

## WP 3.3.1: Evaluationsverfahren für die Qualitätssicherung im Bereich der Wasserwirkungsforschung

*Mag. Alexander Avian, DI Matthias Frühwirth, Mag. Vincent Grote, Mag.<sup>a</sup> Christina Kelz, DI Peter Köhldorfer, DI Dr. Helmut Lackner, Ing. Dietmar Messerschmidt, Mag. Gerhard Neubauer, DI Bernhard Puswald, ao. Univ.-Prof. Dr. Maximilian Moser*

### Abstract

Therapeutic application of water triggers reactions in the autonomic nervous system without causing large organic changes directly. Those reactions harmonize and strengthen the whole organism by training and stabilizing endogenous regulatory circuits. The AutoChronic Image (ACI), a method to visualize heart rate variability, is perfectly suited to assess those changes.

This workpackage enhanced the applicability of the AutoChronic Image to balneotherapeutic therapies:

- (1) A visualization of age and sex matched normative values over a whole circadian cycle has been developed and is available on [www.heartbalance.com](http://www.heartbalance.com).
- (2) Experts' readings of an ACI training data set have been used to identify 8 dimensions in a scheme of 24 items. Interrater reliability was assessed, as was external validity to sleep questionnaires. The validity of the factorial structure and portability to a clinic population has been proven through application to an independent data set of patients in a balneologic rehabilitation.
- (3) An algorithm for computer assisted diagnosis has been developed. The above dimensions may be closely recalculated automatically from the circadian course of heart rate variability parameters. The validation of this algorithm is in process.
- (4) Integration paths into practical planning, steering, and assessment of balneologic therapies shall be worked out in the remaining months until the end of the project.

### 1. Problemstellung und Zielsetzung

Die therapeutische Anwendung von Wasser kann im Sinne einer Reiz-Reaktionsphysiologie verstanden werden. Kleine regelmäßig gesetzte Reize verursachen im vegetativen Nervensystem Reaktionen, ohne unmittelbar größere organische Veränderungen auszulösen. Diese Reaktionen stabilisieren und stärken den Organismus, da die Regelsysteme durch kleine Auslenkungen trainiert werden, was wiederum die langfristige Auswirkung auf die Gesundheit sichert.

Als Messverfahren zur Quantifizierung und Objektivierung vegetativer Veränderungen hat sich die Herzfrequenzvariabilität als besonders geeignet erwiesen (TASK FORCE OF THE ESC & NASPE, 1996, MOSER et al. 1994, 1995). Die Veränderung von Parametern wie der Schlafqualität, vegetativer Beschwerden und der vegetativen Balance bilden sich in einer Veränderung der Herzfrequenzvariabilität ab.

Der große Vorteil dieser Methode ist eine sensible, nichtinvasive Messung und die Möglichkeit der Objektivierung bisher nur subjektiv erfassbarer Parameter der vegetativen Befindlichkeit sowie der Auswirkungen des psychischen Zustandes auf das Vegetativum.

Das AutoChronische Bild (ACB) liefert bildhafte Informationen über die kardial-vegetative Regulation (vgl. MOSER ET AL. 1999, 2000, 2006, 2008). Als geeignetes Darstellungsverfahren hat es sich in mehreren Projekten der betrieblichen Gesundheitsförderung (z. B. BAUfit, PflegeFit) und in Einzelberatungen erwiesen.

Um diese Methode auch im balneologischen Bereich standardisiert einsetzen zu können, war es erforderlich, die Beurteilung des AutoChronischen Bildes zu objektivieren und die Ergebnisse hinsichtlich der Struktur, Gültigkeit und Aussagekraft zu überprüfen. Dies wurde durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Evaluation der Beurteilung des ACB durch Normierung an einem umfangreichen Referenzdatensatz
- Erarbeitung eines Befundungsschemas zur standardisierten Erfassung des Expertenwissens

- Entwicklung eines „automatischen Raters“ zur Unterstützung der Befundung
- Überprüfung der HRV-Kennwerte im Einsatz in der Balneologie
- Entwicklung von Methoden zum Einsatz in der Therapieplanung und -steuerung

