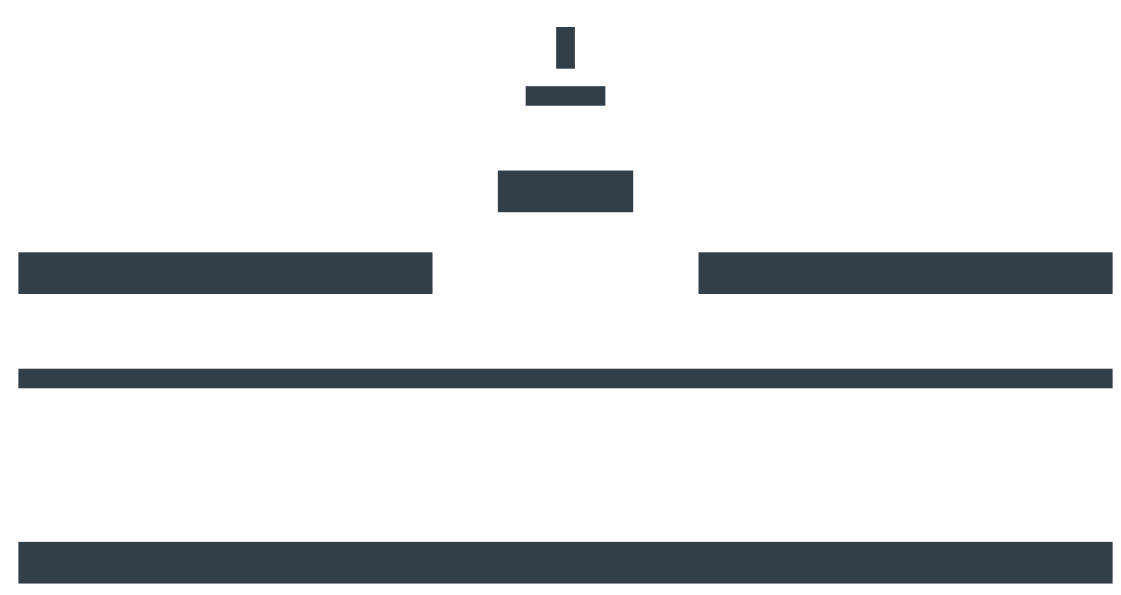




Implementation von low-cost Experimenten auf Basis des CBAM

Nils Haverkamp, Alexander Pusch, Stefan Heusler

Überblick

Ziele der Studie

- Aktuellen Stand der Implementation der low-cost Experimente zur Wellenoptik (o3q.de) [1,2] diagnostizieren.
- Unterstützungsbedarf identifizieren.

Theoretische Grundlage

- Concerns-Based Adoption Model (CBAM) [3-7].

Rahmenbedingungen

- Physik GK und LK nach Bildungsstandards.
- Umsetzbar als SchülerInnenexperimente.

Das Concerns-Based Adoption Model

Grundlegende Idee [3]:

- Implementation als Prozess statt Ereignis verstehen.
- Lehrkräfte durchlaufen individuellen innovationsbezogenen Entwicklungsprozess.

Implementationsunterstützung [4]:

- Diagnose des Implementationsstands durch drei Konstrukte.
- Gezielte Unterstützung auf Basis der drei Konstrukte zur Diagnose.

Konstrukte zur Diagnose:

Stages of Concern

Innovationsbezogene Überlegungen und Bedenken der Lehrkräfte [5].

Levels of Use

Expertise der Lehrkraft im Umgang mit der Innovation [6].

Innovation Configuration

Gestaltung des Einsatzes der Innovation im Unterricht [7].

