

Goethe-Universität Frankfurt (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022. 56. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*. WTM.

United Nations (2023). The 17 Goals. Sustainable Development Goals. Retrieved from sdgs.un.org/goals (last checked 30.11.2023)

Zhang, S., Schmader, T. und Hall, W. M. (2012). L'eggo My Ego: Reducing the gender gap in math by unlinking the self from performance. *Self and Identity*, 12(4), 400–412. DOI:10.1080/15298868.2012.687012

Lara Gildehaus, Universität Klagenfurt/Paderborn
E-Mail: gildehaus@khdm.de

Anja Fetzter, Universität Tübingen
E-Mail: [fetzer@math.uni-tuebingen.de](mailto:fetzter@math.uni-tuebingen.de)

Nicola Oswald, Universität Würzburg
E-Mail: nicola.oswald@uni-wuerzburg.de

Einblicke in das Projekt RDopen – Open Educational Resources (OER) zur Vermittlung fachdidaktischer Kompetenzen zum räumlichen Denken in der Lehramtsausbildung

Cathleen Heil und Silke Ruwisch

Im Rahmen des Projekts *RDopen – OER zur Vermittlung fachdidaktischer Kompetenzen zum räumlichen Denken in der Lehramtsausbildung* entstanden offen lizenzierte Bildungsmaterialien. Open Educational Resources (OER) sind digitalisierte Lehr-Lern-Materialien, die zum Zwecke der nicht-kommerziellen, frei verwertbaren und frei anpassbaren Verwendung geteilt werden. Dabei umfassen OER nicht nur einzelne, sondern auch Vorschläge für didaktisch-methodische Lernsettings, in welche die einzelnen Materialien eingebettet sein könnten (Ramoutar, 2021).

OER liefern damit auch im Hochschulbereich einen wesentlichen Ansatzpunkt zum freien Zugang zu Information und Wissen. Die im Projekt entstandenen Materialien (Lernaktivitäten, Videodatenbank, Kurstemplate) wurden über das Programm „Förderung von OER an Niedersächsischen Hochschulen“ des niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur unterstützt und sind in der digitalen OER-Infrastruktur www.twillo.de hinterlegt. In diesem Beitrag erläutern wir konzeptionelle Ansatzpunkte der Materialien des Projekts *RDopen* und stellen diese konkret vor.

Fachdidaktische Kompetenzen zum räumlichen Denken

Geht man von den zwei großen Ideen aus, Mathematik zu betreiben, so nimmt die Geometrie neben der Arithmetik einen besonderen Stellenwert ein.

Raumvorstellung (syn. *räumliche Fähigkeiten, räumliches Denken*) als die genuine kognitive Auseinandersetzung mit räumlichen Objekten und deren Beziehungen – insbesondere in Bezug auf sich selbst und bei vorgestellter oder realer Bewegung im Raum – ist essentiell zur Erschließung geometrischer Sachverhalte (z. B. Soury-Lavergne & Maschietto, 2015; Heil, 2021).

Fachdidaktisches Professionswissen zum Diagnostizieren und Fördern räumlichen Denkens entlang der Bildungskette ist laut Bildungsstandards essentiell in der Lehramtsausbildung Mathematik. Diese Notwendigkeit ergibt sich nicht nur aus empirischen Befunden, die zeigen, dass Leistungen im räumlichen Denken mit der Mathematikleistung insgesamt hoch korrelieren (z. B. Grüßing, 2012; Resnick et al., 2020), sondern auch aus der hohen Alltagsrelevanz des Themas. In Gesprächen mit Kolleg:innen entsteht jedoch der Eindruck, dass bei der Vermittlung fachdidaktischen Wissens zum Thema in der Regel nur auf die Modelle nach Thurstone (1950) (psychologisch) und Maier (1999) (fachdidaktisch) zurückgegriffen wird (zu beiden Modellen: siehe z. B. Büchter, 2011) und neuere Forschung nur wenig berücksichtigt bleibt. Ebenso fehlen frei verfügbare Videoaufnahmen von Lernenden, die in raumgeometrischen Settings agieren und anhand derer angehende Lehrkräfte die von den Kindern verstandenen Raumkonzepte beobachten und Ansatzpunkte zur weiteren Förderung herausarbeiten können. Die vorliegenden OER-Materialien schlie-