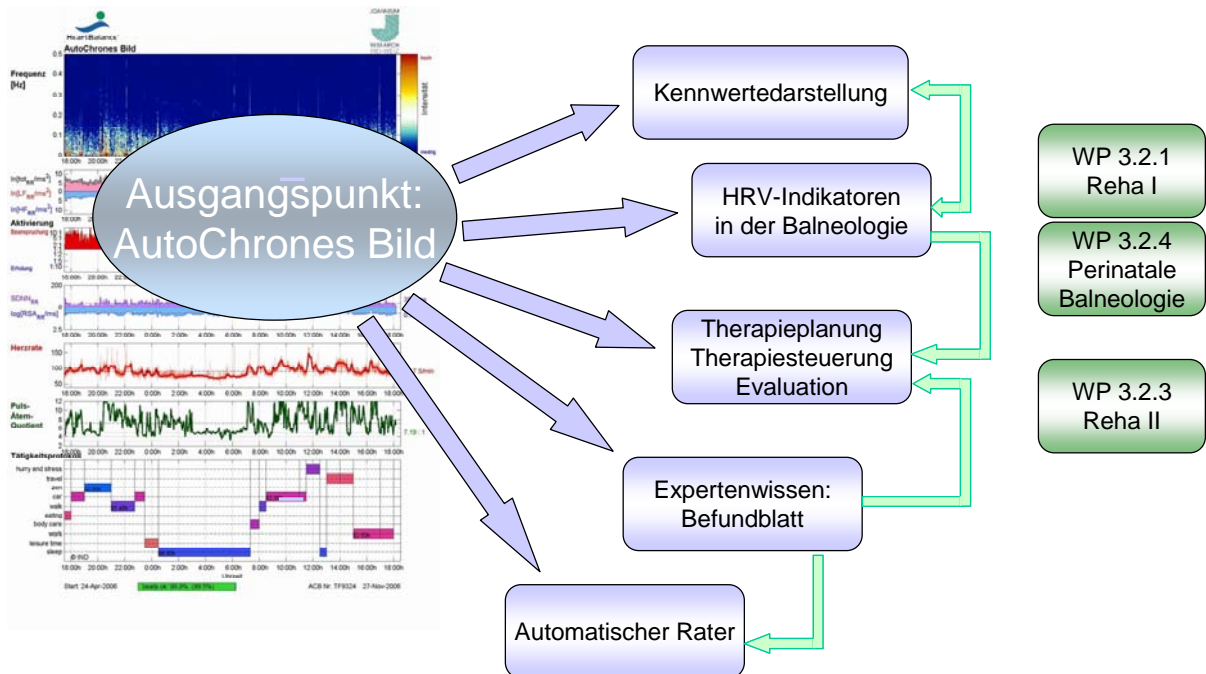


Fig. 1: Schematische Darstellung der Aufgaben im WP 3.3.1 und Vernetzung mit anderen Workpackages desselben Netzknotens.

## 2. Hauptteil

### 2.1 Evaluierung neuer innovativer Darstellungsmethoden der Herzfrequenzvariabilität

#### 2.1.1 Datenauswahl und Datenaufbereitung

Die Basis für die weiteren Arbeiten war die Erweiterung des Referenzdatenpools an 24-Stunden-Messungen der Herzfrequenzvariabilität. Ausgehend von einem Stand von ca. 3000 Messungen von 812 gesunden Probanden erweiterte sich im Projekt die Datenbasis auf insgesamt 4709 Langzeit-EKG-Messungen von 1326 Versuchspersonen. Insbesondere im Bereich der Patientendaten konnte ein Zuwachs von 42% erzielt werden. 1152 Messungen — ausschließlich Gesunde im Querschnitt, d.h. nur eine Messung pro Person — bilden den standardisierten Referenzdatensatz.

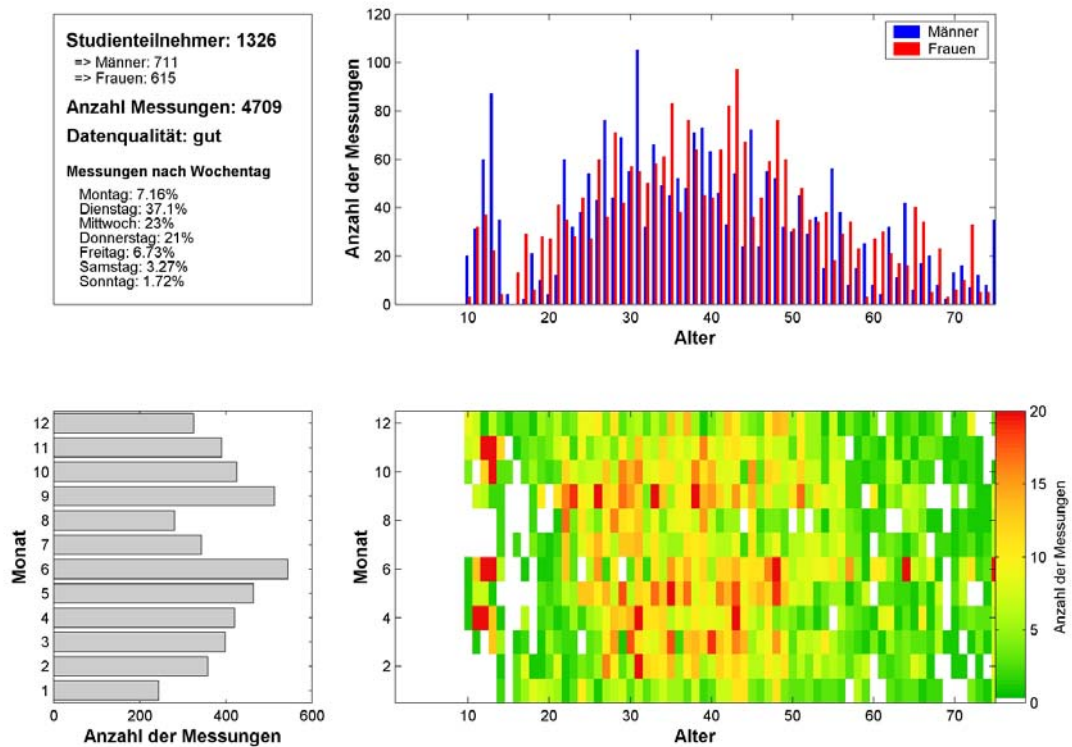


Fig. 2: Übersicht über die Verteilung aller Messungen der Datenbasis nach Alter, Geschlecht und über die Kalendermonate.

### 2.1.2 Generierung und Aufbereitung von standardisierten Kennwerten

Aus dem neu erweiterten Datenpool wurden die Referenzdaten alters- und geschlechtsbezogen generiert, die nun für Einzelmessungen als Vergleich eingesetzt werden (Fig. 3). Eine der daraus entwickelten Darstellungsvarianten wurde vom Wirtschaftspartner übernommen.

