

Wollmann, Karl; Steinmann, Annett; Lange-Schubert, Kim
**DearH_MINT – Beitrag zu einer frühen MINT Bildung im Kontext von
Problemlösekompetenz und Zukunftsgestaltung**

Schomaker, Claudia [Hrsg.]; Peschel, Markus [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: Mit Sachunterricht Zukunft gestalten?! Herausforderungen und Potenziale im Kontext von Komplexität und Ungewissheit. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 222-232. - (Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts; 35)



Quellenangabe/ Reference:

Wollmann, Karl; Steinmann, Annett; Lange-Schubert, Kim: DearH_MINT – Beitrag zu einer frühen MINT Bildung im Kontext von Problemlösekompetenz und Zukunftsgestaltung - In: Schomaker, Claudia [Hrsg.]; Peschel, Markus [Hrsg.]; Goll, Thomas [Hrsg.]: Mit Sachunterricht Zukunft gestalten?! Herausforderungen und Potenziale im Kontext von Komplexität und Ungewissheit. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 222-232 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-327661 - DOI: 10.25656/01:32766; 10.35468/6152-20

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-327661>

<https://doi.org/10.25656/01:32766>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

*Karl Wollmann, Annett Steinmann
und Kim Lange-Schubert*

DearH_MINT – Beitrag zu einer frühen MINT Bildung im Kontext von Problemlösekompetenz und Zukunftsgestaltung

Early STEM education should enable children to understand current and future complex challenges in authentic and real-life contexts and to be able to solve them with the help of subject-specific resources and skills (Bybee 2013; Martín-Páez et al. 2019). The main question at the center of this is: How can STEM learning environments be designed to support the development of DAH in a discipline-specific and cross-disciplinary way? To this end, the article presents the results of the formative evaluation (focus group discussion) of the learning environment and discusses them against the background of their effectiveness.

1 Zur Bedeutung einer frühen MINT-Bildung

So früh wie möglich tragfähige Voraussetzungen zu schaffen, die natürliche und technische Mitwelt strukturiert und informiert zu erkunden, zu verstehen und mitzugestalten, sollte das Ziel einer frühen MINT-Bildung sein (Steffensky 2023). Kinder im Elementar- und Primarbereich werden durch frühe MINT-Bildung befähigt, an Gesellschaft zu partizipieren und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen (a.a.O.). Zur Grundbildung in den Disziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik gehört neben inhaltlichen Kenntnissen vor allem die Kompetenz, Wissen durch die Anwendung geeigneter Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAH) zu erwerben, zu erweitern und für die Lösung von MINT-Problemen anwenden zu können (Bybee 2013; Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios & Vilchez-González 2019; Metzger, Schneider & Haselhofer 2022). Das Akronym MINT kann einerseits als Oberbegriff für einzelne Fachdisziplinen stehen: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik. In der angelsächsischen Literatur hat sich andererseits ein interdisziplinäres Verständnis durchgesetzt, in dem „Forschung und Entwicklung stattfinden, an Technologien gearbeitet wird und Innovationen entstehen“ (Graube & König 2015, 2). Im

Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes sollen somit nicht einzelne Fachdisziplinen, sondern Themen- und Problemfelder im Zentrum stehen, die kontinuierliche und lebenslange MINT-Bildung ermöglichen (Nationales MINT Forum 2014). Diese Herangehensweise an MINT im Kontext Schule und die damit verbundenen Herausforderungen der Vielperspektivität, der Vernetzung und doppelten Anschlussfähigkeit der Primarschulfächer machen MINT-Bildung für das Fach Sachunterricht sehr bedeutsam (Lange-Schubert und Steffensky 2023). Das ausgewiesene Ziel einer (frühen) MINT-Bildung (im Sachunterricht) referiert auf die bereits etablierten Literacy Konzepte (Bybee 1997; OECD 2017), insbesondere MINT-Literacy (Martín-Páez u. a. 2019; Thibaut, Ceuppens, Loof, Meester, Goovaerts, Struyf, Boeve-de Pauw, Dehaene, Deprez, Cock, Hellinckx, Knipprat, Langie, Struyven, van de Velde, van Petegem & Depaeppe 2018). Auf der Basis eines integrierten MINT-Verständnisses (vgl. Abb. 1) wird unter MINT-Literacy die Fähigkeit verstanden, Problemstellungen in authentischen Kontexten zu verstehen und zu lösen (a.a.O.).

