



---

# Laborübung Biomedizinische Systemtechnik

# Pulsoxymetrie

FS 2021

## 1. Einführung

Die Pulsoxymetrie hat sich als kontinuierliches, nicht-invasives indirektes Messverfahren zur Standardmethode für die Überwachung des Sauerstoffgehaltes des Blutes entwickelt. Die Pulsoxymetrie wird vorwiegend im Rettungsdienst, auf Intensivstationen und in der Anästhesie eingesetzt.

Es handelt sich um ein transmissionsphotometrisches Verfahren, bei dem die Konzentration von oxygeniertem und desoxygeniertem Hämoglobin gemessen wird. Diese beiden Hämoglobinformen weisen unterschiedliche spektrale Eigenschaften auf. Zwei Leuchtdioden (rot und infrarot) leiten Licht durch einen peripheren Körperteil (Finger, Zehen, Ohrläppchen). An der gegenüberliegenden Austrittsstelle befindet sich eine Photodiode, deren Empfangssignale verstärkt und gefiltert werden. Aus der Abschwächung beider Lichtstrahlen wird anhand einer Kalibrierkurve der prozentuale Anteil des gesättigten Hämoglobins berechnet. Entscheidend ist dabei, dass das Messsystem eine Pulswelle registriert und damit den pulsatilen Anteil des Messsignals auswertet. Dadurch ist ein Pulsoxymeter in der Lage, gleichzeitig die Pulsfrequenz zu bestimmen [1].

## 2. Material und Methode

Das Pulsoxymeter Frontend ist für die Durchleuchtung eines Fingers ausgelegt. Dafür wurde eine Photodiode mit entsprechender Markierung und Schutzkappe verbaut. Es verfügt über drei Anschlussmöglichkeiten (2x BNC, 1x USB). Die USB Verbindung wird derzeit nur zur Energieversorgung genutzt. Auf den BNC Buchsen kann jeweils der DC oder AC Anteil mit einem Oszilloskop gemessen werden. Mit den beiden Tastern kann abwechselungsweise die rote bzw. infrarote LED aktiviert werden.

Zu Beginn soll der Dunkelanteil bestimmt werden. Dazu darf keine LED aktiviert sein. Es ist darauf zu Achten, dass der Finger möglichst ruhig und entspannt gehalten wird. Ausserdem sollte aufgrund der Einschwingzeiten der Filter einige Sekunden gewartet werden bevor die Messung durchgeführt wird. Anschliessend kann der Rot- und Infrarot-Anteil (AC und DC) gemessen werden. Durch die Berechnung des Quotienten  $R/IR$  und mithilfe einer pulsoxymetrischen Kalibrierkurve kann die Sauerstoffsättigung bestimmt werden.

Für die Durchführung der Laborübung werden folgende Komponenten benötigt:

- Pulsoxymeter (kommerzielles Messgerät)
- Pulsoxymeter Frontend (Laboraufbau)
- Oszilloskop
- USB und BNC Kabel



**Abbildung 1.** Laboraufbau Pulsoxymeter Frontend

### 3. Vorbereitung

- a) Studieren Sie das Dokument «Pulsoxymetrische Erfassung der Sauerstoffsättigung» und beantworten Sie folgende Fragen:
- a. Weshalb kann eine lebensgefährliche Kohlenmonoxid-Vergiftung über die Pulsoxymetrie nicht erkannt werden?  
*nur Sauerstoffsättigung wird gemessen + Puls 2 Wellenl.*
  - b. Welche Bedingung müsste ein Pulsoxymeter erfüllen, um eine Kohlenmonoxid-Vergiftung zu erkennen? *CO-Oxymeter; 4-7 versch. Wellenlängen*
  - c. Wozu schaltet man im Messzyklus eine Dunkelphase ein? Was wird damit korrigiert? *Störeinflüsse d. Umgebungseicht*
  - d. Beschreiben Sie, was funktionelle und fraktionelle Sauerstoffsättigung ist.
  - e. In welcher Größenordnung liegen die Messfehler der Pulsoxymeter und worin besteht dabei die Gefahr?
- b) Beschreiben Sie anhand des Schemas [2] die einzelnen Komponenten des Pulsoxymeter Frontend und zeichnen Sie ein Blockschaltbild.

### 4. Messung

- a) **Messen** Sie mit einem **Oszilloskop** die Ausgangsspannungen (DC und AC) des Pulsoxymeter Frontends an den vorgesehenen BNC Buchsen und bestimmen Sie anhand der normierten Messwerte und der **Kalibrierkurve nach Kramme S.487 [1]** ihre **Sauerstoffsättigung**. Ermitteln Sie dabei auch Ihren **Puls**. Achten Sie auf Bewegungsartefakte, möglichst ruhig halten!
- b) Bestimmen Sie mit einem handelsüblichen Pulsoxymeter Ihre **Sauerstoffsättigung** und **den Puls**. Treten **Differenzen** zu den Messwerten des Frontend auf?

Die Messungen sollen durchgeführt, die Messresultate ausgewertet, beurteilt und samt Messanordnung in einem Bericht dargestellt werden.

Falls die Daten den Erwartungen entsprechen: Ergebnisse notieren ansonsten den Fehler korrigieren und die Messung wiederholen.

### 4. Abgabetermin Bericht

Zu dieser Laborübung muss ein technischer Bericht erstellt werden. Der Bericht kann in gedruckter oder digitaler Form abgegeben werden.

### 5. Literaturverzeichnis

[1] Kramme R.: Medizintechnik. 2.Auflage, Berlin, Heidelberg, New York; Springer, 2002.  
ISBN3-540-41810-5

[2] Schaltplan Pulsoximeter: Analog Frontend & LED Driver

Chris

Dunkel · 10mV

Oszci

	AC	DC	Puls
IFR	926,5mV	195mV	955ms
Rot	124mV	33mV	896ms

- 8mV  
Dunkelwert

97 SPO<sub>2</sub>

55 BPM

$$\frac{3,75}{4,75} = \underline{\underline{0,79}}$$

Leon2

	AC	DC	
IFR	447.5	230 mV	675 ms
Rot	45.75	40 mV	680 ms
IFR	241.8	360 mV	765

97 sPO<sub>2</sub>

87 BPM

8.76mV