



Entwicklung & Evaluation eines Schulversuchs zur Verwendung eines MOFs

D. Asare-Konadu¹, A. P. Fritz¹, S. Schwarzer¹

Theoretischer Hintergrund und Relevanz

- Umweltbelastungen durch Kunststoffe sind ein aktuelles und relevantes Thema ¹⁻⁴, Circular Economy (CE) ^{5,6} gilt dabei als möglicher Lösungsansatz
- Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenz nach den Bildungsstandards ⁷
- Förderung der Bildung für nachhaltige Entwicklung, Verbraucherbildung sowie Prävention und Gesundheitsförderung durch Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in Bereichen des Alltags ⁷
- Förderung der fachlichen Kompetenzen zu den Inhaltsbereichen Kunststoffe sowie Lebenswelt und Gesellschaft nach den Bildungsstandards ⁷
- Unterstreichung der Bedeutung von MOFs durch die Verleihung des Chemie-Nobelpreises 2025⁸

Ziel: Die Synthese und modellhafte Anwendung eines MOFs zur Wasserreinigung

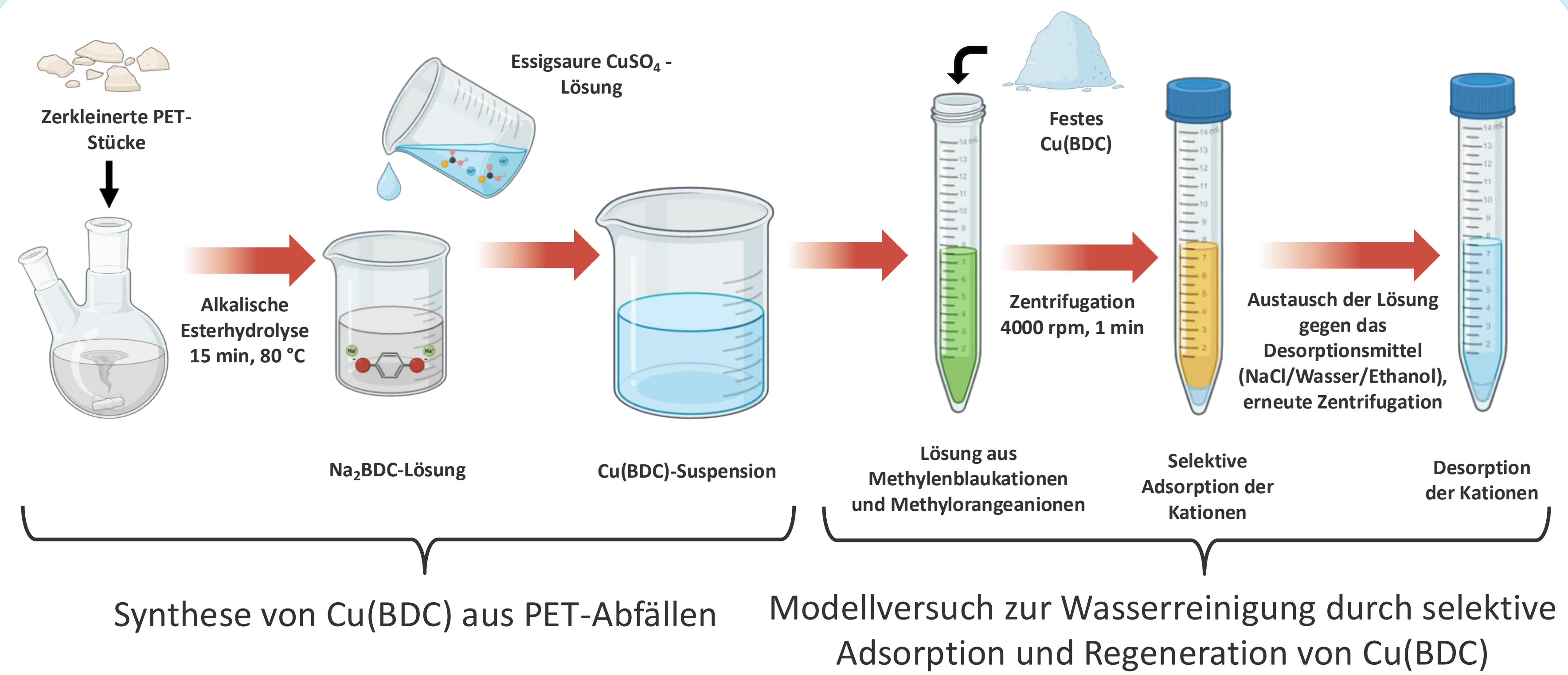
Lernziele: Die Schülerinnen und Schüler können...