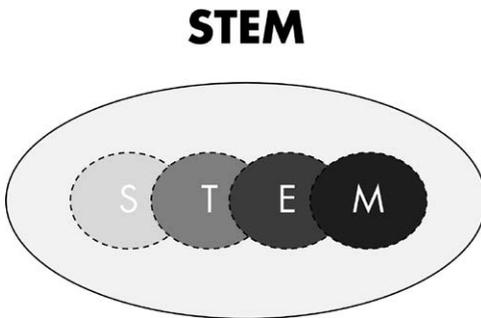


Abb. 1: STEM-Modell als Basis eines integrierten MINT-Verständnisses (nach Martín-Páez et al. 2019).

Auf diese Weise können disziplinspezifische und -übergreifende MINT-Methoden, respektive MINT-DAH (s. Abb. 2), sowie Disziplinen- und MINT-spezifisches Inhaltswissen Schüler*innen zugänglich gemacht werden (Steffensky 2023). Das bedeutet auch, dass Kinder dann frühestmöglich dazu befähigt werden sollten, sich grundlegende Zusammenhänge zwischen den MINT-Disziplinen zu erschließen, sie zu beurteilen und darauf aufbauend Entscheidungen zu treffen für die Lösung von MINT-Problemen. Schüler*innen im Primarbereich benötigen besonders viel Unterstützung bei der Identifikation der zur Lösung von MINT-Problemen notwendigen explizit disziplinspezifischen Wissensbestände sowie insbesondere der DAHs benötigen (Lange-Schubert & Steffensky 2023). Die Unterstützung sollte dabei in besonderem Maße auf ein explizites in Beziehung setzen und reflektieren der Wissensbestände und DAH Wert legen. Dadurch ist eine hohe Passung zum didaktischen Prinzip Vielperspektivität des Sachunterrichts (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013) zusätzlich gegeben.

Schlussfolgernd aus Notwendigkeit des Aufbaus disziplinspezifischer Wissensbestände und DAH fokussiert das Projekt DearH_MINT die Adressierung und Förderung disziplinspezifischer und -übergreifender DAH bei Schüler*innen der Klassenstufe 2.

Am Beispiel der MINT-Disziplin Technik sind mit Bezug zur technischen Perspektive des Sachunterrichts folgende disziplinspezifische DAH zu benennen:

- Technik nutzen
- Technik erschließen
- Technik entwickeln und herstellen
- Technik kommunizieren
- Technik reflektieren und bewerten

