20,00	21,57	50,00	19,23	11,11
POWER HF [MS²]	54,31	56,28	172,64	65,99	51,47	58,89	46,88	198,71	78,50	55,08
POWER LF [MS²]	440,49	126,38	3029,64	203,41	99,55	776,93	1368,63	6221,55	193,59	95,23
POWER TOTAL [MS²]	888,95	504,98	5239,14	314,26	556,06	1093,54	1489,81	8411,43	341,28	1635,37












Hinweis:

Die Tabelle enthält eine Reihe neuer, experimenteller HRV-Parameter, die bisher im HRV-Scanner noch nicht berechnet wurden. Die Anzahl dieser neuen Parameter, sowie die zugrundeliegenden Berechnungsverfahren können sich noch ändern. Aus diesem Grund behält sich BioSign das Recht vor, Template-Parameter bzw. deren Berechnungsgrundlagen jederzeit zu modifizieren. Ist die Verwendung von Template-Parametern innerhalb wissenschaftlicher Studien angestrebt, so wird empfohlen, vor Beginn der Studiauswertung Kontakt mit BioSign aufzunehmen.

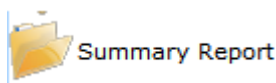
Summary Report

Die Durchführung einer neurovegetativen Funktionsanalyse umfasst meist die Kombination mehrerer einzelner Funktionstests, z.B. Kurzzeit-HRV, RSA, Liegen/Stehen (Schellong) und Valsalva-Manöver. Die Beurteilung ob eine neurovegetative Störung vorliegt ergibt sich in der Regel aus der Gesamtschau aller durchgeführten Messungen. Mit dem HRV-Scanner ist es ab jetzt möglich, auch diese Gesamtbewertung auf Knopfdruck automatisiert durchzuführen.

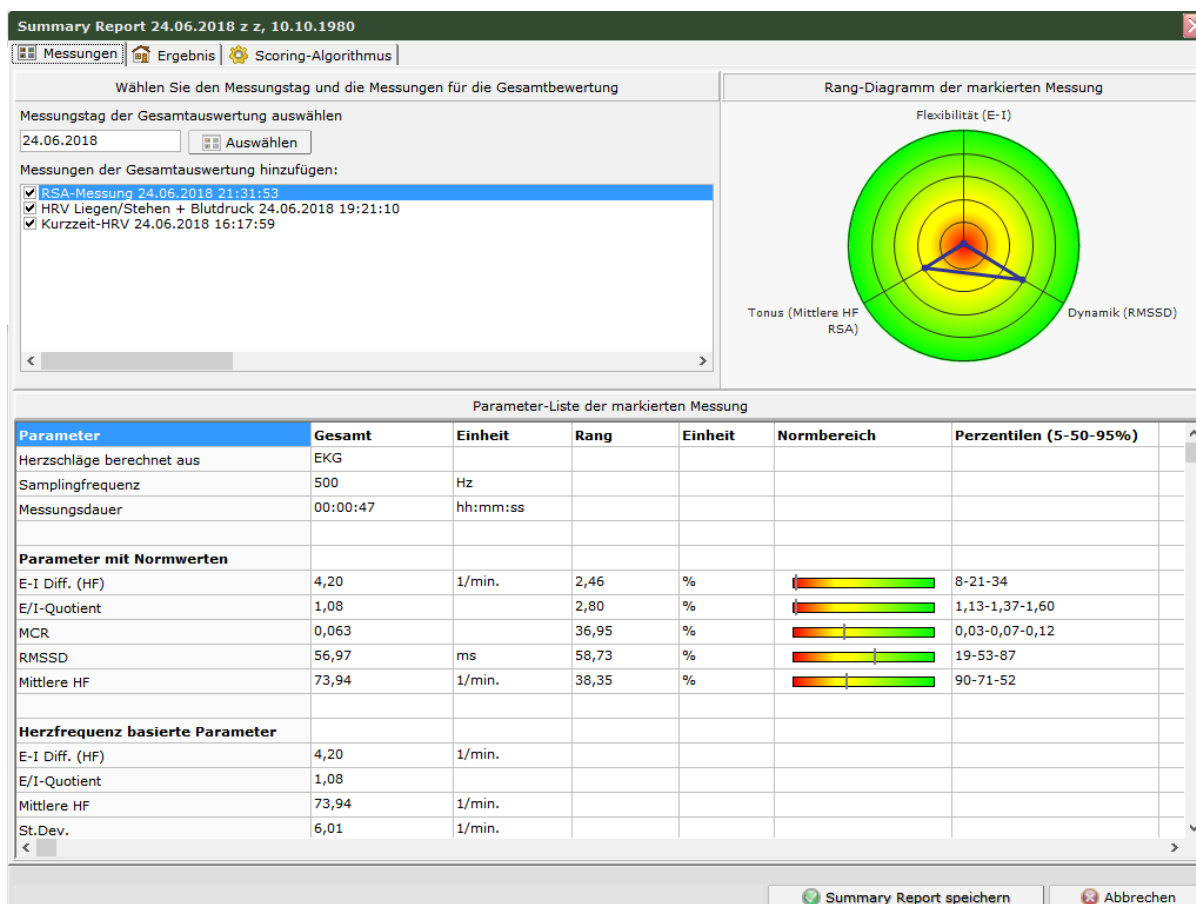
Zum Erstellen der Gesamtbewertung müssen die einzelnen Messungen ausgewertet sein. Die Zielparameter der einzelnen Funktionstests werden mit Hilfe eines Scoring-Systems gewichtet und zu einem Gesamtscore aufsummiert. Das zugrunde liegende Scoring-System ist durch den Anwender justierbar und kann so leicht an die eigenen Anforderungen angepasst werden.

