

Symbiotische Implementationsstrategie am Beispiel der phyphox:kits

Der symbiotische Implementationsansatz

Zur nachhaltigen Verankerung neuer Unterrichtskonzepte in der Schule existieren unterschiedliche Implementationsstrategien. In der hier vorgestellten Studie wird der symbiotische Implementationsansatz (vgl. Gräsel & Parchmann, 2004) angewendet. Mit diesem lassen sich verschiedene Herausforderungen bei der Implementation, etwa ein hoher wahrgenommener Aufwand, fehlende Ressourcen oder eine mangelnde Alltagspassung, gezielt adressieren.

Der Ansatz sieht vor, dass verschiedene Expert:innen gemeinsam an der Entwicklung und Umsetzung pädagogischer Innovationen arbeiten. Auf diese Weise kooperieren Lehrkräfte aktiv mit den Hochschulen bezüglich der Gestaltung und Erprobung von Unterrichtskonzepten und -materialien sowie deren Verbreitung. Durch eine langfristige Zusammenarbeit sowie wiederholte Erprobungen und Überarbeitungen kann so eine Optimierung der Unterrichtsinnovationen gemäß dem Design-Based-Research Ansatz (DBR, vgl. Reinmann, 2017) ermöglicht werden. Solche Kollaborationen gelten als besonders gewinnbringend, da sie durch den Erfahrungsaustausch zu einer Erweiterung der professionellen Kompetenzen sowie zu einer vertieften Reflexion des eigenen Unterrichts beitragen (vgl. Gräsel & Parchmann, 2004).

Mithilfe dieser Strategie soll unter Verwendung der kostenfreien App phyphox (vgl. Staacks & Pusch, 2025) die Implementation von Smartphone-Experimenten¹ in den Physikunterricht untersucht werden. Dazu wurde ein kostengünstiges Experimentierset, das sogenannte phyphox:kit, mitsamt Unterrichtsmaterialien konzipiert und gemeinsam mit Lehrkräften im Rahmen von Lehrkräfteworkshops überarbeitet. Die phyphox:kits werden in der Schulpraxis eingesetzt und es wird Feedback aus dem Unterrichtsalltag gesammelt, um das Material weiter zu optimieren.

Das phyphox:kit

Das Experimentierset „phyphox:kit Basis Physik v1“ (hier als phyphox:kit bezeichnet) wurde für den Physikunterricht in der Sekundarstufe I entwickelt und besteht aus vier Komponenten:

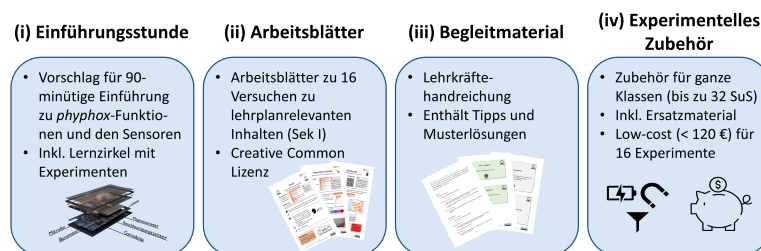


Abb. 1: Die vier Komponenten des phyphox:kits Basis Physik v1: (i) Einführungsstunde, (ii) Arbeitsblätter, (iii) Begleitmaterial, (iv) Experimentelles Zubehör.

¹ Experimente mit Smartphones und Tablets, die digitale Messdaten geräteinterner Sensoren nutzen

(i) *Einführungsstunde*: Um den Schüler:innen den Zugang zu Smartphone-Experimenten mit phyphox zu erleichtern, wurde eine 90-minütige Einführungsstunde konzipiert (vgl. Herdt & Heinke, 2025). Diese beinhaltet das Kennenlernen verschiedener geräteinterner Sensoren und des Umgangs mit der App, den die Schüler:innen in einem anschließenden Lernzirkel selbstständig in verschiedenen experimentellen Settings üben und nutzen können.

