



[www.inter-uni.net](http://www.inter-uni.net) > Forschung

**Reliabilitätsprüfung eines Expertensystems zur Beurteilung des allgemeinen Gesundheitszustandes: Ableitungen von 6 Gesundheitsmerkmalen auf Basis einer chronobiologischen 24h Herzfrequenzvariabilitätsmessung  
Zusammenfassung der Arbeit (redaktionell bearbeitet)**

**Heinz Palasser**

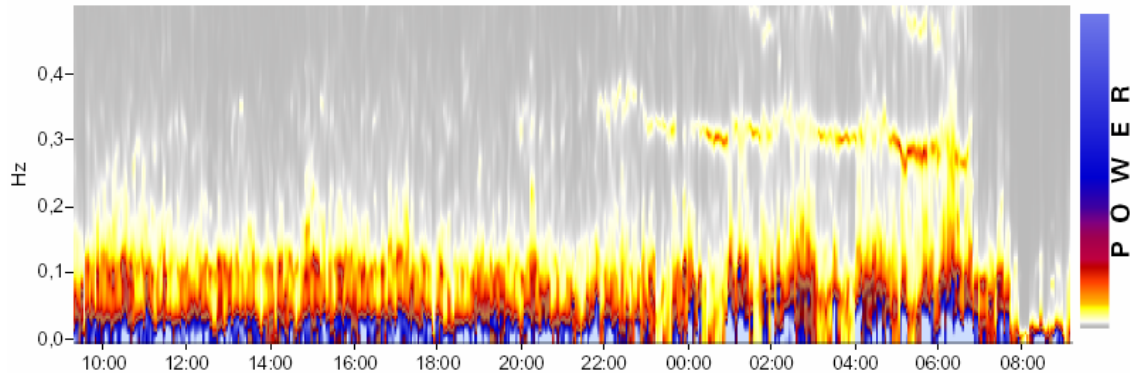
**Einleitung**

Vieles im Leben gestalten wir aktiv durch unser persönliches Eingreifen und Wirken. Manches läuft aber auch ohne unser Zutun ab. Dies geschieht oft in ähnlichen Abständen, also rhythmisch. Diese Rhythmen existieren in uns selbst sowie auch in unserer Umwelt. Der wohl augenscheinlichste äußere Rhythmus ist der Tag-Nacht-Rhythmus. Innerhalb von 24 Stunden erlebt der Mensch einen in sich abgeschlossenen Zyklus von Leistung und Erholung; dies ist der sogenannte „circadiane“ Rhythmus („ungefähr ein Tag“). Daneben existieren noch viel kürzere Frequenzen (zum Beispiel Atmung, Herzschlag) aber auch deutlich längere Perioden (etwa der Jahresrhythmus auf Basis der Jahreszeiten). Durch die Wissenschaft der Chronobiologie – (chronos [griech]: die Zeit) wird deutlich, dass alle Abläufe in belebten der Natur in definierten Zeitabständen erfolgen.

Die Chronobiologie erkundet nun wie diese „innere Uhr“ alle lebenden Organismen steuert. Der Mensch kann als „Zeitphänomen“ betrachtet werden. Diese rhythmischen Veränderungen im Menschen zeigen sich an der Unterschiedlichkeit des Herzschlages (Herzfrequenzvariabilität - HRV), der von unseren inneren Uhren, unseren Emotionen und von äußeren Einflüssen gesteuert wird. Diese Steuerung geschieht durch das Aktivieren des Sympathikus (im Sinne der Anspannung) und des Parasympathikus (im Sinne der Erholung). Verantwortlich für das Beschleunigen oder Entschleunigen des Herzschlages ist das Autonome Nervensystem.

Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse kann man sich zur Beurteilung von Gesundheitsmerkmalen zunutze machen. Der Herzschlag wird über 24 Stunden aufgezeichnet, indem ein alltagtaugliches Gerät über diese Zeit getragen wird. Mittels einer hochspezialisierten Software und einem darauf basierendes Expertensystem (die durch das Autonome Nervensystem gesteuerten rhythmischen Unterschiede zwischen den Herzschlägen werden statistisch-mathematisch abgebildet) werden die Gesundheitsmerkmale beurteilt (Abb. 1).