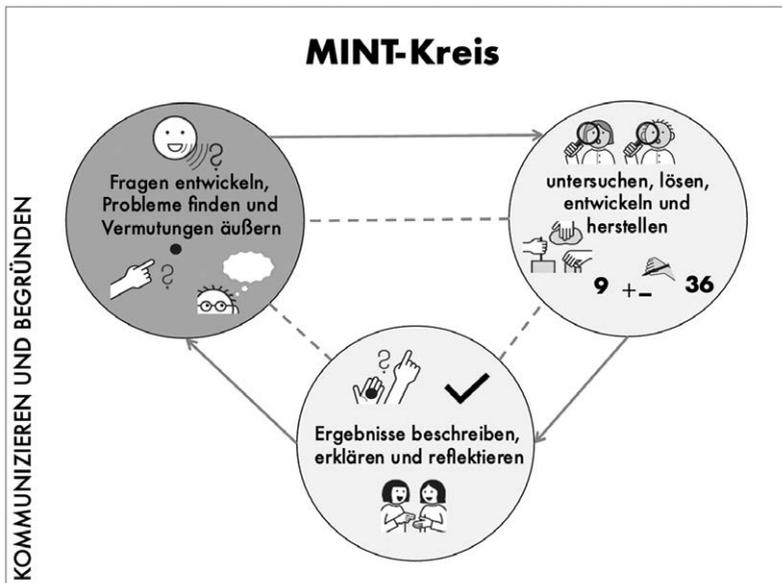


Abb. 2: MINT-Kreis, entwickelt für Schüler*innen der Klassenstufe 2 im Rahmen des BMBF Projekts DearH_MINT – in den Kreisen sind MINT-Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen für die Zielgruppe schriftsprachlich und grafisch dargestellt (Grafik: Wollmann, Steinmann, Lange-Schubert, Köhler, Steffensky, Hagena, Schütte; Symbole: METACOM Symbol © Annette Kitzinger).

Es existieren zu MINT-spezifischen DAH Vorarbeiten. So lassen sich drei typische Phasen der MINT-Problemlösung zusammenfassen (Ardianto, Firman, Permanasari & Ramalis (2019); Lange-Schubert und Steffensky 2023; Priemer,

Eilerts, Filler, Pinkwart, Rösken-Winter, Tiemann & Upmeyer Zu Belzen, 2020; Ramseger und Steinmann 2023; Stiftung Haus der kleinen Forscher 2023):

- *Exploration*: Fragen entwickeln, (disziplinspezifische) Probleme identifizieren, Vermutungen äußern
- *Überprüfung*: untersuchen, lösen, entwickeln und herstellen
- *Schlussfolgerung und Reflexion*: Ergebnisse beschreiben, erklären und reflektieren

2 Eine MINT-Lernumgebung entwickeln und evaluieren – Design Based Research

2.1 Forschungsstand

Aktuelle Forschungsbefunde zeigen zunächst, dass unterrichtliche Ansätze mit integriertem MINT-Verständnis zum einen rar und nicht per se wirksam und vorteilhaft sind (Lange-Schubert & Steffensky 2023). In Studien für den Primarbereich, in denen Lernumgebungen mit vernetzten mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten untersucht wurden, zeigen sich positive Effekte für fachliches Lernen (u. a. Cunningham, Lachapelle, Brennan, Kelly, Tunis & Gentry 2020). Demgegenüber finden sich für den Sekundarbereich Studien mit integrierten MINT-Interventionen (Tran & Nathan 2010), die keinen messbaren Kompetenzzuwachs der Schüler*innen im Vergleich zum regulären Unterricht zeigen konnten (Lange-Schubert & Steffensky 2023). Dies bestätigen auch internationale Studien: Selcen Guzey, Harwell, Moreno, Peralta & Moore (2017) konnten in ihrer Studie (Fokus STEM – Naturwissenschaften und Technik) keinen expliziten Leistungszuwachs der Schüler*innen feststellen. Zentrale Erkenntnis der Autor*innen ist, dass Zusammenhänge der Disziplinen nur dann von Lernenden wahrgenommen werden können, wenn diese in Lernumgebungen explizit gemacht werden. McFadden und Roehrig (2019) konnten für den Primarbereich zeigen, dass mangelndes Vorwissen in problemhaltigen Lernkontexten dazu führt, nicht zielführende Lösungswege einzuschlagen, die fachliche MINT-Lernzuwächse beeinträchtigen (a.a.O.). Lange-Schubert & Steffensky (2023) fassen zusammen, dass trotz eines teilweise widersprüchlichen und wenig evidenzbasierten und konzeptionellem status quo zu MINT-Bildung, MINT-Lernumgebungen für den Primarbereich unter Berücksichtigung der oben genannten Bezugspunkte hohes Potential bieten, indem sie herausfordernde und motivierende Lerngelegenheiten sein können, die Kindern ermöglichen „[...] inter- und transdisziplinäre Kompetenzen anzubahnen und mit komplexen mehrdeutigen Situationen umzugehen.“ (a.a.O., 137). Zur Wirksamkeit solcher Lernumgebungen fehlen momentan fundierende Konzeptionierungen, was MINT eigentlich genau fasst und welche spezifischen MINT-Kompetenzen im Primarbereich gefördert werden sollen und können (a.a.O.). Andererseits ist es notwendig