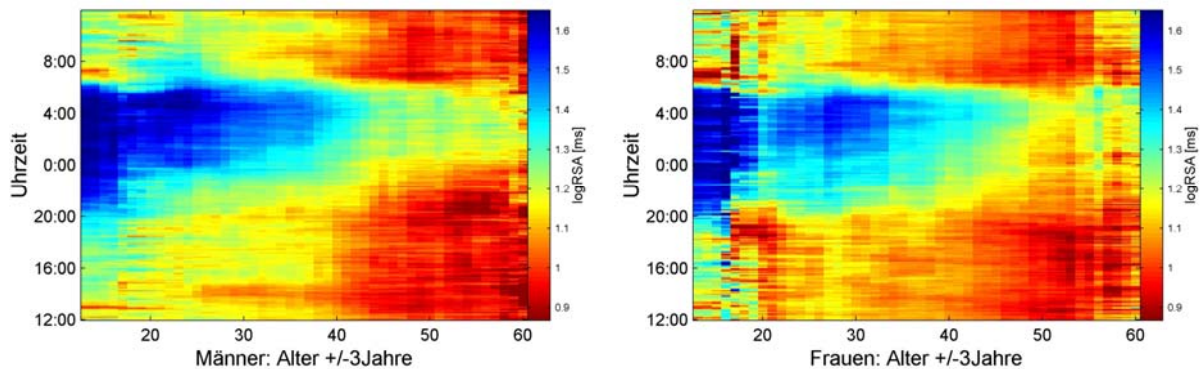


Fig. 3: Entwicklung des Tagesganges von HRV-Kennwerten über das Lebensalter am Beispiel der logRSA, eines Maßes für den Vagustonus. Auf der Abszisse ist das Alter aufgetragen, auf der Ordinate der Verlauf über einen Tag und eine Nacht.

### 2.1.3 Expertenrating, Evaluierung und Prüfsysteme für die Beurteilung des vegetativen Zustandes in der Therapiebegleitung der Balneologie auf Basis des AutoChronen Bildes

### **Entwurf eines Befundblattes und Rating**

Aus dem gesamten Datenpool wurden, unter Berücksichtigung der erforderlichen Qualitätskriterien, 48 AutoChronen Bilder für das Expertenrating ausgewählt. Die ACBs wurden aus der Teilmenge der Erwachsenen ausgewählt. Geachtet wurde auf eine möglichst breite Streuung in Bezug auf das Alter, in den mit Fragebogen erhobenen Werten für die subjektive Schlaferholung (IND-Schlaf) und der Erholungs-Beanspruchungsbilanz (EBF) sowie auf eine Gleichverteilung im Geschlecht (24 Frauen, im Alter von  $47.4 \pm 12.7$  Jahre sowie 24 Männer,  $50.6 \pm 13.6$  Jahre).

Ein umfangreiches Befundblatt wurde von Experten zur Charakterisierung der relevanten Informationen des AutoChronen Bildes erstellt. Um keine Information zu verlieren, wurde dieser erste Entwurf bewusst umfangreich ausgelegt (mehr als 80 Items). Zehn RaterInnen bewerteten nach gründlicher Einschulung die 48 ACBs anhand dieses Befundblattes.

### **Erstellung eines praxisgerechten Kurzbefundblattes**

Durch Faktorenanalyse wurden aus den Bewertungen der ersten Langversion eine 24-Item Version entwickelt, die acht unabhängige Dimensionen enthält (Tab. 1). Die Benennung der Faktoren erfolgte aufgrund des Inhalts der einzelnen Items, die in den jeweiligen Faktor eingingen. In diesem 24-Item Kurzbefundblatt ist es möglich, mit wenig Informationsverlust die in der ersten Version des Befundblattes enthaltene Information von 80 Items abzubilden.

### **Teststatistische Überprüfung der gekürzten Version des Befundblattes (Reliabilität, Validität)**

**Reliabilität.** Fünf der acht Dimensionen weisen eine ausreichende Interraterreliabilität auf (Tab. 1). Bei der Dimension „Tätigkeitsvielfalt“ herrscht zwischen den Ratern zwar eine ausreichende Übereinstimmung in der relativen Position der AutoChronen Bilder (ICC justiert: welches weist eine höhere Tätigkeitsvielfalt auf und welches eine niedrigere), aber nicht in der absoluten Position (ICC unjustiert). Bei den Dimensionen „Vegetative Beanspruchung“ und „Einschlafdynamik“ besteht auch keine ausreichende Übereinstimmung zwischen den Ratern, bezogen auf die relative Position der AutoChronen Bilder.