Erstellen eines Summary Reports

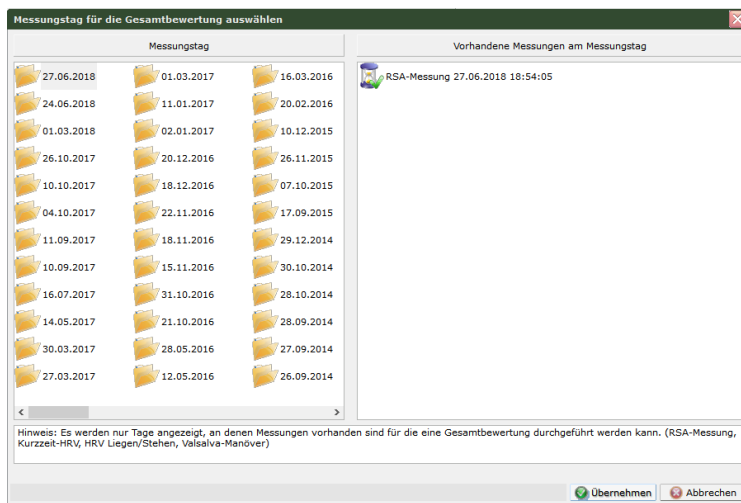
Das Erstellen eines Summary Reports erfolgt analog zum Starten einer neuen Messung.



Ziehen Sie das Summary Report Symbol mit der Maus in das linke Fenster der Probandenmessungen. Im Übersichtsfenster des Summary Reports sehen Sie die verfügbaren Messungen für den gewählten Messungstag und die Ergebnisse der aktuell markierten Messung.

