

Art der Arbeit	Bachelorarbeit
Arbeitskreis	Prof. Dr. Werner Mäntele
Ansprechpartner	Miguel Pleitez pleitez@biophysik.uni-frankfurt.de
Thema	Entwicklung und Erprobung einer photoakustischen Meßzelle für die Glucosemessung im mittleren IR
Hintergrund	<p>Derzeit wird weltweit intensiv an Verfahren für die nichtinvasive Blutglucosemessung gearbeitet, die den Diabetikern die mehrmals täglich notwendige Prozedur des Stechens und der Messung an einem Blutstropfen ersparen soll. Neben Impedanzmessungen der Haut, semi-invasiven Messungen mit Sonden unter der Haut und der optischen Kohärenztomographie in den obersten Hautschichten ist die Spektroskopie im mittleren Infrarot aufgrund der hohen Spezifität möglicherweise die aussichtsreichste Methode. Aufgrund der geringen IR-Durchlässigkeit der Haut muss entweder mit Reflexionsverfahren oder mit photoakustischer Detektion gearbeitet werden. Als Lichtquellen für das mittlere Infrarot (Glucose hat eine charakterischen IR-Fingerabdruck bei ca. 8-10 μm) kommen Quantenkaskadenlaser (QCL) bei festen Frequenzen oder mittels externem Resonator abstimmbare in Frage.</p>
Ziele	<p>Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer photoakustischen Meßzelle für die Detektion der Infrarotabsorption in der Haut. Die Zelle soll als zylindrische Resonanzzelle (Helmholtzzelle) konzipiert werden, mit einer Resonanzfrequenz zwischen 30 und 50 kHz. Auf der einen Seite der Zelle soll der gepulste IR-Strahl durch ein Fenster eintreten; die andere Seite soll in Kontakt mit der Haut sein, so daß der IR-Laserstrahl auf der Haut fokussiert werden kann. Das in der Haut erzeugte photoakustische Signal koppelt dann in das Gasvolumen in der Zelle. Im Maximum der stehenden Welle soll eine Detektion durch ein Miniatur-Mikrophon erfolgen. Zur Detektion soll ein Vorverstärker entwickelt und gebaut werden.</p> <p>Diese Zelle soll in einem Testaufbau mit einem abstimmbaren QCL in Bezug auf Resonanzfrequenz, Empfindlichkeit und erzielbarem Signal-Rausch-Verhältnis charakterisiert werden. Zusätzlich sollen Testmessungen mit Hautphantomen (Gelatinefilmen mit festem Wassergehalt und unterschiedlichem Glucosegehalt) durchgeführt werden. Dabei soll diese photoakustische Gas-Messzelle mit alternativen Meßzellen, die mit piezoelektrischen Transducern arbeiten, verglichen werden.</p>
Gesamtprojekt	<p>Das Bachelorprojekt ist in Forschungsprojekte zur biomedizinischen und bioanalytischen Infrarotspektroskopie eingebettet. In diesem Forschungsprojekt werden spektroskopische Methoden zur invasiven und nichtinvasiven Untersuchung von Körperflüssigkeiten (Blut, Urin, Dialysat,...) entwickelt. Der Arbeitskreis verfügt über mehrere FT-IR-Spektrometer sowie über Quantenkaskadenlaser bei festen Infrarotwellenlängen. Im vorliegenden Projekt soll ein neuer, mittels externem Resonator abstimmbare gepulster Quantenkaskadenlaser (8-12 μm), der am Jahresanfang 2011 beschafft werden konnte, eingesetzt werden.</p>
Arbeitsplan	<ul style="list-style-type: none"> - Planung und Bau der Meßzelle in Zusammenarbeit mit der Mech.- Werkstatt - Planung und Bau eines FET-Vorverstärkers in Zusammenarbeit mit der El.-Werkstatt - Aufbau und Justierung eines optischen Aufbaus für die Testmessungen - Messung von Frequenzabhängigkeit, photoakustischen Signalen und Signal-Rausch-Verhältnis - Testmessungen an Glucosephantomen

2

Projektplanung: 05/2011 – 06/2011 (Einarbeitung, Literaturrecherche)

Zeitplan

Bachelorarbeit: 07/2011- 09/2011 (Entwicklung und Bau der Zelle, Messungen zur Empfindlichkeit und zum Signal/Rausch-Verhältnis, Test der Zelle mit Glucosephantom)

Keywords

Optik, Molekülspektroskopie, Infrarotspektroskopie, Photoakustik, Quantenkaskadenlaser

Beginn

Juli 2011

Arbeitsgebiete

40 % Optik

40 % spektroskopische Messungen

20 % Theorie und Auswertung