**Abb. 1: Spektralanalyse der Herzfrequenzvariabilität in Frequenzbändern**



Die Darstellung beinhaltet folgende allgemeine Gesundheitsmerkmale:

Die Fähigkeit mit Stress umzugehen (biologisches Alter und körperliche bzw. psychische Belastbarkeit) wird ebenso ermittelt wie ihre Regenerationsfähigkeit und Schlafqualität bzw. die Fähigkeit auf Anforderungen entsprechend reagieren zu können (Anpassungsfähigkeit). Auf diese Weise können Potenziale und Ressourcen benannt und gegebenenfalls zu Kompetenzen ausgebaut werden.

#### *Forschungsfrage*

In dieser Arbeit wurde das vorliegende Expertensystem auf seine Reliabilität überprüft. Die „Reliabilität“ (Zuverlässigkeit) bezeichnet die formale Genauigkeit wissenschaftlicher Untersuchungen. Reliable wissenschaftliche Ergebnisse sind mehr oder weniger frei von Zufallsfehlern (Peter/Churchill 1986), d.h. bei Wiederholung eines Experimentes unter gleichen Rahmenbedingungen würde das gleiche Messergebnis erzielt. Reliabilität ist also ein Maß für die Replizierbarkeit der Ergebnisse unter gleichen Bedingungen. Die Reliabilität stellt neben der Validität und der Objektivität eines der drei wichtigsten Gütekriterien psychodiagnostischer Verfahren für empirische Untersuchungen dar. Diese bauen aufeinander auf. Ohne Objektivität keine Reliabilität, ohne Reliabilität keine Validität.

Die Forschungsfrage betrifft, inwieweit das bestehende Expertensystem dem wissenschaftlich Gütekriterien der Reliabilität stand hält. Inwieweit sind die Ergebnisse, die das Expertensystem liefert, reproduzierbar?

Hypothese: Das gegenwärtige Expertensystem ist tauglich zur reproduzierbaren Ableitung der Gesundheitsmerkmale.

Gegenteilige Hypothese: Das gegenwärtige Expertensystem ist untauglich zur reproduzierbaren Ableitung der Gesundheitsmerkmale.

#### **Methodik**

Die Forschungsfrage, inwieweit das bestehende Expertensystem dem wissenschaftlichen Gütekriterium der Reliabilität stand hält, wurde durch Parallelanalysen bearbeitet. Als Datenmaterial wurden zwanzig 24-Stunden Messungen von unterschiedlichen Probanden herangezogen. Vier

Experten wurden parallel mit diesen 20 Datensätzen konfrontiert. Die Aufgabe der Experten war es innerhalb eines vorgegeben Zeitintervalls von einer Woche die Analysen schriftlich nach vorgegebenen Standard vorzunehmen. Die Experten wurden durch den Entwickler der Expertensystems in zwei 3-tägigen Seminaren und zwei Follow-up Terminen geschult. Alle Experten haben im Vorfeld zur Studie bereits eine mehrmonatige Übungsphase absolviert, in der sie auch Analysen selbstständig durchgeführt haben. In dieser Übungsphase war eine Supervision der Ergebnisse und des Analyseprozesses eingebaut. Während der Studie wurden den Experten keine Hinweise über die Zwischenergebnisse erteilt. Es hat auch sonst keine Supervision stattgefunden.

Zur Analyse der Ergebnisse der Experten wurden einerseits Methoden aus der deskriptiven Statistik verwendet werden; sowohl in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Qualitativ wird auf einen Summary-Table zurückgegriffen; quantitativ kommen numerische Methoden der Zentraltendenz und Streuung zur Anwendung. Andererseits wurde die Reliabilität mittels des sogenannten „Cronbachs Alpha“ berechnet. Als Daumenregel sollte ein beliebiges biometrisches Instrument nur verwendet werden, wenn ein Wert für 0,7 oder mehr erreicht wird.