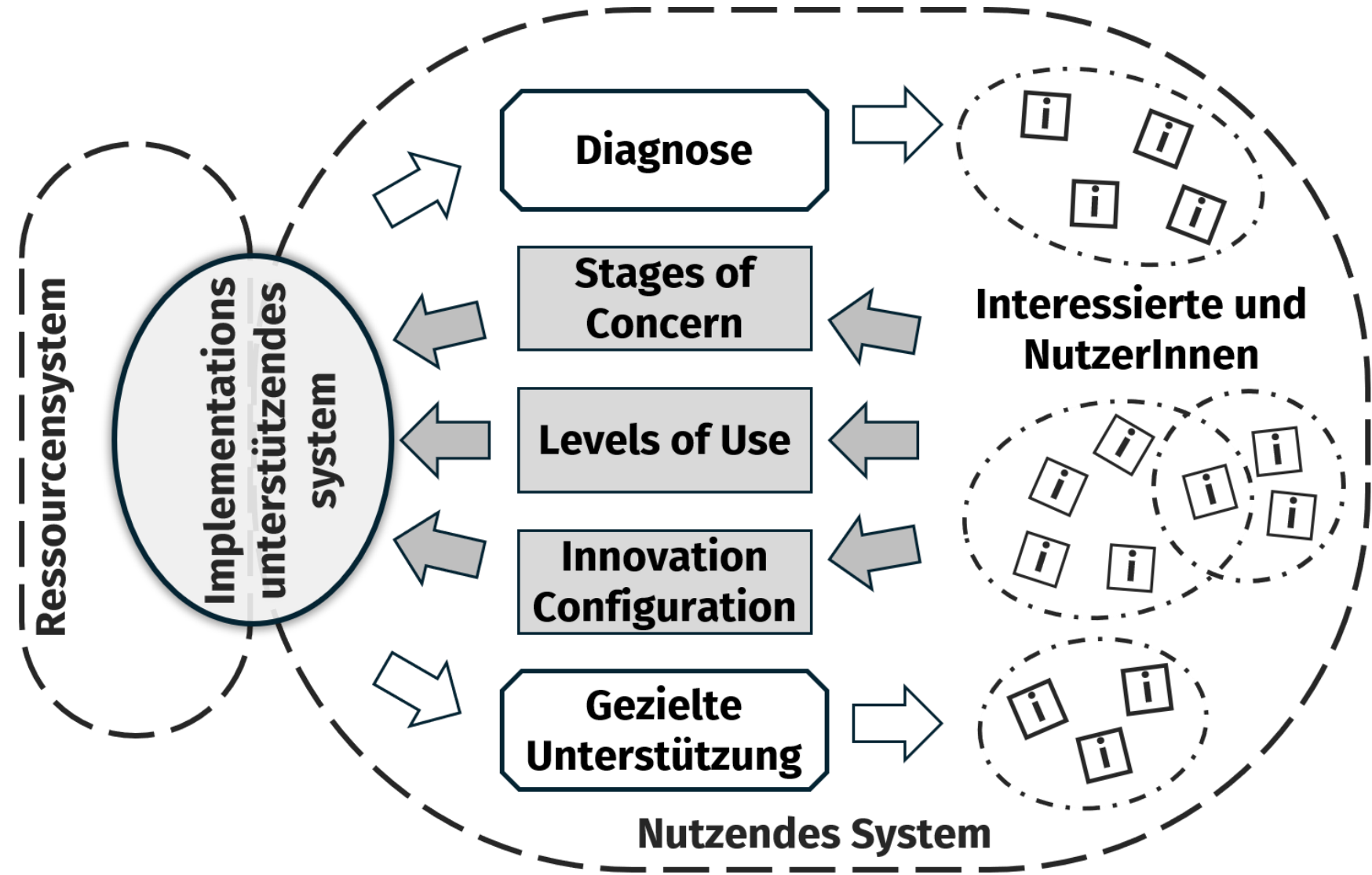


Abb. 1: Grafische Darstellung des CBAM (eigene Abbildung basierend auf [4])

Stages of Concern

- Lehrkräfte haben während dem Implementationsprozess unterschiedliche Überlegungen und Bedenken.
- Die Überlegungen und Bedenken entwickeln sich im Laufe der Vorbereitung und Nutzung der Innovation weiter.
- Sie werden in *Stages of Concern* (d.h. Stadien von Überlegungen & Bedenken) klassifiziert:

Tab. 1: Die Stages of Concern [5]

Stage	Typische Überlegungen & Bedenken
0 Unrelated	Andere Überlegungen.
1 Informational	Wie funktioniert die Innovation?
2 Personal	Welche Auswirkungen hat die Nutzung der Innovation auf meine Rolle als Lehrkraft?
3 Management	Wie setze ich die Innovation in meinem Unterricht um?
4 Consequence	Wie beeinflusst die Innovation meine SchülerInnen?
5 Collaboration	Wie kann ich die Innovation mit meinen KollegInnen gemeinsam nutzen?
6 Refocusing	Gibt es Ansätze, die besser funktionieren?

- Normalerweise Überlegungen und Bedenken mehrerer oder aller Stufen gleichzeitig.
- Schwerpunkt der Überlegungen und Bedenken entwickelt sich während des Implementationsprozesses weiter.

Levels of Use

- Lehrkräfte entwickeln mit der Zeit eine Expertise für die Innovation.
- Innovationsbezogenes Handeln verändert sich mit steigender Expertise.
- Klassifizierung in *Levels of Use* (d.h. Nutzungsstufen):

Tab. 2: Die Levels of Use [6] (*LoU IIb und VII wurden ergänzt)

Level of Use	Innovationsbezogene Handlungsmuster
0 Non Use	Keine Nutzung und kein Wissen.
I Orientation	Informationen sammeln und bewerten.
IIa Preparation	Ersten Einsatz vorbereiten.
IIb Rejection*	Nutzung von Alternativen ohne Test.
III Mechanical Us	Erste Nutzung, unzusammenhängender Einsatz, kurzfristige Planung.
IVa Routine	Nutzung stabilisiert, kaum Änderung.
IVb Refinement	Anpassungen z. Verbesserung der Effekte.
V Integration	Fokus auf Kooperation mit KollegInnen.
VI Renewal	Modifikationen und Alternativen überdenken und testen.
VII Replacement*	Ersetzen durch Alternative.

- Die Nutzungsstufen sind trennscharf
- Für jede Lehrkraft genau ein aktuelles Level of Use.

Leitfadengestütztes verzweigtes Interview [6]:

- Zeitoptimierte Erhebung durch Verzweigung.
- Auswahl des Pfads nach vordefinierten Kriterien auf Basis der Definitionen der Levels of Use.
- Fragen zur Validierung nach jeder Abzweigung.

Innovation Configuration

- Praxis zeigt, dass unterschiedliche Lehrkräfte die gleiche Innovation unterschiedlich nutzen.

→ Unterschiedliche *Innovation Configurations*.

- Klassifizierung in Komponenten und Variationen. (Bspw. Sozialform mit Variationen: Einzel-, Zweier- und Gruppenarbeit und Frontalunterricht).

- Identifizierung im Laufe des Forschungsprozesses.

- Darstellung in Innovation Configuration Map:

Tab. 3: Exemplarische Innovation Configuration Map [7]

Beispielkomponente 1: Sozialform beim Experimentieren			
a	b	c	d
Zweiergruppen	Kleingruppen	Einzelarbeit	Demoexperiment
Beispielkomponente 2: Gestaltung der Instruktionen			
a	b	c	d
...			

- In unserer Studie: Reihenfolge der Variationen als nominale Skala.

→ Nur Erhebung der Konfiguration ohne Wertung.

Experteninterview

n=3 Lehrkräften, die als Multiplikatoren fungieren.

- Identifikation der Komponenten, anschließend Validierung durch Innovationsentwickler.
- Identifikation prototypischer Variationen, anschließend deduktive Ausdifferenzierung aus folgenden Interviews.

Identifizierte Komponenten:

- Experimente und Ausrichtung
 - Umgesetzte Experimente (z.B. Michelson-Interferometer).
 - Qualitative/quantitative Ausrichtung.
- Soziale Organisationsform
 - Gruppengröße, SchülerInnen/Demoexperiment.
- Kontext
 - Regelunterricht oder Projekt (z.B. LK/GK, AG).
 - Unterrichtsfach & Themenfeld (z.B. Physik/Informatik).
- Instruktionen
 - Methoden, Material & Medien.

