

Eva Blumberg, Annkathrin Wenzel, Jan Roland Schulze, Eileen Reckmann, Ricardo Puppe, Lena Luise Crummenerl und Katrin Temmen

„transMINT4.0“ – MINT-Bildung stärken durch die Einbindung außerschulischer Lernorte am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

The interdisciplinary research project “transMINT4.0” provides an answer to primary and secondary school students staggering competencies in science education and technological education. The Design-Based-Research (DBR) approach with its three sub studies demonstrate the benefitable potential of out-of-school learning places for all parties involved.

1 Ausgangssituation: Naturwissenschaftliches Lernen und Lehren am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe

Eine naturwissenschaftlich-technische Grundbildung gilt als Voraussetzung für eine erfolgreiche gesellschaftliche und berufliche Teilhabe (Bybee 1997; Fischer 1998). Das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau deutscher Schüler*innen ist jedoch nach wie vor unbefriedigend (Lewalter, Diedrich, Goldhammer, Köller & Reiss 2023; Schwippert, Kasper, Eickelmann, Goldhammer, Köller, Selter & Steffensky 2024). Bedenklich ist nicht nur der zunehmende Schüler*innen-Anteil auf niedrigstem naturwissenschaftlichem Kompetenzniveau, sondern auch damit einhergehend die tendenziell rückläufigen Ausprägungen der diesbezüglichen sachunterrichtsbezogenen Einstellung und des Selbstkonzepts am Ende der Grundschule (Steffensky, Scholz, & Köller 2024). Vor allem letztere sind im Sinne einer multiplen Zielerreichung (Blumberg 2008; 2020) für das weiterführende naturwissenschaftliche Lernen bedeutend (Schiepe-Tiska, Rönnebeck & Neumann 2019), da es hier am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe nach wie vor einen Bruch mit einem Rückgang des Interesses und in der Wahrnehmung verständnis- und interessensfördernder Merkmale zu geben scheint (Möller 2014; Schiepe-Tiska, Schmidtner, Müller, Heine, Lüdtke & Neumann 2016). Zudem zeichnet sich am Ende der Grundschulzeit sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen eine signifikante Abnahme der positiven Einstellung zum Sachunterricht und des sachunterrichtsbezogenen Selbstkonzepts ab (Nonte, Grommé & Scholz 2024). Diesbezüglich bleibt das Potential der Einbindung außerschulischer Lernorte zur Bereicherung des naturwissenschaftlichen Lernens und Lehrens am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe (Füz 2018; Henriksson 2018; Schiefer, Golle, Tibus, Herbein, Gindele, Trautwein & Oschatz 2020) und im vielperspektivischen Sachunterricht (Blaseio 2016), vor allem zur Förderung von Mädchen (Oppermann & Keller 2018) weitgehend ungenutzt.

2 Das Paderborner Forschungs- und Entwicklungsprojekt „transMINT4.0“

Das Paderborner Kooperationsprojekt der Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts und der Technikdidaktik greift dieses Defizit unter dem Titel „transMINT4.0 – Grenzen überwinden, MINT-Bildung verbinden durch außerschulische Lernorte und den Einsatz digitaler Medien“¹ auf und forscht an der Schnittstelle des naturwissenschaftlich-technischen schulischen und außerschulischen Lernens und Lehrens in der Primar- und Sekundarstufe.

2.1 Ziele und Forschungsdesign des Projekts „transMINT4.0“

Übergeordnetes Ziel des Projekts „transMINT4.0“ ist die Ermittlung von Gelingensbedingungen zur Optimierung des Übergangs beim naturwissenschaftlich-technischen Lernen von der Primar- zur Sekundarstufe durch die Einbeziehung außerschulischer Lernorte und digitaler Medien. Entlang dreier Forschungslinien in der Primar- und Sekundarstufe sowie darauf aufbauend am Schulstufenübergang von der Grund- zu den weiterführenden Schulen zielt das Projekt langfristig auf die Entwicklung von schulstufenübergreifenden Angeboten (Jg. 4-6) zu naturwissenschaftlich-technischen Fragestellungen im Kontext von BNE (Bildung für Nachhaltige Entwicklung) unter Berücksichtigung von verschiedenen außerschulischen Lernorten und digitalen Medien. Der erste Analysefokus im Projekt, der Inhalt dieses Beitrags ist, liegt auf der Erforschung von außerschulischen Lernorten; der unterstützende Einsatz digitaler Medien wird an dieser Stelle noch ausgeklammert.