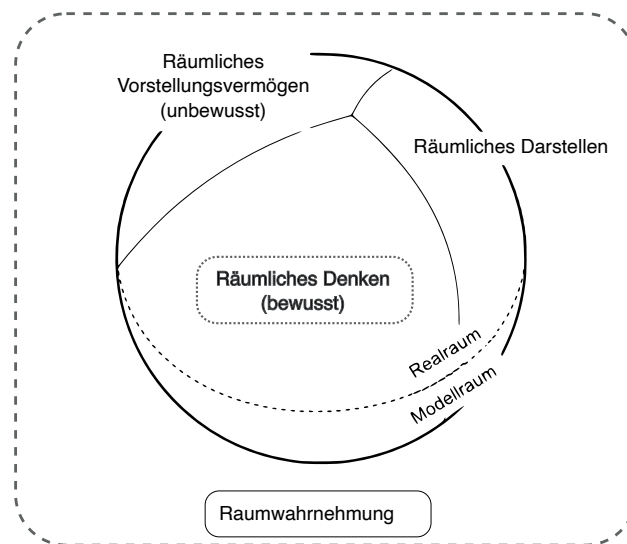


Abbildung 1. Raumvorstellung im weiteren (gestrichelt) und im engeren (gepunktet) Sinne (Heil, CC-BY-SA 4.0)

ßen diese Lücke mit ersten Videos sowie Lernaktivitäten für die Hochschullehre.

Zum Begriff „Raumvorstellung“ in den vorliegenden Materialien

Ebenso vielfältig wie die Befunde von Studien zum Thema sind auch die Begrifflichkeiten selbst. In den vorliegenden Materialien lehnen wir uns an die Arbeiten der Arbeitsgruppe Ruwisch & Heil an der Leuphana Universität Lüneburg an und nutzen den Begriff *Raumvorstellung* mit folgendem konzeptuellen Hintergrund (Abb. 1, siehe auch Heil & Ruwisch, 2019; Heil, 2021): *Raumvorstellung im weiteren Sinne* bezieht sich auf die Gesamtheit der unbewussten und bewussten raumkognitiven Prozesse, die über die bloße (visuelle) Raumwahrnehmung hinausgehen. Raumvorstellung involviert raumkognitive Prozesse, in denen entweder räumliche Abbildungen handlungsleitend sind (sog. schriftliche Raumvorstellungsaufgaben, in denen eine reale Situation im Modellraum abgebildet wird) oder in denen der umgebende Realraum selbst handlungsleitend ist (z. B. in Navigationsaufgaben mit einer Karte).

Raumvorstellung im weiteren Sinne umfasst folgende Facetten:

- *Räumliches Vorstellungsvermögen* – den unbewussten Aufbau und das Behalten (zuvor wahrgenommener) visuell-räumlicher Situationen in mentalen Repräsentationen
- *Räumliches Denken* – das bewusste, der zu lösenden Anforderung dienliche Nutzen und Manipulieren mentaler Repräsentationen
- *Räumliches Darstellen* – die bewusste Auseinandersetzung mit gegebenen räumlichen Darstellungen (z. B. Erfassen perspektivischer Darstellungen

lungen von Körpern, Verstehen einer Karte) oder selbst produzierten räumlichen Darstellungen

Soll in den vorliegenden Materialien die „Raumvorstellung“ angeregt werden, so ist als *Raumvorstellung im engeren* Sinne das bewusste räumliche Denken gemeint. Raumvorstellung im engeren Sinne ermöglicht es den Lernenden, in verschiedenen großen Aufgabenkontexten visuell-räumliche Anforderungen zu lösen und bewusst mit den sich verändernden Bezugssystemen umzugehen, z. B. um schriftliche Aufgaben im Modellraum und kartenbasierte Orientierungsaufgaben im Realraum zu lösen (Heil, 2021). Im Kontext des Modells sind die nach Maier (1999) benannten Facetten als weitere Ausdifferenzierungen des räumlichen Denkens im Modellraum zu verstehen (Heil, 2021).