Definition & Anpassung der Konstrukte

Erhebung

Erste Ergebnisse

Mittlere Ausprägung der Stages of Concern

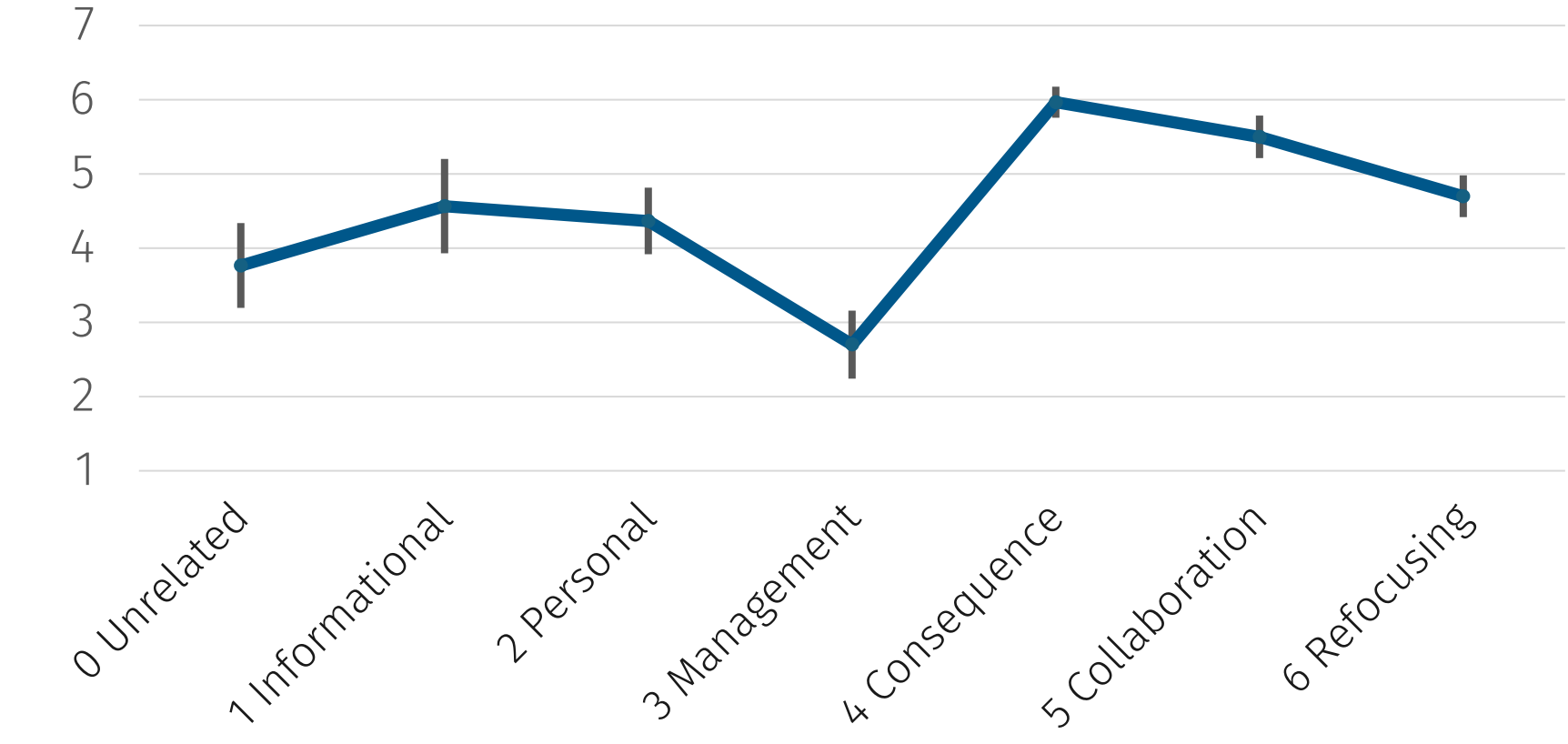


Abb. 2: Ausprägungen der Stages of Concern der bisherigen Stichprobe (n = 6; Ziel: n ≈ 50)