Neben der Erforschung von Gelingensbedingungen zur langfristigen Förderung (über)fachlicher MINT-Kompetenzen, v.a. des Interesses, bei Kindern und Jugendlichen, ist ein Teilprojektziel den Einbezug außerschulischer Lernorte zur Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen im (Sach-)Unterricht am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe zu stärken. Dafür zielt das „transMINT4.0“-Projekt nicht nur auf die Untersuchung genereller und differenzieller Subgruppen-Effekte des Besuchs verschiedener außerschulischer Lernorte auf eine multiple Zielerreichung (Blumberg 2008; 2020) bei Viertklässler*innen, sondern auch auf die Ermittlung von Chancen und Hürden zur Einbindung von außerschulischen Lernorten aus Lehrendensicht sowie weiterführend auf die Implementation entsprechender Seminarkonzepte in die Lehramtsausbildung ab.

¹ 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).

Zur Stärkung der Praxisrelevanz folgt das „transMINT4.0“-Projekt dazu dem Forschungs- und Entwicklungsansatz des Design-Based-Research (DBR), um über eine durchgehende Wissenschaft-Praxis-Kooperation in einem mehrfach zyklischen iterativen Prozess einen theoretischen und praktischen Output zu erreichen (z.B. McKenney & Reeves 2019). Das verzahnte forschungs- und entwicklungsbezogene Design von „transMINT4.0“ bedient sich dazu Mixed-Methods-basiert einer Kombination quanti- und qualitativer Forschungsmethoden, deren Befunde sukzessive zur Erreichung des übergeordneten Ziels (s.o.) zusammengeführt werden.

Im vorliegenden Beitrag werden die folgenden drei Teilstudien vorgestellt: (1) eine qualitative Interviewstudie zu den Voraussetzungen, d.h. zu den Einschätzungen und zum Vorwissen von Sachunterrichtslehrkräften gegenüber der Einbindung von außerschulischen Lernorten in den Sachunterricht, (2) eine quasi-experimentelle quantitative Vergleichsgruppen-Teilstudie zum schulischen vs. außerschulischen Lernen mit dem Fokus auf geschlechtsspezifische motivational-selbstbezogene Subgruppeneffekte auf Schüler*innenebene in der Primarstufe sowie (3) eine qualitative Interviewstudie mit Workshop-Moderator*innen zur Ermittlung von Gelingensbedingungen zur Durchführung außerschulischer MINT-Angebote an temporären Orten.

3 Außerschulische Lernorte beim naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht – eine Interviewstudie mit Sachunterrichtslehrkräften

Inwiefern das eingangs aufgezeigte Potenzial der Einbindung von außerschulischen Lernorten zur Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Lernens im Sachunterricht genutzt wird, hängt u.a. in nicht unerheblichem Maße von den Einschätzungen und Einstellungen der Lehrkräfte ab, die im Fokus dieser Studie stehen.

3.1 Theoretischer Hintergrund – außerschulische Lernorte

Ein außerschulischer Lernort ist definiert als Ort, an dem außerhalb des Klassenzimmers und des Schulgeländes gelernt wird (Baar & Schönknecht 2018; Sauerborn & Brühne 2020). So wird der Mikrokosmos Schule mit der Außenwelt verbunden, wobei unterteilt wird, z.B. zwischen außerschulischen Lernorten ohne einen inhärenten Bildungsauftrag bzw. ohne pädagogisch-didaktisches Konzept (z.B. Wald oder Fluss) und außerschulischen Lernorten mit Bildungsauftrag und einem pädagogisch-didaktischen Konzept (z.B. Museum) (Baar & Schönknecht 2018; Sauerborn & Brühne 2020). Ziel der außerschulischen Bildung ist es, den

Schüler*innen vor Ort Erfahrungen zu eröffnen, die in der Schule nicht möglich oder nicht authentisch sind.

