

## Heart Rate Variability as indicator for the emotional state of a learner

Stephanie Scheibe<sup>1</sup> and Albrecht Fortenbacher<sup>2</sup>  
*University of Applied Science, Berlin, Germany*

**Abstract:** The physiologically conditioned heart rate variability (HRV) mirrors the interaction of the sympathetic and parasympathetic nervous system. HRV analysis serves to estimate the state as well as the adaptability of the autonomic nervous system (ANS) based on various physiological, mental and emotional requirements. To investigate the link between sensor data and the emotional respectively cognitive condition of learners, an emotional picture experiment measuring ECG as well as EDA sensor data and assigning them to different stimuli was conducted as part of the research project LISA. The effect of emotions on HRV has been the subject of many studies. Their results may be utilized to further explore the role of emotions in a learning context.

**Keywords:** heart rate variability; emotion recognition; sensor-based learning

---

<sup>1</sup> HTW Berlin, Fachbereich 4, 10313 Berlin, [stephanie.scheibe@student.htw-berlin.de](mailto:stephanie.scheibe@student.htw-berlin.de)

<sup>2</sup> HTW Berlin, Fachbereich 4, 10313 Berlin, [forte@htw-berlin.de](mailto:forte@htw-berlin.de)

## Heart Rate Variability als Indikator für den emotionalen Zustand eines Lernenden

Stephanie Scheibe<sup>3</sup> und Albrecht Fortenbacher<sup>4</sup>

**Abstract:** Dieser Poster-Beitrag stellt drei Studien vor, welche den Zusammenhang von Heart Rate Variability und Emotionen beschreiben. Die Ergebnisse werden im Projekt LISA verwendet, um an Hand von Sensordaten Indikatoren für Lernzustände zu erhalten und personalisiertes Lernen zu unterstützen.

**Keywords:** Heart Rate Variability; Emotionserkennung; sensorbasiertes Lernen

### 1 Einleitung

Die physiologisch bedingte Variabilität der Herzfrequenz (HRV) spiegelt das Zusammenspiel von Sympathikus und Parasympathikus wider. Die HRV-Analyse dient dazu, den Zustand und die Anpassungsfähigkeit des Autonomen Nervensystems (ANS) bei unterschiedlichen physiologischen, psychischen und emotionalen Anforderungen differenzierter abschätzen zu können. Um den Zusammenhang zwischen Sensordaten sowie dem emotionalen und kognitiven Zustand eines Lernenden zu erforschen, wurde im Forschungsprojekt *LISA*<sup>5</sup> ein *Emotional-Picture-Experiment*<sup>6</sup> durchgeführt, bei welchem ECG- und EDA-Sensordaten gemessen und Stimuli zugeordnet wurden [Yu19].

### 2 Zusammenhang von HRV und Emotionen

Zur HRV-Bestimmung werden aus einem Elektrokardiogramms *NN-Intervalle* extrahiert. Bei der Zeitbereichsanalyse werden deskriptive statistische Darstellungen aufeinanderfolgender NN-Intervalle über einen Zeitraum von 2 bis 5 Minuten betrachtet, wichtige Parameter sind SDNN und RMSSD<sup>7</sup>. Frequenzanalysen geben Aufschluss darüber, wie die Varianz (Power) einer Folge von NN-Intervallen als Funktion der Frequenz verteilt ist, daraus abgeleitete *Low Frequency* (LF) und *High Frequency* (HF) Werte eignen sich als Indikatoren für Emotionen. Ausgangspunkt für die Auswahl dreier relevanter Studien (Tab. 1) war eine Arbeit von Kreibitz [Kr10], welche 134 Studien auswertete, welche die Auswirkungen von positiven und negativen Emotionen auf das ANS untersuchten. Die drei betrachteten Studien unterscheiden sich in der Wahl der

---

<sup>3</sup> HTW Berlin, Fachbereich 4, 10313 Berlin, stephanie.scheibe@student.htw-berlin.de

<sup>4</sup> HTW Berlin, Fachbereich 4, 10313 Berlin, forte@htw-berlin.de

<sup>5</sup> <http://tel.f4.htw-berlin.de/lisa>

<sup>6</sup> International Affective Picture System, <https://csea.php.ufl.edu/index.html>

<sup>7</sup> SDNN: standard deviation of NN intervals, RMSSD: root mean square of successive differences

Stimuli, die verwendet wurden, um die jeweiligen Ziel-Emotionen zu erzeugen, sowie in den untersuchten HRV-Parametern.

Autoren	Zieleemotionen	Stimuli	HRV-Parameter			
			SDNN	RMSSD	LF	HF
Kop et al.	Glück	Happiness Recall	—	—	↑	↔
	Wut	Anger Recall/ SCWT	— / —	— / —	↔/↓	↔/↓
Ottaviani et al.	körperlicher Ekel	Audioskripte	—	↑	↔	↑
	moralischer Ekel		—	↓	↔	↓
Etzel et al.	Glück	Musikclips aus dem klassischen Genre	↔	—	—	—
	Angst		(↑)	—	—	—
	Traurigkeit		↔	—	—	—

Tab. 1: Studien zum Zusammenhang von HRV und Emotionen [Ko11] [Ot13] [Et06]

### 3 Erkennung emotionaler Zustände im Lernkontext

Die Ergebnisse der betrachteten Studien sind sehr unterschiedlich. Gründe dafür könnten die Auswahl der Stimuli, unterschiedliche individuelle Reaktionen sowie eine Vielzahl von Einflussfaktoren auf die HRV sein [Kr10]. Es herrscht jedoch weitgehende Einigkeit darüber, dass die HRV als Indikator für Emotionen geeignet ist. Vor dem Hintergrund, dass emotionale Zustände das Lernen beeinflussen [Yu19], konnten die Ergebnisse dennoch für das LISA-Experiment genutzt werden, um die Vorhersage von Emotionen aus Sensordaten zu verbessern, und damit der Bestimmung von Lernindikatoren aus Sensordaten einen Schritt näherzukommen.

#### Literaturverzeichnis

- [Et06] Etzel, J. A.; Johnsen, E. L.; Dickerson, J.; Tranel, D.; Adolphs, R.: Cardiovascular and respiratory responses during musical mood induction. *International Journal of psychophysiology*, 61/1, S. 57-69, 2006.
- [Ko11] Kop, W.J.; Synowsky, S.J.; Newell, M.E.; Schmidt, L.A.; Waldstein, S.R.; Fox, N.A.: Autonomic nervous system reactivity to positive and negative mood induction: The role of acute psychological responses and frontal electrocortical activity. *Biological psychology* 86/3, S. 230-238, 2011.
- [Kr10] Kreibitz, S. D.: Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological psychology* 84/3, S.94-421, 2010.
- [Ot13] Ottaviani C.; Mancini, F; Petroci, N; Medea, B.; Couyoumdjian, A.; Autonomic correlates of physical and moral disgust. *International Journal of psychophysiology* 89/1, S. 57-62, 2013.
- [Yu19] Yun, H; Fortenbacher, A; Helbig, R; Pinkwart, N: In Search of Learning Indicators: A Study on Sensor Data and IAPS Emotional Pictures. In: CSEDU (in press), 2019.