## Ergebnisse

Folgende Tabelle stellt eine Zusammenschau der wesentlichen Ergebnisse dar:

GESUNDHEITSMERKMAL	CRONBACH'S ALPHA	EXPERTENSYSTEM
biologisches Alter	0,991	Reliabilität gegeben
Anpassungsfähigkeit	0,830	Reliabilität gegeben
körperliche Belastbarkeit	0,646	Reliabilität nicht gegeben
geistige Beanspruchbarkeit	0,576	Reliabilität nicht gegeben
Regenerationsfähigkeit	0,675	Reliabilität nicht gegeben
Schlafqualität	0,721	Reliabilität gegeben

Die Zusammenschau zeigt, dass nach der gewählten Methodik dieser Studie drei der sechs Gesundheitsmerkmale (biologisches Alter, Anpassungsfähigkeit und Schlafqualität) eine ausreichende Reliabilität zeigen. Zwei der reliablen Gesundheitsmerkmale weisen einen sehr hohen Wert auf (biologisches Alter und Anpassungsfähigkeit). Zwei der als nicht reliabel eingestuften Gesundheitsmerkmale haben einen Wert der knapp an der geforderten Marke von 0,7 ist (körperliche Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit). Als kritisch aufgrund des niedrigen Cronbachs Alpha ist die geistige Beanspruchbarkeit zu sehen.

Die Hypothese, nach welcher überprüft werden sollte, ob das gegenwärtige Expertensystem zur reproduzierbaren Ableitung der Gesundheitsmerkmale tauglich ist, kann den Ergebnissen folgend nur zum Teil angenommen werden.

## Diskussion

- Die geringere Reliabilität bei den Gesundheitsmerkmalen körperliche Belastbarkeit, Regenerationsfähigkeit und geistige Beanspruchbarkeit ist vor allem auf die Tatsache zurück zu führen, dass das Expertensystem bei diesen einen besonderen Schwerpunkt auf die qualitative Beurteilungsfähigkeit der Experten legt. Der Experte ist gefordert aus einer Zusammenschau von mehreren statistisch deskriptiv dargestellten Parametern ein Urteil zu bilden. Dies bedarf Erfahrung und Talent. Im Gegensatz dazu ist vor allem das biologische Alter ausschließlich aus quantifizierten Daten berechenbar, wodurch der individuellen Beurteilung des Experten kein Spielraum bleibt.
- Insbesondere bei der Ausprägung des Gesundheitsmerkmals der geistigen Beanspruchbarkeit scheint eine interpersonelle Objektivierung schwierig.
- Die angenommenen Grundmenge von 4 Experten ist als Minimum zu sehen.
- Die Heterogenität der Experten, was ihre Stammkompetenz (Medizin, Psychologie, Sportwissenschaft) angeht, hat sicherlich Auswirkungen auf die Ausgangssituation und Beurteilung.
- Die Ausbildung zum Experten in Hinblick auf die Interpretation der HRV-Daten wurde weitestgehend parallel und mit gleichen Mitteln (Präsenzzeit, Supervision) vollzogen. Nichtsdestotrotz ist in der Intensität der Ausbildung, insbesondere der praktischen Beschäftigung mit Fällen, ein Optimierungspotential zu sehen.
- In Bezug auf eine weitere qualitätsgesicherte Operationalisierung des Expertensystems ist für die Gesundheitsmerkmale mit geringer Reliabilität verstärkt der Schwerpunkt auf eine „Einengung“ des Interpretationsspielraumes für Experten zu legen. Dies passiert einerseits durch neue Berechnungsmethoden und Darstellungsformen in der Basissoftware und andererseits durch eine intensiviertere Schulungs- und Supervisionsinitiative. Die angeführten Indikatoren werden den Ergebnissen entsprechend vereinfacht bzw. klarer dargestellt.
- Um die Fehlerquellen weiter zu reduzieren, sollen in Zukunft die Gesundheitsmerkmale mit hoher Reliabilität zunehmend automatisiert berechnet, was durch das Vorhandensein der mathematisch-statistischen Daten möglich ist.
- Neben der Reliabilität stellt vor allem das Kriterium der Validität ein wesentliches wissenschaftliches Gütekriterium dar. Zur Methode der Herzfrequenzvariabilität bestehen bereits eine Vielzahl von Validitätsstudien. Im Zentrum des weiteren wissenschaftlichen Arbeitens sollte die Validitätsüberprüfung der HRV-Parameter im Zusammenhang mit den hier auf Reliabilität überprüften Gesundheitsmerkmalen stehen.