Vorteile der außerschulischen Lernorte liegen in den Primärerfahrungen und den originalen Begegnungen (Dühlmeier 2022), welche häufig durch eine Handlungsorientierung und selbständiges Arbeiten (Sauerborn & Brühne 2020) ergänzt werden. Dieses kann das Denken in Zusammenhängen und die Vermeidung von trägem Wissen fördern (Dühlmeier 2022; Sauerborn & Brühne 2020). Zudem ist oft ein direkter Lebensweltbezug herstellbar, der subjektive Zugänge und kindliche Interessen berücksichtigt (Baar & Schönknecht 2018).

Jedoch ist der Besuch eines außerschulischen Lernorts häufig mit einem zeitlichen und organisatorischen Mehraufwand für Lehrkräfte verbunden (Dühlmeier 2022; Sauerborn & Brühne 2020), der schulinterne Abstimmungen und Genehmigungen erfordert (Sauerborn & Brühne 2020). Zudem sind nicht alle Aspekte eines Besuchs planbar, z.B. die Wetterbedingungen (Kuske-Janßen, Niethammer, Pospiech, Wieser, Wils & Wilsdorf 2020) und die vielfältigen Lerngelegenheiten können die Schüler*innen ablenken oder überfordern (Dühlmeier 2022; Kuske-Janßen u.a. 2020).

3.2 Forschungsfragen

Trotz zahlreicher Vorteile werden Besuche am außerschulischen Lernort im Sachunterricht kaum genutzt (Schiefer u.a. 2020) und bleiben im Schulalltag eine Seltenheit. Dabei erfahren sie bei Grundschullehrer*innen grundsätzlich große Zustimmung (Mitzlaff 2020). Da sich Studien zu außerschulischen Lernorten häufig mit Schüler*innen befassen, wurden in der vorgestellten Studie hingegen die Einschätzungen und Einstellungen von Sachunterrichtslehrkräften anhand folgender Forschungsfragen untersucht: 1) Wie definieren Sachunterrichtslehrkräfte außerschulische Lernorte? 2) Welche Chancen und Herausforderungen sehen die Sachunterrichtslehrkräfte im Besuch von außerschulischen Lernorten?

3.3 Stichprobe und Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden im Rahmen von drei Abschlussarbeiten im Herbst 2023 Sachunterrichtslehrkräfte aus regionalen Grundschulen im Kreis Paderborn (Alter: $M = 40,2$ Jahre, $SD = 10,2$ Jahre; Geschlecht: weiblich = 14, männlich = 3, Berufserfahrung: $M = 11,9$ Jahre, $SD = 9,5$ Jahre) zu ihren Einschätzungen und Einstellungen interviewt.

Die halbstrukturierten Interviews wurden anhand eines selbst entwickelten Interviewleitfadens mit 13 Fragen zu verschiedenen Aspekten von außerschulischen Lernorten

durchgeführt, z.B. „Worin sehen Sie persönlich die Vorteile von außerschulischen Lernorten und Angeboten für den Sachunterricht?“.

Die leitfadengestützten Interviews wurden mithilfe der inhaltsstrukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) computergestützt mit der Software MAXQDA 2024 ausgewertet. Dabei wurden alle Prozessschritte durchlaufen und durch Iterations- und Feedbackschritte ergänzt (Kuckartz & Rädiker 2022). Die Kategorienbildung erfolgte deduktiv-induktiv. Abschließend wurde ein Codebuch für die Fixierung und Dokumentation erstellt. Zur Qualitätsprüfung wurde die Intercoder-Reliabilität (Cohens Kappa) ermittelt. Dazu codierte eine geschulte und unabhängige Person des Fachbereichs 18 % des Textmaterials auf der Grundlage des Codebuchs. Cohens Kappa betrug .87 und kann als nahezu perfekt eingestuft werden (Landis & Koch 1977).

