

OST Ostschweizer Fachhochschule

Biomedizinischesystemtechnik Praktikum

# Pulsoxymetrie

durchgeführt am 22. März 2021



Autoren

Leona Köck

Chris Rüttimann

25. Mai 2021

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1 Problem- und Zielvorstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Problemlösung</b>	<b>1</b>
2.1 Vorbereitung . . . . .	1
2.2 Messung . . . . .	3
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>3</b>
3.1 Proband Chris Rüttimann . . . . .	4
3.2 Proband Leona Köck . . . . .	4
<b>4 Kritik und Anregungen</b>	<b>5</b>
<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>6</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>7</b>

## 1 Problem- und Zielvorstellung

Ziel dieses Praktikums war es, die Sauerstoffsättigung des Blutes mithilfe des Pulsoxymeter Frontend zu messen. Dieselbe Messung sollte mit einem handelsüblichen Pulsoxymeter durchgeführt und verglichen werden.

## 2 Problemlösung

### 2.1 Vorbereitung

Zur Vorbereitung wurden mithilfe des Dokuments Labor Bioelektrische Technik, 2021 die folgenden Fragen beantwortet:

- a Weshalb kann eine lebensgefährliche Kohlenmonoxid-Vergiftung über die Pulsoxymetrie nicht erkannt werden?

Bei der Pulsoxymetrie wird ausgenutzt, dass beladene Hämoglobin, im Normalfall oxygeniertes Hämoglobin, bei optischen Wellenlängen einen deutlich anderen Absorptionsverlauf als desoxygeniertes Hämoglobin. Es kann aber nicht unterschieden werden, welcher Stoff tatsächlich an das Hämoglobin gebunden ist.

- b Welche Bedingung müsste ein Pulsoxymeter erfüllen, um eine Kohlenmonoxid Vergiftung zu erkennen?

Die sogenannten CO-Oxymeter messen mit vier bis sieben anstatt der sonst verwendeten zwei verschiedenen Wellenlängen und sind daher in der Lage, Bindungen mit Kohlenmonoxid von Bindungen mit Sauerstoff optisch zu unterscheiden.

- c Wozu schaltet man im Messzyklus eine Dunkelphase ein? Was wird damit korrigiert?

In der Dunkelphase werden die momentanen Störeinflüsse aus der Umgebung ermittelt um sie dann zu kompensieren.

- d Was ist die funktionelle und fraktionelle Sauerstoffsättigung?

Funktionelle Sauerstoffsättigung:

$$s_a O_2 = \frac{cO_2 Hb}{cO_2 Hb + cHb} \quad (1)$$

Fraktionelle Sauerstoffsättigung: hier werden alle Hb-Derivate gemessen, beispielsweise CO-Oxymeter

$$s_aO_2, func = \frac{cO_2Hb}{cO_2Hb + cHb + cCOHb + cMetHb + ...} \quad (2)$$

e In welcher Grössenordnung liegen die Messfehler der Pulsoxymeter und worin besteht dabei die Gefahr?

Die Hersteller geben die Genauigkeit beispielsweise mit 2% im Sättigungsbereich über 90% an. Da aber rund zwei Drittel der Messfälle zwischen 82 und 88% fallen ist mit größeren Abweichungen zu rechnen. Generell gilt zu beachten, dass es sich beim Pulsoxymeter um eine nichtinvasive Messmethode handelt, daher sollte nicht auf den Absolutwert, sondern auf die Messwertänderung geachtet werden.

Zusätzlich wurde das Blockschaltbild (Abbildung 1) mit den einzelnen Komponenten anhand des gegebenen Schaltplans (siehe Labor Bioelektrische Technik, 2020) erstellt und deren Funktion genauer untersucht.

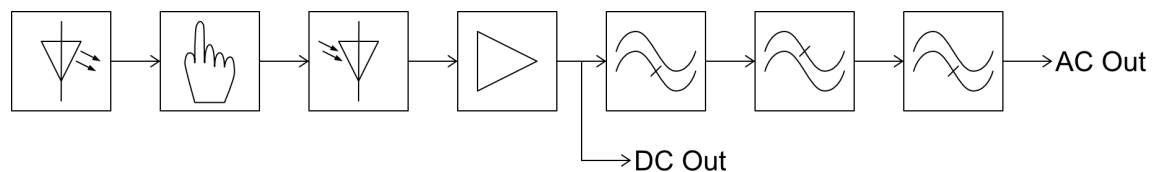


Abbildung 1: Blockschaltbild Pulsoxymeter Frontend, eigene Grafik

Das Polsoxymeter Frontend hat zwei LED's mit unterschiedlichen Wellenlängen. Diese werden über zwei Konstantstromquellen mit Strom versorgt. Sobald das Licht den Finger durchdrungen hat, wird es von einem Optischen Sensor in ein Signal umgewandelt. Im Blockschaltbild ist der Sensor durch eine Photodiode dargestellt, der Sensor selbst besteht aber aus weiteren Komponenten. Dieses Signal wird danach verstärkt und als *DC Out* ausgegeben. Dasselbe Signal läuft durch Hoch-, Tief- und wieder einen Hochpass, bevor es als AC Signal verwendet werden kann. Gemäss Schema gäbe es noch die Möglichkeit, dass Ausgangssignal des Optischen Sensors über einen Spannungsfolger direkt zu verwenden (*RAW OUT*), dies wurde jedoch in diesem Praktikum nicht benötigt.

