

Fatime Beka¹
Arnim Lühken¹
Lukas Knorr¹
Jessica Hoth²
Thomas Wilhelm¹
Volker Wenzel¹

¹Goethe-Universität Frankfurt
²Universität Rostock

Experimentierkisten für interdisziplinäres Lernen in der Primarstufe

Hintergrund und Zielsetzung der Forschung

In den letzten Jahren haben zahlreiche Ganztagschulen und außerschulische Betreuungseinrichtungen die Herausforderung angenommen, auch Themen aus den MINT-Fächern systematisch in ihre Bildungs- und Betreuungsangebote zu integrieren (Anders et al., 2013; Nickolaus et al., 2018; Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2023; Arndt & Piller, 2024). Ziel ist es, Kindern frühzeitig Zugang zu diesen zukunftsrelevanten Wissensbereichen zu ermöglichen, ihre Neugier zu wecken und grundlegende Kompetenzen im forschenden und problemlösenden Lernen zu fördern (Schneider, 2021; Seidel et al., 2016; Kucharz et al., 2021). Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, didaktische Konzepte zu entwickeln, die sich unmittelbar im Alltag pädagogischer Einrichtungen umsetzen lassen und gleichzeitig qualitativ hochwertige Lerngelegenheiten schaffen. Die Materialien und Angebote sollen sowohl für die Kinder als auch für das pädagogische Betreuungspersonal leicht verständlich, fächerübergreifend und praxisnah gestaltet sein. Ein konkretes Beispiel für die praktische Umsetzung dieser Anforderungen sind Experimentierkisten. Diese kombinieren altersgerechte Experimente mit didaktisch fundierten Anleitungen, sodass Kinder weitgehend selbstständig forschen und experimentieren können.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „*MaNa-Exe*“ (**M**athematisch-**n**aturwissenschaftliches **E**xperimentieren im Primarbereich) werden interdisziplinäre Experimentierkisten entwickelt und erprobt. Das Projekt zielt darauf ab, die Neugier und das Interesse der Kinder zu fördern (Heck-Koch, 2007; Schneider, 2021) und zugleich das pädagogische Betreuungspersonal zu unterstützen, das sich im mathematisch-naturwissenschaftlichen Experimentieren noch unsicher fühlt (Steffensky, 2017; Behr & Walter, 2012). Mithilfe ausgearbeiteter Informationstexte, didaktischer Anleitungen und experimenteller Hinweise kann das pädagogische Betreuungspersonal die Lernangebote effektiv umsetzen – auch ohne Fachwissen. Dabei sollen nicht nur die Kinder, sondern auch das pädagogische Betreuungspersonal durch die Materialien unterstützt werden, sodass sie neue Kompetenzen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich erwerben können (Schneider et al., 2005). Damit die Ziele des Projekts langfristig erreicht werden können, ist es wichtig, die Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die für den Erfolg eines solchen Bildungsangebots entscheidend sind. Studien zur Implementierung fachdidaktischer Konzepte zeigen, dass innovative Ansätze häufig an organisatorischen und strukturellen Rahmenbedingungen scheitern. Ein Mangel an Informationen und fachlichem Austausch, eine begrenzte Vorbereitungszeit bzw. ein hoher Vorbereitungsanfang sowie eine fehlende materielle Ausstattung, insbesondere an Materialien, die zum Experimentieren benötigt werden, stellen dabei zentrale Hindernisse dar (Knebloch et al., 2024). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse sollen nun weitere Gründe für die geringe Umsetzung von Experimentier-

kisten im Ganzttag identifiziert und das Konzept anschließend auf Basis dieser Ergebnisse überarbeitet, erprobt und evaluiert werden.

Entwicklung und Konzeption der Experimentierkisten

Im Rahmen des Projektes werden interdisziplinären Experimentierkisten „ExiBoxen“ entwickelt. Sie sollen Kindern einen niedrighschwelligen Zugang zu Phänomenen aus Umwelt, Natur und Gesellschaft ermöglichen. Nach ausführlicher Literaturrecherche konnten keine empirischen Studien zum Mangel an mathematisch-naturwissenschaftlich qualifiziertem Fachpersonal im Ganzttag ausfindig gemacht werden. Angesichts des allgemein hohen Lehrkräftemangels an Grundschulen (Bock et al., 2025; Betz et al., 2024) erscheint es jedoch plausibel, dass pädagogisches Betreuungspersonal mit mathematisch-naturwissenschaftlichem Fachwissen nur in sehr begrenztem Umfang im Ganzttag verfügbar ist. Um diesem Umstand zu begegnen, wird bei der Entwicklung besonderer Wert auf eine einfache und eigenständige Nutzung der Kisten gelegt. Insgesamt umfasst die Entwicklung und Erprobung der ExiBoxen 20 thematisch vielfältige Kisten, welche Phänomene aus unterschiedlichen Bereichen aufgreifen. Sie sind altersgerecht für die Klassenstufen 1 bis 4 gestaltet. Die Experimente sind so konzipiert, dass Kinder sie weitgehend selbstständig durchführen können, während das pädagogische Betreuungspersonal vor allem eine begleitende und unterstützende Rolle einnimmt. Dadurch wird selbstgesteuertes und entdeckendes Lernen gefördert, das zugleich den didaktischen Kern der Kisten bildet. Die Kisten enthalten alle erforderlichen Materialien sowie leicht verständliche Anleitungen. Ergänzend werden kindgerechte Einführungsvideos bereitgestellt, die den Aufbau und die Durchführung der Experimente Schritt für Schritt erklären, ohne das Ergebnis vorwegzunehmen. In Folgevideos werden die beobachteten Phänomene, die erwarteten Ergebnisse sowie Bezüge zu Alltag, Natur und Berufswelt dargestellt.

