

**Matthias Bastian**

**Bestimmung der Sauerstoffsättigung und des  
Hämatokrits an humanem Blut mittels  
ortsaufgelöster Streulichtmessung**

Institut für Medizinische Physik und Lasermedizin  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Campus Benjamin Franklin

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2008

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8620-0

ISSN 0948-0781

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

Das Ziel der Arbeit ist die Schaffung der physikalischen und mathematischen Grundlagen für ein optisches Verfahren zur Bestimmung der physiologischen Parameter von strömendem Blut einschließlich der Umsetzung in einen Messaufbau zum Anschluss an Blutkreisläufe außerhalb des Körpers, d.h. zum Betrieb an Herz-Lungen-Maschinen.

Die im Laufe einer Operation am offenen Thorax stattfindende Gabe von intravenösen Medikamenten, Expandern und Ersatzstoffen führt zu erheblichen Schwankungen der physiologischen Blutparameter, die eine kontinuierliche Anpassung des Betriebszustandes der Herz-Lungen-Maschine erforderlich machen. Die klinische Praxis sieht derzeit lediglich ein Online-Monitoring der Sauerstoffsättigung während des Einsatzes der Herz-Lungen-Maschine vor, wogegen darüber hinaus gehende Blutparameter im Zuge einer nasschemischen Laboruntersuchung ermittelt werden müssen. Die hierfür erforderliche Probenentnahme birgt einerseits das Risiko verfälschter Messwerte infolge Kontamination während des Transports, führt aber andererseits auch zu einem Zeitverzug von mehreren Minuten bis zum Eintreffen des Befundes – dies schließt die optimale Anpassung der Betriebsparameter der Herz-Lungen-Maschine an den aktuellen Zustand des Patienten aus; ein zeitnahes Reagieren auf unerwartete, kritische Situationen (die sich oftmals durch eine entsprechende Änderung der Blutparameter ankündigen) ist im Rahmen der gegenwärtigen klinischen Praxis in der Regel ebenfalls nicht möglich.

Aus diesem Grund ist eine über die bloße Messung der Sauerstoffsättigung hinausgehende Online-Überwachung des Blutzustandes erstrebenswert, wobei insbesondere die Konzentration der roten Blutkörperchen von Interesse ist (prinzipiell gilt diese Aussage auch für Perfusionssysteme innerhalb des Körpers wie etwa Kunstherzen, Schrittmacher und dergleichen).

Da im Zuge von Vorarbeiten am Institut für Medizinische Physik und Lasermedizin der Charité Berlin gezeigt werden konnte, dass ein enger Zusammenhang zwischen den physiologischen und den optischen Parametern humanen Blutes besteht, erweist sich die Möglichkeit, den physiologischen Zustand einer Blutprobe anhand ihres optischen Streu- und Absorptionsverhaltens zu ermitteln, als aussichtsreich.

Im Zuge der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, wie durch die Auswertung des von der Blutprobe zurückgestreuten Lichtes eine einfache und kontaktlose Messung der Sauerstoffsättigung sowie der Konzentration der roten Blutkörperchen realisiert werden kann. Es wird anhand einer Kombination aus theoretischem Kalkül und numerischer Simulation nachgewiesen, wie das Messsystem hinsichtlich seines apparativen und analytischen Aufwandes weiter vereinfacht werden kann. Die prinzipielle Tauglichkeit beider Varianten des Verfahrens wird an Blutkonzentrat und (im Rahmen klinischer Tests) an Vollblut gezeigt.