

Selbstbau-Photometer für Wissenschaft und Forschung

Ulrich Scheffler, Stefanie Kaul, Olaf Elsholz, Gesine Cornelissen

Ein preiswertes Mikrocontroller-Board, ein Lichtsensor und eine LED als Lichtquelle - das sind die Zutaten für das selbstbaubare mobile Photometer der HAW Hamburg. Ein 3D Drucker fertigt das Gehäuse, die Elektronikkomponenten bedürfen einiger einfacher Lötarbeiten - die auch ungeübten Wissenschaftlern gelingen - und auch das Einspielen der benötigten Software ist mit wenigen Mausklicks erledigt. Dieses Photometer ist der ursprünglichen Intension mit einem spannenden High-Tech-Projekt Schüler und Schülerinnen für MINT Themen zu begeistern, entwachsen und konnte auch in Regelpraktika von Hochschulen einziehen sowie in biotechnologischen Forschungslaboren sein Einsatzgebiet finden.

Konzept

Im Wissenschaftsbetrieb werden üblicherweise Spektral-Photometer eingesetzt. Die überwiegende Anzahl der durchgeführten Laboruntersuchungen macht jedoch von dieser spektralen Messmöglichkeit keinen Gebrauch, weil etablierte Methoden, die die Messung bei einer dedizierten Wellenlänge vorsehen, angewendet werden. Ist bei einer Messung nicht mit sehr nah beieinander liegenden Absorptionsmaxima zu rechnen, ist der Einsatz einer schmalbandigen Messung nicht nötig. Diese Randbedingung erlaubt den Einsatz von LEDs mit einer typischen Wellenlängenbandbreite von bis zu +/- 50 nm um ihr Intensitätsmaximum herum. Die sonst benötigte optische Baugruppe – der sogenannte Monochromator – ein erheblicher Kostenfaktor – entfällt in diesem Fall. Durch Auswahl der „Farbe“ der LED wird eine für die Messaufgabe geeignete Wellenlänge gewählt. Die aktuelle Variante des Photometers nutzt dreifarbige LEDs, um Messungen bei drei Wellenlängen nacheinander durchführen zu können. Die Erfassung der Lichtintensität kann dann durch einen breitbandigen Lichtsensor erfolgen.