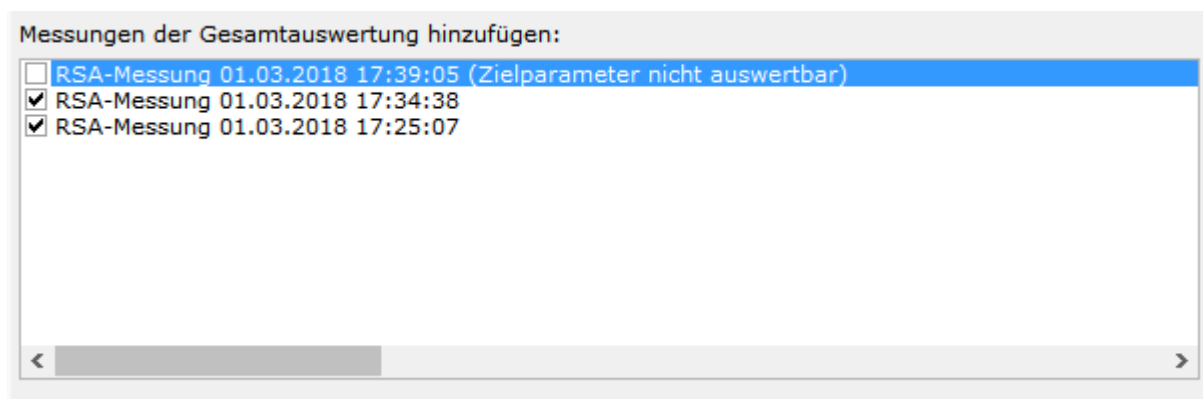


Den Messungstag können Sie über einen Dialog auswählen. Der Summary Report erhält das Datum des gewählten Messungstages und wird auch dementsprechend in der Liste im Fenster "Messen und Auswerten" der für einen Probanden durchgeführten Messungen eingeordnet.



Im Auswahldialog für den Messungstag werden nur Tage angezeigt, an denen Messungen vorhanden sind, für die ein Summary Report erstellt werden kann (RSA-Messung, Kurzzeit-HRV, Liegen/Stehen-HRV, Valsalva-Manöver).

Nach Auswahl des Messungstages sehen Sie die verfügbaren Messungen in der Liste. Hier können Sie auswählen, welche Messungen im Summary Report bewertet werden sollen.



Messungen, die noch nicht ausgewertet wurden, oder bei denen es zu Fehlern bei der Auswertung gekommen ist, können nicht verwendet werden und müssen erst nachbearbeitet werden.

Ergebnis

Summary Report 24.06.2018 z z, 10.10.1980

Messungen

Ergebnis

Scoring-Algorithmus

Gesamtbewertung

Hinweis! Bei der Auswertung ist/sind 1 Fehler aufgetreten!
Erreichte Gesamtpunktzahl aller Messungen (n=5): 15/30 =50,00%
Bewertung: normal
* 0-30% auffällig; 30-50% grenzwertig; 50-101% normal
Scoring-Algorithmus: BioSign V1.0

Bericht

Ergebnisse der Einzelmessungen

Messung	Typ	Parameter	Wert	Einheit	Rang[%]	Score[Pkt.]	Gesamt[Pkt.]	Bewertung
RSA-Messung 24.06.2018 21:31:53	RSA	E-I	4,20	1/min.	2,46	0		
		RMSSD	56,97	ms	58,73	2		
		Mittlere HF RSA	73,94	1/min.	38,35	2	4/6	normal
HRV Liegen/Stehen + Blutdruck 24.06.2018 19:15	Kurzzeit-HRV	Variationskoeffizient (RR)	6,05	%	28,82	2		
		SD1	22,52	ms	11,99	1		
		SD2	76,38	ms	38,40	2		
		Stressindex	83,51	Pkt.	40,68	2		
		Mittlere HF	64,75	1/min.	73,19	2	9/10	normal
HRV Liegen/Stehen + Blutdruck 24.06.2018 19:15	Ewing	30:15 Ratio	1,31		42,17	2	2/2	normal
HRV Liegen/Stehen + Blutdruck 24.06.2018 19:15	Blutdruck	Blutdruckänderung systol.	-10,00	mmHg		ERROR		
		Blutdruckänderung diastol.	-11,00	mmHg		0	0/2	auffällig
Kurzzeit-HRV 24.06.2018 16:17:59	Kurzzeit-HRV	Variationskoeffizient (RR)	0,66	%	1,91	0		
		SD1	1,61	ms	1,36	0		
		SD2	5,13	ms	1,62	0		
		Stressindex	4641,50	Pkt.	0,39	0		
		Mittlere HF	103,54	1/min.	0,37	0	0/10	auffällig

<

>

* "ERROR" bedeutet es wurde für diesen Parameter kein passender Scoring-Algorithmus gefunden! Passen Sie die Einstellungen an.