empirische Befunde zu generieren, ob eine frühe und explizite Adressierung von (MINT)-Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (MINT-DAH) auch im Primarbereich bedeutsam zur Aneignung inhaltsbezogenem MINT-Wissens ist (Koeber & Osterhaus 2019). Forschungsarbeiten von u. a. Kruit, Oostdam, van den Berg & Schuitema (2018) und Vorholzer (2016) konstatieren eine explizite Adressierung von (MINT-)DAH in Verbindung mit einer sukzessiven Integration der MINT-Disziplinen als erfolgreich und wirksam für den Lernerfolg. Dies spricht für eine schrittweise Vernetzung der MINT-Disziplinen, um zunächst fachliche Grundlagen aufbauen zu können und in der schrittweisen Vernetzung wirksam werden zu lassen im Hinblick auf eine Befähigung zur komplexen Problemlösung unter expliziter Nutzung von DAH und der Reflexion dieser. Fehlende vertiefte Erkenntnisse zu einem lernerfolgversprechenden MINT-Unterricht führen im Projekts DearH_MINT dazu, z. B. auch motivationale Aspekte zu berücksichtigen und in der Entwicklung von MINT-Lerngelegenheiten kritisch zu prüfen. Dies bietet im Projekt den Ausgangspunkt für die Entwicklung und Evaluierung eines lernwirksamen Unterrichtsdesigns für Klassenstufe 2, in dem disziplinspezifisches und -übergreifendes MINT-Inhalte sukzessive aufgebaut und verbunden werden. Eine Explizierung von MINT-DAH soll konzeptionell entwickelt und implementiert werden und in der Konsequenz den Aufbau von MINT-Kompetenzen unterstützen.

2.2 Wirksame Unterrichtsdesigns mit Fokus auf Praxistauglichkeit entwickeln und evaluieren

Unter Nutzung des Design Based Research (DBR) Ansatzes (Euler 2014) und die damit verbundene Intention, Lerngelegenheiten theoriegeleitet zu entwickeln und ausdrücklich im Hinblick auf Praxistauglichkeit zu evaluieren, wird in DearH_MINT der forschungsleitenden Frage nachgegangen:

Wie können MINT-Lernumgebungen gestaltet sein, um die Entwicklung von DAH disziplinspezifisch und -übergreifend zu unterstützen?

In einem ersten, dem DBR-Ansatz immanenten, Schritt (Euler 2014; Steinmann 2022) erfolgte die Entwicklung des theoriebasierten, MINT-integrativen und zielgruppenspezifischen Unterrichtsdesigns „Phänomenal beschatten“ im Interventions- und Kontrollgruppendesign (für einen Überblick: Webseite Universität Leipzig, Projekt DearH_MINT). Unter Nutzung der projektstandortspezifischen Expertisen (Naturwissenschaft, Mathematik und Technik) wurde eine Lernumgebung entworfen, die disziplinspezifische Kompetenzentwicklungen grundlegt und sukzessive deren Verbindung zur Lösung eines komplexen MINT-Problems anbahnt. Unter Nutzung des MINT-Kreises (s. o.) erfolgte die Einbindung und explizite Adressierung der MINT-DAH in der Interventionsgruppe (IG). Der Aspekt der Praxistauglichkeit und dem Ziel der Praxisrelevanz (u. a. Hußmann,