Das entwickelte Konzept der ExiBoxen

Die ExiBoxen orientieren sich an vier zentralen Kernaspekten: Interdisziplinarität, Nutzung von Alltagsmaterialien, Differenzierung und didaktische Prinzipien. Durch die Verbindung der Naturwissenschaften mit der Mathematik fördern sie das aktive Entdecken fächerübergreifender Zusammenhänge. Die Verwendung leicht verfügbarer und kostengünstiger Materialien erleichtert die Umsetzung auch im außerschulischen Kontext. Neben den Experimentiermaterialien enthalten die Kisten auch Materialien zur Dokumentation von Beobachtungen sowie Arbeitsblätter. Um den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Kinder gerecht zu werden, stehen neben schriftlichen Anleitungen auch kindergerechte Videoanleitungen zur Verfügung. Die differenzierten Anleitungen unterstützen individuelles Lernen im eigenen Tempo, ohne dass vertiefte fachliche Vorkenntnisse erforderlich sind. Auf Grundlage eines handlungsorientierten, kooperativ-konstruktivistischen Lernverständnisses regen die ExiBoxen forschendes Lernen in Kleingruppen an. Die zeitliche Gestaltung von jeweils etwa 45 Minuten pro Kiste ermöglicht eine einfache und flexible Integration der Experimentierkisten in den Ganztagsbereich und trägt zur Förderung nachhaltiger Lernprozesse bei.

Exemplarische Exibox

Die ExiBox zum Thema „Luft – Atmung“ enthält zwei Experimente, bei denen Kinder mathematisch-naturwissenschaftliche Phänomene praktisch erproben können. Beim ersten Experiment „Wie viel Luft passt in deine Lunge?“ messen die Kinder ihr eigenes Lungenvolumen.

Im zweiten Experiment „Wie kommt Luft in unsere Lunge?“ bauen die Kinder ein Lungenmodell aus einer Flasche und Ballons, um anschaulich zu beobachten, wie sich die Lunge beim Ein- und Ausatmen durch Druckveränderungen bewegt. Dabei entdecken sie, wie die Atmung im Körper funktioniert, welche physikalischen Druckunterschiede dabei entstehen und welche Gase ausgetauscht werden. Außerdem lernen sie, wie sich das Lungenvolumen berechnen lässt.

Erhebungsdesign und -instrumente

Im Rahmen der Pilotphase erfolgt die Erprobung der entwickelten ExiBoxen auf Basis der Design-Based-Research-Methode (DBR) (Wilhelm & Hopf, 2014; Fraefel, 2014), die Entwicklungs-, Erprobungs- und Reflexionsphasen eng miteinander verknüpft. Auf Grundlage einer ersten Anforderungsanalyse und bestehender Konzeptideen werden die ExiBoxen im Ganztags erprobt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen und Sichtweisen werden erfasst und fließen in praxisorientierte Empfehlungen für den Ganztags ein, während die Materialien kontinuierlich weiterentwickelt werden (Wilhelm & Hopf, 2014; Zimmermann, 2011), um ihre langfristige Einsatzfähigkeit zu sichern. Dabei werden einerseits die Ursachen für die mangelnde Implementierung von Experimentierkisten im Ganztagsbereich und andererseits potenzielle Veränderungen in Motivation und fachlichen mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen des pädagogischen Betreuungspersonals systematisch erfasst und gezielt gefördert. Zur Datenerhebung und Evaluation kommt ein Mixed-Methods-Design zum Einsatz, das quantitative und qualitative Erhebungsmethoden kombiniert. Das mehrstufige Evaluationsdesign richtet den Fokus insbesondere auf das pädagogische Betreuungspersonal. Vorgesehen sind *Prä*-Fragebögen, teilnehmende Beobachtungen, vertiefende *Post*- und *Follow-up*-Interviews sowie Logbuchführungen. Mithilfe dieser Instrumente werden verschiedene Aspekte erhoben, darunter Vorerfahrungen, wahrgenommene Barrieren, Motivation, Kompetenzentwicklung und der Umgang mit den eingesetzten Materialien. Zusätzlich wird die Nutzung durch die Kinder untersucht. Ein *Post*-Fragebogen erfasst ihr situatives Interesse, den Umgang mit den Materialien und den wahrgenommenen Unterstützungsbedarf während des Experimentierens.