Im Ergebnis sehen Sie im oberen Panel die Gesamtbewertung des Messungstages, darunter die Einzeltest mit den jeweiligen Parametern. "ERROR" bedeutet, dass für einen Parameter in den Bedingungen zur Bewertung kein Bereich gefunden wurde und damit eine Inkonsistenz im Scoring-System vorliegt. Korrigieren Sie in diesem Fall die Berechnungsgrundlagen.

Im Folgenden wird erklärt, wie ein eigener Scoring-Algorithmus implementiert werden kann.

Definition des Scoring-Algorithmus eines Summary Reports

Schritt 1: Auswahl der Einzelparameter

Tonus (Mittlere HF RSA)
wenn Rang ≥ 0 und Rang < 10 dann Punktwert = 0
wenn Rang ≥ 10 und Rang < 15 dann Punktwert = 1
wenn Rang ≥ 15 und Rang < 100 dann Punktwert = 2

Flexibilität (E-I)
wenn Rang ≥ 0 und Rang < 10 dann Punktwert = 0
wenn Rang ≥ 10 und Rang < 15 dann Punktwert = 1
wenn Rang ≥ 15 und Rang < 100 dann Punktwert = 2

Dynamik (RMSSD)
wenn Rang ≥ 0 und Rang < 10 dann Punktwert = 0
wenn Rang ≥ 10 und Rang < 15 dann Punktwert = 1
wenn Rang ≥ 15 und Rang < 100 dann Punktwert = 2

Für jeden Test stehen spezifische Einzelparameter zur Verfügung. Unter diesen kann ausgewählt werden, welche Parameter in die Bewertung mit eingehen sollen.

Schritt 2: Festlegen der Bewertungskriterien für jeden Einzelparameter (Punktwerte definieren)

Parameter-Bedingungen editieren: Tonus (Mittlere HF RSA)

wenn Rang ≥ 0 und Rang < 10 dann Punktwert = 0
wenn Rang ≥ 10 und Rang < 15 dann Punktwert = 1
wenn Rang ≥ 15 und Rang < 100 dann Punktwert = 2

Markierte Bedingung bearbeiten

wenn Rang \geq 0
und Rang $<$ 10
dann Punktwert = 0

*Rang-Parameter (Wertebereich 0% - 100%)

Die Bewertung der Einzelparameter erfolgt durch Bedingungen und der Vergabe von Punktwerten. Beachten Sie bei der Definition der Bedingungen, ob es sich um einen Rang-Parameter (Perzentile) mit dem immer gleichen Wertebereich 0-100% oder um einen absoluten Parameter (z.B. Blutdruckänderung) mit einem individuellen Wertebereich handelt. Die einzelnen Bedingungen sind so zu definieren, dass der mögliche Wertebereich vollständig abgedeckt wird. Bitte beachten Sie, dass bei Blutdruckänderungen sowohl positive Werte (Blutdruckanstieg), als auch negative Werte (Blutdruckabfall) auftreten können.

Schritt3: Bewertungskriterien für einen Einzeltest

In Abhängigkeit von den Ergebnissen aus der Parameterbewertung erfolgt eine Bewertung für den Einzeltest, so dass jeder Test einen zugehörigen Punktwert erhält.

