

Measuring Ammonia in Blood – Development of an Optoelectronics Sensor

Die Messung von Ammoniak im Blut ist für die Diagnostik von Lebererkrankungen essenziell. Die aktuell auf dem Markt befindlichen Point-of-Care-Geräte haben nur einen engen Messbereich. Für eine genauere Analyse muss das Blut in ein Labor eingeschickt werden. Um diesen Prozess zu vereinfachen und die Analysezeit zu verkürzen, hat Versantis ein Verfahren entwickelt, welches auf dem Prinzip der Fluoreszenz mittels pH-Gradient in Polymersomen (PoSo) basiert.

Die Messung der Fluoreszenz des PoSo erfolgt bei zwei verschiedenen Wellenlängen. Die ratiometrische Fluoreszenzmessung hat sich im Labor bewährt, muss aber für den routinemässigen Einsatz in einem Point-of-Care-Gerät miniaturisiert werden. Das Hauptziel dieser Bachelorarbeit war einen Prototyp für einen optoelektrischen Sensor zu entwickeln, sowie ein Konzept für die Miniaturisierung des Geräts zu erarbeiten und wenn möglich umzusetzen.

Aufgrund der nicht fristgerecht verfügbaren PoSo-Lösung musste die Thematik angepasst werden. Als fluoreszierendes Reagens wurde Chinin verwendet, welches in Essigsäure verdünnt wurde. Dies hatte zur Folge, dass sich sowohl Anregungs- als auch Emissionswellenlänge änderten und eine ratiometrische Messung nicht mehr möglich war.

Zur Evaluation des optischen Aufbaus wurde ein Prüfstand aufgebaut. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Prototyp entwickelt. Der Sensor wurde charakterisiert und es wurde eine doppelt exponentielle Regression gefunden, um die Fluoreszenz in Abhängigkeit von der Konzentration zu beschreiben. Die ermittelte Kurve weist ein R-Quadrat von 0.99983 für den Durchschnitt der Messpunkte auf. Die Messpunkte haben eine maximale Standardabweichung von 30 ADC-Counts bei insgesamt 1250 ADC-Counts.

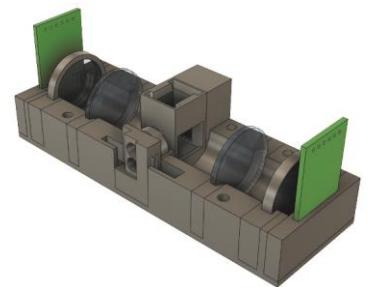
Der Prototyp wurde mit drei Bandpassfiltern ausgestattet, um die benötigten Wellenlängen zu isolieren und die nicht erwünschten zu unterdrücken. Die Fluoreszenz wird mit einer Photodiode und einem Integrations-Transimpedanz-Verstärker gemessen. Die Steuerung der Messung erfolgt mit einem auf einer Lötplatte montierten Raspberry Pi Pico.

Die Messungen haben gezeigt, dass eine Fluoreszenzmessung in einem tragbaren Gerät mit relativ günstigen Komponenten durchgeführt werden kann. Die optischen Filter sind dabei aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen die teuersten Komponenten.

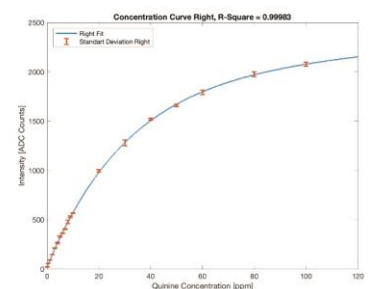


Diplomierende
Patrick Preisig
Jan Zwicky

Dozierende
Fabrizio Spano
Daniel Fehr
Mathias Bonmarin



CAD-Rendering der unteren Hälfte des Sensors. Die Linsen und Filter sind blau dargestellt, die Elektronik der Photodioden grün. Der Sensor ist symmetrisch für die ratiometrische Messung aufgebaut.



Messung der Chininkonzentration, gefittet mit einer doppelten Exponentialkurve (blaue Kurve). Die Standardabweichung wurde auf den Durchschnitt aller Messpunkte pro Verdünnung gelegt (rote vertikale Linien).