Thiele, Hinz, Prediger & Ralle 2013) muss dabei als zentrale Gelingensbedingung mitgedacht, konzeptioniert und kategorisiert werden, um Bildungsprozesse zügig und nachhaltig beeinflussen und Überprüfbarkeit auf Wirksamkeit ermöglichen zu können (a.a.O.). Die für das Forschungsinteresse relevanten Kriterien für Praxistauglichkeit wurden in Form eines Literaturreview (angelehnt an die Forschungsarbeiten Steinmann 2022, Seidler-Proffe 2025 i.V.) extrahiert und in Einschätzungs- und Evaluationsleitlinien überführt. Folgende konzeptionelle und evaluationsleitende Unterkategorien konnten dabei für Praxistauglichkeit theoretisch abgeleitet und konstatiert werden: Verständlichkeit des Inhalts, Methodenpassung, Lehrplanbezug, Berücksichtigung der fachlichen Lernvoraussetzungen und Inklusionsorientierung.

2.3 Erhebungsinstrument, Stichprobe und methodisches Vorgehen

Im Rahmen von DBR-Studien haben sich verschiedene Instrumente etabliert, die eine formative Evaluation von Praxisakteur*innen ermöglichen (Euler 2014). Eine häufig angewandtes moderiertes Diskursverfahren mit implementierten Analysestimuli zur Einschätzung von Praxistauglichkeit ist die Fokusgruppendifkussion. In DearH_MINT wurden hierfür drei Expert*innen mit Expertisen in den Bereichen Schulpraxis, Fortbildung, Fachberatung sowie Lehre und Forschung im Bereich frühe technische Bildung ausgewählt und im moderierten Videokonferenz-Gruppeninterview anhand der Analysestimuli Passung der Lernumgebung für Jahrgangsstufe 2, fachliche Passung der DAH-Technik sowie integratives MINT-Verständnis befragt und autographiert. Die Analyse der Daten erfolgte mit Hilfe von MAXQDA unter Ausschärfung des Konstrukts Praxistauglichkeit in fünf Unterkategorien (deduktiv): Verständlichkeit des Inhalts, Methodenpassung, Lehrplanbezug, Berücksichtigung von fachlichen Lernvoraussetzungen und einer inklusionsorientierten technischen Bildung (in Anlehnung an Steinmann 2022, Seidler-Proffe 2025 i.V.) mit dem Ziel der Erprobung (Tryout) MINT-Lernumgebung „Phänomenal beschatten“.

Den Expert*innen der Fokusgruppendifkussion wurde das Skript der Projektwoche in Form von ausführlichen Unterrichtsentwürfen mit Sachinformationen, didaktisch-methodischen Hinweisen sowie tabellarischem Unterrichtsablauf im Vorfeld zur Verfügung gestellt. Damit konnten sie sich auf Rückmeldungen zu den jeweiligen Expert*innenfokussen vorbereiten.

2.4 MINT-Lernumgebung „Phänomenal beschatten“

Die erste Sequenz der Projektwoche bestand in der gemeinsamen Identifizierung und Formulierung des MINT-Problems: „Wie bekommen wir mehr Schatten auf unseren Schulhof?“. Eine Übersicht über die Inhalte der MINT-Projektwoche „phänomenal beschatten“ finden Sie auf der Webseite der Universität Leipzig zum Projekt DearH_MINT.

2.5 Ergebnisse der formativen Evaluation

Die Einschätzungen zur Praxistauglichkeit der Lernumgebung „Phänomenal beschatten“ der drei diskursiv befragten Expert*innen zeigte zunächst einen vergleichsweise hohen Redeanteil zu den deduktiven Kategorien Verständlichkeit des Inhalts (29%) und Methodenpassung (37%). Im Kontrast dazu wurde zu den Kategorien Lehrplanbezug (10%), Berücksichtigung der fachlichen Lernvoraussetzungen (8%) und inklusionsorientierte technische Bildung (5%) wenig rückgemeldet. In der differenzierten Betrachtung zeigt sich, dass im Hinblick auf die Verständlichkeit des Inhalts vor allem diskutiert wird, ob der Designprototyp „Phänomenal beschatten“ für Kinder der zweiten Jahrgangsstufe zu komplex ist und die implizierte Integration der einzelnen MINT-Disziplinen den Lernenden noch stärker verdeutlicht werden sollte (s. Abb. 3).