Mögliche Foki auf das Thema in der Lehramtsausbildung

Auf psychologischen Studien aufbauend und Bezug nehmend, wurde das Thema Raumvorstellung (RV) in der mathematikdidaktischen Forschung und Praxisliteratur bereits vielfach adressiert (z. B. Sinclair & Bruce, 2015; Jones & Tzekaki, 2016). Dabei waren verschiedene Leitfragen handlungsweisend und führten zu einer Reihe an ergebnisorientierten Befunden (z. B. Büchter, 2011; Grüßing, 2012; Heil, 2021; Niedermeyer et al., 2021) aber auch prozessorientierten Befunden (z. B. Ruwisch & Lüthje, 2013; Maresch, 2014; Mizzi, 2017) sowie Befunden und Aufgabenvorschlägen zur konkreten Umsetzung im Unterricht (z. B. Pöhls, 2015; PIKAS kompakt zu „Raumvorstellung und Würfelgebäude“, primakom „Raum und Form“).

Im Projekt schlugen wir darauf aufbauend folgende acht Foki auf das Thema vor (Abb. 2), von de-



Abbildung 2. Die verschiedenen Foki auf das Thema Raumvorstellung (Heil, CC-BY-SA 4.0)

nen wir die fünf inhaltsspezifischen Foki im Projekt bearbeiteten. Jedem der fünf Foki sind Lernziele zugeordnet, die idealerweise durch entsprechende Materialien in der Hochschullehre abgedeckt sein sollten (Abb. 2):

1. *Facettenreiche RV (definitiv-psychometrischer Fokus)*: Die Lernenden beschreiben die Rolle der RV für das Lernen von Mathematik und MINT. Sie erkennen, dass RV ein multidimensionales Konstrukt ist, beschreiben Komponenten vereinzelter Modelle und erklären deren Herkunft. [...]
2. *(Individuelle Strategien beim) Lösen von RV-Aufgaben (kognitiv-strategischer Fokus)*: Die Lernenden lernen erste Aufgaben zur leistungsdifferenzierten Erfassung von RV kennen und reflektieren, welchen Einfluss die metakognitive Strategiewahl auf die Lösung solcher Aufgaben im Rahmen von Forschung und Schule hat. [...]
3. *RV in heterogenen Lerngruppen (inklusionspädagogischer Fokus)*: Die Lernenden entwickeln einen Überblick, inwiefern sie verschiedene Diversitätsdimensionen (z. B. Alter, Geschlecht und physische Fähigkeiten) in der konkreten Entwicklung von Unterrichtsettings zur RV berücksichtigen können. [...]
4. *RV vielfältig anregen (unterrichtspraktisch-inner-schulischer Fokus)*: Die Lernenden verstehen, dass sich RV von Kindern insbesondere im Grundschulalter bedeutsam entwickelt, wenn sie entsprechend angeregt werden. Dafür lernen sie sowohl Unterrichtsbeispiele kennen, setzen sich aber auch die eigenen Denkprozesse reflektierend und kindlichen Herangehensweisen beobachtend mit diesen auseinander.

5. *RV beim Arbeiten mit Karten im Realraum (unterrichtspraktisch-außerschulischer Fokus)*: Die Lernenden erarbeiten sich die theoretischen wie auch unterrichtspraktischen Grundlagen zum Einsatz von Karten im (außerschulischen) Geometrieunterricht. [...]

Zumindest konzeptionell beachtet seien darüber hinaus noch drei weitere Foki auf das Thema, die sich aus Querschnittsthemen zum Mathematikunterricht mit Bezug auf das Thema Raumvorstellung ergeben. Diese sind erstens ein *digitaler Fokus* auf das Thema, z. B. der Frage nachgehend, wie räumliches Denken im digitalen Raum adressiert werden kann. Zweitens ergibt sich ein *diagnostischer Fokus* auf das Thema, z. B. der Frage nachgehend, wie räumliche Denkprozesse kindgerecht diagnostisch erfasst werden können. Schlussendlich lässt sich auch ein explizit *konzeptioneller Fokus* auf das Thema einnehmen, z. B. der Frage nachgehend, wie natürlich differenzierende Lernumgebungen zum räumlichen Denken im Modellraum und Realraum eigens gestaltet werden können.

