pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Kirsch, Alexander; Hellmich, Frank; Blumberg, Eva; Puppe, Ricardo

"Wie kommt der grüne Strom in die Steckdose?". Eine multidimensionale Analyse der Vorstellungen von Grundschulkindern zu nachhaltiger Energienutzung

Beudels, Melanie [Hrsg.]; Henrichwark, Claudia [Hrsg.]: Vorstellungen von Kindern zu Themenfeldern der Nachhaltigkeit. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2026, S. 288-304

Quellenangabe/ Reference:
Kirsch, Alexander; Hellmich, Frank; Blumberg, Eva; Puppe, Ricardo: "Wie kommt der grüne Strom in die Steckdose?". Eine multidimensionale Analyse der Vorstellungen von Grundschulkindern zu nachhaltiger Energienutzung - In: Beudels, Melanie [Hrsg.]; Henrichwark, Claudia [Hrsg.]: Vorstellungen von Kindern zu Themenfeldern der Nachhaltigkeit. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2026, S. 288-304 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-365393 - DOI: 10.25656/01:36539; 10.35468/6254-22

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-365393
https://doi.org/10.25656/01:36539

in Kooperation mit / in cooperation with:

klinkhardt

http://www.klinkhardt.de

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: http://creativecommons.org/licenses/by-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 alter or transform this work or its contents at all.

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

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Alexander Kirsch, Frank Hellmich, Eva Blumberg und Ricardo Puppe

„Wie kommt der grüne Strom in die Steckdose?“ – Eine multidimensionale Analyse der Vorstellungen von Grundschulkindern zu nachhaltiger Energienutzung

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist konsensuelles Ziel von Unterricht ab der Grundschule. Trotz dieser Relevanz liegen in wesentlichen Nachhaltigkeitsbereichen wie Energienutzung bisher kaum Daten zu den Vorstellungen von Kindern vor. Zur Schließung dieser Forschungslücke werden Ergebnisse aus zwei Teilstudien vorgestellt, in denen Präkonzepte zu Windenergie, Einstellungen und Werthaltungen zu Natur und Umwelt sowie Handlungskompetenzen im Bereich Energienutzung bei Dritt- und Viertklässler:innen (N = 1161 bzw. N = 613) erhoben wurden. Analysen mit dem Rasch-Modell deuten auf ein geringes Präkonzeptniveau hin, wohingegen die Kinder ein hohes Maß an Handlungskompetenzen zeigen. Letztere scheinen dabei mit den Natur- und Umwelteinstellungen in Zusammenhang zu stehen.

Schlagwörter: Einstellungen zu Natur und Umwelt; Energienutzung; Nachhaltigkeitskompetenz; Präkonzepte; Rasch-Analyse

1 Einleitung

Wie kommt der Strom eigentlich in die Steckdose? – so lautet eine typische Frage aus der kindlichen Erfahrungswelt, die im Sachunterricht zum Ausgangspunkt für die Auseinandersetzung mit dem Thema Energie gemacht wird. Klassischerweise steht dabei vor allem das konzeptuelle Verständnis von Energie im Vordergrund, das als wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher und technischer Grundbildung (Scientific Literacy) angesehen wird (Duit, 2007). Mit Blick auf bestehende globale Herausforderungen ist dieses Bildungsverständnis jedoch um eine Nachhaltigkeitsperspektive zu erweitern (Steffens-

doi.org/10.35468/6254-22

ky, Scholz & Köller, 2024), die auch Aspekte der nachhaltigen Nutzung von Energie umfasst. *Wie kommt der ‚grüne' Strom in die Steckdose?* könnte alternativ zur oben genannten Variante gefragt werden, um in einen Sachunterricht zum Thema Energie einzuleiten, der auch Nachhaltigkeitskompetenzen in den Blick nimmt. Diese Kompetenzen gehen über rein naturwissenschaftlich-technisches Wissen zu Energie hinaus. Sie implizieren neben Wissen aus anderen Fachbereichen wie soziales, politisches und kulturelles Wissen (Steffensky et al., 2024) auch Kompetenzaspekte, die das eigene Handeln sowie Wertvorstellungen und deren kritische Reflexion betreffen (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019). Strukturell lassen sie sich in kognitive, motivationale und verhaltensbezogene Kompetenzen unterscheiden (Roczen, Kaiser, Bogner & Wilson, 2014). Um Unterricht auf diese Kompetenzen hin effektiv gestalten zu können, brauchen Lehrende Informationen über die Vorstellungen der Kinder, die in einem weiten Verständnis ebenfalls als multidimensionales Konstrukt aufgefasst werden können: Was wissen Kinder bereits zum jeweiligen Inhalt? Welche nachhaltigkeitsbezogenen Einstellungen haben sie? Wie nachhaltig handeln sie schon in ihrem Alltag? Ohne eine vorunterrichtliche Beantwortung dieser Fragen ist die Planung adaptiven Sachunterrichts nicht realisierbar. Entsprechend stellen Schüler:innenvorstellungen einen zentralen fachbezogenen Forschungsbereich dar (Hartinger, 2022). Mit Ausnahme einzelner überwiegend explorativer und auf kognitive Aspekte fokussierender Arbeiten (Blumberg & Mester, 2018; Haider, 2010; Reimer, 2020; Schmitt & Fellensiek, 2021) ist in Bezug auf das zentrale nachhaltigkeitsbezogene Thema Energienutzung allerdings ein Defizit zu konstatieren. Ausgehend von der Frage, was genau unter Nachhaltigkeitskompetenz im Bereich Energienutzung zu verstehen ist, werden nachfolgend Ergebnisse aus zwei Studien mit Grundschulkindern aus Nordrhein-Westfalen (N = 1161 bzw. N = 613) vorgestellt, in denen standardisiert sowohl kognitive als auch motivationale und verhaltensbezogene Schüler:innenvorstellungen sowie deren Zusammenhang untersucht wurden.