Dimension	ICC-Wert unjustiert	ICC-Wert justiert
Vegetative Vitalität	0.436	0.533
Vegetative Schlafqualität	0.685	<b>0.729</b>
Schlafdauer	<b>0.736</b>	<b>0.775</b>
Vegetativer Status	<b>0.769</b>	<b>0.833</b>
Kardiorespiratorische Koordination	0.682	<b>0.724</b>
Tätigkeitsvielfalt	0.632	<b>0.718</b>
Vegetative Beanspruchung	0.310	0.395
Einschlafdynamik	0.362	0.388

Anm.: den Werten liegt die Gesamtstichprobe von je 10 Ratern mal 48 ACIs zugrunde

Tab. 1: Dimensionen des Befundblattes mit Intraclass Correlation Coefficient

**Validität.** Da nur für jene drei Dimensionen, die Aspekte des Schlafes zum Inhalt haben, externe Kriterien vorlagen, konnten die anderen Dimensionen nicht überprüft werden. Eine entsprechende Validierung der anderen Faktoren soll anhand von zukünftigen Messungen erfolgen. Alle drei schlafbezogenen Parameter weisen signifikante Korrelation mit dem Gesamtwert des Fragebogens IND-Schlaf (Selbstbeurteilung des Schlafes, vgl. GROTE 2007) auf. Die anderen fünf Dimensionen weisen keine überzufällige Korrelation mit dem Gesamtwert des IND-Schlaf auf. Darüber hinaus ist die höchste Korrelation zwischen den Subskalen des IND-Schlaf und den acht Dimensionen zwischen der Sub-

skala „Schlafdauer“ und der Dimension „Schlafdauer“ zu beobachten. Für die drei schlafbezogenen Dimensionen ist eine ausreichende externe Validität gegeben.

### ***Expertenbeurteilung AutoChroner Bilder von PatientInnen einer balneotherapeutischen Rehabilitation mit Hilfe des gekürzten Befundblatts***

Im Gegensatz zur ersten Stichprobe, die zum Großteil aus ACBs gesunder Personen bestand, wurden die 138 ACBs des zweiten Ratings aus einer klinischen Stichprobe gezogen, und zwar aus orthopädischen PatientInnen vor, während und nach der balneotherapeutischen Rehabilitation<sup>1</sup>. Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass der Genesungsverlauf abgebildet werden kann. Daher wurden nur solche AutoChronen Bilder für die Auswahl herangezogen, die von PatientInnen stammen, die möglichst viele gültige Messungen machten.

Wird eine Überprüfung der Dimensionalität mittels einer Hauptachsen-Faktorenanalyse anhand des Kriteriums des Eigenwertes (Eigenwert > 1) durchgeführt, ergibt sich eine 8-Faktorenlösung, die 79% der Gesamtvarianz aufklärt. Die beiden Items, die im ersten Rating namensgebend für den Faktor „vegetative Beanspruchung“ waren, konnten keinem Faktor zugeordnet werden. Da weiters die Items nur gering auf den achten Faktor laden (max. Ladung = .66), wurde eine neue Faktorenanalyse mit dem Kriterium „sieben Faktoren“ gerechnet.

Die sieben Faktoren dieser Faktorenanalyse klären 75% der Gesamtvarianz auf und bilden vergleichbare Faktoren wie die ersten sieben im ersten Rating. Damit kann die Faktorenstruktur als weitgehend stabil für unterschiedliche Populationen angenommen werden.

### ***Vergleich der Faktorenstruktur der neuen Beurteilung mit der ursprünglichen Faktorenstruktur***

Eine konfirmatorische Faktorenanalyse zur Überprüfung der Faktorenstruktur des ersten Ratings anhand der Daten des zweiten Ratings ist nicht möglich, da jedes Item nur auf einem Faktor laden dürfte und auf die anderen Faktoren Nullladungen aufweisen müsste (BYRNE 1995). Aus inhaltlichen Überlegungen waren jedoch bei der Überprüfung der Dimensionalität des ersten Ratings zwei Items (Tagesgang, Niveau der Herzrate im Wachzustand) trotz Doppelladungen zugelassen worden.

Um jedoch eine über die reine Betrachtung der rotierten Faktorenmatrix hinausgehenden Eindruck über die Passung der Ergebnisse der Faktorenanalyse des ersten Ratings mit den Ergebnissen der Faktorenanalyse des zweiten Ratings zu erhalten, wurden die Items des zweiten Ratings z-transformiert und anhand der Gewichte des ersten Ratings Faktorwerte gebildet (Faktoren 2006). Weiters wurden die Faktorwerte entsprechend der zweiten Faktorenanalyse berechnet (Faktoren 2007). Eine Korrelation der Faktoren 2006 und der Faktoren 2007 aus dem Datensatz der Befundung 2007 ergibt, dass immer jeweils ein Faktor 2006 mit einem Faktor 2007 signifikant korreliert. Für den Faktor „vegetative Beanspruchung“ wurde erwartungsgemäß kein Faktor gefunden, der mit diesem korreliert. Alle gefundenen Korrelationen sind >.90.

Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die Faktoren des Ratings 2 je nach Faktor zwischen 83% und 98% der Varianz der Faktoren des Ratings 1 erklären können. In Fig. 4 sind exemplarisch zwei dieser Zusammenhänge grafisch dargestellt.

---

<sup>1</sup> Die Daten stammen aus dem Projekt „Auswirkung einer balneologischen Rehabilitation in Althofen“, KNet Wasserressourcen, WP 3.2.1