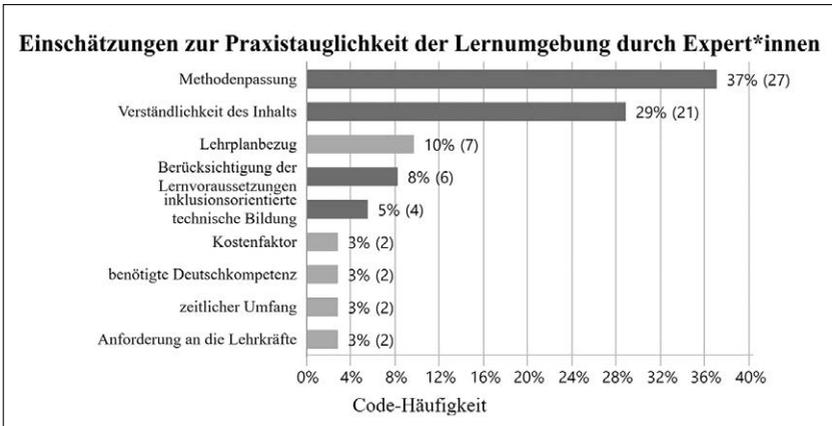


Abb. 3: Vorkommen der deduktiven (dunkelgrau) und induktiven (hellgrau) Kategorien

Zudem konnten induktiv weitere Kategorien der Praxistauglichkeit identifiziert werden, die zwar mit weitaus geringeren Redeanteilen aufweisen, für die Überarbeitung der Lernumgebung dennoch wichtige Hinweise liefern. Dazu zählen ein hoher Kostenfaktor, ein erheblicher zeitlicher Umfang, hohe Anforderungen an die sprachlichen Lernvoraussetzungen der Schüler*innen und hohe Anforderung an die Lehrpersonen (inhaltlich/methodisch).

3 Diskussion, Implikationen, Ausblick

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die Fokusgruppendifkussion zur intendierten Befassung der Praxistauglichkeit führte; die Praxistauglichkeit der Lernumgebung wurde weitgehend bestätigt. Sehr positiv und bestärkend ist das Feedback zum Lehrplanbezug, die für Naturwissenschaften und Technik eine weitgehende Passung für die Jahrgangstufe 2 bestätigen. Im folgenden können die Ergebnisse nur exemplarisch ausgeführt werden.

Deutliche Kritik wurde von den Expert*innen geäußert im Hinblick auf eine *zu hohe Komplexität der Lernumgebung* für die Zielgruppe Zweitklässler*innen. Wobei sich insbesondere dazu eine gewisse Uneinigkeit zwischen den Expert*innen zeigte. Für die Kategorie *Methodenpassung* ist die Rückmeldung dadurch geprägt, dass den Kindern das „Fragen finden“ und „selbst Fragen an Welt stellen“ in der Lernumgebung nicht ermöglicht wird, da alle Forscher*innenfragen vorgegeben sind. Weiterhin wird kritisch angemerkt, dass eine starke Lehrer*innenzentrierung in der Einführung und Auswertung dominieren. *Der zeitliche Umfang des Projekts* von einer Woche wurde auch kritisiert. Hierbei zeigten sich die Rückmeldungen der Expert*innen eher ambivalent. Einerseits hätte man im Schuljahr nicht genügend Zeit für so ein derart großes Projekt, gleichzeitig sahen sie, dass mit dem Projekt viele lehrplanrelevante Inhalte abgedeckt und zugleich vernetzt werden. In Bezug auf die *Anforderungen an die Lehrperson* zeigen sich in den Rückmeldungen der Expert*innen Bedenken hinsichtlich der stets geforderten Vernetzung der disziplinspezifischen und -übergreifenden DAH und Inhalte sowie insbesondere die explizite Adressierung (Reflexion) der DAH. Dazu zählt auch, dass hier Sorge darüber besteht, ausreichend fachlich kompetent in jeder einzelnen MINT-Disziplin zu sein.