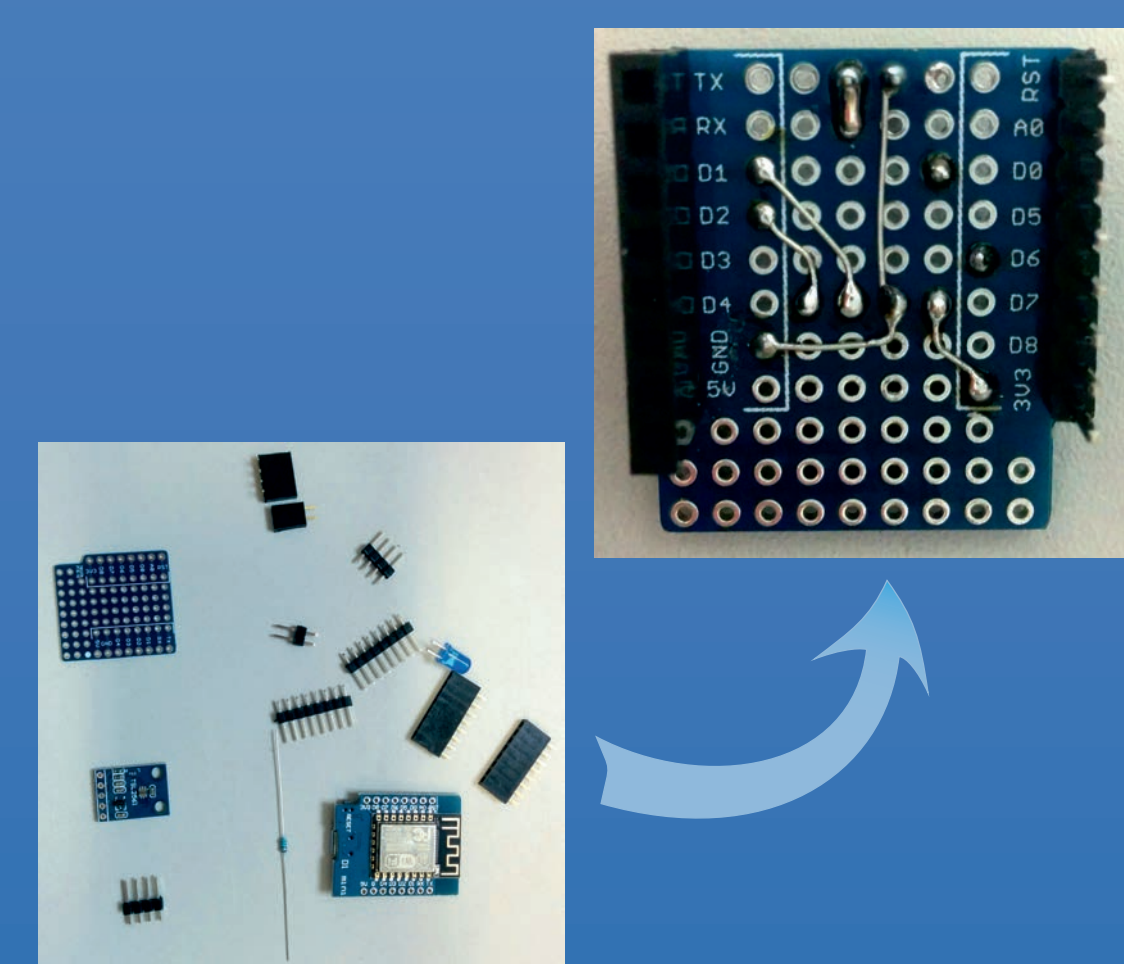


Abb. 1: Photometer Montage

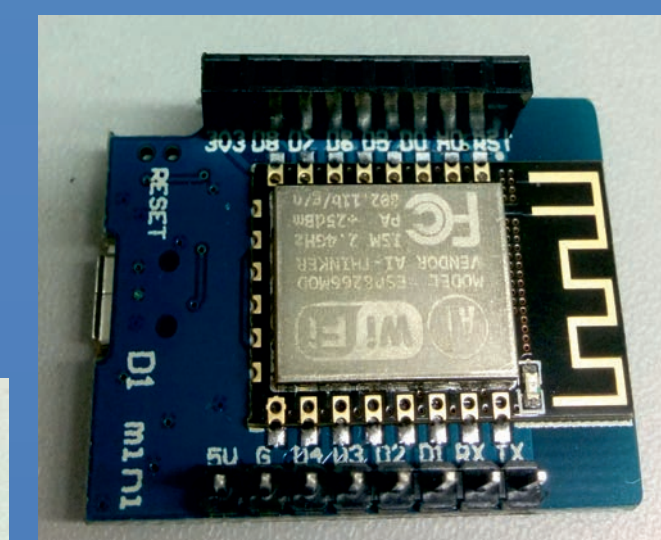
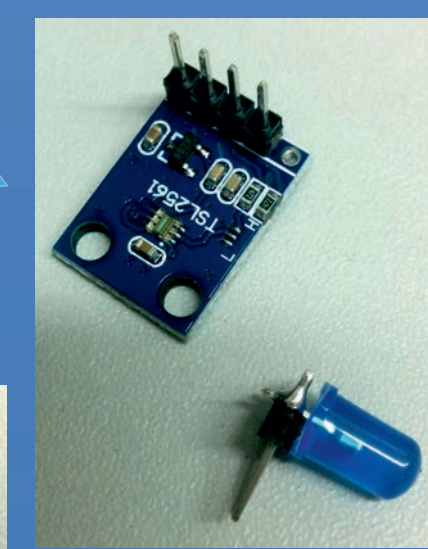
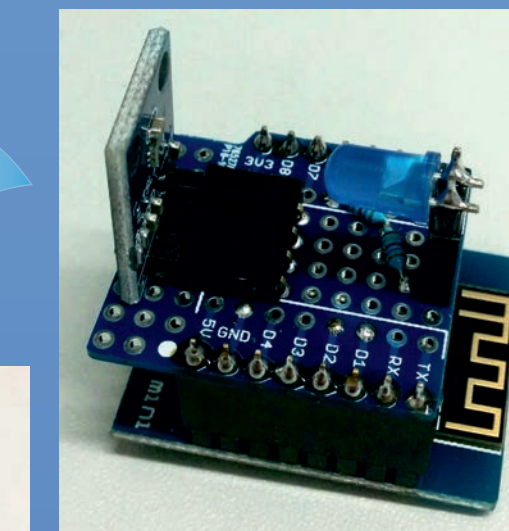
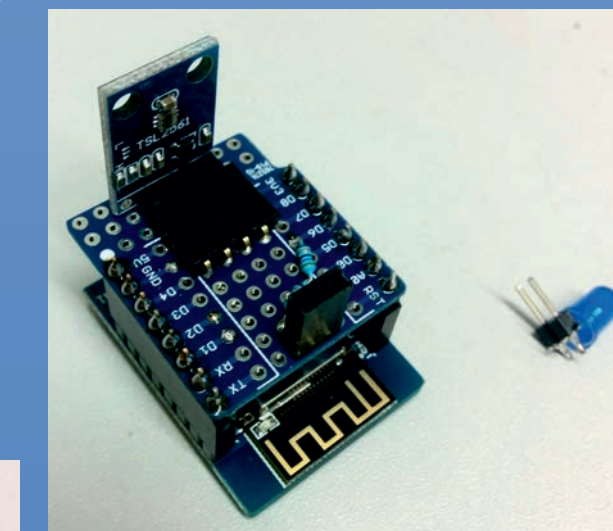
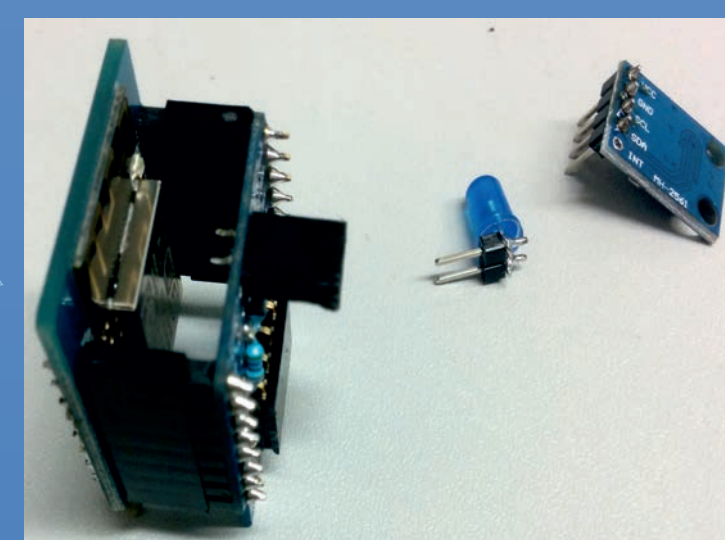


Abb. 2: Das Photometer im Laboreinsatz



Die

Steuerung der LED und die Auswertung der Daten des Lichtsensors übernimmt ein Mikrocontroller. Die eingebaute Software bietet eine einfache Vorverarbeitung der Messwerte an, um die für viele Messaufgaben benötigte Extinktion zur Verfügung zu stellen. Die ursprünglich anvisierte Zielgruppe (Schüler, Schülerinnen und Studierende) ist sehr Handy affin. Daher wurde das Benutzerinterface als Webanwendung konzipiert. Der Mikrocontroller baut ein eigenes WIFI Netz auf und stellt eine Webseite zur Verfügung über die das Gerät bedient und das Messergebnis abgerufen werden kann. Dieser Ansatz erlaubt den Einsatz eines Handys, Tablets oder Notebooks mit Webbrowser als Benutzerinterface.