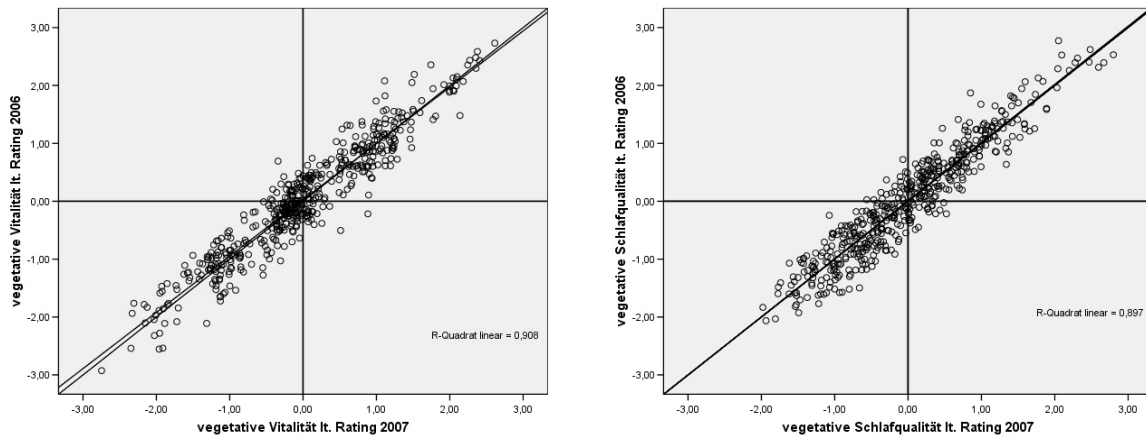


Fig. 4: Zusammenhang zwischen den Faktorwerten, die entsprechend dem Algorithmus des ersten Ratings 2006 berechnet wurden, und den Faktorwerten der Faktorenanalyse des zweiten Ratings 2007 (Datensatz Rating 2007,  $n = 507$ )

### **Entwicklung eines Verfahrens zur Nachbildung der Expertenurteile auf Basis erhobener HRV-Werte („Automatischer Rater“)**

Die Daten des ersten Ratings wurden weiter dazu verwendet, die Möglichkeit einer Reduktion der Bewertung der autochthonen Bilder durch die Rater auf berechnete Werte aus den Herzfrequenz-Zeitreihen auszuloten. Diese Kennzahlen können automatisiert aus den Langzeit-EKG-Messungen berechnet werden.

Für jeden der 8 Faktoren wurden spezifische Kennzahlen ausgewählt. Eine weitere Gruppe von Kennzahlen wurde bei allen Faktoren verwendet. Für jeden Faktor wurde in einer linearen Regression ausgehend vom vollen Modell mit allen zur Verfügung stehenden Regressoren das kleinstmögliche Modell mit vergleichbarer Prognosequalität gesucht. Da zwischen einzelnen Regressoren beträchtliche Korrelationen bestehen, wurde die Backwards-Selection manuell durchgeführt.

Als Ergebnis liegt ein Algorithmus vor, aus den Herzfrequenzmessungen die 8 Faktoren der Expertenbeurteilung automatisch nachzubilden. Dieser Algorithmus soll in weiterer Folge an den unabhängigen Daten des 2. Ratings getestet werden.

## **2.2 Standardisierte HRV-Indikatoren und ihre Aussagekraft für die Balneologie**

In enger Kooperation mit dem WP 3.2.3 werden sowohl die Ratingergebnisse auf ihre Relevanz im Therapieverlauf überprüft, als auch wurden weitere HRV-basierte Parameter in die Berechnung miteinbezogen, z.B. der vegetative Schlafqualitätsindex (SQidx). Es zeichnet sich ab, dass diese Parameter geeignet sind, den Rehabilitationsverlauf abzubilden und weitere Information zu den erhobenen klinischen und psychologischen Werten hinzuzufügen (vgl. Ergebnisteil, Fig. 6).

## **2.3 Entwicklung ökonomischer Messmethoden für die Therapieplanung, die Prozesssteuerung und die Überprüfung des Therapieerfolges**

Über die Entwicklungen am ACB hinaus wurde begonnen, ein Konzept für eine „Gesundheitsstrasse – StressFit in der Therme“ zu entwickeln. Es soll den Thermen ein psychophysiologisches Werkzeug angeboten werden, mit dessen Hilfe eingeschultes Personal in kurzer Zeit den aktuellen Status eines Thermengastes in Bezug auf Fitness, Beanspruchung und in Kombination mit der Langzeitmessung chronobiologische Aspekte erheben und ihn entsprechend beraten kann. Die Konzeption beruht hierbei auf einem modularen Ansatz, welcher unterschiedliche Kombinationen von körperlichen und mentalen Belastungen ermöglichen soll. Das Ziel der Erhebung ist ein sogenanntes „StressFit Profil“ welches durch eine zusätzliche 24h-Messung (AutoChrones Bild) ergänzt werden kann.

## 2.4 Hard- bzw. Firmwareentwicklungen zur Optimierung der Messqualität in balneologischen Anwendungen

Experimentell wurde ein Herzfrequenzmessgerät HeartMan301 (HeartBalance, Graz) um eine Schnittstelle zum Empfang eines Polar-Brustgurtes erweitert. Dies ermöglicht die kontinuierliche Erfassung der Herzfrequenzvariabilität im dualen Betrieb: Im Trockenen hochpräzise über die üblichen Klebeelektroden, im Wasser — also auch während der Bäder im Zuge der Balneotherapie — mit entsprechend verminderter Genauigkeit über den Brustgurt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Ergebnisse aus der Forschungsarbeit

Im August 2006 hat der Wirtschaftspartner den Normwertvergleich des ACB zu Testzwecken übernommen (verfügbar auf [www.heartbalance.com](http://www.heartbalance.com)).

