

Optisches Sauerstoff-Messgerät mit FPGA

Die Messung des Sauerstoffgehalts sowohl von flüssiger als auch von gasförmiger Materie ist in vielen Bereichen, wie der Lebensmittelherstellung, Pharmazie oder Ökologie von grosser Bedeutung. Dafür werden zuverlässige, präzise und kostengünstige Sauerstoffmessgeräte benötigt. Ein Sensor auf optischer Basis eignet sich besonders gut, um Sauerstoff universell in gasförmigen, als auch flüssigen Stoffen zu messen. Die Ausgangslage dieser Arbeit war ein Prototyp eines optischen Sauerstoffsensors auf Basis eines PtTFPP-Luminophors, dessen Signalverarbeitung auf einem FPGA realisiert wurde.

Auf dieser Grundlage wurde nun der Sauerstoffsensor mit Fokus auf Kostensenkung und Miniaturisierung weiterentwickelt. Dabei entstanden sowohl neue Anforderungen an die elektronischen und digitalen Filter und Verstärker, aber auch an den VHDL-Code. Die Miniaturisierung und massive Kostensenkung wurde unter anderem dadurch ermöglicht, dass die teuren optischen Filter komplett weggelassen wurden und ein neuer Ansatz gewählt wurde, das Luminophor anzuregen. Statt wie zuvor das Luminophor frontal anzuregen, nutzten wir die Reflexion des Glases vor dem Luminophor aus und platzierten die LEDs um 120° versetzt rund um das Luminophor. Im Weiteren wurde das Luminophor mit gepulstem Licht angeregt und anstatt die Phasenverschiebung über die sinusoidale Anregung des Luminophors zu messen, wurde die Abfallkurve des mit einer Fotodiode gemessenen Lichts mit einem Sinus gefaltet. Dadurch entsteht wiederum eine Phasenverschiebung, welche mit einem Lock-in Verstärker gemessen werden kann. Die maximal messbare Phasenverschiebung des Endprodukts beträgt zwischen Luft und Stickstoff 3° . Obschon das Quenching des Luminophors erwiesenermassen Temperaturabhängigkeit aufweist, kann durch die geringe Phasenverschiebung nicht klar zwischen Temperaturen unterschieden werden.

Das Endprodukt dieser Arbeit ist deutlich kleiner und kostengünstiger, aber unpräziser als das Endprodukt der Vorgängerarbeit. Der Sensor misst 2.5 cm im Durchmesser und 1.5 cm in der Höhe. Die Kosten konnten im Vergleich zur letztjährigen Bachelorarbeit aber deutlich verringert werden, da keinerlei optische Filter verwendet wurden. Die Präzision des Sensors würde sich mit einem besser ausgelegten Verstärkerteil deutlich verbessern, da so das hohe Rauschen verringert würde und dadurch die Mittelung der Messwerte verkleinert werden oder sogar wegfallen könnte.

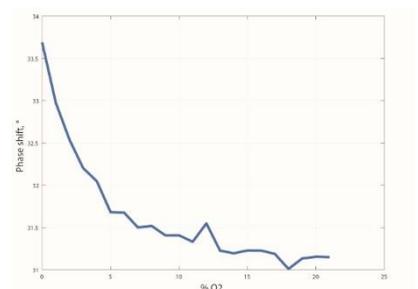


Diplomierende
Levin Angst
Marcel Hermann Wegmann

Dozierende
Matthias Rosenthal
Francesca Venturini



Sauerstoffsensor auf Verstärkerbox



Phasenverschiebung im Bezug auf die Sauerstoffkonzentration