

**Fachhochschule Aachen**  
Campus Jülich

Fachbereich 9  
Medizintechnik und Technomathematik

---

# **Beurteilung der Signalqualität von ballistokardiographischen Signalen mittels maschinellen Lernens**

---

**Bachelorarbeit**  
im Studiengang Scientific Programming

von

**Cay Jakob Rahn**  
Matr.-Nr.: 3145495

16. Juli 2020

1. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Alexander Voß  
2. Prüfer: Dr.-Ing. Christoph Hoog Antink



# Erklärung

Diese Arbeit ist von mir selbständig angefertigt und verfasst. Es sind keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt worden.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift



# **Abstract**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Ziel der Arbeit . . . . .	1
1.3 Gliederung . . . . .	1
<b>2 Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Ballistokardiographie . . . . .	3
2.1.1 Medizinische Grundlagen . . . . .	3
2.1.2 Medizinischer und technischer Hintergrund . . . . .	3
2.1.3 Einsatzgebiet . . . . .	3
2.1.4 Signaleigenschaften . . . . .	3
2.2 Erfassung der Messdaten . . . . .	3
2.3 Maschinelles Lernen . . . . .	3
<b>3 Messdaten</b>	<b>5</b>
3.1 Erfassung der Messdaten . . . . .	5
3.2 Vorliegende Form . . . . .	5
3.3 Verarbeitung . . . . .	5
3.4 Annotation der Daten . . . . .	5
3.4.1 Möglichkeit 1 . . . . .	5
3.4.2 Anhand der geschätzten Herzraten von Elektrokardiogramm und Ballistokardiogramm . . . . .	5
<b>4 Existierende Verfahren zur Beurteilung der Signalqualität</b>	<b>7</b>
4.1 Maschinelles Lernen mittels statistischer Merkmale . . . . .	7
4.1.1 Vorgehen . . . . .	7
4.1.2 Ergebnisse im Vergleich . . . . .	7
4.1.3 Evaluation . . . . .	7
<b>5 Ergebnisse und Ausblick</b>	<b>9</b>
5.1 Ergebnisse . . . . .	9

5.2 Ausblick . . . . .	9
<b>Literatur</b>	<b>11</b>



# Abkürzungsverzeichnis

**BKG** Ballistokardiographie

**EKG** Elektrokardiographie



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Beispiel eines typischen Ballistokardiographie (BKG)-Signals mit Nomenklatur . . . . .	4
-----	--	---



# **1 Einleitung**

## **1.1 Motivation**

## **1.2 Ziel der Arbeit**

## **1.3 Gliederung**



## 2 Grundlagen

### 2.1 Ballistokardiographie

#### 2.1.1 Medizinische Grundlagen

#### 2.1.2 Medizinischer und technischer Hintergrund

#### 2.1.3 Einsatzgebiet

#### 2.1.4 Signaleigenschaften

### 2.2 Erfassung der Messdaten

### 2.3 Maschinelles Lernen

$$y = +1, \text{ falls } \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i > b$$
$$y = -1, \text{ falls } \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i < b$$

$$qSQI = \begin{cases} \text{excellent (E)} & \text{wenn alle 4 } SQI_i \geq 0,9 \\ \text{acceptable (A)} & \begin{cases} \text{wenn 3 der 4 } SQI_i \geq 0,9 \text{ oder} \\ \text{wenn alle 4 } SQI_i \geq 0,7 \text{ oder} \\ \text{wenn } \text{median}(SQI_1, SQI_2, SQI_3) \geq 0,8 \\ \text{und } SQI_1 \geq 0,5 \text{ und } SQI_4 \geq 0,7 \end{cases} \\ \text{untrustworthy (U)} & \text{sonst} \end{cases}$$

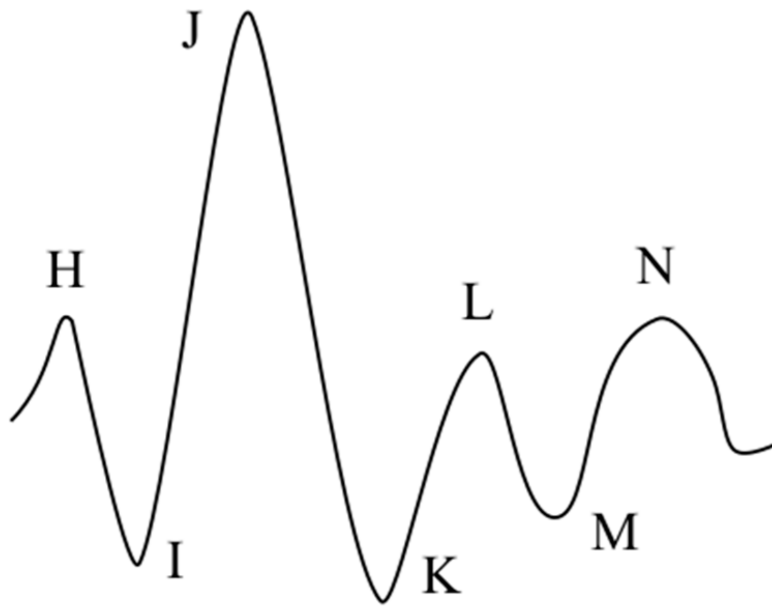


Abbildung 2.1: Beispiel eines typischen BKG-Signals mit Nomenklatur<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Entnommen aus Albukhari et al. 2019 nach Starr et al. 1939.



## **3 Messdaten**

### **3.1 Erfassung der Messdaten**

### **3.2 Vorliegende Form**

### **3.3 Verarbeitung**

### **3.4 Annotation der Daten**

Die vorliegenden Daten sind nicht annotiert. Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, die Annotation durch Expert\*innen durchführen zu lassen, weshalb auf das parallel aufgenommene Elektrokardiographie (EKG) zurückgegriffen wird.

#### **3.4.1 Möglichkeit 1**

#### **3.4.2 Anhand der geschätzten Herzraten von Elektrokardiogramm und Ballistokardiogramm**



## **4 Existierende Verfahren zur Beurteilung der Signalqualität**

- gibt einige Verfahren
- Vermutung, dass nicht hinreichend für unsere Daten aus Gründen

### **4.1 Maschinelles Lernen mittels statistischer Merkmale**

Ein Algorithmus zur Beurteilung der Signalqualität mittels maschinellen Lernens wird von Sadek et al. im Paper „Sensor data quality processing for vital signs with opportunistic ambient sensing“ beschrieben. Betrachtet werden BKG-Signale, die in einem Massagesessel aufgenommen werden.

#### **4.1.1 Vorgehen**

#### **4.1.2 Ergebnisse im Vergleich**

#### **4.1.3 Evaluation**



## **5 Ergebnisse und Ausblick**

### **5.1 Ergebnisse**

### **5.2 Ausblick**



# Literatur

- Albukhari, Almothana, Frederico Lima und Ulrich Mescheder (2019). „Bed-embedded heart and respiration rates detection by longitudinal ballistocardiography and pattern recognition“. In: *Sensors (Switzerland)* 19.6.
- Sadek, Ibrahim et al. (2016). „Sensor data quality processing for vital signs with opportunistic ambient sensing“. In: *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*. Bd. 2016-October. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., S. 2484–2487.
- Starr, Isaac et al. (1939). „Studies on the Estimation of Cardiac Output in Man, and of Abnormalities in Cardiac Function, From the Heart's Recoil and the Blood's Impacts; the Ballistocardiogram“. In: *American Journal of Physiology-Legacy Content* 127.1, S. 1–28.