Konzeptioneller Hintergrund der vorliegenden OER-Materialien

Das Inverted Classroom Modell in der Lehramtsausbildung

Im Rahmen der Lehramtsausbildung Mathematik ist zentral, dass Lernende sich eigenständig mit Inhalten auseinandersetzen und diese nicht nur rezeptiv aufnehmen oder gar „konsumieren“. So bauen sie sich im Laufe des Studiums ein professionelles Selbstverständnis auf und verstehen sich

als Expert:innen für Mathematik und deren Vermittlung. Um diese Ziele zu fokussieren, wurde der Kurs als Inverted Classroom Model Format (ICM) aufgesetzt. Das ICM ist ein zweiphasiges Modell mit didaktisch-pädagogischen Methoden zur Gestaltung von Präsenz- und Distanzlernphasen, welche es ermöglichen, klassische Vorlesungsformate umzukehren. ICM ist durch eine Verschiebung der Informationsvermittlung in die Selbstlernphase der Studierenden gekennzeichnet. Durch die Instruktionentlastung lässt sich die Präsenzphase als aktives und soziales Lernsetting konstruieren, das der Vertiefung und Anwendung dient. Selbstlernphasen involvieren häufig digitale Formate, welche zur Wissensaneignung genutzt werden sollen, während Präsenzlernphasen typischerweise Settings des persönlichen Austausches im physischen Lernraum vor Ort im Hörsaal involvieren (z. B. DeLozier & Rhodes, 2017).

Das Inverted Classroom Modell mit Podiumsdiskussionen (ICM-PD)

Im Rahmen des Projektes wurde die Strukturierung der Präsenzlernphase über Podiumsdiskussionen fokussiert. In diesen treten die Studierenden zu vorgegebenen Impulsfragen über vorbereitete Inputs als Expert:innen auf. Podiumsdiskussionen eröffnen somit den Raum für Anwendung, Transfer und gemeinsamen Dialog mit dem Ziel des Erwerbs vertiefender Kompetenzen.

Im Laufe gesamten Kurses im ICM-PD Format bearbeiten die Lernenden zu verschiedenen Themenfeldern (siehe Abb. 2) zunächst im Selbststudium als Vorbereitung eine (!) von vielen (bis zu acht) zur Verfügung gestellten Selbstlernaktivitäten. *Selbstlernaktivitäten* sind vorstrukturierte Aufgabenpakete, die auf einem Lernmedium (Text, Video, Dokument, ...) basieren und über Leitfragen zur eigenständigen inhaltlichen Auseinandersetzung im Themenblock anregen. In der eigentlichen Präsenzzeit (das ist der invertierende Charakter) treffen die Studierenden sich dann mit ihrer Gruppe (3–4 Lernende) und tragen ihr Wissen zu drei verschiedenen, vorab kommunizierten Impulsfragen zusammen. Es entstehen die sog. *Gruppeninputs*, 1-minütige Diskussionsbeiträge, die die Gruppe zu den Impulsfragen formuliert und auf Folien visualisiert. Dabei bringen alle Gruppenmitglieder ihr Wissen aus den Selbstlernaktivitäten ein; die drei Folien präsentiert aber lediglich ein:e einziger: Vertreter:in auf dem Podium. Die in der anschließenden Woche stattfindende *Podiumsdiskussion* ist ein strukturiertes Diskussionsformat im Plenum, bei denen Vertreter:innen jeder Gruppe (sog. Diskutant:innen) zu einer Leitfrage zunächst nacheinander einen 1-minütigen Impuls geben und anschließend bezug-

nehmend und unter Einschluss des Plenums diskutieren.

Vorliegende offen lizenzierte Materialien des Projektes RDopen

Es gibt drei Arten von frei verfügbaren Materialien, die im o. g. Kursformat inhaltlich und didaktisch-methodisch zusammengefasst sind:

1. Selbstlernaktivitäten zum Aufbau und zur Vertiefung fachdidaktischer Kompetenzen
2. Videodatenbank mit Aufnahmen von Kindern, die räumlich-geometrische Herausforderungen lösen
3. Materialien zur Strukturierung des ICM-PD-Kurses, insbesondere Vorlagen zur Durchführung der Podiumsdiskussionen und weitere kursbegleitende Materialien in einem Moodle-Template

Die Materialien können in den entsprechenden Sammlungen auf www.twillo.de frei heruntergeladen und weiterverwendet werden. Die entsprechenden Links finden sich als QR-Code am Ende des Beitrages.