Für den Versuch wurden folgende Materialien benötigt:

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

### 2.2 Messung

Zuerst wurde jeweils mithilfe des Oszilloskops die Ausgangsspannung AC und DC am Pulsoxymeter Frontend bestimmt. Bewegungsartefakte galt es weitgehend zu vermeiden. Anschliessend wurde noch der Dunkelwert aufgenommen um die Einflüsse der Umgebung kompensieren zu können. Mithilfe der Formeln aus Labor Bioelektrische Technik, 2021 konnte die Sauerstoffsättigung wie folgt ermittelt werden:

$$R = \frac{AC_{rot}}{DC_{rot} - Dunkelwert} \quad (3)$$

$$IR = \frac{AC_{ifr}}{DC_{ifr} - Dunkelwert} \quad (4)$$

$$SaO_2 = \frac{R}{IR} \quad (5)$$

## 3 Ergebnisse

Generell bereitete es Schwierigkeiten ein brauchbares Messergebnis zu erzeugen. Keine Bewegungsartefakte zu erzeugen war ein Ding der Unmöglichkeit, da einerseits für die Messung immer durchgehend ein Taster gedrückt werden musste, andererseits ist der Sensor für die Messung nur sehr klein und es gibt keine Ablagemöglichkeit, um den Finger für beide Messungen exakt gleich zu halten.

Ein weiteres Hindernis waren Lichteinflüsse wie Deckenbeleuchtung oder die Sonne, die trotz aller Bemühungen nicht verhindert werden konnten. Teilweise konnten diese Einflüsse mit der Dunkelspannung kompensiert werden.

### 3.1 Proband Chris Rüttimann

Tabelle 1: Messergebnisse Pulsoxymetrie Frontend Chris

Messart	AC [mV]	DC [mV]	Puls [ms]
Infrarot	926.5	195	955
Rot	124	33	896
Dunkelwert= 8mV			
$R = 4.96$			
$IR = 4.95454$			
$SaO_2 = 100.1\%$			

Tabelle 2: Messergebnisse Pulsoxymeter Chris

$SpO_2$	97%
BPM	55

Die Messung mit dem Pulsoxymeter war wie schon beschrieben sehr schwierig. Es benötigte viele Versuche um ein Ergebnis zu erhalten, das keine offensichtlichen Störgrößen enthielt. Die Berechnung der Sauerstoffsättigung ergab dann allerdings einen sehr unplausiblen Wert, da er über 100% liegt, siehe Tabelle 1. Diese Sättigung gibt eigentlich an, wie viel Prozent des gesamten Hämoglobins im Blut mit Sauerstoff beladen sind. Das können folglich nicht über 100% sein.

Die Messung mit dem handelsüblichen Pulsoxymeter erzielte ein schlüssiges Ergebnis mit einer Sauerstoffsättigung von 97%, siehe Tabelle 2.

Der Normwert für arterielles Blut liegt bei 94-97%, bei jungen, gesunden Erwachsenen ein Wert nahe 100%.

### 3.2 Proband Leona Köck

Wie auch beim ersten Proband war es hier wegen den Störeinflüssen nicht möglich, mit dem Frontend eine plausible Sauerstoffsättigung zu ermitteln. Der berechnete Wert von 210% liegt nicht im gültigen Bereich. Mit dem handelsüblichen Pulsoxymeter konnte eine glaubwürdige Sättigung von 97%, siehe Tabelle 4, ermittelt werden.

Tabelle 3: Messergebnisse Pulsoxymetrie Frontend Leona

Messart	AC [mV]	DC [mV]	Puls [ms]
Infrarot	241.8	360	765
Rot	45.75	40	680
Dunkelwert: 8.76mV			
R = 4.464			
IR = 0.6884			
$SaO_2 = 210\%$			

Tabelle 4: Messergebnisse Pulsoxymeter Leona

$SpO_2$	97 %
BPM	87

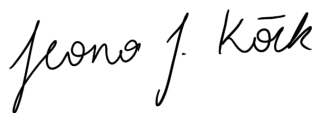
## 4 Kritik und Anregungen

Es ist sehr spannend zu sehen, wie solche medizinischen Messgeräte funktionieren und relativ simpel nachgebaut werden können.

Allerdings liefert das Pulsoxymeter Frontend keinerlei zuverlässige Messergebnisse und ist somit aus diagnostischer Sicht nicht ohne weitere Anpassungen zu brauchen.

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätigen wir, dass wir diesen Bericht selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst haben. Alle verwendeten Quellen wurden entsprechend dem APA-Standard gekennzeichnet.



---

Leona Köck



---

Chris Rüttimann



## Literatur

Labor Bioelektrische Technik. (2021). *Pulsoxymetrische Erfassung der Sauerstoffsättigung*.  
Labor Bioelektrische Technik. (2020). *Schaltplan Pulsoxymeter*.