

# Entwicklung eines Low-Cost Photobioreaktors für den MINT-Unterricht

S. Wallrath, A. Engl, D. Strieth, B. Risch

## >> Hintergrund

Cyanobakterien weisen ein enormes Potenzial für eine nachhaltige Transformation unterschiedlicher Wirtschaftszweige auf: Auf Grundlage diverser Stoffwechselprozesse sind sie in der Lage beispielsweise Farbstoffe, Biopolymere, Zucker, Fettsäuren und Aminosäuren zu produzieren [1]. In biotechnologischen Verfahrensschritten können so die globalen Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe ressourcenschonend und klimaneutral erweitert werden. Zur dezentralen Kultivierung der Cyanobakterien im Kontext von Bildungsprozessen wird jedoch zunächst ein kostengünstiger Photobioreaktor benötigt.

## >> Ziele

Unser Ziel ist es, einen kostengünstigen Photobioreaktor zu konstruieren, der (1) eigenständig zusammengebaut werden kann, (2) als Werkzeug zur Wissensvermittlung dienen kann und (3) eine Verbindung zwischen den Lernenden und den Mikroorganismen herstellt. Als Nebeneffekt wäre ein gesteigertes Interesse an aufkommenden Technologien wie 3D-Druck und Mikrocontrollern erwünscht.



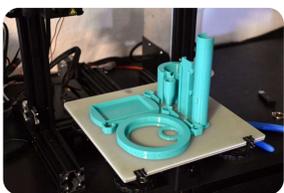
## >> Features

- ESP32-Mikrocontroller für Echtzeitüberwachung und -regelung:
  - Trübungssensor
  - Leitfähigkeitssensor
  - Temperatursensor
  - Wasserstandssensor
  - Heizelement
  - LED-Streifen
  - Magnetrührer auf Lüfterbasis
- Zusammenspiel der Komponenten:
  - Temperatur-kalibriertes TDS
  - Abschaltung des Heizelements bei niedrigem Wasserstand
  - Rührvorgang beginnt vor Trübungsmessung
- Benutzerdefinierte Parameter über lokales Webinterface:
  - WiFi-Einstellungen (SSID, Passwort)
  - Min./Max. Temperatur für Heizelement
  - Ein-/Ausschaltzeit für LED-Streifen
  - Intervall und Dauer für das Rühren
- 3D-gedrucktes Gehäuse, Open-Source-Modelle und -Code
- Stecksystem für einfache Reproduzierbarkeit und Anpassung ohne Löten
- Eigenständiger Zusammenbau mit Anleitung
- Datenzugriff über Web-Plattform:
  - Herunterladbare CSV- oder Excel-Tabellen
  - Interaktive Diagramme mit 7-Tage-Durchschnitt
  - Schneller Zugriff auf die letzten Sensorwerte
  - Überprüfen aktueller Benutzerparameter

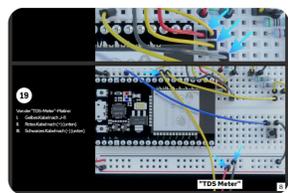
## >> Überblick



## >> Projektskizze



Iterative Entwicklung des DIY-Reaktors mittels 3D-Druck



Entwicklung einer 3D-generierten Aufbau- und Bedienungsanleitung



Zusammenstellung einer Box mit Experimenten aus laufenden Projekten [2,3]



Angebot an Schulen, außerschulische Lernorte und Privathaushalte



Evaluation durch Feedback und Nutzungsdaten aus der Plattform

## >> Kompetenzförderung (Digital & Data Literacy)

- Erhebung, Interpretation und Bewertung von Daten, Arbeiten mit Tabellenkalkulationssoftware
- Anwendung einer Variablenkontrollstrategie (Wachstumsbedingungen von Mikroorganismen)
- Funktionsweise von IoT-Geräten, Programmierung von Mikrocontrollern, Cloudanbindung und Datenbanken

## >> Herausforderungen und nächste Schritte

- Kalibrierungskurven zur Umrechnung von Trübung in Masse
- Erfassung von Grenzwerten (Wachstumssättigung, Ionenkonzentration)
- Lichtsensoren zur automatischen Anpassung an wechselnde Bedingungen
- Erfassung der langfristigen Haltbarkeit und Effektivität
- Erstellung von Begleitmaterialien

### LITERATUR

- [1] Strieth, D. (2022). Nachhaltigkeit in der Bioverfahrenstechnik. *Chemie Ingenieur Technik*, 94(8), 1061-1070. <https://doi.org/10.1002/cite.202200053>
- [2] Mit Mikroalgen gegen den Klimawandel – Do it Yourself (MikaDo) – Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der RPTU. (n.d.). Retrieved May 12, 2023, from <https://mv.rptu.de/fqs/biovt/forschung/stiftungen/mit-mikroalgen-gegen-den-klimawandel-do-it-yourself-mikado>
- [3] CEASEless – Fachbereich Natur- und Umweltwissenschaften an der RPTU. (n.d.). Retrieved May 12, 2023, from <https://nuw.rptu.de/aqs/chemdid/forschung/ceaseless>

### LINKS



<https://mein.photobioreaktor.org> (Monitoring)  
[https://github.com/Project-Exhale/Photobioreaktor\\_Development](https://github.com/Project-Exhale/Photobioreaktor_Development)



**Simeon Wallrath**  
s.wallrath@rptu.de

RPTU Kaiserslautern-Landau  
Campus Landau  
Fortstraße 7, 76829 Landau  
Gebäude I, Raum 4.13