Selbstlernaktivitäten

Für die einzelnen Foki wurden zwei bis acht verschiedene Selbstlernaktivitäten (SLAs) entwickelt. Tabelle 1 zeigt exemplarisch die entwickelten SLAs für den definitorisch-psychometrischen Fokus, den kognitiv-strategischen Fokus sowie den unterrichtspraktisch-außerschulischen Fokus.

Videodatenbank

In der Videodatenbank finden sich anonymisierte Aufnahmen von Kindern der dritten und vierten Klasse, die verschiedene räumlich-geometrische Anforderungen („Challenges“) in Tandems lösen. Die Videos sind in der Regel ca. 20–45 Minuten lang und zeigen die Handlungen und Argumentationen der Kinder, z. T. aus verschiedenen Blickwinkeln. Die Videos dürfen in der Lehre eingesetzt, jedoch nicht kommerziell verwendet, verändert oder aus dem Kontext herausgelöst genutzt werden.

Folgenden raumgeometrischen Aktivitäten gehen die Kinder auf den Videos nach:

- *Wege beschreiben*: die Kinder beschreiben sich gegenseitig einen auf einem Raster vorgegebenen Weg; sie nutzen zur Unterstützung am Anfang Figuren und den Finger.
- *PotzKlotz-Challenge*: In Anlehnung an die auf *primakom* vorgeschlagenen Unterrichtssequenzen mit dem Spiel *PotzKlotz* sollen die Kinder u. a. „Freundeskarten“ und eine Reihe nacheinander folgender Freundeskarten finden.

Tabelle 1. Übersicht über die Selbstlernaktivitäten zu den einzelnen Themenblöcken

Fokus	Titel der Selbstlernaktivitäten
Definitorisch- psychometrisch	Raumvorstellung in den Bildungsstandards im Fach MA (und SU) Zur Rolle von Raumvorstellung im Mathematikunterricht Zur Rolle von Raumvorstellung in den MINT-Disziplinen Maiers Landkarte der künstlichen Intelligenz Chancen & Grenzen von Maiers Modell der Raumvorstellung Visuelle Wahrnehmung als Voraussetzung für Räumliches Denken Zur „Trainierbarkeit“ von Raumvorstellung Räumliches Denken in verschieden „großen“ Kontexten des Geometrieunterrichts
Kognitiv-strategisch	Das kann ich mir gut vorstellen! – Kinder lösen Raumvorstellungsaufgaben Raumvorstellungsaufgaben im Känguru-Wettbewerb Strategien beim Bearbeiten von Aufgaben zum Räumlichen Denken Strategiehomogenität auf dem (forschungsmethodischen) Prüfstand „Das habe ich mir so vorgestellt“ – Chancen & Herausforderungen beim schriftlichen Erfassen von Strategien Kann man Strategieeinsatz beobachten? – Videobeobachtungen beim Arbeiten mit Seitenansichten auswerten Kann man kognitive Hürden beobachten? – Videobeobachtungen zur mentalen Rotation auswerten Strategien beim Bewältigen räumlich-sprachlicher Anforderungen
Unterrichtspraktisch- außerschulisch	Kognitionspsychologische Grundlagen des Lesens von Karten Typen von Kartenaufgaben Kindliche Herangehensweisen an das Kartenlesen Herausforderungen beim Kartenlesen im Realraum Zur Gestaltung von Lernaktivitäten zur Selbstlokalisierung Prozessbezogene Kompetenzen beim Kartenlesen am Beispiel <i>Argumentieren und Kommunizieren</i> Karten im Fokus fächerübergreifenden Lernens