Alle Rückmeldungen der Expert*innen flossen in eine Überarbeitung der Lernumgebung ein, die vor der Intervention abgeschlossen wurde (Ableitungen aus den Fokusgruppendifkussionen). Das explizite Forschungsinteresse des Projekts DearH_MINT führte allerdings dazu, dass die Rückmeldungen in den Kategorien Zeitfaktor, Kosten für die Intervention nicht berücksichtigt wurden und die Kategorien sprachliche Differenzierung nur zum Teil in die Überarbeitung integriert wurden. Ein hohes Maß an fachorientiertem sprachlichen Verständnis und Ausdruck ist mit dem Ziel der Entwicklung einer MINT Literacy bei Schüler*innen unerlässlich.

Für die abschließende Überarbeitung und die Entwicklung des robusten Unterrichtsdesigns werden dies Kategorien wieder Beachtung finden, um eine umfassende Praxistauglichkeit herstellen zu können. Außerdem sollen die Rückmeldungen zur Kategorie „Anforderungen an die Lehrperson“ bis zum Projektabschluss aufgegriffen werden, indem ausführliche Lehrerhandreichungen

sowie Lehrer*innenfortbildungen zur Vernetzung und Explikation von DAH und MINT-Disziplinen entwickelt werden.

In die Spezifizierung der Unterrichtsevaluation werden Zusammenhangsanalysen einfließen, die u. a. die Frage beantworten werden, inwiefern sich Unterschiede bei Zweitklässler*innen der verschiedenen Gruppen in der Lernentwicklung von Kindern mit heterogenen Lernvoraussetzungen (u. a. Gender und SES) zeigen (Instrument: schriftl. Kinder- und Elternbefragungen). Erste Analysen der Lernfortschritte im Prä-Postvergleich zeigen, dass in beiden Gruppen in Bezug auf MINT signifikante Verbesserungen in den im Projekt durchgeführten Einzeltests zu disziplinspezifischen und -übergreifenden Fachwissen und DAH erreicht wurden.

Literatur

- Ardianto, D., Firman, H., Permanasari, A. & Ramalis, T. R. (2019): What is Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Literacy? In: *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 253. 381-384.
- Bybee, R. W. (1997): *Achieving scientific literacy. From purposes to practices*. Portsmouth, NH (USA).
- Bybee, R. W. (2013): *The case for STEM education. Challenges and opportunities*. Arlington, VA (USA).
- Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., Brennan, R. T., Kelly, G. J., Tunis, C. S. A. & Gentry, C. A. (2020): The impact of engineering curriculum design principles on elementary students' engineering and science learning. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 57, Nr. 3, 423-453.
- Euler, D. (2014): Design-Research – a paradigm under development. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 27, 15-45.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn.
- Graube, G. & König, N. (2015): MINT als Chance für technische Allgemeinbildung. Handlungsempfehlung, VDI. <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/mint-als-chance-fuer-technische-allgemeinbildung>. [10.09.2024].
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S. & Ralle, B. (2013): Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen. *Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell*. In: M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.): *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme*. Münster. 25-42.
- Koerber, S. & Osterhaus, C. (2019): Individual Differences in Early Scientific Thinking: Assessment, Cognitive Influences, and Their Relevance for Science Learning. In: *Journal of Cognition and Development*, 20, Nr. 4, 510-533.
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E. & Schuitema, J. A. (2018): Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. In: *International Journal of Science Education*, 40, Nr. 4, 421-441.
- Lange-Schubert, K. & Steffensky, M. (2023): M, I, N, T – oder MINT-Unterricht in der Grundschule – Status quo und Perspektiven. In: *Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), MINT-Bildung im Primarbereich. Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken*. Opladen, Berlin, Toronto, 129-140.