Gesamtbewertung der Einzelmessung

Gesamtergebnis des Tests ist "auffällig" und er erhält eine Punktzahl von 0 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 0 und < 2
Gesamtergebnis des Tests ist "grenzwertig" und er erhält eine Punktzahl von 1 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 2 und < 3
Gesamtergebnis des Tests ist "normal" und er erhält eine Punktzahl von 2 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 3 und < 6

Max. Punktzahl dieses Tests: 6

Bewertung und Punktwerte definieren

Definiert wird die Punktzahl des Einzeltest und die Bewertung in Abhängigkeit der erreichten Punktzahl aus den Einzelparametern. Der Wertebereich von 0 Punkten bis zur maximal erreichbaren Gesamtpunktzahl eines Einzeltest sollte in den Bedingungen abgedeckt sein.

Einzeltest-Bedingungen editieren: Kurzzeit-HRV

Gesamtergebnis des Tests ist "auffällig" und er erhält eine Punktzahl von 0 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 0 und < 3
Gesamtergebnis des Tests ist "grenzwertig" und er erhält eine Punktzahl von 1 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 3 und < 5
Gesamtergebnis des Tests ist "normal" und er erhält eine Punktzahl von 2 wenn die Gesamtpunktzahl des Tests ≥ 5 und < 10

Eine neue Bedingung hinzufügen

Markierte Bedingung löschen

Markierte Bedingung bearbeiten

Gesamtergebnis des Tests ist
auffällig
und er erhält eine Punktzahl von
0
wenn die Gesamtpunktzahl des Tests \geq
0
und $<$
3

Übernehmen

Abbrechen

Schritt 4: Bewertung der kompletten Funktionsanalyse

Gesamtbewertung

RSA-Messung

Kurzzeit-HRV

HRV Liegen/Stehen Ewing

HRV Liegen/Stehen Blutdruck

Gesamtergebnis ist "auffällig" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 0\%$ und $< 30\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl
Gesamtergebnis ist "grenzwertig" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 30\%$ und $< 50\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl
Gesamtergebnis ist "normal" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 50\%$ und $< 100\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl

Bewertung und Prozentwerte definieren

Die Bewertung einer kompletten Funktionsanalyse erfolgt aus dem Verhältnis der erreichten Punktzahl zur maximal erreichbaren Punktzahl.

Gesamtbewertung-Bedingungen editieren

Gesamtergebnis ist "auffällig" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 0\%$ und $< 30\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl
Gesamtergebnis ist "grenzwertig" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 30\%$ und $< 50\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl
Gesamtergebnis ist "normal" wenn Gesamtpunktzahl aller Tests $\geq 50\%$ und $< 100\%$ % der möglichen Gesamtpunktzahl

Eine neue Bedingung hinzufügen

Markierte Bedingung löschen

Markierte Bedingung bearbeiten

Gesamtergebnis ist

wenn Gesamtpunktzahl aller Tests \geq
 %

und $<$
 % der möglichen Gesamtpunktzahl

Übernehmen

Abbrechen

Importmöglichkeiten

ASCII

Hier können Sie Messung in Form von Herzfrequenz oder RR-Abstands Listen in den HRV-Scanner importieren.

ASCII Rohsignal

Hier können Sie Messung in Form von Rohsignal Listen (Spannungskurve EKG in mV) in den HRV-Scanner importieren.

EDF - European Data Format

Import von Daten, die im EDF-Format vorliegen. Z.B. Import von Daten aus dem Messungsspeicher des Faros 180.

eMotion HRV

Langzeit-Messungen mit dem eMotion HRV-Rekorder.

Polar

Import von bereits auf den PC übertragenen Messungen aus Polar-Uhren (HRM-Dateien).

Suunto

Import von bereits auf den PC übertragenen Messungen aus dem Suunto Memory Belt.

SRM-Langzeitmessung

Import der Messungsdaten aus dem SRM-Rekorder

Technisches Handbuch HRV-Scanner Hardware plus

Die Technische Details zur HRV-Scanner Hardware plus entnehmen Sie bitte dem separaten Datenblatt.