(ii) *Arbeitsblätter*: Das phyphox:kit enthält 16 Arbeitsblätter für Schülerexperimente zu verschiedenen Smartphone-Experimenten im Physikunterricht der Sekundarstufe I. Davon können 14 lehrplanrelevanten Inhalten zugeordnet werden (beispielhaft für NRW, vgl. MSW NRW, 2019). Zwei weitere werden aufgrund des motivierenden Charakters für den Lernzirkel der Einführungsstunde empfohlen.

Die Arbeitsblätter zeichnen sich durch eine einfache, grafisch ansprechende Gestaltung aus und sind auf maximal zwei Seiten beschränkt. Sie werden den Lehrkräften als editierbare Dateien unter einer Creative Common Lizenz bereitgestellt.

(iii) *Begleitmaterial*: Das Begleitmaterial enthält eine Lehrkräftehandreichung, die eine allgemeine Orientierung zum phyphox:kit bietet. Sie umfasst verschiedene Übersichten über die bereitgestellten Materialien der Einführungsstunde und Experimente. Darüber hinaus werden Sicherheitshinweise und Handlungsempfehlungen zu den einzelnen Versuchen sowie deren Einordnung in die KMK-Bildungsstandards und die Inhaltsfelder der Kernlehrpläne aufgeführt. Für eine mögliche Differenzierung im Unterricht werden einige Arbeitsblätter durch Tipp- und Lösungskarten ergänzt, die von den Lehrkräften flexibel eingesetzt werden können.

(iv) *Experimentelles Zubehör*: Für alle genannten Experimente wird auch das dafür benötigte experimentelle Zubehör in Klassenstärke bereitgestellt, das bis zu 32 Schüler:innen das Experimentieren in Partner- oder Gruppenarbeit ermöglicht. Das Zubehör besteht aus kostengünstigen Alltagsgegenständen, die bei Bedarf durch die Schule ergänzt werden können. Für einige Materialien mit erwartbar hohem Verschleiß liegt dem Kit ein Vorrat an Ersatzmaterial bei.

Ergebnisse der Lehrkräfteworkshops

Gemäß dem symbiotischen Implementationsansatz wurden Lehrkräfte in die Entwicklung des phyphox:kits im Rahmen von Workshops einbezogen. An fünf dieser teilweise zweitägigen Workshops haben insgesamt 13 Lehrkräfte teilgenommen. Sie erhielten eine Einführung zum phyphox:kit und konnten anschließend alle Materialien sichten und testen. Ihr Feedback hinterließen sie zum einen auf den Arbeitsblättern und dem Begleitmaterial als schriftliche Anmerkungen. Zum anderen wurden verschiedene Umfragen ausgefüllt, in denen konkrete Aspekte abgefragt wurden, wie z.B. der Bedarf einer tiefergehenden Behandlung von Smartphone-Sensoren. Die Ergebnisse einer abschließenden offenen Diskussionsrunde wurden mithilfe von Audioaufnahmen und Mitschriften festgehalten. Wichtige Aspekte des Lehrkräfte-Feedbacks zu den Komponenten des phyphox:kits sind nachfolgend aufgeführt:

(i) *Einführungsstunde*: Die Lehrkräfte haben sich zusätzlich zur 90-minütigen Doppelstunde auch Konzepte für alternative Formate gewünscht, wie ein bis zwei 45-minütige Einzelstunden oder 60-minütige Einzelstunden. Der Fokus soll noch stärker auf der Schüleraktivierung liegen. Zudem wurde ein ergänzendes Informationsblatt zu den phyphox-Grundlagen angeregt, in dem Funktionen (auch nach der Einführung) einfach nachgeschlagen werden können.

(ii) *Arbeitsblätter*: Zu den Arbeitsblättern gab es sehr positives Feedback, wobei vor allem die Übersichtlichkeit und die ansprechende Gestaltung hervorgehoben wurden. Als Ergänzung werden weitere Hinweise und ggf. zusätzliche Anleitungsvideos gewünscht. Bei einigen Experimenten wurden noch (technische) Schwierigkeiten identifiziert, die bei weiteren Testungen ausgeräumt werden müssen. Dabei wird dann auch der Umgang der Schüler:innen mit den Experimenten und ihr Verständnis der Ergebnisse von Interesse sein.