2 Nachhaltigkeitskompetenz im Bereich Energienutzung

Generell fokussiert BNE diejenigen Kompetenzen, durch die Lernende „in die Lage versetzt werden, eine nachhaltige Entwicklung gestalten zu können“ (Rieß, Mischo & Waltner, 2018, S. 298). Das Bildungsziel ist somit unmittelbar auf das nachhaltige Handeln gerichtet. Als Disposition für ein solches Handeln ist eine Handlungskompetenz anzunehmen, die wiederum in strukturellem Zusammenhang mit motivationalen und kognitiven Kompetenzfacetten steht (Roczen et al., 2014). Alle drei Kompetenzfacetten gilt es mit Blick auf den hier interessierenden Nachhaltigkeitsbereich der Energienutzung zu spezifizieren.

doi.org/10.35468/6254-22

Handlungskompetenz

Nachhaltigkeitsbezogene Handlungskompetenz lässt sich retrospektiv aus beobachtetem oder berichtetem Verhalten abstrahieren (Kaiser, Byrka & Hartig, 2010). In Bezug auf allgemeines ökologisches Verhalten (General Ecological Behavior [GEB]) lässt sie sich z. B. durch vierzig Verhaltensweisen entlang von sechs Verhaltensbereichen erfassen, von denen sich neun auf Energienutzungsverhalten beziehen (Kaiser, Oerke & Bogner, 2007). Für Kinder im Grundschulalter, die nur begrenzt autonom ökologisch handeln können, ist die Erfassung allerdings wesentlich komplexer und nur durch einfache und mit geringem (finanziellen, sozialen, zeitlichen) Aufwand verbundene Verhaltensweisen möglich (Reynolds & Komakhidze, 2022). Aus der GEB-Skala lassen sich, teilweise mit geringfügigen Anpassungen, immerhin vier solcher Verhaltensweisen übernehmen, da sie potenziell auch kindliches Energienutzungsverhalten betreffen:

1) Ich ziehe Pullover und Hosen immer nur einmal an und dann lege ich sie in die Wäsche.
2) Wenn ich als letzter aus einem Zimmer herausgehe, mache ich das Licht aus.
3) Kleine Strecken gehe ich zu Fuß oder fahre sie mit dem Fahrrad.
4) Ich werde überall mit dem Auto hingefahren.

Einstellungen und Werthaltungen

Die begrenzten Handlungsspielräume für Kinder in Bezug auf ökologisches Verhalten und hier auf das Energienutzungsverhalten im Speziellen wurden bereits angesprochen. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass das Verhalten in diesem Bereich vielfach extrinsisch motiviert ist (z. B. durch Aufstellen von Regeln durch die Eltern). Eine mögliche intrinsische Ressource für nachhaltiges Handeln kann generell in ökologischen Motiven gesehen werden (Roczen et al., 2014). Eine solche von der Person ausgehende Motivation wird sozialpsychologisch als Einstellung oder im Fall mehrerer konsistenter Einstellungen als Werthaltung konzipiert (Brügger & Otto, 2017) und bezeichnet „stabile Zuneigungen bzw. Abneigungen gegenüber Einstellungsobjekten wie z. B. dem eigenen Selbst, anderen Menschen, Themen oder Ereignissen" (Rauthmann, 2017, S. 207). Im Hinblick auf ökologisches Verhalten haben sich positive Einstellungen zur Natur als motivationaler Prädiktor erwiesen (Roczen et al., 2014). Sie können sich z. B. in Form einer Naturverbundenheit zeigen, die sich dadurch ausdrückt, dass Natur als Teil des Selbst wahrgenommen wird (Roczen, Kaiser & Bogner, 2010; Schultz, 2002). Obwohl Einstellungen generell als relativ stabile Persönlichkeitsmerkmale anzusehen sind, ist Naturverbun-

doi.org/10.35468/6254-22

denheit über Konditionierung und damit auch durch unterrichtliche Intervention veränderbar (Kaiser, Roczen & Bogner, 2008). Analog zu Einstellungen gegenüber der Natur können auch Werthaltungen zur Umwelt wie Naturschutz- (*Preservation* [PRE]) oder Naturnutzungspräferenz (*Utilisation* [UTL]) (Bogner & Wiseman, 2006) als potenzielle Einflussgrößen auf nachhaltiges Handeln im Bereich Energienutzung angenommen werden. Auch sie sind veränderbar und formellen Bildungsprozessen zugänglich (Liefländer & Bogner, 2014). Allerdings ist nur der als positiver Prädiktor für Handlungskompetenz aufzufassende Faktor Naturschutzpräferenz in ein Kompetenzmodell aufzunehmen. Für Naturverbundenheit und Naturschutzpräferenz ist zudem anzunehmen, dass sie aufgrund ihrer konzeptionellen Nähe miteinander korrelieren (Randler, Härtel & de Almeida Barbosa, 2024).

Wissen zu nachhaltiger Energienutzung

In der Grundschule wird hinsichtlich nachhaltiger Energienutzung insbesondere die Aneignung naturwissenschaftlich-technischen Wissens zu erneuerbarer Energie fokussiert und aufgrund der Abstraktheit des Energiebegriffs zumeist lebensweltlich kontextualisiert (Reimer, 2020). Windenergie und deren Nutzung durch Windkraftanlagen als exemplarisches Beispiel für erneuerbare Energie kann aufgrund der lebensweltlichen Relevanz für Kinder als ein sinnvoller derartiger Kontext angesehen werden (Schmitt & Fellensiek, 2021). Kinder haben bereits eigene phänomenologische Zugänge zur Kraft des Windes erfahren (Drachensteigenlassen, Fahrradfahren, Bau von Windrädern etc.), was gerade im Hinblick auf den Erwerb eines technischen Grundverständnisses als förderlich anzusehen ist. Ein solches Grundverständnis zählt neben naturwissenschaftlichen Basiskenntnissen sowie vereinzelten ökonomischen, politischen und geographischen Aspekten zu den wesentlichen wissensbezogenen Zielen von Sachunterricht zum Thema nachhaltige Energienutzung (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts [GDSU], 2013; Schmitt & Fellensiek, 2021). Typologisch lässt sich dieses Wissen als Systemwissen bezeichnen (Frick, Kaiser & Wilson, 2004).[1] Wenngleich es nicht als unmittelbar handlungsleitend aufzufassen ist (Frick et al., 2004), kann es als Grundvoraussetzung für Diskursfähigkeit und Partizipation verstanden werden (Schmitt & Fellensiek, 2021). Zudem schafft es Bewusstsein und begründet nachhaltiges Handeln (Roczen et al., 2010). So können Kinder am Beispiel Windenergie erkennen, dass elektrische Energie nicht einfach so aus der