Zeitliche Struktur des Forschungsdesigns

Das Forschungsdesign soll drei aufeinanderfolgende Phasen umfassen (vgl. Abb. 1). In den Schuljahren 2024/25 und 2025/26 sollen die ExiBoxen mithilfe der DBR-Methode entwickelt, erprobt und evaluiert werden. Dabei sollen die Konzepte unter realen Bedingungen schrittweise optimiert werden. Im Schuljahr 2026/27 sollen anschließend die nachhaltige Implementierung sowie eine summative Evaluation erfolgen.

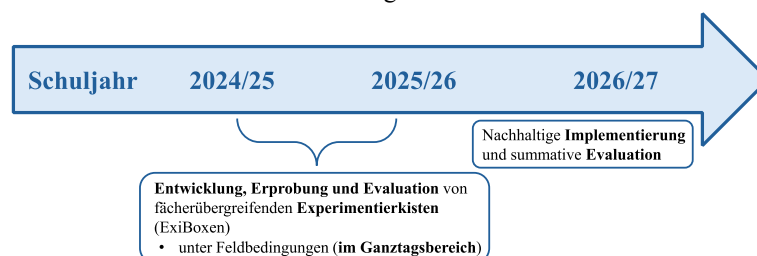


Abb. 1: Zeitlicher Ablauf des Forschungsdesigns.

Literatur

- Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S. & Steffensky, M. (2013). Zieldimensionen naturwissenschaftlicher Bildung im Kita-Alter und ihre Messung. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.). *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“* (Bd. 5). SCHUBI Lernmedien AG.
- Arndt, P. & Piller, S. (2024). *MINT-Angebote im schulischen Ganztagschwerpunkt Grundschule*.
- Behr, K. & Walter, M. (2012). *Qualifikationen und Weiterbildung frühpädagogischer Fachkräfte. Bundesweite Befragung von Einrichtungsleitungen und Fachkräften in Kindertageseinrichtungen. Zehn Fragen-zehn Antworten. Eine Studie der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)*. München: Deutsches Jugendinstitut.
- Betz, T., Idel, T. S. & Steffensky, M. (2024). Fachkräftemangel in pädagogischen Handlungsfeldern. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 27(6), 1413–1420.
- Bock, F., Bremerich, L., Graßhoff, G., Idel, T. S., Rohde, D. & Sauerwein, M. N. (2025). Pädagog:innen ohne Lizenz im Ganztags. Explorative Analysen zur institutionellen Einbindung und Positionierung von nicht formal qualifiziertem Personal in Ganztagschulen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 1–23.
- Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships. In: *Conference proceedings of WERA Focal Meeting* (Edinburgh, UK). WERA.
- Heck-Koch, C. (2007). *Naturwissenschaftliche Grundbildung in Kindergarten und Schule: Überlegungen und Anregungen für die Praxis*. Amt für Lehrerbildung (AFL).
- Knebloch, J., Hengel, C., Kyas, J., Hansch, A. & Wilhelm, T. (2024). Mangelnde Implementation physikdidaktischer Innovationen: Ursachen aus Sicht der Lehrkräfte. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Kucharz, D., Öz, L., Schmidt, J. K. & Skorsetz, N. (2021). *Professionalisierung pädagogischer Fach- und Lehrkräfte in der frühen MINT-Bildung* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Bd. 13). Verlag Barbara Budrich.
- Nickolaus, R., Steffensky, M. & Parchmann, I. (2018). Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote. In Erstellt im Auftrag des Nationalen MINT Forum eV Stuttgart, Kiel: Nationales MINT Forum.
- Schneider, A. (2021). Den Spaß am Forschen fördern. Methoden in der Frühpädagogik: Grundwissen und praktische Umsetzung nach Bildungsbereichen, 203.
- Schneider, R. M., Krajcik J. & Blumenfeld, P. (2005). Enacting reform-based science materials: The range of teacher enactments in reform classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 283–312.
- Seidel, T., Reinhold, S., Holzberger, D., Mok, S. Y., Schiepe-Tiska, A. & Reiss, K. (2016). *Wie gelingen MINT-Schulen? Anregungen aus Forschung und Praxis*. Münster; New York: Waxmann.
- Steffensky, M. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen. Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)*. München: Deutsches Jugendinstitut.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.). (2023). *MINT-Bildung im Primarbereich – Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken* (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Bd. 16). Verlag Barbara Budrich.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In: D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, S.31–42. Springer.
- Zimmermann, M. (2011). *Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*. Logos.