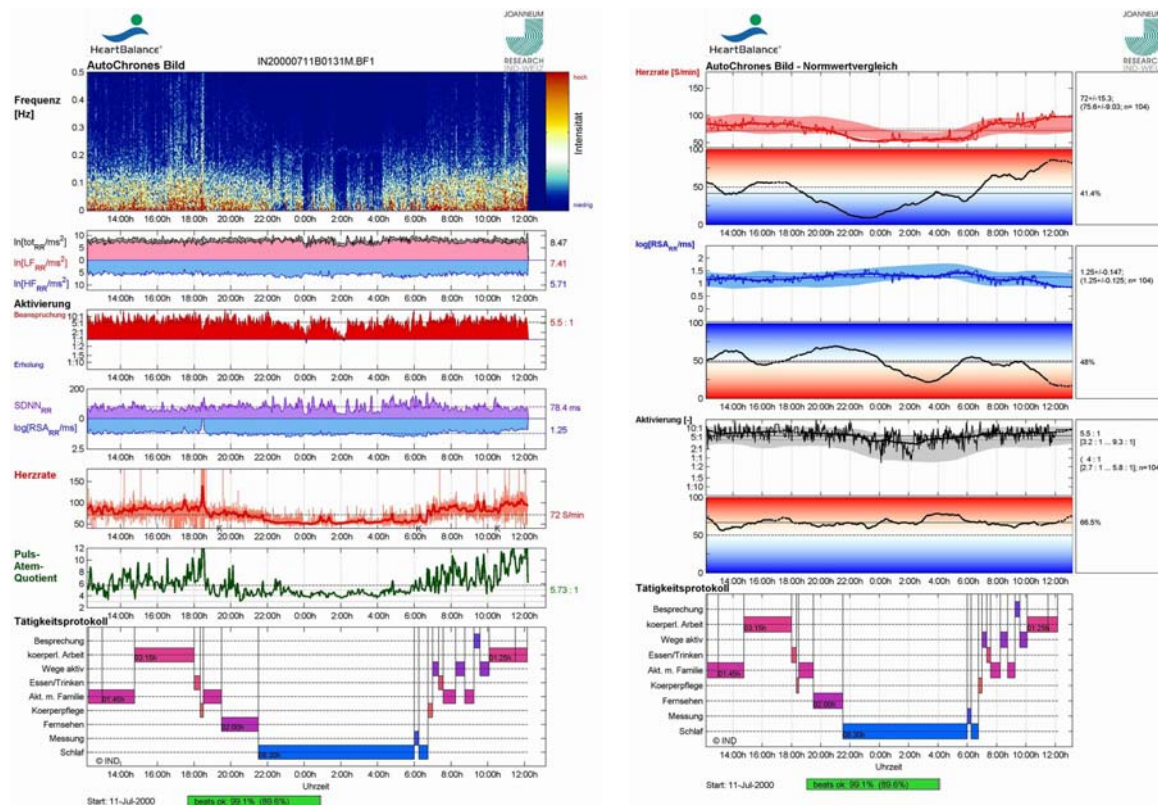


Fig. 1: AutoChrones Bild (links) sowie Referenzwertvergleich (rechts) für einen 31-jährigen Probanden. Der Referenzwertvergleich wurde in diesem Workpackage erarbeitet. Die von blau zu rot schattierten Felder geben den Unterschied der jeweiligen Parameter zu einer gesunden Referenzpopulation gleichen Alters und Geschlechts wieder, und zwar im vollen Verlauf von 24 Stunden. Z. B. zeigt sich bei diesem Probanden trotz tiefer Herzfrequenzwerte im Schlaf (rechts, oberstes Diagramm) ein durchgängig hohes Aktivierungsniveau (vegetativer Quotient, rechts, unterstes der drei Vergleichsdiagramme).

Zum bisherigen ACB wurde ein Befundblatt erstellt, sowie dessen relevante Dimensionen erhoben und teilweise validiert. Als unterstützendes Tool wurde ein automatischer Rater abgeleitet, dessen Validierung bis Projektabschluss erfolgen wird.

Ein weiteres wesentliches Ergebnis stellt die grundsätzliche Untersuchung der Zusammenhänge des Schlafes mit Gesundheitsfaktoren und Indikatoren der Herzfrequenzvariabilität dar.

Die wechselseitige Abhängigkeit der Schlaferholung mit der Gesundheit, zeigt die Tatsache, dass sich auf Basis subjektiver Bewertung der Schlaferholung in Kombination mit Parametern der HRV

78% der Personen richtig in die Gruppen „Gesunde“ bzw. „Kranke“ (orthopädische PatientInnen) klassifiziert lässt (Fig. 6, aus GROTE 2007).

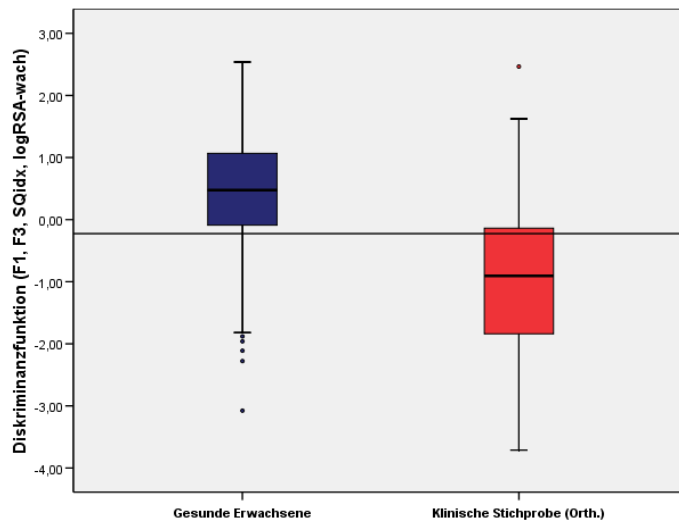


Fig. 6: Kombination von Fragebogen zur Schlaferholung und HRV-basierten Parametern zur Bestimmung des Gesundheitsstatus.