1 Darüber hinaus lässt sich Wissen im Kontext von Nachhaltigkeitskompetenzen in Handlungswissen, d. h. Wissen über Handlungsoptionen und deren korrekte Ausführungen, sowie Wirksamkeitswissen, d. h. Wissen über Nachhaltigkeitspotentiale einzelner Verhaltensweisen (im Vergleich zu anderen), unterscheiden (Kaiser & Frick, 2002).

doi.org/10.35468/6254-22

Steckdose kommt, sondern mit einem hohen technischen Aufwand einhergehend mit gesellschaftlichen, politischen und ökologischen Abwägungs- und Aushandlungsprozessen erzeugt wird. Das kann wiederum zu der Einsicht führen, dass sie nicht verschwendet werden sollte. Zu Strukturierungszwecken kann das nachhaltigkeitsbezogene Systemwissen zu Windenergie im Rekurs auf Schmitt und Fellensiek (2021) inhaltlich in die Bereiche *Begriffsverständnis* und *Funktionsweise* unterteilt werden, wobei letztgenannter die beiden Unterpunkte *Energieumwandlung* und *Standortbedingungen* enthält. Zur Unterscheidung des Grades vorhandenen Wissens lassen sich drei hierarchisch aufeinander aufbauende Niveaus annehmen (Kirsch, Hellmich & Blumberg, 2026): Niveau I beschreibt nicht anknüpfungsfähiges (fehlerhaftes oder fehlendes) Wissen, Niveau II anknüpfungsfähiges Wissen, das z. B. ein einfaches Begriffsverständnis von erneuerbarer Energie und ein einfaches Funktionsverständnis (*Wind wirkt auf Rotorblatt*) enthält. Niveau III entspricht dem adäquaten konzeptuellen Verständnis auf Grundschulniveau. Kinder auf diesem Niveau haben z. B. ein ausdifferenziertes Begriffsverständnis von erneuerbarer und fossiler Energie, kennen Vor- und Nachteile hinsichtlich des Baus von Windkraftanlagen, haben ein komplexes Funktionsverständnis (*Generator wandelt Drehbewegung in elektrische Energie um*) und exemplarisches Wissen über geeignete Standorte (z. B. *auf Bergen*).

3 Forschungsstand und offene Fragen

Bisher wurden in Bezug auf Nachhaltigkeitskompetenz im Bereich Energienutzung bei der Analyse von Schüler:innenvorstellungen vor allem kognitive Aspekte in den Blick genommen. Präkonzepte zu Windenergie wurden für den Primarbereich von Schmitt und Fellensiek (2021) im Rahmen einer Pilotstudie mit Viertklässler:innen (N = 17) untersucht. Die Ergebnisse zeigen in Bezug auf die Funktionsweise einer Windkraftanlage, dass Kinder vor dem Unterricht zum Teil nichts über ihren Sinn wissen oder diesen sogar in der Winderzeugung vermuten. Zudem ist den meisten Kindern unklar, welche Aufgabe die Rotorblätter eines Windrades haben. Die Autoren beschreiben die Vorstellungen insgesamt daher als „naiv" (Schmitt & Fellensiek, 2021, S. 20). Bezüglich des Begriffsverständnisses von erneuerbarer Energie zeigen die Ergebnisse dieser Studie in Übereinstimmung mit den Ergebnissen weiterer Studien (Blumberg & Mester, 2018; Haider, 2010), dass die meisten Grundschulkinder vor dem Unterricht kein begriffliches Verständnis zu erneuerbarer Energie haben. Reimer (2020) konnte dahingehend zeigen, dass die Kinder den Ursprung von (elektrischer) Energie eher in regenerativen als fossilen Energieträgern erkennen. Mit Blick auf die Einstellungen der Kinder scheint es in Deutschland zumindest Entwicklungspotenziale zu geben. So haben laut TIMSS 2023 zwar knapp

doi.org/10.35468/6254-22

56 % der Viertklässler:innen hohe Präferenzen für den Schutz und die Wertschätzung der Umwelt, sie liegen damit jedoch – wenn auch sehr knapp – unter dem EU-Durchschnitt (57 %) und weit unter EU-Ländern wie Bulgarien oder Portugal (73 %) (Steffensky et al., 2024). Zudem sind die umweltbezogenen Werthaltungen bei Jugendlichen laut Sonderauswertungen zur PISA-Studie 2018 signifikant niedriger ausgeprägt als im OECD-Durchschnitt (Diedrich, Mang, Patzl, Seßler, Martin & Lewalter, 2022). Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Studie auch in Bezug auf das nachhaltige Handeln im Kontext von Energie: 15-Jährige in Deutschland reduzieren ihren Energieverbrauch durch nachhaltige Verhaltensweisen demnach signifikant seltener als Gleichaltrige aus anderen OECD-Ländern (Diedrich et al., 2022). In Bezug auf das Verhältnis der interessierenden Kompetenzfacetten zeigt die aktuelle TIMS-Studie, dass ein höheres naturwissenschaftliches Wissensniveau mit einer Präferenz für Naturschutz einhergeht (Steffensky et al., 2024). Für eine adaptive Unterrichtsgestaltung zum Thema nachhaltiger Energienutzung im Sachunterricht und die Offenlegung von Ansatzmöglichkeiten für eine Weiterentwicklung bisheriger Unterrichtspraxis können die genannten Forschungsergebnisse allenfalls als Anhaltspunkte dienen. Darüber hinaus bedarf es inhaltlich differenzierter, verallgemeinerbarer und zusammenhängender Informationen über die vorliegenden multidimensionalen Vorstellungen bei Grundschulkindern. Konkret waren daher folgende übergeordnete Forschungsfragen leitend:

1) Welches Präkonzeptniveau erreichen Grundschulkinder im Bereich Windenergie?
2) Welche Einstellungen und Werthaltungen zu Natur und Umwelt haben sie?
3) Wie ausgeprägt ist die Handlungskompetenz im Bereich nachhaltige Energienutzung?
4) Lässt sich der theoretisch anzunehmende Effekt der erfassten motivationalen Faktoren auf Handlungskompetenz im Bereich nachhaltige Energienutzung bestätigen?

4 Methode

Zur Beantwortung der genannten Forschungsfragen wurden zwei Teilstudien durchgeführt. Die erste Studie diente der Einschätzung des Präkonzeptniveaus von Grundschulkindern im Bereich Windenergie. Zu diesem Zweck wurden Daten herangezogen und neu ausgewertet, die zwischen 2018 und 2020 im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes „Kooperatives Lernen von Lehramtsstudierenden im Zusammenhang mit ihrer Qualifizierung für den inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule“ (KLinG)

doi.org/10.35468/6254-22

(Hellmich & Hoya, 2018)[2] sowie zwischen 2023 und 2025 im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes „transMINT4.0 – Grenzen überwinden, MINT-Bildung verbinden durch außerschulische Lernorte und den Einsatz digitaler Medien" (Blumberg, Wenzel, Schulze, Reckmann, Puppe, Crummenerl & Temmen, 2026)[3] erhoben wurden. Die zweite Studie diente der Beurteilung der interessierenden einstellungs- und verhaltensbezogenen Merkmale.

4.1 Stichprobe

Im Rahmen der ersten Studie wurden die Testdaten von insgesamt 1161 Dritt- und Viertklässler:innen (50 % männlich, 50 % weiblich) zur Auswertung herangezogen. Für die zweite Studie wurden im Sommer 2025 Daten von 613 Schüler:innen (48 % männlich, 52 % weiblich) erhoben. Alle Kinder besuchten zum Zeitpunkt der Erhebung Grundschulen in Nordrhein-Westfalen. Bei der Auswahl der Schulen wurden keine spezifischen Kriterien angewandt. Die Stichprobe ist daher als Gelegenheitsstichprobe zu kennzeichnen, wodurch Einschränkungen hinsichtlich der Repräsentativität bestehen.

4.2 Operationalisierung

Eine wesentliche Anforderung bestand darin, Instrumente zu nutzen, die den geringen zeitlichen und personalen Ressourcen an Schulen sowie der Zielgruppe gerecht wurden, und gleichzeitig eine valide und standardisierte Messung ermöglichten. Zur Beantwortung der Forschungsfragen kamen folgende vier Instrumente zum Einsatz:

Zur Beurteilung des Präkonzeptniveaus der Kinder wurde ein Test zur Messung von *Systemwissen im Bereich Windenergie* (a) eingesetzt. Er besteht aus elf (halb-)offenen Items, die die im zweiten Kapitel genannten Wissensinhalte abbilden. Alle Items wurden dichotom konstruiert, sodass offene Aufgaben zunächst auf Grundlage eines Kodierhandbuches bewertet werden mussten (ausführlich Kirsch et al., 2026).

Naturverbundenheit (b) wurde mit der Skala *Inclusion of Nature in Self* (INS) (Schultz, 2002) gemessen, die aus nur einem grafisch repräsentierten Item mit sieben Antwortmöglichkeiten besteht: Abbildungen von jeweils zwei Kreisen,

2 Das Projekt „Kooperatives Lernen von Lehramtsstudierenden im Zusammenhang mit ihrer Qualifizierung für den inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule" (KLinG) wurde im Rahmen der Förderrichtlinie „Qualifizierung der pädagogischen Fachkräfte für inklusive Bildung" von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (FKZ 01NV1722).

3 Gefördert wird das Projekt „transMINT4.0" (Laufzeit: 09/2022-06/2026) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung/ Bundesministerium für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend (FKZ 16MF1086).

doi.org/10.35468/6254-22

Ich und *Natur,* die in Abstufungen von disjunkt bis überdeckend Schnittmengen bilden.
Die *Werthaltungen Naturschutz- (PRE) und Naturnutzungspräferenz (UTL)* (c) wurden durch eine von Randler et al. (2024) überarbeitete und auf sechs Items verkürzte 2-Major-Environmental-Value-Skala (2-MEV) (Bogner & Wiseman, 2006) erfasst (vgl. Tab. 1), die zielgruppengerecht sprachlich leicht angepasst wurde. Zudem wurde die Skala um ein weiteres Item aus dem ursprünglichen Itemsatz (Bogner & Wiseman, 2006) ergänzt (*Wir brauchen Naturschutzgebiete, um bedrohte Pflanzen und Tiere zu schützen*). Das Item erscheint für die Kinder leicht verständlich und inhaltlich besonders gut zur Erfassung von Naturschutzpräferenzen geeignet, da es in Ergänzung zu den anderen Items, die vor allem auf das Genießen der Natur abzielen, eine konkrete Handlungsbereitschaft repräsentiert. Die Skala besteht demnach aus sieben Items mit einer 5-stufigen Likert-Skala von 1 (*trifft gar nicht zu*) bis 5 (*trifft vollkommen zu*), durch die das zugrunde liegende Modell mit den beiden dichotomen Faktoren höherer Ordnung (PRE und UTL) operationalisiert wurde.
Handlungskompetenz im Bereich nachhaltige Energienutzung (d) wurde in Anlehnung an Kaiser et al. (2007) über vier Verhaltensweisen operationalisiert (vgl. Tab. 2) und über Selbstauskünfte dichotom erfasst. Die beiden negativ formulierten Items (1 und 4) wurden für die Auswertung umkodiert. Wenngleich eine domänenspezifische Messung einzelner Verhaltensklassen (hier Energienutzung) generell möglich ist (Kaiser et al., 2007), sollten diese dabei nicht von weniger als neun Indikatoren repräsentiert werden (Kaiser & Wilson, 2004), was hier jedoch einschränkend gegeben war.