- *Swish-Challenge*: Die Kinder sollen mit Hilfe des Spiels *Swish* über mentale Rotation verschiedene Paare oder Kartentripel finden.
- *Seitenansichten-Challenge*: Ausgehend von den in *PIKASkompakt* vorgeschlagenen Aktivitäten zum sicheren Umgang mit Seitenansichten sollen die Kinder erforschen, wann eine Seitenansicht eindeutig einem Würfelgebäude zugeordnet werden kann.
- *Baumeister:innen*: In Anlehnung an die Studie von Mizzi (2017) beschreiben sich die Kinder gegenseitig, wie sie mit Steckwürfeln und Bauteilen ein Objekt bauen.
- *Schattenbox-Challenge*: In Anlehnung an Unterrichtsbeispiele nach Pöhls (2015) sollen die Kinder u. a. jeweils die minimale und maximale Anzahl an Würfeln in der Schattenbox finden, die zu vorgegebenen Schattenwürfen auf den Schattenkarten führt.
- *Würfelgebäude-Challenge*: Unter Nutzung der App „Klötchen“ (H. Etzold) untersuchen die Kinder, wie viele verschiedene Würfelgebäude sich aus vier Würfeln bauen lassen und klassifizieren ihre Würfelgebäude nach einer ihnen sinnvoll erscheinenden Logik.

- *Schatzsuchen-Challenge*: In Anlehnung an die Studie von Heil (2021) suchen die Kinder mit Hilfe einer Karte auf einem ihnen unbekanntem Gelände in der Karte markierte Orte auf und markieren den Standort von Fahnen in dieser.

Die vorhandenen Videoaufnahmen sind Grundlage von SLAs im kognitiv-strategischen wie auch in beiden unterrichtspraktischen Foki. Nachdem die Studierenden die vorgeschlagenen Aktivitäten zunächst selbst ausprobiert haben, können sie anschließend kindliche Herangehensweisen näher erkunden und dabei beispielsweise typische Strategien beim Bearbeiten der Aufgaben beobachten, aber auch Fehlvorstellungen oder typische „Stolpersteine“ beim Arbeiten mit den gegebenen Materialien erkennen.

Exemplarischer Moodle-Kurs

Ein exemplarischer Moodle-Kurs umfasst alle Materialien für ein einsemestriges Vertiefungsseminar zum Thema Raumvorstellung sowie einen Vorschlag, wie zwei Sitzungen zum Thema im ICM-PD-Format in eine „klassische“ Vorlesung, beispielsweise zur Einführung in die Geometriedidaktik, integriert werden können.

Zur Strukturierung der Podiumsdiskussionen werden Präsentations-Templates genutzt, die bei Moodle hochgeladen werden und welche die an die Studierenden zu kommunizierenden Leitfragen beinhalten. Nach Erstellen der Input-Slides zu den einzelnen Leitfragen können die Arbeitsergebnisse in das Template eingepflegt und für die Durchführung der Podiumsdiskussion genutzt werden. Im Rahmen des Projektes wurden zu den verschiedenen Themenblöcken eine Reihe von Leitfragen vorgeschlagen, die für die einzelnen Podiumsdiskussionen genutzt und ergänzt werden können.

Im Moodle-Kurs sind ebenfalls folgende unterstützende Dokumente enthalten: ein Reader für Dozent:innen mit weiterführenden Informationen zur Nutzung der Materialien, ein Template zur Erstellung eigener SLAs, Informationen für Studierende zum ICM-PD-Lehrformat und Lösungsvorschläge für einen Großteil der SLAs.

Zur Kontinuität und Weiterentwicklung

Die vorliegenden Materialien mit der vorgeschlagenen Kursstruktur des ICM-PD liefern erste vorstrukturierte Ansatzpunkte, das Thema Raumvorstellung prominent in der fachdidaktischen Lehre zu verankern. Die Videoaufnahmen zeigen Kinder beim Bearbeiten problemhaltiger raumgeometrischer Aufgaben in einer minimalen Interaktion mit der betreuenden Person.