Verteilung der Levels of Use

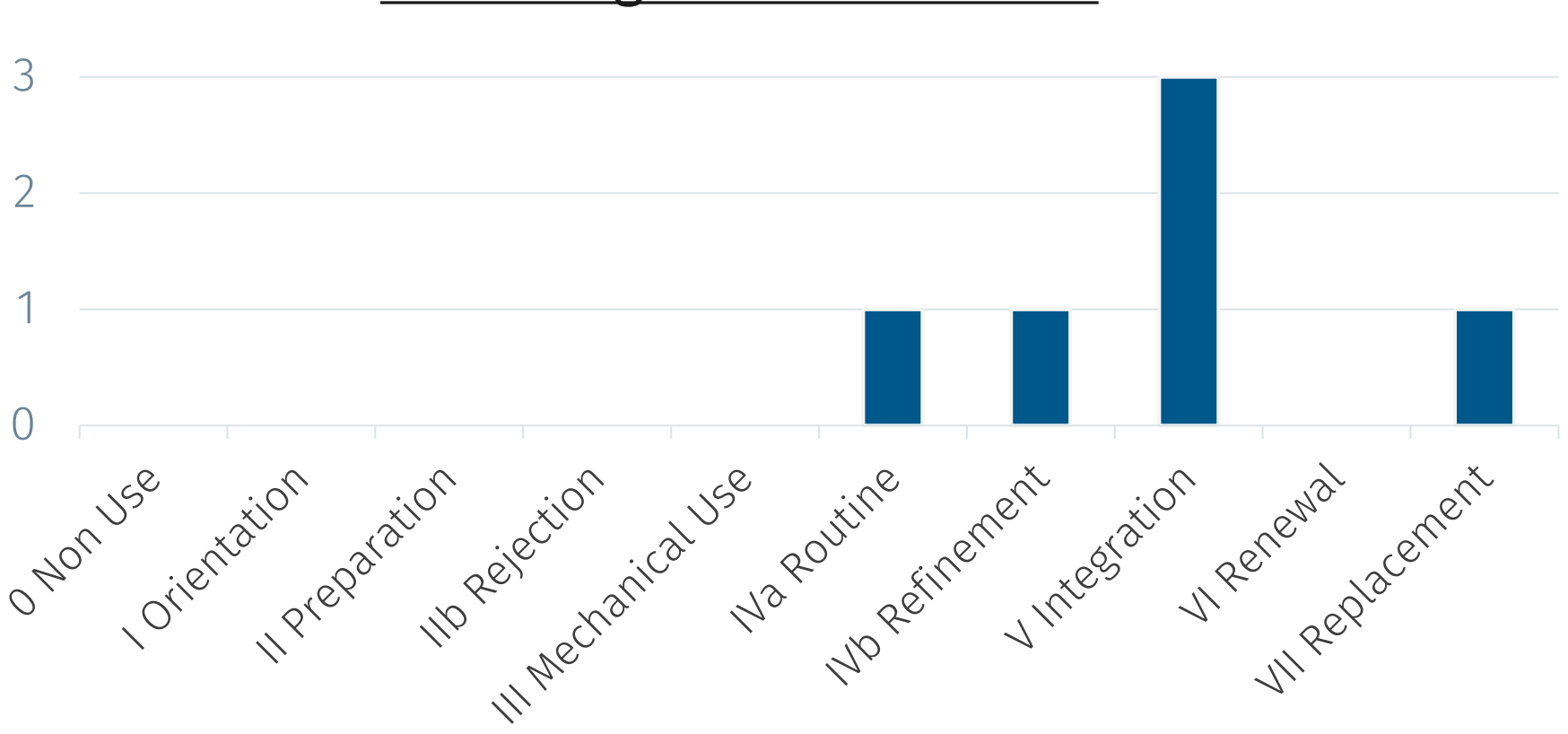


Abb. 3: Verteilung der Levels of Use der bisherigen Stichprobe (n = 6; Ziel: n ≈ 50)