Gesunde: Alter: 41.8 +/- 11.1 Jahre; 71.3% Frauen bzw. Kranke: Alter: 51.5 +/- 13.9 Jahre; 57.6% Frauen Kennzahlen zur Gültigkeit: Spezifität = 90.96 %, Sensitivität = 51.77 %, positiver Vorhersagewert = 72.13 %, negativer Vorhersagewert = 80.66 %; Cohen-Kappa-Koeffizient = .50; (vgl. GROTE 2007)

Daher scheint das AutoChrono Bild mit seinen zentralen Dimensionen, die Aspekte des Schlafes abbilden, geeignet zu sein, bei PatientInnen aber auch in der Prävention bei Gesunden die Sensibilität für das protektive Potential des Schlafes zu wecken. Im Sinne eines Mehrebenenansatzes erscheint eine Kombination mit Verfahren der subjektiven Einschätzung der Schlaferholung sinnvoll, da durch physiologische Verfahren und psychologische Verfahren unterschiedliche Aspekte des gleichen Parameters – Schlaferholung – erfasst werden und somit die Aussagekraft erhöht werden kann.

Ein Aspekt der sowohl in der physiologischen Betrachtung als auch in der psychologischen Betrachtung erfasst wird, die Schlafdauer, stellt einen zentralen Anteil der Schlafqualität dar. Während in der physiologischen Betrachtung vor allem die tatsächliche Schlafzeit erfasst werden kann, ist in der psychologischen Betrachtung auch eine Erhebung des Schlafdefizits möglich. (GROTE 2007) konnte zeigen, dass umso erholtter bzw. umso weniger beansprucht eine Person war, bevor sie geschlafen hat, desto geringer war ihr zusätzliches wahrgenommenes Schlafdefizit am nächsten Tag. Weitere signifikante Unterschiede zum bzw. wechselseitige Abhängigkeiten des subjektiven Schlafdefizits vom Befinden, von angegebenen Beschwerden, Persönlichkeitseigenschaften (Neurotizismus), depressiver Symptomatik, Stressverarbeitungsstrategien und habituelle Schlafqualität konnten ebenso aufgezeigt werden. Die Effekte des Schlafdefizits sind in vegetativen Variablen wie zum Beispiel der Herzrate, vegetativen Balance und dem Vagustonus (logRSA) erkennbar, wobei dem Lebensalter eine entscheidende Rolle zukommt (vgl. GROTE 2007).

### 3.2. Kompetenzaufbau beim Wirtschaftspartner

#### **Überprüfung der Anwenderbedürfnisse und des Anwendernutzens**

Mittels zahlreicher Testanwendungen wurden die Anwenderbedürfnisse im Bereich von Herzfrequenzvariabilitätsmessungen und der Anwendernutzen der Darstellungsmethoden vor allem im balneotherapeutischen Bereich überprüft.

Aufbauend auf den Erfahrungen aus den aufgeführten Testanwendungen wurden die Schulungsinhalte des Wirtschaftspartners überarbeitet und es wurde eine auf die Bedürfnisse von Ärzten abgestimmte Kurzschulung implementiert.

#### **Übernahme von Projektergebnissen**

Der grafische Vergleich der Individualwerte mit Referenzkennwerten der umfangreichen Datenbank ist vom Wirtschaftspartner übernommen und auf dem Auswerteserver den Kunden zur Verfügung gestellt worden.

#### **Expertenbeurteilung des AutoChronen Bildes**



Das Expertenrating fand sowohl in der Planung und Entwicklung als auch in der Durchführung unter intensiver Mitarbeit des Wirtschaftspartners statt. Dies ermöglicht die nahtlose Überführung der eingesetzten Methoden in ein Qualitätssicherungsinstrument zur nachhaltigen Verbesserung der Befundung bzw. der Ausbildung von Anwendern des ACB.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

In diesem Projekt war es möglich, intersubjektive Kriterien der Beurteilung des AutoChronen Bildes zu finden und in einem weiteren Arbeitsschritt zu bestätigen. Als wesentlicher Bereich der Beurteilung ergaben sich drei Aspekte des Schlafes – die vegetative Schlafqualität, die Einschlafdynamik und die Schlafdauer. Für diese drei Faktoren war es auch möglich, externe Kriterien zur Validierung heranzuziehen. Auf die Bedeutung des Schlafes bzw. der unterschiedlichen Aspekte des Schlafes (z.B. Schlaferholung, Schlafdauer, Schlaflosigkeit) für die Lebensqualität (z.B.: ILIESCU ET AL. 2003), die Tagesbefindlichkeit (z.B. RODENBECK ET AL. 2001), die Erkrankungsfrequenz (z.B. KRYGER ET AL. 2004) und andere gesundheitsrelevante Faktoren wird in der Literatur ausführlich hingewiesen (vgl. GROTE 2007). Im Gegensatz dazu wird die Rolle des Schlafes für die Gesundheit von den Betroffenen und Ärzten teilweise noch immer unterschätzt (z.B. SAVARD & MORIN 2001), wobei die Thematik — Schlafstörungen und Gesundheitsstatus — durchaus subjektiv wahrgenommen wird, aber auch objektiv messbar ist (z.B. JENSEN ET AL. 1998).