Nutzung, Feedback und neue Perspektiven

Wir freuen uns, wenn – ganz im Sinne der OER-Initiative – die von uns erstellten Materialien von Kolleg:innen genutzt werden. Sicher ist der vorgeschlagene einsemestrige Kurs für viele Ausbildungsstätten nicht umsetzbar; aber auch einzelne Selbstlernaktivitäten können unabhängig davon genutzt oder Videos aus der Videodatenbank in die eigene Lehre eingebunden werden. Rückmeldungen und Ansatzpunkte für Weiterentwicklung sind willkommen.

Die entstandene Videodatenbank ist sicher nur als Grundstein für die fachdidaktische Lehre zu sehen. Wir freuen uns, wenn diese in zukünftigen Projekten um weitere Videos von anderen Standorten ergänzt wird. Obgleich viele SLAs bereits auf die Videoaufnahmen referenzieren, können hier durch verschiedene „Brillen“ mit verschiedenen theoretischen Hintergründen bestimmt weitere Ansatzpunkte für die Lehre herausgearbeitet werden – und gern auch ergänzend geteilt werden. Es wäre wünschenswert, wenn diese Videodatenbank von engagierten Kolleg:innen erweitert wird. Insbesondere fehlen unterrichtspraktische Videos von jüngeren Grundschulkindern, sowie Aufnahmen von Aufgabenbearbeitungen am Tablet (dazu werden nur drei Videos in einer Aufgabe bereitgestellt).

Entwicklung neuer Selbstlernaktivitäten

Abbildung 2 zeigt die drei großen Foki, denen sich im Rahmen des Projektes nur in einzelnen SLAs genähert wurde: *digitaler Fokus*, *konzeptioneller Fokus* und *diagnostischer Fokus*. Hier freuen wir uns, wenn engagierte Kolleg:innen in den kommenden Jahren ihre Ideen mit der fachdidaktischen Community teilen und etwas „Farbe“ in die ebenfalls sehr wichtigen Perspektiven auf das Thema Raumvorstellung bringen. Ebenso erschöpft sich unsere Expertise zum Thema „inklusives Lernen“ in wenigen SLAs. Auch hier freuen wir uns, wenn zukünftig noch mehr Lernaktivitäten entstehen, die Studierenden ermöglichen, dieses Themenfeld noch vielfältiger zu erkunden.

Fazit und Vision

Seit Jahren profitieren wir in der eigenen Lehre an der Leuphana Universität Lüneburg von frei zugänglichen Projektergebnissen anderer Standorte, wie beispielsweise KIRA oder PIKAS. Im Rahmen des Projektes *RDopen* griffen wir nun die vielfältigen theoretischen und empirischen Befunde auf, die hier am Standort Lüneburg zur Erforschung der Raumvorstellung entstanden. Gleichzeitig lag dem Projekt die Motivation zugrunde, Erfahrungen aus Seminaren zur vertieften Auseinandersetzung mit diesem spezifischen Lerngegenstand frei zugänglich zur Verfügung zu stellen. OER-Infrastrukturen wie das Portal www.twillo.de ermöglichen dies niedrigschwellig und garantieren eine langfristige Verfügbarkeit. Gleichzeitig könnte das Projekt auch Impulsgeber für eine Vision einer *OER-Policy* in der mathematikdidaktischen Community sein, im Rahmen derer die vielfältigen, die spezifische Expertise der verschiedenen bundesweiten Ausbildungsstandorte aufgreifenden Materialien für andere Standorte aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden.

Links zu den Materialien

Videodatenbank: DOI:10.5446/s_1539

SLAs



Video-
sammlung



Moodlekurs



Literatur

Büchter, A. (2011). *Zur Erforschung von Mathematikleistung: theoretische Studie und empirische Untersuchung des Einflussfaktors Raumvorstellung*. PhD Thesis Technische Universität Dortmund.

