

Art der Arbeit	Bachelor- oder Masterarbeit
Arbeitskreis	Prof. Dr. Werner Mäntele
Ansprechpartner	Prof. Dr. Werner Mäntele maentele@biophysik.uni-frankfurt.de
Thema	Simulation von Lichtwegen und Absorptionsprozessen in streuenden Medien
Hintergrund	<p>Viele photometrische Verfahren zur Bestimmung von Konzentrationen, basieren auf der Näherung homogen gelöster Substanzen. Bei spektroskopischen Messungen <i>in vivo</i>, beispielsweise in der Labordiagnostik in der Medizin, sind diese Näherungen i.d.R. unzureichend, da die Absorptionsmessung aufgrund der Lichtstreuung durch eine „scheinbare Absorption“ überlagert ist. Auch bei der Turbidimetrie und der Nephelometrie kann i.d.R. nur mit Näherungen gearbeitet werden.</p> <p>Wir nutzen Lichtstreuverfahren beispielsweise in der medizinischen Analytik zur Bestimmung von Heparinkonzentrationen im Blut oder Blutplasma. Für andere Verfahren, beispielsweise der nichtinvasiven Messung der absoluten Hämoglobinkonzentration oder der nichtinvasiven Blutzuckerbestimmung mittels Photoakustik, stellt Lichtstreuung eine Verfälschung der optischen Wegstrecke dar, die ggf. Korrekturen erforderlich macht.</p>
Ziele	<p>Ziel des Projekts ist eine Monte-Carlo Simulation von Lichtwegen in streuenden Medien, beispielsweise in Suspensionen von nanoskaligen Systemen oder in Geweben. Dazu soll der in die Probe fallende Lichtstrahl als eine große Zahl von Photonen ($10^6 - 10^8$) Photonen simuliert werden. Für jedes Photon wird der Pfad durch die Probe als „<i>random walk</i>“ berechnet, wobei die freie Weglänge der Photonen bis zum nächsten Streuprozess durch die Turbidität der Probe in Form einer Wahrscheinlichkeits-Verteilung bestimmt wird. Die Wahrscheinlichkeit für die Richtung, in der die Photonen dann gestreut werden, ist durch den Streuquerschnitt der streuenden Partikel bestimmt. Nach erfolgter Streuung bewegen sich die Photonen dann wieder mit einer bestimmten Weglänge (bestimmt durch die Verteilungsfunktion der Weglänge) weiter und werden wieder gestreut, bis die Photonen die Probe verlassen haben. Dabei wird der Streuwinkel, die Polarisation und die Anzahl der Streuprozesse mit aufgezeichnet.</p> <p>Mit dieser Methode soll der Anteil real absorbierten Lichts bei der Photoakustik oder der Anteils der Mehrfachstreuung bei Lichtstreuexperimenten abgeschätzt werden, so daß diese Methoden quantitativ eingesetzt werden können.</p>
Gesamtprojekt	Das Projekt ist in die Projekte zur Analytik nanoskaliger Systeme eingebunden. Im Rahmen dieser Projekte werden spektroskopische Methoden (Absorption, Lichtstreuung, Photoakustik) als Basis für medizinische Diagnostikmethoden verwendet.
Arbeitsplan	Zunächst soll eine Übersicht über verfügbare Programme zur Simulation erfolgen. Die Möglichkeit der Programmierung der Monte-Carlo Simulation in Mathematik-Programmpaketen soll geprüft und ggf. umgesetzt werden. Danach soll in enger Anlehnung an experimentelle Daten für streuende Partikel im Größenbereich von 50- 150 nm eine Simulation der Lichtstreuung (Einfach- und Mehrfachstreuung erfolgen, wobei als Parameter die Partikeldichte und –Größe variiert werden soll. Für die Validierung der Simulationen sollen ggf. Lichtstremessungen mit Latexpartikeln durchgeführt werden. Nach diesen Arbeiten soll ein Hautmodell aus mehreren Schichten mit unterschiedlicher Textur (i.e. Strukturgröße) und unterschiedlicher Brechzahl aufgestellt werden, das die Modellierung von Lichtwegen und Absorptions- bzw. Streuprozessen in der Haut ermöglicht.

2

Projektplanung: 3 Monate (Einarbeitung, Literaturrecherche)

Zeitplan

Bachelorarbeit: 3 Monate; Masterarbeit: 6 Monate

Durchführung von Simulationen der Lichtstreuung in Abhängigkeit von der Dichte und Größe suspendierter Partikel sowie Simulationen an Modellstrukturen für die Haut.

Keywords

Lichtstreuung, Gewebe, optische Spektroskopie, diffuse Reflexion

Beginn

WS 2011/2012

Arbeitsgebiete

80 % Theorie und Simulation

20 % Optik und Photometrie