- 3 Kanal EKG
- Pulswelle über Ohrclip
- Atemsensor über Brustgurt
- Drucksensor für das Valsalva Manöver



Atemsensor vorbereiten und anlegen

Schritt 1)



Nehmen Sie:

- den Atemsensor
- den Atemgurt
- die Befestigungsknöpfe

Schritt 2)



Führen Sie den Atemgurt von unten durch die seitliche Öse des Atemsensors

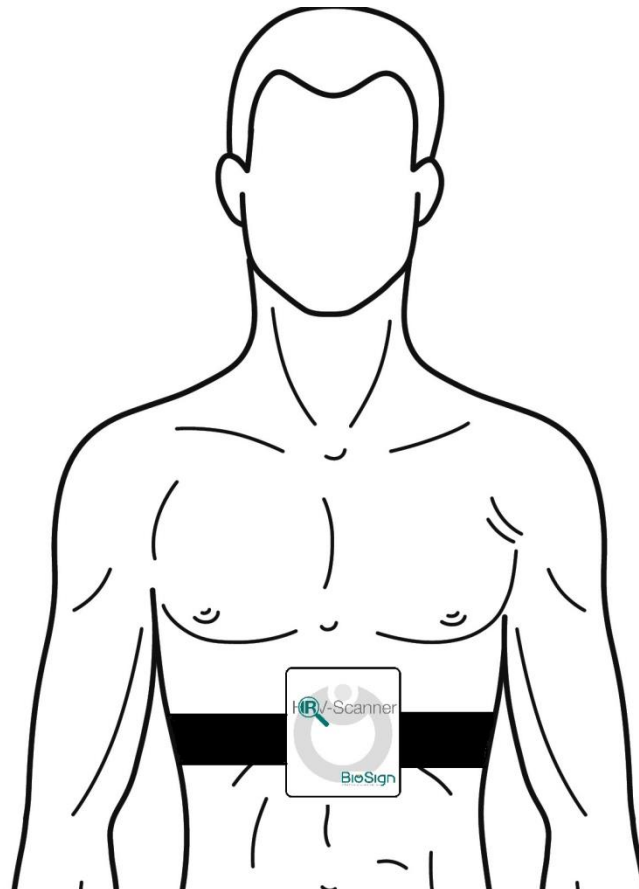
Schritt 3)

Verschließen Sie das durchgeführte Ende des Atemgurts mit Hilfe des Befestigungsknopfs.

Schritt 4)

Verfahren Sie auf der anderen Seite des Atemsensors genauso, indem Sie das andere Ende des Atemgurts durch die seitliche Öse führen und ebenfalls verschließen.

Der Gurt sollte in Höhe des unteren Rippenbogens angebracht werden, um sowohl Brust- als auch Bauchatmung zu erfassen. Den Sensor bitte über der Kleidung (Shirt) anlegen.



Das Valsalva-Drucksensor Set

Das Valsalva-Drucksensor Set besteht aus den 4 Einzelteilen:

Mundstück		Filter	
Ventil		Verschlusskappe	

Vor dem Zusammenstecken der einzelnen Teile bitte mit z.B. einer Pinnwand-Nadel ein kleines Loch von ca. 0,5 - 1 mm Durchmesser in die rote Verschlusskappe stechen.
Dadurch wird ein Flow erzeugt und verhindert, dass der Druck durch einen Verschluss der Glottis nur mit dem Mund aufgebaut werden kann.



Zusammengesetzt sieht das Drucksensor Set so aus:



Die Verbindung mit der HRV-Scanner plus Hardware erfolgt über einen Schlauch mit je einem männlichen Luer-Verschluss an beiden Enden. Dazu wird am Filter die grüne Abdeckung geöffnet und der Schlauch aufgeschraubt. Das andere Ende wird mit dem Metallstutzen an der HRV-Scanner plus Hardware verbunden.

Ersatzteile für das Valsalva-Drucksensor Set können Sie in unserem Online-Shop oder im medizinischen Fachhandel bekommen.