- Die Wirkungsweise von Cu(BDC) mit der eines herkömmlichen, auf der Stoffebene wirkenden Filters vergleichen
- Den Beitrag der Synthese und Verwendung von Cu(BDC) zur CE und nachhaltigen Entwicklung (nE) begründen
- Die Synthese und Verwendung von Cu(BDC) vor dem Hintergrund ihres Beitrags zur CE und nE bewerten

Erste Forschungsfragen

- Welche Präkonzepte besitzen Sek-II-Schülerinnen und Schüler zu Verwertungsmöglichkeiten von Kunststoffabfällen sowie Verfahren zur Wasserreinigung?
- Inwiefern ermöglicht die didaktische Rekonstruktion aktueller Themen der Kunststoff- und Nanochemie im Kontext der CE und nE einen Wechsel bzw. Zuwachs in der Bewertungskompetenz bei Schülerinnen und Schülern?

Versuchsdurchführung ⁹



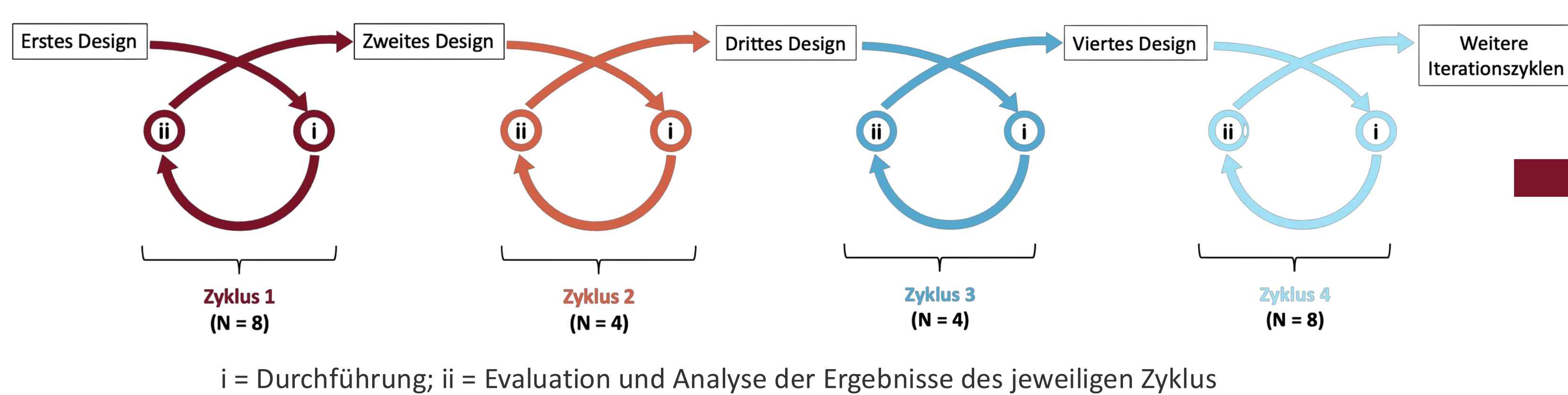
Anpassungen für die Durchführung in der Schule

- Erlenmeyerkolben statt Rundkolben
- Schütteln im Reagenzglas statt im Zentrifugenröhrchen
- Filtration statt Zentrifugation

Design der Vorstudie

- Entwicklung eines ersten Versuchsskripts basierend auf Vorgaben des BP und möglichen Präkonzepten
- Wiederholte Durchführung des Versuchs im Sek-II-Schülerlabor mit Schülerinnen und Schülern des allgemeinbildenden und beruflichen Gymnasiums

Design-Based-Research ^{10,11}



Erste Ergebnisse

Erfassung von Präkonzepten

- Aussagen beziehen sich vor allem auf die Stoffebene, hier werden vor allem das Einschmelzen von Kunststoffen (9 / 24) bzw. die mechanische Filtration von Wasser (10 / 24) genannt
- Bezug zur CE und nE bezieht sich vor allem auf die Recycling-Strategie