3.4 Ergebnisse

Jedes der 17 Interviews erfüllte die Voraussetzungen (Vollständigkeit etc.), um in die Datenauswertung einbezogen zu werden. Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurden bei der Definition eines außerschulischen Lernorts drei Kategorien gebildet: Die Ortsdimension (26 Nennungen (N.)), welche sich auf die geografische Lage des Lernorts bezieht. Daneben gibt es die didaktische Dimension (5 N.), die auf didaktisch aufbereitete Angebote verweist und die Zieldimension (13 N.), die sich auf die didaktischen Ziele, z.B. den Erwerb von Wissen oder Kompetenzen, bezieht. Die identifizierten Dimensionen sind literaturkonform (z.B. Baar & Schönknecht 2018), auch die Prominenz der Ortsdimension (z.B. Sauerborn & Brühne 2020). Zudem wurden zahlreiche Chancen, z.B. ein (vertieftes) Wissen (42 N.), nachhaltige Erinnerungen (40 N.) und Hands on-Erfahrungen (34 N.), sowie Herausforderungen, z. B. Organisation und Kosten (jew. 35 N.) sowie Zeit (21 N.) und Transport (17 N.) angeführt.

Festzuhalten ist, dass deutlich *mehr* Chancen als Herausforderungen für den Besuch eines außerschulischen Lernorts genannt wurden (vgl. auch Baar & Schönknecht 2018; Blaseio 2016; Sauerborn & Brühne 2020). Zudem verbinden die Lehrkräfte ausschließlich positive Emotionen mit dem Besuch eines außerschulischen Lernorts, was nach der Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen 1991) eine Umsetzung begünstigt. Jedoch sind die organisatorischen Herausforderungen so groß, dass sie den Besuch eines außerschulischen Lernorts oft zu verhindern scheinen.

4 Erste Ergebnisse des quantitativen quasi-experimentellen Vergleichsgruppendedesigns außerschulisch vs. schulisch zu „Wind und Windenergie“ im Sachunterricht

Wie eingangs aufgezeigt wurde, ist das naturwissenschaftliche Kompetenzniveau deutscher Viertklässler*innen nach wie vor unzureichend (Schwippert u.a. 2024; Steffensky u.a. 2024). Obwohl die Grundschüler*innen grundsätzlich – unabhängig vom Geschlecht – über eine positive Einstellung gegenüber dem Sachunterricht haben und ein hohes sachunterrichtsbezogenes Selbstkonzept vorweisen (Steffensky u.a. 2024), ist bislang kein nachhaltiger Aufbau anwendungsbezogener (über)fachlicher naturwissenschaftlicher Kompetenzen bis über den Übergang hinweg in der Sekundarstufe zu konstatieren (Lewalter u.a. 2023). Bedenklich ist diesbezüglich der aktuelle Trend der TIMSS-Ergebnisse (2007-2023), die sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen eine signifikante Abnahme der positiven Einstellung zum Sachunterricht sowie des sachunterrichtsbezogenen Selbstkonzepts zeigen (Nonte u.a. 2024).

4.1 Ziel, Forschungsfragen und Hypothesen

Langfristiges Ziel der ersten in der Primarstufe angelegten „transMINT4.0“-Forschungslinie (siehe 2.1) ist es, evidenzbasiert und praxisorientiert Gelingensbedingungen zur multikriteriell erfolgreichen Gestaltung außerschulischer naturwissenschaftlich-technischer Lernangebote für die vierte Jahrgangsstufe zu ermitteln. Die hier berichtete erste Teilstudie sucht dazu anhand der exemplarischen BNE-Thematik „Erneuerbare Energien – Schwerpunkt Windenergie“ Antworten auf die folgenden Forschungsfragen: Welche generellen und differenziellen Auswirkungen zeigt der Besuch eines außerschulischen Lernorts (ASL) im Rahmen der Lehr-Lerneinheit „Wind und Windenergie“ auf die motivationalen und selbstbezogenen Ausprägungen von Viertklässler*innen, insbesondere von Mädchen und Jungen, im Vergleich zu Schüler*innen, die im Rahmen eines solchen Unterrichts diesen ASL nicht besuchen?

Vor dem Hintergrund vorliegender Befunde (siehe 1.) ist zu vermuten, dass sich die Lehr-Lerneinheit mit dem ASL-Besuch positiver auf die motivationalen und selbstbezogenen Ziele auswirkt als ohne den ASL-Besuch, sowohl bezogen auf die Gesamtgruppe als auch auf die Subgruppe der Mädchen.

