

# Entwicklung eines Simulators für tcPCO<sub>2</sub>-Sensoren

Medizintechnik / Betreuer: Dr. Peter Schumacher

Experten: Prof. Dr. Alex Zbinden, Prof. Dr. Jürg Streit

Projektpartner: SenTec AG, 4106 Therwil

Die Prüfung von Sensoren für das transkutane Monitoring von CO<sub>2</sub> geschieht heute unter Laborbedingungen. Gemäss den gültigen Normen wird der Sensor hierfür mit trockenem oder feuchtem CO<sub>2</sub>-Gas beströmt [1]. Dieser in vitro Test bildet jedoch die Verhältnisse beim Patienten nicht ideal ab, so dass die bestehende Test-umgebung für Sensoroptimierungen und Neuentwicklungen ungeeignet ist. Es wurde daher ein Testsystem (Simulator) entwickelt, welches den physiologischen Bedingungen am Menschen möglichst nahe kommen soll. Auf Wunsch des Auftraggebers wird die Arbeit als vertraulich eingestuft.

## Einleitung

Sensoren für das transkutane Monitoring von pCO<sub>2</sub> erwärmen das lokale Gewebe auf 42 °C und messen das durch die Haut austretende CO<sub>2</sub>. Eine pH-Elektrode nach Stow-Severinghaus [2] liefert daraufhin eine Spannung, welche über einen Algorithmus in einen Partialdruck (mmHg) umgerechnet wird. Systembedingt unterliegen diese Sensoren einem Messdrift, welcher wiederum über einen Algorithmus ausgeglichen wird.

Ein Testsystem für pCO<sub>2</sub>-Sensoren muss demnach unter anderem folgende Anforderungen erfüllen:

- Regelbare Temperatur
- Regelbarer CO<sub>2</sub>-Fluss
- CO<sub>2</sub> soll feucht sein

Das Ganze soll mit einer Membran abdeckbar sein. Auf der Membran sollen die Sensoren mit demselben Zubehör wie am Menschen appliziert werden können.

Das Testsystem soll folgende Anforderungen erfüllen:

- physiologische pCO<sub>2</sub>-Werte im Bereich von 32-46mmHg [3] (vgl. Abb. 3)
- vergleichbares Heizverhalten der Sensoren (vgl. Abb. 3)
- Probanden entsprechender Messdrift

## Material und Methoden

Der Simulator (Abb. 1) besteht aus Heizung, Gasflussregler und Lab-View-Software. Die Membranhalterung (Abb. 2) besteht aus einem CNC-Frästeil und dient der Aufnahme der Membran und der Sensoren. Die Temperatur und der CO<sub>2</sub>-Fluss können präzise geregelt werden, eine Wasser-Vaporisierungseinheit befeuchtet das Gas.

Nach dem Bau wurde der Simulator anhand von Vergleichsmessungen mit 10 freiwilligen gesunden Probanden darauf geprüft, ob er den Vorgaben entspricht. Es wurden mehr-stündige Messungen sowohl an Probanden wie auch am Simulator durchgeführt. Appliziert wurden die Sensoren an Stirn, Wange, Ohr-läppchen und subclavikulär.

## Resultate

Die Resultate zeigen, dass die Sensordriftwerte zwischen allen Probanden und dem Testsystem zwar signifikant verschieden sind, sich absolut aber nur wenig unterscheiden. Wird die Applikationsstelle «Ohr-läppchen» gesondert ausgewertet, bildet das Testsystem das Driftverhalten am Menschen akkurat ab. Der Verlauf der Heizleistung der Sensoren am Testsystem entspricht dem Verlauf an allen Applikationsstellen mit guter Genauigkeit.

## Diskussion

Es wurde eine funktionsfähige Plattform entwickelt, welche weiterführende in vitro Versuche ermöglicht. Hierfür können auch die zahlreichen während dieser Arbeit gesammelten Daten dienen, indem sie für die Vorbereitung und Planung von zukünftigen Tests eingesetzt werden.



Reto Kaufmann



Christoph Spicher

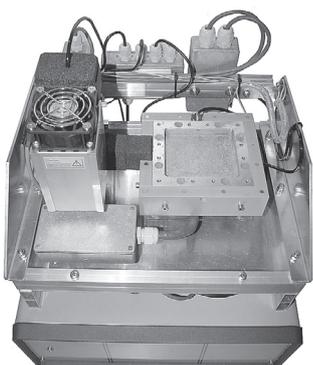


Abbildung 1: Simulator

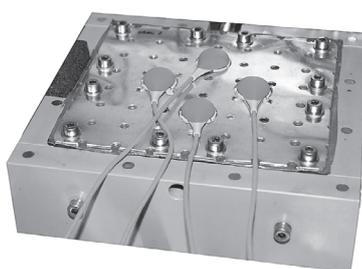


Abbildung 2: Membranhalterung

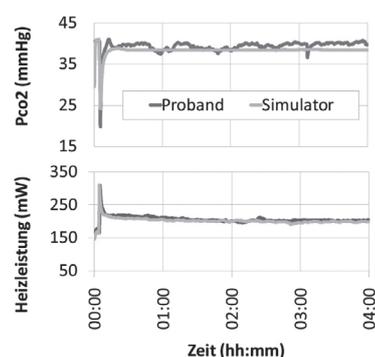


Abbildung 3: Beispielkurven der PCO<sub>2</sub>-Werte (oben) und der Heizleistung der Sensoren (unten)