Bauteilkosten

- Elektronik:
 - Direktimport aus China: 4€
 - Aus Deutschland (mit Rechnung): 16€
- Powerbank mit USB Kabel: ab 4€
- Gehäuse: 0,40 € bei eigenem 3D Druck

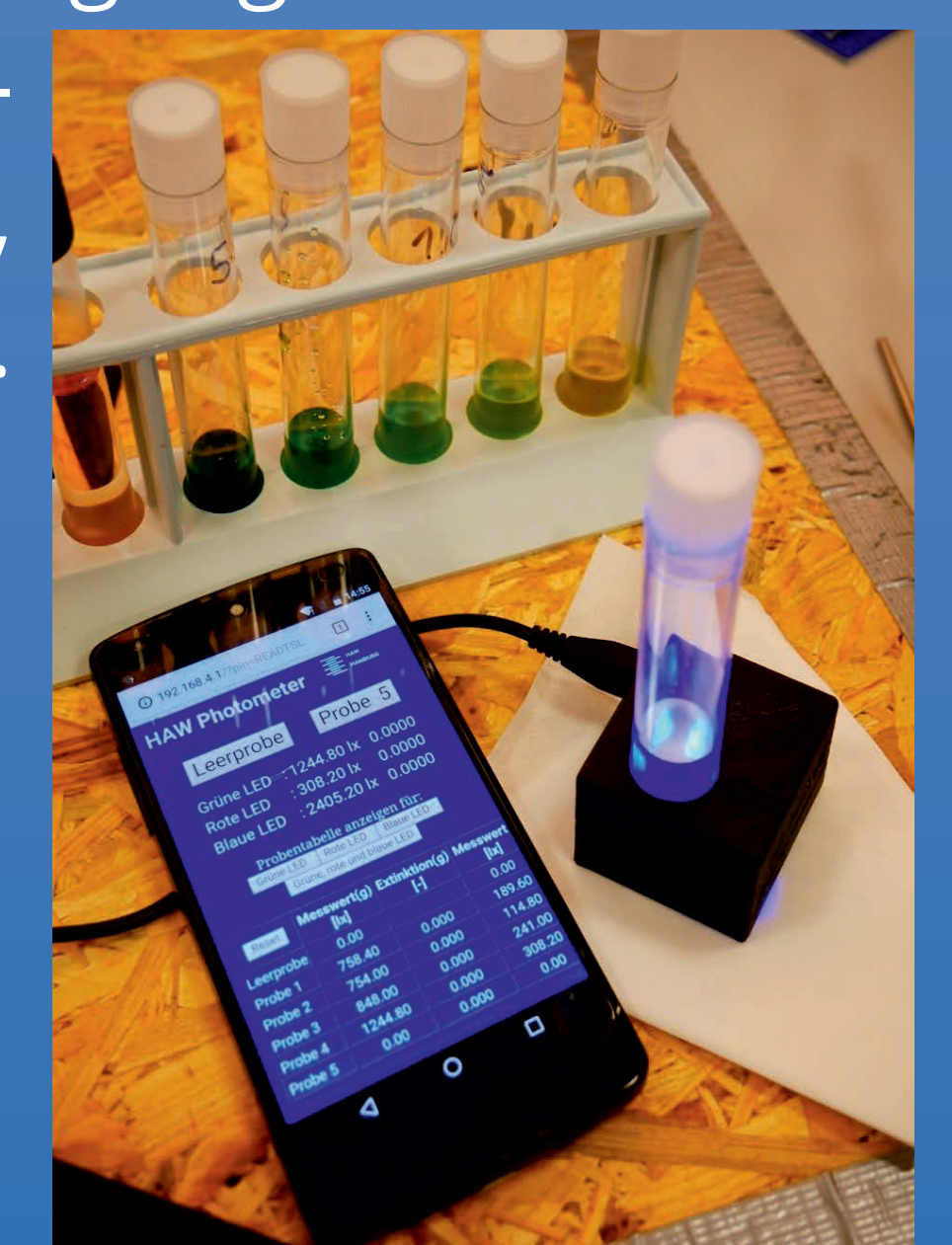


Abb. 3: Testlauf nach Zusammenbau (hier mit Rundküvetten)

Anwendungsbeispiel: Kohlenhydratmessung in Hefeextraktproben

Durchführung: Zu 0,3 ml eiskaltem Wasser, Standard oder Probe werden 1 ml eiskaltes Anthronreagenz gegeben. Die Proben werden 10 Minuten bei 90 °C erhitzt und dann im Eisbad abgekühlt. Als Standard wird Glucose verwendet. Nach dem Abfüllen in Küvetten wird mit einer 1 ml Pipette erneut gemischt und bei 620 nm gemessen.

