



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



**Program: Biomedical Engineering**

## **Master's Thesis**

**Title:**

**Evaluation and optimization of fast N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> concentration measurements via novel mini-spectrometer**

**Summary:**

In the modern world medicine without anaesthesia is inconceivable. Especially important for accurate dosing in general anaesthesia using anaesthetic gases is the analysis of the breath of anaesthetized patients. Next to precise gas concentration values an important parameter for today's measurement devices is the time resolution, especially of CO<sub>2</sub> concentration measurements. In order to successfully resolve the average breathing rate of an adult, a measurement rate of at least 5 Hz must be guaranteed. In recent years a new type of mini-spectrometer has been developed within a BMBF project with involvement of the company Dräger. The main advantage of such mini-spectrometer compared to other spectrometers are the lower production costs, the smaller structural shape and the possibility of a faster recording of transmission spectra. Main components of this mini-spectrometer are an electrically continuously tuneable MEMS based Fabry-Pérot filter in combination with an IR-detector. The concentration measurement is then realized by recording the amount of absorption of IR radiation within the spectral range that is characteristic for medical gases. The relevant absorption bands of the gases CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O, which are important for anaesthesia, are in the range of 3 to 5 µm. In this master thesis new software parameters will be determined under which selected filter-detector combinations are tested. Moreover a new measurement method is going to be applied. For a comprehensive evaluation, several questions will be taken into account as base for the testing and comparison of four different mini-spectrometers. Those mini-spectrometers are chosen in such a way that a general reflection of the currently available combinations of FPIs and detectors is possible. Thus, this evaluation shall provide an overview of the current state-of-the-art and indicate problems for further optimizations.

Author: Carolina Lutterbeck (B.Eng.)

Date of completion: 31.07.2014



### **Kurzfassung:**

Die Anästhesie ist in der Medizin heutzutage nicht mehr wegzudenken. Besonders wichtig für eine genaue Dosierung bei der Vollnarkose mittels Anästhesiegasen ist dabei die Analyse der Atemluft des narkotisierten Patienten. Neben möglichst präzisen Gaskonzentrationswerten ist ein wichtiger Parameter für heutige Messgeräte die Schnelligkeit, mit der Konzentrationsmessungen, insbesondere von CO<sub>2</sub>, realisiert werden können. Um die durchschnittliche Atemfrequenz eines erwachsenen Menschen zufriedenstellend auflösen zu können, muss eine Messgeschwindigkeit von mindestens 5 Hz gewährleistet sein. In den letzten Jahren wurde im Rahmen eines BMBF-Projektes unter Beteiligung der Firma Dräger ein neuartiges IR-Mini-Spektrometer entwickelt. Die Hauptvorteile im Vergleich zu anderen Spektrometern sind vor allem die potentiell geringeren Fertigungskosten, die kleine Bauform und die Möglichkeit einer schnellen Spektren-Aufnahme. Kernkomponenten dieses Mini-Spektrometers sind ein elektrisch kontinuierlich durchstimmbares, MEMS basiertes Fabry-Pérot-Filter in Kombination mit einem IR-Detektor. Die Konzentrationsmessung erfolgt hierbei durch die Erfassung der Strahlungsabsorption in den für die medizinischen Gase charakteristischen Spektralbereichen. Die relevanten Absorptionsbanden der für die Anästhesie wichtigen Gase CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O befinden sich zwischen 3 und 5 µm. In dieser Master-Arbeit werden neue Software-Parameter bestimmt, unter denen ausgewählte Filter-Detektor Kombinationen getestet werden. Zudem wird zusätzlich eine neue Mess-Methode angewandt. Für eine umfassende Evaluierung werden für das Testen und den Vergleich von vier unterschiedlichen Mini-Spektrometern einige Fragestellungen zu Grunde gelegt. Die Mini-Spektrometer werden dabei so gewählt, dass derzeit vorhandene Kombinationen von FPIs und Detektoren im Allgemeinen wiedergespiegelt werden können. Diese Evaluierung soll also einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik geben und Problematiken für weitere Optimierungen aufzeigen.

Author: Carolina Lutterbeck (B.Eng.)

Date of completion: 31.07.2014