(iii) *Begleitmaterial*: In der Lehrkräftehandreichung wurden einige Ergänzungen gewünscht, z.B. eine Übersicht über die verwendeten Icons auf den Arbeitsblättern oder eine genauere Zuordnung der Experimente zu Jahrgangsstufen. Für die Einbettung der Tipps und Lösungen wurde eine Verlinkung über einen QR-Code vorgeschlagen. Außerdem wurden teilweise vertiefte Informationen zu den Smartphone-Sensoren gewünscht, welche z.B. in Form von Steckbriefen realisiert werden könnten.

(iv) *Experimentelles Zubehör*: Der preisliche Rahmen von aktuell < 120 € pro Kit wurde als angemessen bewertet. Neben Feedback zu individuellem Zubehör gab es Vorschläge zu einer anderen Anordnung der Materialien im Kit, da im Unterrichtsalltag eine stärkere Verschachtelung vorteilhaft sei. Die Lehrkräfte haben außerdem die zukünftige Entwicklung thematischer Kits ergänzend zur themenübergreifenden Basisversion vorgeschlagen.

Studiendesign

Die phyphox:kits werden Lehrkräften für einen langfristigen Einsatz (≥ 1 Jahr) in Schulen zur Verfügung gestellt. Dabei soll untersucht werden, ob die gemeinsam mit Lehrkräften entwickelten Materialien die Implementation von Smartphone-Experimenten im Physikunterricht nachweisbar unterstützen können. Im Sinne des DBR-Ansatzes werden dabei empirische Daten erhoben, um die folgenden Forschungsfragen zu beantworten:

1. Welche Hindernisse treten bei der Einführung von Smartphone-Experimenten in den Physikunterricht auf und wie können diese überwunden werden?
2. Ändert sich die Akzeptanz von Smartphone-Experimenten bei Physiklehrkräften durch die bereitgestellten Materialien?

Für die Beantwortung von Forschungsfrage 2 wird auf die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2; vgl. Venkatesh et al., 2012) und das Technology Acceptance Model (TAM3; vgl. Venkatesh & Bala, 2008) zurückgegriffen.

Im Rahmen einer Pilotstudie wird im Schuljahr 2025/26 ein Prototyp des phyphox:kits im Unterrichtsalltag erprobt und das Studiendesign getestet. Dabei wird insbesondere ein Fragebogen bei den Lehrkräften zur Technologieakzeptanz von Smartphone-Experimenten im Pre-Post-Testdesign zum Einsatz kommen. Außerdem sollen die Lehrkräfte kurze Rückmeldungen zum Einsatz der Einführungsstunde und der einzelnen Versuche geben, was schulpraxistauglich niederschwellig umgesetzt werden soll. Den Lehrkräften werden auch Fortbildungsmöglichkeiten und Online-Sprechstunden angeboten.

Die Hauptstudie startet im Schuljahr 2026/27 und soll in einem Zeitraum von 15 Monaten neben Pre- und Post-Test auch einen Follow-Up-Test umfassen und damit den nachhaltigen Einsatz der Experimente adressieren.

Literatur

- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32 (3), S. 196-214. DOI: <https://doi.org/10.25656/01:5813>.
- Herd, M. & Heinke, H. (2025). Vielfältige Smartphone-Experimente als Ansatz zur Interessenförderung. In: van Vorst, H. (Hrsg.). *Entdecken, lehren und forschen im Schülerlabor. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bochum 2024*, S. 609-612.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen [MSW NRW] (2019). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen – Physik*. 1. Auflage. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Reinmann, G. (2017). Design-based research. In: Schemme, D. & Novak, H. (Hrsg.). *Gestaltungsorientierte Forschung – Basis für soziale Innovationen. Erprobte Ansätze im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis*, S. 49-61. Bielefeld: Bertelsmann.
- Staacks, S. & Pusch, A. (2025). Experimentieren mit Phyphox. Einfache Alltagsexperimente und „klassische“ Experimente aus dem Physikunterricht mit dem Smartphone. *MNU Journal*, 76(4), S. 320-329.
- Venkatesh, V. & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), S. 273-315. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L. & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), S. 157-178. DOI: <https://doi.org/10.2307/41410412>.