Methodenreferenz: Sluiter at al., 2008

Fazit: Die Messungen zeigen, dass Referenz- und Selbstbau-Photometer vergleichbar gute Ergebnisse liefern.

Datensatz mit freundlicher Genehmigung von MSc. Stefanie Kaul (HAW Hamburg)

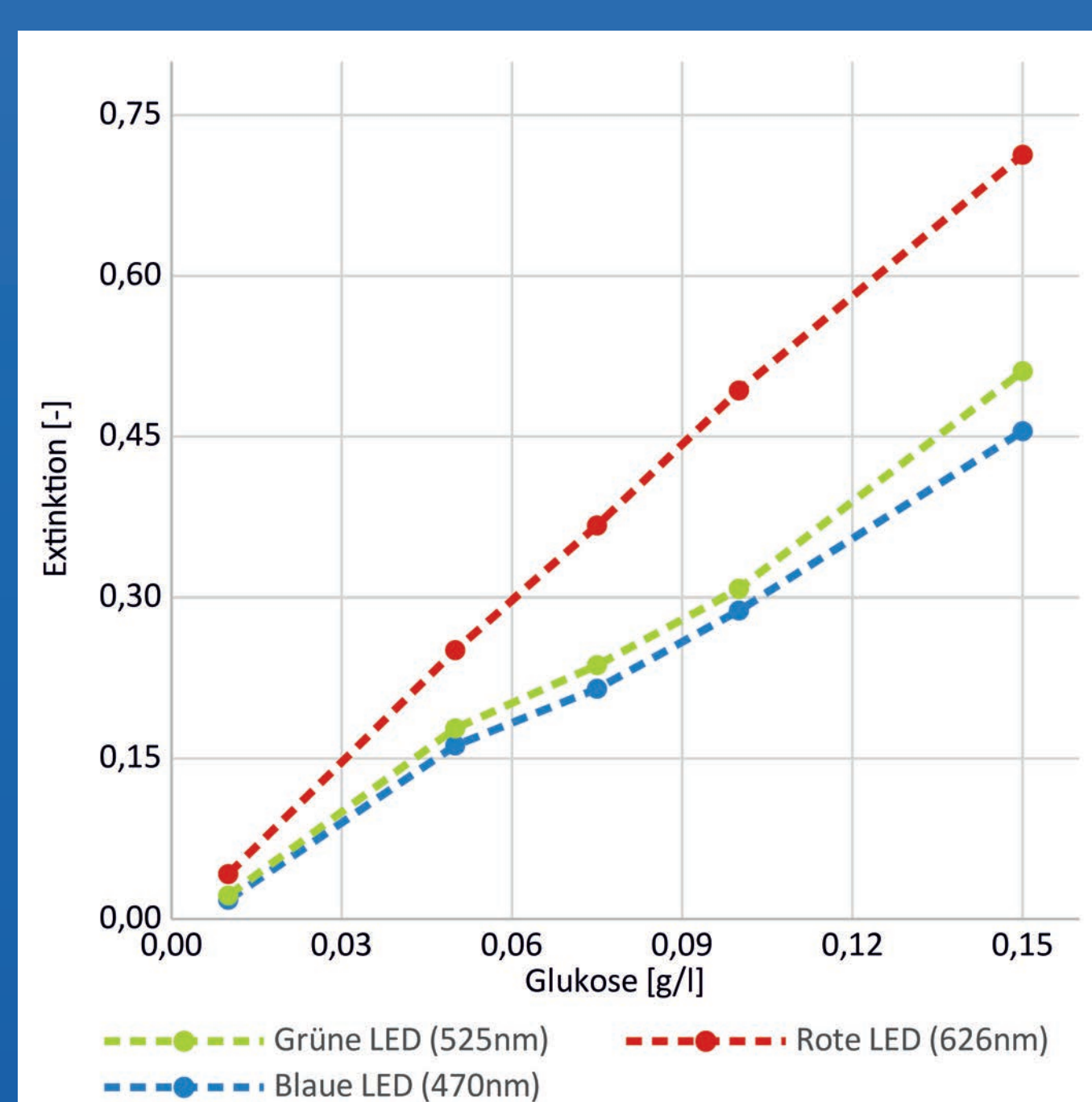