4.3 Statistische Analyse

Die Skalierung des Wissenstests erfolgte ebenso wie die Skalierung von Handlungskompetenz mit dem Rasch-Modell (1-PL). Zur Prüfung der angenommenen zweifaktoriellen Struktur der 2-MEV-Skala wurde eine Hauptachsenfaktorenanalyse mit Varimax-Rotation durchgeführt. Für die individuellen Testwerte im Wissenstest sowie die Ausprägung von Handlungskompetenz wurden Weighted Maximum-Likelihood Estimates (WLEs) geschätzt. Die individuellen Faktoren-Scores zu Umweltwerthaltungen (PRE und UTL) wurden aus den Mittelwerten der zu einem Faktor gehörenden ungewichteten Items gebildet. Sie gingen neben den Werten für INS als Parameter in ein Mixed Model ein, das die genestete Struktur der Daten (Schüler:innen in Schulklassen) berücksichtigte und der Prüfung möglicher Effekte auf Handlungskompetenz diente.

doi.org/10.35468/6254-22

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse aus den beiden durchgeführten Studien werden nachfolgend entlang der vier genannten Forschungsfragen berichtet.

5.1 Präkonzeptniveau im Bereich Windenergie

Die bei der Auswertung der Testdaten generierten Itemfit-Kennwerte belegen die Passung der Daten an das Modell ($wMNSQ_{min}$ = 1.00; $wMNSQ_{max}$ = 1.08) (Adams & Khoo, 1996), Cronbachs Alpha ist hingegen zu niedrig (α = .52) (Schmitt, 1996). Insgesamt ist der Test für diese Stichprobe erwartungsgemäß zu schwer (P ≤ 23.6), da er in seiner ursprünglichen Funktion der Evaluation unterrichtlicher Interventionen in einem Prä-Post-Design diente und eher im oberen Fähigkeitsniveau differenzieren sollte. Die Auswertung der Daten verdeutlicht, dass fast alle untersuchten Kinder (98 %) Niveau II nicht erreichen[4], d. h. weniger als die Hälfte der Items auf Niveau II mit hinreichender Wahrscheinlichkeit (62 %) lösen können. Ihr Wissen ist insgesamt als nicht bis wenig belastbar einzuschätzen. Lediglich 2 % der Kinder erreichen Niveau II, kein Kind Niveau III.

5.2 Einstellungen und Werthaltungen zu Natur und Umwelt

Die Kinder zeigen eine sehr hohe Naturverbundenheit (INS). Sie verorten sich im Mittel auf der sechsten von sieben Abbildungen, die eine fast vollständige Überlappung von *Natur* und *ich* repräsentiert (Mdn = 6.00). In Bezug auf Werthaltungen zur Umwelt konnte die orthogonale Struktur der 2-MEV-Skala durch die Zuordnung der Items zu den beiden Faktoren (PRE und UTL) bestätigt werden (vgl. Tab. 1). Das Item *Menschen sind wichtiger als die anderen Lebewesen* weist dabei eine Querladung in entgegengesetzte Richtung auf, die inhaltlich plausibel erscheint. Die bivariate Korrelation zwischen den beiden Faktoren belegt deren Quasi-Unabhängigkeit (r = .03; p = .39). Das Zweifaktorenmodell erklärt 32 % der gemeinsamen Varianz in den Daten (22 % PRE; 10 % UTL). Vier Residuen (19 %) lagen oberhalb von .05, aber unterhalb von .10. Cronbachs-Alpha ist für die Skala PRE in einem annehmbaren Bereich (α = .65) und vergleichbar mit Werten aus anderen Studien (Liefländer & Bogner, 2014), für die Skala UTL hingegen zu gering (α = .44). Analog zu Randler et al. (2024) konnte die konvergente Validität des Faktors PRE durch die Korrelation mit Naturverbundenheit (INS) bestätigt werden (r = .54; p < .001). Im Mittel haben die Kinder eine hohe Naturschutzpräferenz

4 Die Skala wurde an einer Stichprobe von Dritt- und Viertklässler:innen aus NRW vor und nach dem Unterricht zu Windenergie normiert (Kirsch, Hellmich & Blumberg, 2026).

doi.org/10.35468/6254-22

(M_{PRE} = 4.17; SD = .74). Zudem zeigen sie eine mittelmäßig ausgeprägte Naturnutzungseinstellung (M_{UTL} = 2.47; SD = .86).

Tab. 1: Items für PRE und UTL im Wortlaut mit den jeweiligen Faktorladungen.

	Faktor	
	PRE	**UTL**
Ich fühle mich wohl in der Stille der Natur.	.77	
Ich sitze gerne am Rande eines Teiches und beobachte dabei die Natur.	.56	
Ich mache gerne Ausflüge in die Natur. Zum Beispiel in den Wald oder auf Wiesen.	.54	
Wir brauchen Naturschutzgebiete, um bedrohte Pflanzen und Tiere zu schützen.	.43	
Der Mensch soll über die Natur herrschen.		.59
Tiere und Pflanzen sind vor allem zum Nutzen der Menschen da.		.41
Menschen sind wichtiger als die anderen Lebewesen.	-.31	.41
Cronbachs Alpha	.65	.44

Anmerkung. Ladungen unter .30 wurden unterdrückt.