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. & Vílchez-González, J. M. (2019): What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. In: *Science Education*, 103, Nr. 4, 799-822.
- McFadden, J. & Roehrig, G. (2019): Engineering design in the elementary science classroom: supporting student discourse during an engineering design challenge. In: *International Journal of Technology and Design Education*, 29, Nr. 2, 231-262.
- Metzger, S., Schneider, C. & Haselhofer, M. (2022): Förderung der MINT-Bildung durch hochschul-typenübergreifende Zusammenarbeit. In: *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 40, Nr. 1, 41-57.
- Nationales MINT Forum (Hrsg.) (2014): MINT-Bildung im Kontext ganzheitlicher Bildung. Grundsatzpapier des Nationalen MINT Forums. München.
- OECD. (2017): PISA 2015 assessment and analytical framework. Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving (PISA, Revised edition). Paris.
- Prediger, S. & Link, M. (2012): Fachdidaktische Entwicklungsforschung – Ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkung fachdidaktischer Arbeitsbereiche. In: Bayrhuber, H., Harms, U., Muszynski, B., Ralle, B., Rothgangel, M., Schön, L.-H., Vollmer, H. J., Weigand, H.-G. (Hrsg.): *Formate fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen*. Münster, 29-42
- Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., Rösken-Winter, B., Tiemann, R. & Upmeyer zu Belzen, A. (2020): A framework to foster problem-solving in STEM and computing education. In: *Research in Science & Technological Education*, 38, Nr. 1, 105-130.
- Ramseger, J. & Steinmann, A. (2023): Ausgewählte Praxisbeispiele guter MINT-Bildung im Primarbereich. In: *Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), MINT-Bildung im Primarbereich. Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken*. Opladen, Berlin, Toronto, 103-128.
- Seidler-Proffe, M. (2024). *Körperbasierte Zugangsweisen in einem inklusionsorientierten naturwissenschaftlichen und technischen Sachunterricht*. Dissertation. Leipzig.
- Selcen Guzey, S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y. & Moore, T. J. (2017): The Impact of Design-Based STEM Integration Curricula on Student Achievement in Engineering, Science, and Mathematics. In: *Journal of Science Education and Technology*, 26, Nr. 2, 207-222.
- Steffensky, M. (2023): Guter MINT-Unterricht in der Grundschule. In: *Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), MINT-Bildung im Primarbereich. Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken*. Opladen, Berlin, Toronto, 47-66.
- Steinmann, A. (2022): Herausfordernde Lernaufgaben und herausforderndes Verhalten. Förderungsorientierte Partizipation in technischen Gestaltungsprozessen des Primarbereichs. Dissertation. Leipzig. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-780437>. [11. 12.2024]
- Stiftung Haus der kleinen Forscher. (2023): *Rahmenkonzept einer MINT-Bildung*. In: *Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): MINT-Bildung im Primarbereich. Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken*. Opladen, Berlin, Toronto, 141-174.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H. de, Meester, J. de, Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., Cock, M. de, Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., van de Velde, D., van Petegem, P. & Depaepe, F. (2018): Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. In: *European Journal of STEM Education*, 3, Nr. 1, 1-12.
- Tran, N. A. & Nathan, M. J. (2010): Pre-College Engineering Studies: An Investigation of the Relationship Between Pre-college Engineering Studies and Student Achievement in Science and Mathematics. *Journal of Engineering Education*, 99, Nr. 2, 143-157.
- Vorholzer, A. (2016): *Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*. Berlin.

Autor*innen**Wollmann, Karl**

<https://orcid.org/0000-0002-1598-3009>

Grundschuldidaktik Sachunterricht unter besonderer Berücksichtigung
von Naturwissenschaft und Technik

Universität Leipzig

karl.wollmann@uni-leipzig.de

Steinmann, Annett, Dr.

Grundschuldidaktik Werken als technisches Gestalten

Universität Leipzig

annett.steinmann@uni-leipzig.de

Lange-Schubert, Kim, Prof. Dr.

<https://orcid.org/0000-0003-0815-9094>

Grundschuldidaktik Sachunterricht unter besonderer Berücksichtigung
von Naturwissenschaft und Technik

Universität Leipzig

kim.lange-schubert@uni-leipzig.de