Abb. 6: Kohlenhydratgehalt Glukose Standard - Rohdaten Selbstbau Photometer

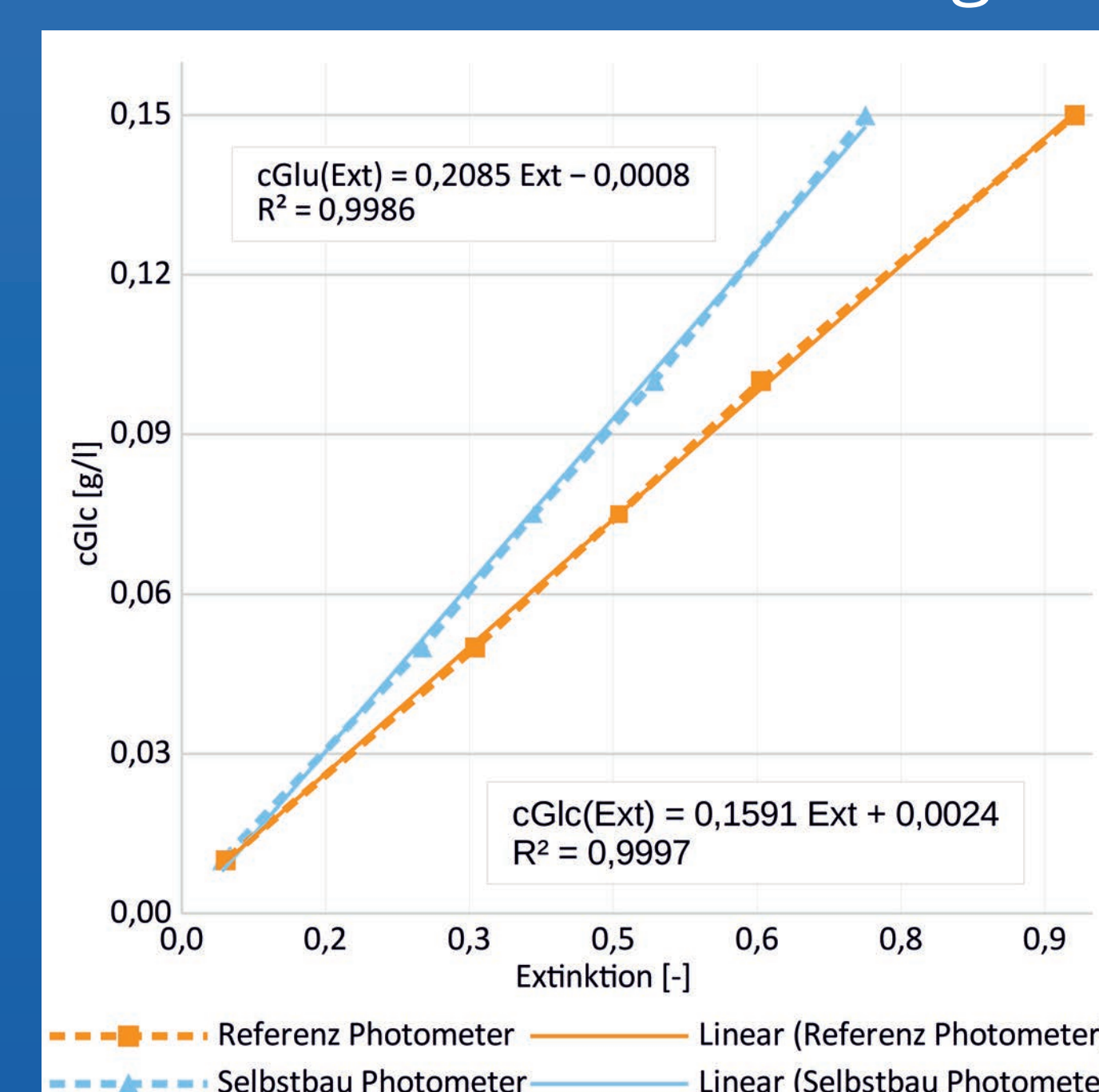


Abb. 7: Kohlenhydratgehalt Glukose Standard - Vergleichsmessung

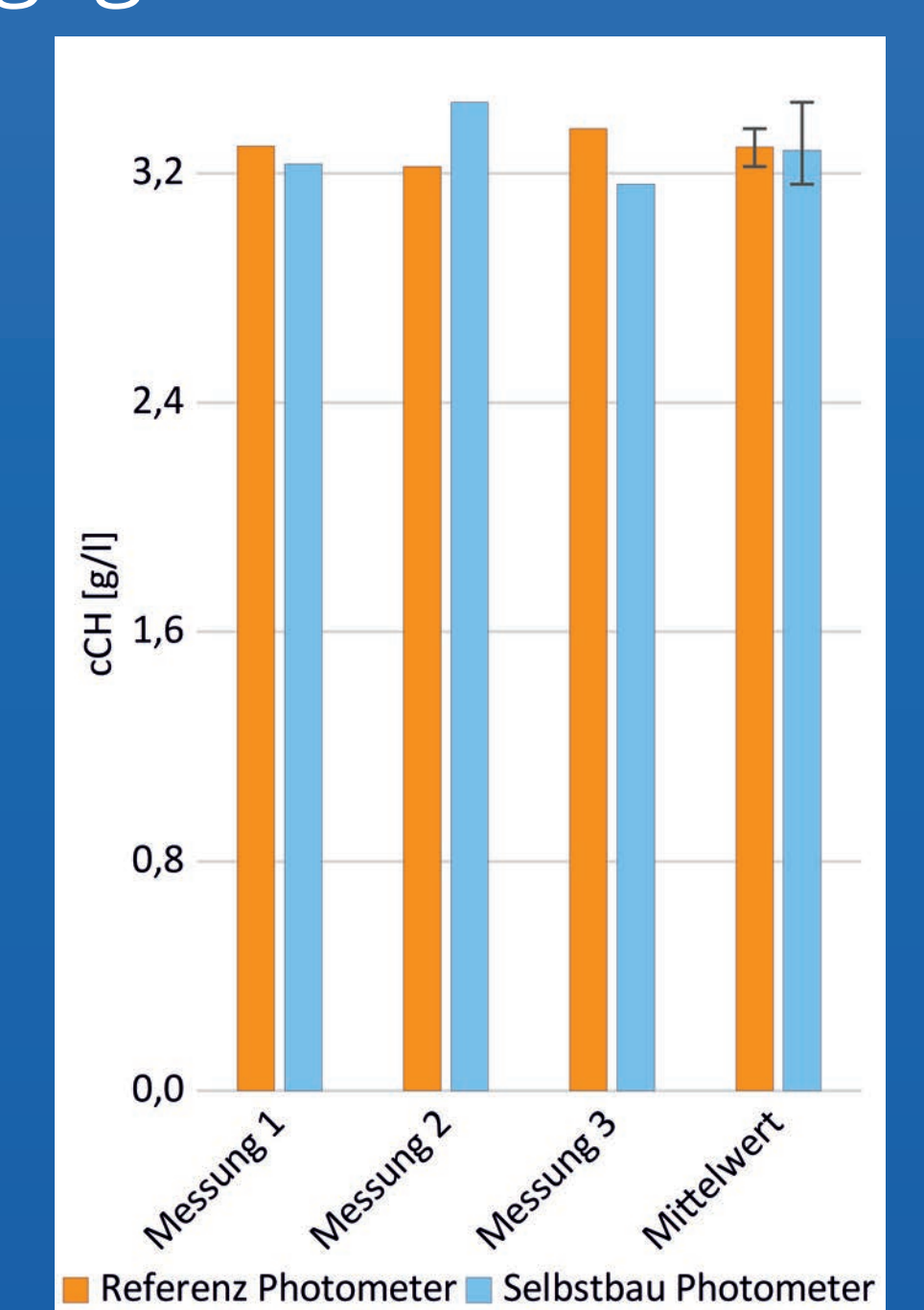


Abb. 7: Kohlenhydratgehalt 15g/l Hefeextrakt mit 1,8g/l Glukose - Vergleichsmessung

Kontakt

ulrich.scheffler@haw-hamburg.de oder olaf.elsholz@haw-hamburg.de

Labor für Bioprozessautomatisierung
in Zusammenarbeit mit dem Schullabor mobile Analytik
Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Infos mit Bauanleitung auf der Photometer-Projektseite der HAW Hamburg