5.3 Handlungskompetenz im Bereich Energienutzung

Die Analyse der Daten zu Handlungskompetenz deutet auf Homogenität der Items hin ($wMNSQ_{min}$ = .92; $wMNSQ_{max}$ = 1.08), sodass davon auszugehen ist, dass die Items dasselbe Personenmerkmal messen (vgl. Tab. 2). Die Skala ist aber, wie erwartet, zu leicht für die untersuchte Stichprobe ($79.28 \leq P \leq 92.17$), d. h. die Kinder müssen kaum Aufwand betreiben, um nachhaltig zu handeln. Die interne Konsistenz ist entsprechend gering (α = .47). Insgesamt zeigen die befragten Kinder im Bereich Energienutzung bereits ein hohes Maß nachhaltigen Verhaltens (M = 3.45; SD = .09)[5].

5 Die Ergebnisdarstellung erfolgt hier auf Basis der ungewichteten Itemantworten.

Tab. 2: Itemkennwerte der Skala zur Erfassung von Handlungskompetenz im Bereich Energienutzung

	wMNSQ	σ_i	$r_{i(t-i)}$	P
Ich ziehe Pullover und Hosen immer nur einmal an und dann lege ich sie in die Wäsche.	1.08	-1.80	.16	79.28
Wenn ich als letzter aus einem Zimmer herausgehe, mache ich das Licht aus.	1.04	-3.18	.18	92.17
Kleine Strecken gehe ich zu Fuß oder fahre sie mit dem Fahrrad.	.92	-2.80	.37	89.56
Ich werde überall mit dem Auto hingefahren.	.94	-2.22	.41	84.18
Cronbachs Alpha	.47			

5.4 Effekt motivationaler Faktoren auf Handlungskompetenz

Aufgrund einer signifikanten Intraklassenkorrelation (ICC = .05; p = .007) wurde zur Ermittlung der Effekte von INS, PRE und UTL auf Handlungskompetenz ein Mixed Model (fixed slope, random intercept) berechnet, das die Einstellungs- und Werthaltungsmaße (jeweils zentriert am Gruppenmittelwert) als Prädiktoren einbezieht. Es zeigt, dass PRE und UTL unter Kontrolle der Klassenvarianz einen signifikanten Effekt auf nachhaltige Handlungskompetenz im Bereich Energie haben, INS hingegen nicht (vgl. Tab. 3).

doi.org/10.35468/6254-22

Tab. 3: Modellvergleich zur Erklärung von Handlungskompetenz im Bereich der nachhaltigen Energienutzung

Modell	Modellparameter					Modellvergleich (χ^2-verteilt) (1)/(3)
	deviance	np	ρ	ε1	β	
Intercept-Only (1)	1744.51	3	.049	.97		
Random Intercept (2)	1708.72	6	.058	.89		
INS					.02n. s.	
PRE					.11*	
UTL					-.28**	40.41, df = 2***
Random Intercept (3)	1704.10	5	.058	.89		
PRE					.19**	
UTL					-.28**	

Anmerkung. * p < .05; ** p < .01; *** p < .001; n. s. = nicht signifikant

Der Faktor PRE hat sich gegenüber dem korrelierenden Faktor INS hier als besserer Prädiktor für Handlungskompetenz im Bereich nachhaltiger Energienutzung erwiesen. Entsprechend erklärt das Modell mit den zwei festen Faktoren PRE und UTL die Daten am besten. Die Vorhersagekraft ist auf der Individualebene um etwa 8 % größer als im Nullmodell. Die Faktoren PRE und UTL sind damit als Prädiktoren für Handlungskompetenz im Bereich der nachhaltigen Energienutzung anzusehen. Der Faktor PRE konnte als Kompetenzfacette bestätigt werden.

6 Diskussion

Die Ergebnisse der Präkonzeptmessung zeigen, dass Grundschulkinder nicht über das erste Wissensniveau hinauskommen. Die Kinder verfügen also über keine anschlussfähige naturwissenschaftlich-technische Wissensgrundlage. Diese Erkenntnis kann als ein erster Anhaltspunkt für die Planung von Sachunterricht zu diesem Thema genutzt werden und lässt darauf schließen, dass zunächst Grundlagenwissen aufzubauen ist.

Die Einstellungen der Kinder zu Natur und Umwelt sind hingegen stark positiv ausgeprägt: Sie fühlen sich mit der Natur verbunden und halten sie für schützenswert. Ihre Nutzung halten sie hingegen für weniger richtig. Laut ihrer Selbstauskünfte handeln Kinder im Rahmen ihres möglichen Handlungskorridors in Bezug auf die Energienutzung bereits nachhaltig und weisen eine entsprechend hohe Ausprägung von nachhaltiger Handlungskompetenz auf.

