

Bachelorarbeit

Umsetzung eines Konzepts zur optischen Analyse von nicht-hämolyisiertem Blut mittels Inverse Adding-Doubling Methode

Zusammenfassung

Die Analyse von Blut ist in der klinischen Diagnostik von großer Bedeutung. In der Regel wird Blut vor der Analyse hämolysiert. Dadurch werden das Hämoglobin und andere Stoffwechselprodukte gelöst und können anschließend analysiert werden. Diese Methode ist zeit- und arbeitsaufwendig und geht mit der Zerstörung der Probe einher. Die Analyse von nicht-hämolyisiertem Blut würde daher viele Vorteile bieten. Im Rahmen der Arbeit wurde ein Konzept umgesetzt, das es erlaubt, Blut optisch zu analysieren ohne es vorher zu hämolysieren. Die Schwierigkeit in der Analyse von Blut liegt dabei in dem Streu- und Absorptionsverhalten der Erythrozyten. Dieses ist vielen Einflussfaktoren unterworfen, weshalb für die Bestimmung der optischen Eigenschaften komplexe Berechnungen notwendig sind. Realisiert werden können diese Berechnungen mit Hilfe des Inverse Adding-Doubling Algorithmus. Das Ziel der Arbeit war es, diesen in einen optischen Messaufbau zu integrieren.

Hierfür wurde eine Kalibrationssoftware entwickelt, die erforderliche Abläufe automatisiert. Die Implementierung des Algorithmus in der Kalibrationssoftware wurde mit einer Messung an Vollblut evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass der Algorithmus nur für Wellenlängen unterhalb von 600 nm konvergiert und somit ein Fehler aufgetreten sein muss. Die Literatur legt in diesem Fall nahe die Messung der ungestreuten Transmission näher zu untersuchen, da die Ergebnisse häufig fehlerhaft sind. Die Intensität der ungestreuten Transmission sollte dem Lambert-Beer'schen Gesetz folgen, wenn der Versuchsaufbau richtig konzipiert ist. Der Nachweis des Gesetzes erfolgte über die Vermessung einer Konzentrationsreihe von Allura Red gelöst in destilliertem Wasser. Die Ergebnisse der Messung bestätigten einen exponentiellen Zusammenhang zwischen Konzentration und Intensität. Um die Fehlerquelle genauer einzugrenzen wurden die Kenngrößen des IAD näher betrachtet. Diese wurden systematisch verändert, um ihren Einfluss auf die Ergebnisse des IAD zu ermitteln. Hierfür sind keine Ergebnisse aus der Literatur bekannt. Als Grundlage für die Untersuchungen wurden die Datensätze der Vollblutmessung verwendet.

Die Ergebnisse der Messung an Vollblut zeigen, dass eine Berechnung der Eingabegrößen des IAD möglich ist. Die Kalibrationsroutine liefert dafür korrekte Ergebnisse. Die erfolgreiche Anwendung des Lambert-Beer'schen Gesetz verifiziert dabei die Messwerte der ungestreuten Transmission. Auch für Blut liegt die ungestreute Transmission in einem zu erwartenden Bereich. Ein Vergleich mit den Literaturwerten zeigt, dass die Verläufe der berechneten Koeffizienten qualitativ übereinstimmend, sich quantitativ aber um eine Größenordnung unterscheiden. Der Streukoeffizient nach Roggan liegt für die Wellenlänge 450 nm bei 70 mm^{-1} während der gemessene Wert mit 7 mm^{-1} deutlich niedriger liegt. Der Literaturwert des Absorptionskoeffizienten ist mit 34 mm^{-1} doppelt so hoch wie der Messwert von 17 mm^{-1} . Das Verhältnis des Absorptionskoeffizienten gegenüber dem Literaturwert bleibt zwischen 400 nm und 600 nm gleich. Vor 400 nm ändert sich auf 1:4 und nach 600 nm auf 1:20. Die Untersuchung der Kenngrößen des IAD dagegen lieferten Ergebnisse die nicht den Erwartungen entsprachen. Während Größen wie die Wandstärke und der Strahldurchmesser überhaupt keinen Einfluss auf das Ergebnis haben, sind die Einflüsse der Brechungsindizes höher. Die Kenngröße der Brechungsindizes erzeugen ein Rauschen, das das Messsignal so überlagert, dass es nicht auswertbar ist. Die Untersuchungen der Kenngrößen haben gezeigt, dass diese möglichst genau gewählt werden sollten, da die Messfehler das Ergebnis sonst überlagern.

Die Arbeit zeigt, dass eine Berechnung der optischen Parameter mittels des Inverse Adding-Doubling Algorithmus möglich ist, allerdings der Einfluss vieler Faktoren beachtet werden muss. Viele Fehlerquellen, die durch die verwendete Soft- und Hardware bedingt sind, wurden bereits ausgeschlossen. Die Ergebnisse bilden eine gute Grundlage für weitere Untersuchungen. Diese könnten sich mit der Verwendung von Filtern beschäftigen um den Dynamikbereich der ungestreuten Transmission nach 600 nm zu verringern. Auch die Verwendung einer qualitativ hochwertigeren Küvette mit genau bekannter optischer Pfadlänge kleiner $150 \mu\text{m}$ kann zu besseren Ergebnissen führen.

Autor: Isabeau Dibbern

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Stefan Müller, M.Sc. Benjamin Redmer

Abgabedatum: 18.07.2016