Ausblick

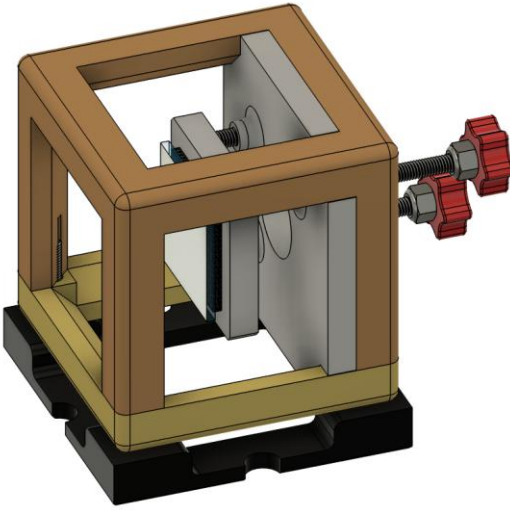
Geplante Auswertungen

- Aktueller Implementationsstandes der O3Q-Experimente aus LoU und SoC.
- Beschreibung erfolgreicher Umsetzungsvarianten und ihrer Gelingensbedingungen.
- Identifikation von typischen Schwierigkeiten auf Basis von IC, LoU und SoC.
- Gezielte Weiterentwicklung von Begleitmaterialien.
- Ergänzung von Unterstützungsangeboten zu typischen Schwierigkeiten.

Mehr zu den Experimenten:



www.O3Q.de



Kontakt:

Nils.Haverkamp@uni-muenster.de

Quellen:

- Haverkamp, N., Pusch, A., Heusler, S. & Gregor, M. (2022). A simple modular kit for various wave optic experiments using 3D printed cubes for education. *Physics Education*, 57(2), 025019. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac4106>
- Haverkamp, N., Pusch, A., Gregor, M. & Heusler, S. (2026). A 3D-printed modular kit for low-cost wave optic experiments in education. *Eurasia Journal Of Mathematics Science And Technology Education*, 22(8), em2878. <https://doi.org/10.29333/ejmste/18983>
- Hall, G. E. (1974). The Concerns-Based Adoption Model: A Developmental Conceptualization of the Adoption Process Within Educational Institutions. In *Education Resources Information Center* (Nr. ED111791). Communication Services Division, Research and Development Center for Teacher Education, University of Texas at Austin. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED111791.pdf>
- Hall, G. E. & Hord, S. M. (2020). *Implementing change: Patterns, Principles, and Pitfalls* (Fifth Edition). Pearson. <https://lcn.loc.gov/2018052721>
- George, A. A., Hall, G. E. & Stiegelbauer, S. M. (2013). *Measuring Implementation in Schools: THE STAGES OF CONCERN QUESTIONNAIRE* (3rd printing with minor additions and corrections). SEDL. https://sedl.org/cbam/socq_manual_201410.pdf
- Hall, G. E., Dirksen, D. J. & George, A. A. (2013). *Measuring implementation in Schools: LEVELS OF USE* (3rd printing with minor additions and corrections). SEDL. https://sedl.org/cbam/loU_manual_201410.pdf
- Hord, S. M., Stiegelbauer, S. M., Hall, G. E. & George, A. A. (2013). *Measuring implementation in schools: INNOVATION CONFIGURATIONS* (3rd printing with minor additions and corrections). SEDL. https://sedl.org/cbam/ic_manual_201410.pdf
- Stürmer-Steinmann, T. K. (2023). Implementationsprozesse begleiten [Dissertation]. In Institutional Repository of Leibniz Universität Hannover (Leibniz Universität Hannover). <https://doi.org/10.15488/14090>