Die individuellen Umweltwerthaltungen haben dabei einen signifikanten Effekt auf diese Kompetenz. So hat Naturschutzpräferenz einen positiven und Naturnutzungspräferenz einen negativen Effekt auf das nachhaltige Handeln der Kinder. Sie bieten somit einen *möglichen* Ansatzpunkt für einen nachhaltigkeitsbezogenen Sachunterricht. Allerdings sind dabei immer auch die potenziellen Gefahren einer Indoktrination durch einen wertevermittelnden Unterricht zu beachten (Böse, 2023). Ein entsprechender Diskurs wird auch für den Sachunterricht unter den Begriffen emanzipatorische vs. instrumentelle BNE geführt (Hauenschild, 2023). Der Zusammenhang zum Wissen ist noch genauer zu beleuchten. In TIMSS 2023 konnte bereits ein Zusammenhang zwischen positiven Umweltwerthaltungen und nachhaltigkeitsrelevantem naturwissenschaftlichen Wissen nachgewiesen werden (Steffensky et al., 2024). In der vorliegenden Studie wurde das Systemwissen zu Windenergie beispielhaft als schulisch zu erwerbendes Wissen im Kontext von nachhaltiger Energienutzung isoliert erhoben. Neben Zusammenhangsanalysen mit den motivationalen und verhaltensbezogenen Faktoren sind hier zukünftig auch konzeptuelle Erweiterungen um Handlungswissen und Wirksamkeitswissen nötig. Generell sind die berichteten Ergebnisse aufgrund forschungsmethodischer Limitationen vorerst als Anhaltspunkte aufzufassen. Die Ergebnisse zu den motivationalen und der verhaltensbezogenen Skala deuten auf im Grundschulalter typische Deckeneffekte aufgrund von sozialer Erwünschtheit hin (Chen & Liu, 2020). Als herausfordernd sind zudem vor allem die überwiegend niedrigen Reliabilitäten anzusehen. Mit Blick auf den Wissenstest wäre diesbezüglich eine höhere Passgenauigkeit der Items nötig, um auch auf den unteren Niveaus besser differenzieren zu können. Der Test ist daher um leichtere Items zu ergänzen. Die Faktorenanalyse von Umweltwerthaltungen lieferte im Vergleich zur Kalibrierung bei Randler et al. (2024) ebenfalls geringere Reliabilitäten. Vor allem die UTL-Skala bedarf weiterer Anpassungen. Mit Blick auf die Kürze der Handlungskompetenzskala und die von Kaiser und Wilson (2004) formulierte Faustregel von mindestens neun Items wäre angesichts der geringen Reliabilität und des Mangels an aufwändigen Verhaltensweisen ebenfalls eine Ergänzung sinnvoll. Verhaltensweisen, die in anderen Arbeiten betrachtet wurden, scheinen allerdings nicht altersgemäß z. B. *I leave electrically powered appliances [TV, stereo, printer] on standby; in hotels, I have the towels changed daily* (Kaiser et al., 2007). Für die Skala spricht die nachgewiesene Dimensionalität der vier abgefragten Verhaltensweisen, wodurch sie gegenüber der Abfrage von isolierten Verhaltensweisen wie im Rahmen von PISA 2018 (Diedrich et al., 2022) aussagekräftigere Ergebnisse liefern kann. Insgesamt konnte aufgezeigt werden, dass es möglich ist, die Vorstellungen von Grundschulkindern zu nachhaltiger Energienutzung in Relation zu Nachhaltigkeitskompetenz entlang von drei Facetten multidimensional und standardisiert zu erfassen, wenn-

doi.org/10.35468/6254-22

gleich angesichts der beschriebenen Limitationen und offenen Fragen noch weitere Entwicklungs- und Forschungsarbeit zu leisten ist.

Literatur

Adams, R. J. & Khoo, S.-T. (1996). Quest: The interactive test analysis system. Camberwell, VIC: Australian Council for Educational Research. Verfügbar unter: https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=measurement

Blumberg, E. & Mester, T. (2018). Kognitiv inhaltsbezogenes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In S. Miller, B. Holler-Nowitzki, B. Kottmann, S. Lesemann, B. Letmathe-Henkel, N. Meyer, R. Schroeder & K. Velten (Hrsg.), Profession und Disziplin: Jahrbuch Grundschulforschung (Bd. 22, S. 178-184). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13502-7_19

Blumberg, E., Wenzel, A., Schulze, J. R., Reckmann, E., Puppe, R., Crummenerl, L. L. & Temmen, K.(2026). „transMINT4.0“ – MINT-Bildung stärken durch die Einbindung außerschulischer Lernorte am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe. GDSU-Journal, 16, 186-201.

Bogner, F. X. & Wiseman, M. (2006). Adolescents' attitudes towards nature and environment: Quantifying the 2-MEV model. Environmentalist, 26, 247-254. https://doi.org/10.1007/s10669-006-8660-9

Böse, S. (2023). Die Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im Sachunterricht: Eine rekonstruktive Fallstudie zu Motiven von Lehrkräften in der Grundschule. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/6053

Brügger, A. & Otto, S. (2017). Naturbewusstsein psychologisch: Was ist Naturbewusstsein, wie misst man es und wie wirkt es auf Umweltschutzverhalten? In J. Rückert-John (Hrsg.), Gesellschaftliche Naturkonzeptionen (S. 215-236). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15733-3_11

Chen, S.-Y. & Liu, S.-Y. (2020). Developing students' action competence for a sustainable future: A review of educational research. Sustainability, 12, 1374. https://doi.org/10.3390/su12041374

Diedrich, J., Mang, J., Patzl, S., Seßler, S., Martin, M. & Lewalter, D. (2022). Klimabewusstsein Fünfzehnjähriger in Deutschland: Vom Wissen und Können übers Wollen und Zutrauen zum Tun. Münster: Waxmann. https://doi.org/10.31244/9783830996545

Duit, R. (2007). Energie: Ein zentraler Begriff der Naturwissenschaften und des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Unterricht Physik, 18(101), 4-7.

Frick, J., Kaiser, F. G. & Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: Exploring prevalence and structure in a representative sample. Personality and Individual Differences, 37, 1597-1613. https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.02.015

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. (Hrsg.). (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht (vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Haider, T. (2010). Welche (medialen) Erfahrungen haben Schüler/innen der Primarstufe mit Energie. In H. Giest & D. Pech (Hrsg.), Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts (S. 23-30). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hartinger, A. (2022). Empirische Zugänge. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller, S. Wittkowske (Hrsg.), Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (3. Auflage, S. 50-54). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Hauenschild, K. (2023). Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Grundschule. In M. Haider, R. Böhme, S. Gebauer, C. Gößinger, M. Munser-Kiefer & A. Rank (Hrsg.), Nachhaltige Bildung in der Grundschule (S. 54-66). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/6035-05

Hellmich, F. & Hoya, F. (2018). Kooperatives Lernen von Studentinnen und Studenten des Lehramts für Grund- und Förderschulen als Vorbereitung auf das `Team-Teaching´ im inklusiven Unterricht der Grundschule. In F. Hellmich, G. Görel & M. F. Löper (Hrsg.), Inklusive Schul- und Unterrichtsentwicklung: Vom Anspruch zur erfolgreichen Umsetzung (S. 195-209). Stuttgart: Kohlhammer.

