

# Optischer Füllstandssensor

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer\*in: Dr. Rainer Kling

Experte: Daniel Rutz

Industriepartner: Helbling Technik AG, Liebefeld

Die Helbling Technik AG ist unter anderem in der Entwicklung innovativer Lösungen im Bereich der Gastronomie- und Haushaltsgeräte tätig. In diesem Kontext besteht ein ausgeprägtes Bedürfnis nach einem kosteneffizienten, zuverlässigen und vielseitig einsetzbaren Sensor zur Detektion von Flüssigkeitsfüllständen. Im Rahmen eines Entwicklungsprojekts soll nun ein alternativer Ansatz untersucht und realisiert werden, der auf dem physikalischen Prinzip der Totalreflexion basiert.

## Ausgangslage

In einer ersten Technologieabklärungsphase wurde das optische Funktionsprinzip der Totalreflexion bereits validiert. Die darauffolgende Projektarbeit, durchgeführt in Zusammenarbeit mit der Helbling Technik Bern AG, legte den Fokus auf die Geometrieoptimierung sowie Integration in einen ersten Prototyp. Die binären Zustände „voll“ und „leer“ konnten unter Laborbedingungen mit verschiedenen Medien zuverlässig erkannt werden, wodurch die Grundlage für die Weiterentwicklung im Zuge der Thesis geschaffen wurde.

## Ziel

Im Rahmen der Thesis wird der lichtbasierter Flüssigkeitsstandsensoren systematisch weiterentwickelt und optimiert. Ziel ist die Realisierung eines funktionsfähigen Prototyps, der nicht nur durch technische Präzision überzeugt, sondern auch hinsichtlich Integration, Umwelteinflüssen und Toleranzen validiert ist. Der Schwerpunkt liegt nun auf der detaillierten Charakterisierung des Sensors sowie der Erstellung technischer Dokumente zur industriellen Integration. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für eine robuste, skalierbare Anwendung in komplexen Systemumgebungen und eine weiterführende FMEA.

## Vorgehen

Die Methodik dieser Arbeit gliedert sich in mehrere Phasen: Zu Beginn steht eine umfassende Problemanalyse, bei der auf Vorarbeiten aufgebaut und systemrelevante Einflussfaktoren identifiziert werden. Diese bilden die Grundlage für einen strukturierten Testplan sowie die Definition der Anforderungen an den Prototyp. Anschliessend wird das CAD-Modell überarbeitet, das Testsetup aufgebaut und empirische Tests durchgeführt. Die Ergebnisse fliessen in ein technisches Factsheet mit Integrationsrichtlinie ein. Die angewandten Methoden kombinieren konzeptionelle Ansätze mit CAD-gestützten Simulationen, optischen Simulationen und empirischer Datenerhebung zur Bewertung der Systemrobustheit.

## Ergebnisse

Der Sensor erweist sich als äusserst robust gegenüber diversen Umwelteinflüssen. Faktoren wie Biofilm, Kondensation und äussere Oberflächenverschmutzungen führen zu keiner relevanten Beeinträchtigung des Systems. Lediglich Kalkbildung kann die Funktionsfähigkeit ab einem bestimmten Grad beeinflussen. Die Toleranzgrenze ist aber zu vergleichbaren Systemen hoch. Die grösste Herausforderung liegt in der Integration selbst, insbesondere in der Serienfertigung sind Toleranzketten, Ausrichtungsfehler und Positionierung zu berücksichtigen.

Insgesamt erweist sich der Sensor als äusserst widerstandsfähig, kosteneffizient und skalierbar. Die Lösung bietet damit eine vielversprechende Alternative für eine Vielzahl potenzieller Anwendungsbereiche.



Andrea Baumann

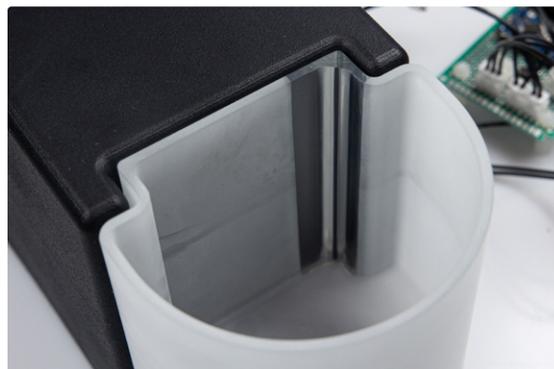


Abb. 1: Prototyp optischer Füllstandssensor