- DeLozier, S. J., & Rhodes, M. G. (2017). Flipped classrooms: A review of key ideas and recommendations for practice. *Educational Psychology Review*, 29, 141–151.
- Grüßing, M. (2012). *Räumliche Fähigkeiten und Mathematikleistung. Eine empirische Studie mit Kindern im 4. Schuljahr*. Waxmann.
- Heil, C. (2021). *The Impact of Scale on Children's Spatial Thought: A Quantitative Study for Two Settings in Geometry Education*. Springer Nature.
- Heil, C. & Ruwisch, S. (2019). Orientierung im Realraum. In F. Heinrich (Hrsg.), *Aktivitäten von Grundschulkindern an und mit räumlichen Objekten* (S. 87–104). Miltenberger.
- Jones, K., & Tzekaki, M. (2016). Research on the teaching and learning of geometry. In Á. Gutiérrez, G. C. Leder, & P. Boero (Hrsg.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: The Journey Continues* (S. 109–149). Sense Publishers.
- Maresch, G. (2014). Strategies for assessing spatial ability tasks. *Journal for Geometry and Graphics*, 18(1), 125–132.
- Mizzi, A. (2017). *Relationship Between Language and Spatial Ability*. Springer.
- Niedermeyer, I., Ruwisch, S., & Heil, C. (2021). Development of early spatial perspective-taking – Toward a three-level model. *mathematica didactica*, 44(2).
- Pöhls, Arne (2015). Bauen in der Schattenbox – Welches Würfelgebäude wirft welchen Schatten?, *Grundschule Mathematik*, 45, 22–25.
- Resnick, I., Harris, D., Logan, T., & Lowrie, T. (2020). The relation between mathematics achievement and spatial reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 32, 171–174.
- Ruwisch, S., & Lüthje, T. (2013). „Das muss man umdrehen und dann passt es“: Strategien von Vorschulkindern beim Bearbeiten von Aufgaben zum räumlichen Vorstellungsvermögen. *mathematica didactica*, 36(2), 156–192.
- Sinclair, N. & Bruce, C. D. (2015). New opportunities in geometry education at the primary school. *ZDM*, 47, 319–329.
- Soury-Lavergne, S., & Maschietto, M. (2015). Articulation of spatial and geometrical knowledge in problem solving with technology at primary school. *ZDM*, 47, 435–449.

Cathleen Heil, Leuphana Universität Lüneburg
E-Mail: cathleen.heil@leuphana.de

Silke Ruwisch, Leuphana Universität Lüneburg
E-Mail: silke.ruwisch@leuphana.de

Authentic Optimizing: School Co-Creation for STEM – Oder was der Supermarkt der Zukunft mit Mathematik zu tun hat

Johannes Klaas, Frederik Dilling, Gero Stoffels und Ingo Witzke

Einleitung

„Du sollst berechnen, wie weit D-Dorf und E-Dorf voneinander entfernt sind. Da dort ein See liegt, kann niemand die Strecke einfach abfahren. Die Entfernungen der anderen Orte sind aber zum Teil bekannt. A-Dorf ist 7 km von B-Dorf entfernt. A-Dorf ist 17 km von D-Dorf entfernt. B-Dorf und C-Dorf liegen 9 km auseinander.“¹ So oder so ähnliche Aufgaben kennen vermutlich viele aus dem Mathematikunterricht. Eine authentische Aufgabe mit Realitätsbezug im Sinne der Einteilung von Neubrand et al. (2001, S. 47) liegt hier nicht vor. Auf die berechtigte Frage: „Ist das echt/real“ könn-

te man hier wohl nicht mit „Ja“ antworten (Eichler, 2015).

Im Projekt *Authentic Optimizing: School Co-Creation for STEM* ist ein Ziel, diese Frage mit „Ja“ beantworten zu können. Im Sinne der Einteilung von Neubrand et al. (2001, S. 47) liegen in unserem Projekt authentische Problemstellungen vor, da wir den Schüler:innen die Möglichkeit bieten, sich mit „echten“ Problemstellungen aus einem modernen und innovativen Unternehmen beschäftigen zu können.² Dies ermöglicht uns die Zusammenarbeit mit REWE digital, einer Tochter der REWE Group, die als Partner in diesem Projekt mit uns gemeinsam relevante Problemstellungen aus dem

¹ Abgerufen am 22. 11. 2023 unter: www.kapiert.de/mathematik/klasse-9-10/geometrie/strahlensatze/anwendungsaufgaben-mit-strahlensatzen/

² Natürlich ist es ebenso das Ziel, auch authentisches Prozesse im Sinne von Büchter und Leuders (2018, S. 87) anzuregen, in denen Schüler:innen mathematischen Tätigkeiten durchführen.