Überprüfung des Konzeptwechsels bzw. -zuwachses

- Vorteile gegenüber herkömmlichen Filtern wurden erkannt, wenn sie konkret erfragt wurden (9 / 24, ab Zyklus 3), hierbei auch Bezug zur Wirkungsweise auf Teilchenebene
- Die Filtration von Wasser (7 / 24) sowie Regeneration des MOF im Sinne der CE (17 / 24) scheinen präsenter zu sein als die Möglichkeit der Verwertung von Plastikmüll (4 / 24)
- CE und nE werden häufig synonym behandelt
- Die kritische Bewertung des Versuchs vor dem Hintergrund der CE und nE erfolgte von fast allen Schülerinnen und Schülern (20/24), starke Überschneidungen in den Antworten

Künftige Erweiterungen

- Erweiterung durch quantitative Analyse mit größerer Stichprobe
- Weiterentwicklung des Versuchs basierend auf den Kritiken der Schülerinnen und Schüler
- Erweiterung der Erhebung um eine Systemdenken-Dimension ¹³
- Fokus auch auf Erkenntnisgewinnung als Voraussetzung für eine erfolgreiche kritische Auseinandersetzung
- Charakterisierung des MOFs mit PXRD

Literaturangaben

Um das Literaturverzeichnis einzusehen, einfach den QR-Code einscannen!



Kontakt

darja.asare-konadu@uni-tuebingen.de

Literaturangaben

- [1] PlasticsEurope AISBL (2025) Plastics - the fast Facts 2025. Gloal and European plastics production and key figures.
- [2] Jäger-Roschko, M., und Boller, E. (2025) *Plastikkollaps - Deutschlands Plastikkonsum macht uns und unseren Planeten krank*, von greenpeace.de
[https://www.greenpeace.de/publikationen/Plastikkollaps_Bericht_2025_0.pdf]
Hamburg.
- [3] Eidemüller, D. (2025) *Millionen Tonnen Nanoplastik im Ozean*, von weltderphysik.de
[<https://www.weltderphysik.de/gebiet/erde/nachrichten/2025/umwelt-millionen-tonnen-nanoplastik-im-ozean/>].
- [4] Napper, I.E., und Thompson, R.C. (2023) Plastics and the Environment. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, **48** (1), 55–79. DOI: 10.1146/annurev-environ-112522-072642
- [5] Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, **531** (7595), 435–438. DOI: 10.1038/531435a
- [6] Müller, F., Kohlmeyer, R., Krüger, F., Kosmol, J., Krause, S., Dorer, C., und Röhreich, M. (2020) 9 Principles for a Circular Economy.
- [7] Kultusministerkonferenz (hrsg.) (2020) Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife.
- [8] Welter, K. (2025), Nobelpreis für Chemie: Metallorganische Gerüstverbindungen: Viel Platz für Chemie. *Chem. Unserer Zeit*, 59: 304-307. DOI: 10.1002/ciuz.70004
- [9] Ko, Y., Azbell, T.J., Milner, P., und Hinestroza, J.P. (2023) Upcycling of Dyed Polyester Fabrics into Copper-1,4-Benzenedicarboxylate (CuBDC) Metal–Organic Frameworks. *Ind. Eng. Chem. Res.*, **62** (14), 5771–5781. DOI: 10.1021/acs.iecr.3c00226
- [10] Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships - Partner schools for Professional Development»: development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes. In *Conference proceedings of WERA focal meeting, Edinburgh*. DOI: 10.13140/RG.2.1.1979.5925
- [11] Schmiedebach, M., & Wegner, C. (2021). Design-Based Research als Ansatz zur Lösung praxisrelevanter Probleme in der fachdidaktischen Forschung. *Bildungsforschung*, (2). DOI: 10.25656/01:23920
- [12] Kuckartz, U. und Rädiker, S. (2024). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz. 6. Auflage. Beltz Juventa, Weinheim.
- [13] Mahaffy, P. G., Matlin, S. A., Holme, T. A., und MacKellar, J. (2019). Systems thinking for education about the molecular basis of sustainability. *Nature Sustainability*, 2(5), DOI: 10.1038/s41893-019-0285-3