Wesentlich ist, dass die physiologische Messung orthogonale, d.h. eigenständige Informationen zu psychologischen Verfahren liefert. Die Kombination von Messwerten der HRV mit Fragebogendaten ermöglicht eine bessere Charakterisierung als dies jede der Methoden für sich alleine vermag.

Für die anderen Faktoren der Befundung des AutoChronen Bildes sollten in weiteren Studien gezielt passende Dimensionen erhoben werden, die eine externe Validierung ermöglichen. Durch diese Validierung wird eine Schärfung der Aussagen ermöglicht werden.

Ein wesentlicher Bestandteil des Projektes war die Entwicklung eines computerunterstützten Vorschlagsverfahrens (Automatischer Rater), das die Experten in der Befundung unterstützen soll. Der Automatische Rater bildet die Urteile der Experten der ersten Stichprobe aus Parametern nach, die während der HRV Messung objektiv erhoben wurden. Eine Überprüfung der Gültigkeit des Algorithmus des automatischen Ratings in einer balneotherapeutisch behandelten Rehabilitationspopulation wird in den letzten Projektmonaten erfolgen, in enger Vernetzung mit dem Workpackage 3.2.3.

#### Ausblick

Konkrete Therapieansätze ergeben sich aus der Zuordnung der Dimensionen des ACB zu unterschiedlichen Lebens- bzw. Gesundheitsbereichen (Schlaf, Tätigkeiten, Beanspruchung, Koordination), da Stärken und Schwächen abgelesen werden können. Gezielte Maßnahmen können so aus der Befundung abgeleitet werden, z. B. ausgleichende oder anregende balneologische Interventionen, Chronohygiene, bis hin zur Lebensstilberatung.

Die Befundung des AutoChronen Bildes – ob manuell, computerunterstützt oder vielleicht in Zukunft weitgehend automatisiert — wird somit gleichermaßen zum Werkzeug der Diagnose als auch der Therapiesteuerung.

#### Referenzen

- Bettermann, H., Engelke, P., van Leeuwen, P., & Heckmann, C. (1996). Die Bestimmung der Atemfrequenz aus der respiratorischen Sinusarrhythmie (RSA). *Biomed Tech Berl*, 41(11): 319-323;
- Byrne, B.M. (1995). *Structural Equation Modeling with AMOS*. London: Sage;
- Grote, V. (2007). *Schlaf und Gesundheit; Interner Zwischenbericht im Rahmen einer Dissertation im Knet-Wasser "WP 3.3.1 Evaluationsverfahren für die Qualitätssicherung im Bereich der Wasserwirkforschung"*, S. 154. JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Nichtinvasive Diagnostik, Weiz;
- Iliescu, E. A., Coo, H., McMurray, M. H., Meers, C. L., Quinn, M. M., Singer, M. A., Hopman, W. M. (2003). Quality of sleep and health-related quality of life in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 18(1): 126-32;
- Jensen, E., Dehlin, O., Hagberg, B., Samuelsson, G. & Svensson, T. (1998). Insomnia in an 80-year-old population: Relationship to medical, psychological and social factors. *Journal of Sleep Research*, 7: 183-189;

- Kryger, M., Monjan, A., Bliwise, D., Ancoli-Israel, S. (2004). Sleep, health, and aging. Bridging the gap between science and clinical practice. *Geriatrics*, 59 (1): 24-6, 29-30;
- Moser, M., Frühwirth, M., Penter, R., & Winker, R. (2006). Why life oscillates - from a topographical towards a functional chronobiology. *Cancer Causes and Control*, 17: 591-599;
- Moser, M., Frühwirth, M., Kenner, T. (2008). The Symphony of Life – Importance, Interaction and Visualization of Biological Rhythms. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 27 (1): 29 – 37;
- Moser, M., Lehofer, G., Hildebrandt, M., Voica, S., Egner, T., Kenner (1995). Phase- and Frequency Coordination of Cardiac and Respiratory Function. *Biological Rhythm Research* 26, 1, 100 – 111.
- Moser, M., Lehofer, M., Sedminek, A., Lux, M., Zapotoczky, H. G., Kenner, T., Noordergraaf, A. (1994). Heart rate variability as a prognostic tool in cardiology. A contribution to the problem from a theoretical point of view. *Circulation*, 90, 2 1078-82.
- Rodenbeck, A., Cohrs, S., Jordan, W., Wortelboer, U., Eckart, R. (2001). Zusammenhang zwischen Schlafqualität, Morgen- und Tagesbefindlichkeit bei schlafgestörten Patienten. *Somnologie* 5 (4): 129;
- Savard, J. & Morin, C. (2001). Insomnia in the context of cancer: a review of a neglected problem. *Journal of clinical oncology*, 19: 895-908;
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*, 17, 3, 354-81.

Die Autoren danken den Fördergebern, dem Wirtschaftspartner HeartBalance GmbH Graz (Dr. Remy Stoll, Dr. Franziska Muhry, Mag. Hubert Langmann), Univ.-Prof. DDr. K. Wolfgang Kallus, Karl-Franzens Universität Graz, Institut für Psychologie, DI Hermann Katz, JOANNEUM RESEARCH, Institut für Angewandte Statistik und Systemanalyse, den MitarbeiterInnen Mag. Karin Dohr, Mag. Karin Schwarz, Marianne Schöber, Mag. Jutta Jessenitschnig und Dr. Jürgen Herfert sowie Klaus Landauf.