Kaiser, F. G., Byrka, K. & Hartig, T. (2010). Reviving Campbell's paradigm for attitude research. Personality and Social Psychology Review, 14, 351-367. https://doi.org/10.1177/1088868310366452

Kaiser, F. G. & Frick, J. (2002). Entwicklung eines Messinstrumentes zur Erfassung von Umweltwissen auf der Basis des MRCML-Modells. Diagnostica, 48, 181-189. https://doi.org/10.1026//0012-1924.48.4.181

Kaiser, F. G., Oerke, B. & Bogner, F. X. (2007). Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents. Journal of Environmental Psychology, 27, 242-251. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.06.004

Kaiser, F. G., Roczen, N. & Bogner, F. X. (2008). Competence formation in environmental education: Advancing ecology-specific rather than general abilities. Umweltpsychologie, 12(2), 56-70.

Kaiser, F. G. & Wilson, M. (2004). Goal-directed conservation behavior: The specific composition of a general performance. Personality and Individual Differences, 36, 1531-1544. https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.06.003

Kirsch, A., Hellmich, F. & Blumberg, E. (2026). Entwicklung eines Messinstruments zur standardisierten Erfassung von Wissen zu Windenergie bei Grundschulkindern. Manuskript in Vorbereitung.

Liefländer, A. & Bogner, F. X. (2014). The effects of children's age and sex on acquiring pro-environmental attitudes through environmental education. The Journal of Environmental Education, 45(2), 105-117. https://doi.org/10.1080/00958964.2013.875511

Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2019). Leitlinie Bildung für nachhaltige Entwicklung. Schule in NRW, 9052. Verfügbar unter: https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie_BNE.pdf

Rauthmann, J. F. (2017). Persönlichkeitspsychologie: Paradigmen – Strömungen – Theorien. Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53004-7

Randler, C., Härtel, T. & de Almeida Barbosa, R. (2024). Development and psychometric validation of a brief scale to measure environmental perception based on the 2-major environmental values model in adolescents and adults. BMC Psychology, 12, 300. https://doi.org/10.1186/s40359-024-01788-5

Reimer, M. (2020). Ohne Energie wäre alles weg vom Fenster: Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energie. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Reynolds, K. A. & Komakhidze, M. (2022). TIMSS 2023 environmental attitudes and behaviors framework. Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center. Verfügbar unter: https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/pdf/T23-Environmental-Attitudes-and-Behaviors-Framework.pdf

Rieß, W., Mischo, C. & Waltner, E. (2018). Ziele einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schule und Hochschule: Auf dem Weg zu empirisch überprüfbaren Kompetenzen. GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 27, 298-305. https://doi.org/10.14512/gaia.27.3.10

Roczen, N., Kaiser, F. G. & Bogner, F. X. (2010). Umweltkompetenz – Modellierung, Entwicklung und Förderung: Projekt Umweltkompetenz. In E. Klieme, D. Leutner & M. Kenk (Hrsg.), Kompetenzmodellierung: Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes (S. 126-134). Weinheim: Beltz.

Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X. & Wilson, M. (2014). A competence model for environmental education. Environment and Behavior, 46, 972-992. https://doi.org/10.1177/0013916513492416

doi.org/10.35468/6254-22

Schmitt, A. & Fellensiek, T. (2021). „Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen … oder umgekehrt!?“: Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht. In B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.), Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule: Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? (S. 11-27). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. https://doi.org/10.35468/5869-02

Schmitt, N. (1996). Uses and Abuses of Coefficient Alpha. Psychological Assessment, 8, 350-353. https://doi.org/10.1037/1040-3590.8.4.350

Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck & W. P. Schultz (Hrsg.), Psychology of sustainable development (S. 61-78). Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0_4

Steffensky, M., Scholz, L. A. & Köller, O. (2024). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In K. Schwippert, D. Kasper, B. Eickelmann, F. Goldhammer, O. Köller, C. Selter & M. Steffensky (Hrsg.), TIMSS 2023: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (S. 105-157). Münster: Waxmann.

Autor:innen

Kirsch, Alexander, Dr.
https://orcid.org/0000-0003-1650-0440
Universität Paderborn – Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehrerprofessionalitätsforschung: Modellierung und Messung von Lehrerkompetenzen, Kompetenzen im Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung
alexander.kirsch@uni-paderborn.de

Hellmich, Frank, Prof. Dr.
https://orcid.org/0000-0003-0250-3069
Universität Paderborn – Institut für Erziehungswissenschaft, Arbeitsgruppe Grundschulpädagogik
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Inklusion in Schule und Unterricht, Kompetenz- und Persönlichkeitsentwicklungen von Kindern im Grundschulalter, Aus-, Fort- und Weiterbildung von (angehenden) Grundschullehrkräften
frank.hellmich@uni-paderborn.de

Blumberg, Eva, Prof.in Dr.in
https://orcid.org/0009-0004-1651-541X
Universität Paderborn – Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren im inklusiven Sachunterricht, Aus-, Fort- und Weiterbildung (angehender) Sachunterrichtslehrkräfte, Außerschulische Lernorte und digitale Medien im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
eva.blumberg@uni-paderborn.de

Puppe, Ricardo
https://orcid.org/0009-0007-3646-8472
Universität Paderborn – Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Außerschulische Lernorte und digitale Medien im naturwissenschaftlichen Sachunterricht, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Vorbereitung, Begleitung und Beratung von Studierenden in Bezug auf Praxiseinheiten
ricardo.puppe@uni-paderborn.de

doi.org/10.35468/6254-22