

Demonstrator für Wellenlängen-Modulationsspektroskopie

Studenten



Nicola Fehr



Luca Walser

Einleitung: Die Studienarbeit H₂O-Messung via Wellenlängen-Modulationsspektroskopie oder kurz WMS beschreibt die Realisation eines Demonstrators, welcher die Konzentration von H₂O in Gasen bestimmen kann. Zur Umsetzung wäre ein DM-Laser notwendig, welcher im nahen Infrarotbereich bei ca. 1.39 μ m Licht aussendet. Zu diesem Laser muss eine passende elektronische Ansteuerung entwickelt werden, welche sowohl den Laser selbst als auch die Temperatur des Lasers regelt. Dies, damit die gewünschte Wellenlänge getroffen werden kann. Das ausgesendete Licht wird durch den Raum geschickt, in welchem sich die zu messende Luft befindet. Dieses Licht wird von einer Photodiode detektiert und in ein elektrisches Signal umgewandelt, welches weiterverarbeitet werden kann.

Vorgehen: In dieser Studienarbeit wird die Entwicklung und Evaluation des Sendepfades eines optoelektronischen Messsystems zur Bestimmung des Wasserdampfgehalts in einem Gasgemisch untersucht. Zu Beginn erfolgt eine detaillierte Evaluation geeigneter Laserquellen, wobei der Schwerpunkt auf einer Laserdiode mit einer Emissionswellenlänge von 1,39 μ m liegt, die für die selektive Absorption von H₂O geeignet ist. Ergänzend dazu wird eine Photodiode für denselben Wellenlängenbereich evaluiert. Die bereitgestellte bestehende Hardware wird analysiert und hinsichtlich ihres elektrischen Aufbaus, der Laseransteuerung sowie der Signalführung im Sendepfad bewertet. Aufbauend auf dieser Analyse wird eine neue, verbesserte Hardware für den Sendepfad entwickelt, die sich an der bestehenden Systemarchitektur orientiert. Nach Abschluss der Entwicklung wird die neue Hardware einer umfassenden Systemverifikation unterzogen, um die Funktionsfähigkeit sicherzustellen und eine Beschädigung der sensiblen optischen Komponenten auszuschließen. Abschließend wird der entwickelte Demonstrator unter Einsatz eines Lasers sowie eines Empfangsmoduls getestet. Die Auswertung des gesendeten Lichts erfolgt mittels eines Photodiodenmoduls, welches das einfallende Licht mithilfe eines Transimpedanzverstärkers in eine elektrische Spannung umwandelt.

Ergebnis: Im Rahmen dieser Studienarbeit wurde eine neue Hardware für den Sendepfad des optoelektronischen Messsystems erfolgreich entwickelt und realisiert. Der entwickelte Laserstrompfad umfasst einen gepufferten Signaleingang, einen Offsetaddierer sowie einen präzisen Stromregler, wodurch eine stabile und reproduzierbare Ansteuerung der Laserdiode gewährleistet wird. Durch diese Struktur können sowohl konstante als auch modulierte Laserstromprofile zuverlässig erzeugt werden. Zusätzlich wurde eine Temperaturregelung für die

Laserdiode implementiert, welche sowohl in analoger als auch in digitaler Ausführung realisiert ist. Die analoge Temperaturregelung ermöglicht einen einfachen Betrieb mit ausschließlicher Heiz- oder Kühlfunktion, während die digitale Regelung eine automatische Umschaltung zwischen Heiz- und Kühlbetrieb erlaubt.

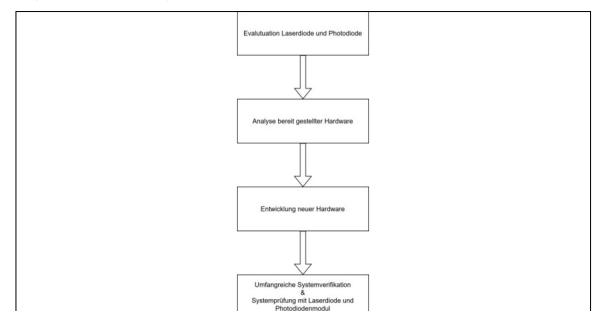
Die Steuerung und Überwachung der entwickelten Hardware erfolgt über einen ESP32-Mikrocontroller, welcher die erforderlichen Regel- und Steuersignale bereitstellt und eine anwendungsorientierte Parametrierung des Systems ermöglicht. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass die entwickelte Hardware die funktionalen Anforderungen erfüllt und eine

1.39 μ m Lichtwellenlänge Laserdiode von Eblana Photonics
<https://eblanaphotonics.com/products/1392-dm>



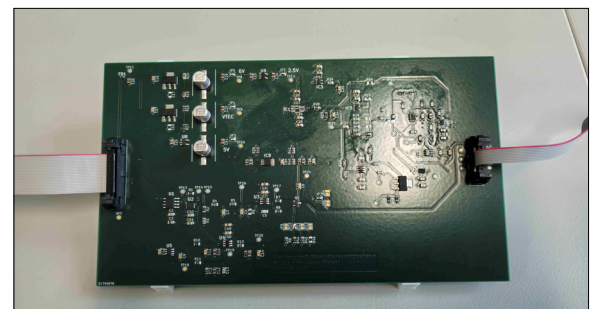
Flowchart des Vorgehens

Eigene Darstellung



In der Studienarbeit produziertes PCB

Eigene Darstellung



Referent
Prof. Guido Keel

Themengebiet
Sensorik

Projektpartner
IMES Institut für Mikroelektronik, Embedded Systems und Sensorik, OST - Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil, SG