4.2 Forschungsdesign, Stichprobe und Instrumente

Das Forschungsdesign des „transMINT4.0“-Projekts ist auf der Ebene der Primarstufe als quasi-experimentelles quer- und längsschnittliches Vergleichsgruppendedesign mit

quantitativen und qualitativen Methoden angelegt, um die kurz- und langfristigen Auswirkungen schulischen versus außerschulischen Lernens auf die fachliche und überfachliche naturwissenschaftlich-technische Kompetenzentwicklung bei Viertklässler*innen bis in die fünfte Klasse zu ermitteln. Inhaltlich werden über den Zeitraum des vierten Schuljahrs die BNE-Themen „Wind und Windenergie“ und „Ressourcenschonender Umgang mit Wasser“ durchgeführt und fachlich und überfachlich evaluiert, in der Experimentalgruppe (EG) mit ASL unter Einbindung von regionalen außerschulischen Bildungspartnern, in der Vergleichsgruppe (VG) ohne ASL. Die Zeit, der Inhalt sowie die Einbindung von Sachunterrichtsstudierenden (Wenzel, Schulze, Crummenerl & Blumberg 2024) sind in beiden Gruppen konstant gehalten. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass die EG im Rahmen des Unterrichts zu „Wind und Windenergie“ einen von Expert*innen gestalteten Workshop im Schülerlabor coolMINT.paderborn² als ASL besucht, während die VG eine zeitäquivalente Unterrichtseinheit zum identischen Thema durch die Lehrkraft im Klassenraum erhält.

An der hier vorgestellten ersten Vergleichsgruppen-Teilstudie, die nur die Lehr-Lerneinheit zu „Wind und Windenergie“ umfasst, sind insgesamt $N = 202$ Viertklässler*innen ($M = 9,98$ Jahre; $SD = 0,66$ Jahre) beteiligt, wovon $n = 131$ Schüler*innen zur EG und $n = 71$ Schüler*innen zur VG gehören. Die Stichprobe verteilt sich auf $n = 109$ Mädchen und $n = 93$ Jungen.

Dieser Beitrag fokussiert die Evaluation der motivationalen und selbstbezogenen Einschätzungen der Schüler*innen, die jeweils vor und nach dem Treatment anhand mehrfach erprobter Fragebogenskalen (Blumberg 2008; Blumberg & Mester 2017; Kauertz, Kleickmann, Ewerhardy, Fricke, Lange, Ohle, Pollmeier, Tröbst, Walper, Fischer & Möller 2011) in digitalem Format über LimeSurvey erhoben wurden.

4.3 Ergebnisse

Nach Prüfung der Voraussetzungen erfolgte die Auswertung der motivationalen und selbstbezogenen Prä-Postdaten anhand von einfaktoriellen Varianzanalysen mit Messwiederholungen (RM ANOVA) computergestützt mit Hilfe des Statistikprogramms IBM® SPSS Statistics-Software Version 29.

Die einfaktoriellen RM ANOVAS über den Faktor ASL zeigen für das Themenspezifische Interesse, die intrinsische Motivation sowie für die beiden Skalen zur Selbstwirksamkeit SWK

² Das Schülerlabor coolMINT.paderborn ist ein gemeinsames Projekt des Heinz Nixdorf MuseumsForums und der Universität Paderborn.

keine signifikanten generellen Effekte. Zur Beantwortung der Frage nach geschlechtsspezifischen Subgruppeneffekten zeigen die anschließenden analogen einfaktoriellen RM ANOVAS mit dem Faktor ASL nur für die Variable *Themenspezifische SWK* beim intrageschlechtlichen Vergleich der Jungen einen signifikanten disordinalen Interaktionseffekt ($F(1, 82) = 5.60, p \leq .05, \eta^2 = .06$) mit einer Überlegenheit der EG im Vergleich zur VG (siehe Tabelle 1). Für die Variable *Interesse* zeigt sich in der Gruppe der Jungen zudem ein signifikanter disordinaler Haupteffekt ($F(1, 82) = 9.01, p \leq .01, \eta^2 = .10$) zugunsten der EG im Vergleich zur VG (siehe Tabelle 1). Beim äquivalenten intrageschlechtlichen Vergleich der Mädchen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede für die untersuchten Skalen.

Tabelle 1: Themenspezifische SWK und Interesse Jungen

Variable	Gruppe	Prä		Post	
		<i>M'</i>	<i>SD</i>	<i>M'</i>	<i>SD</i>
Themenspezifische SWK	EG	2.99	0.68	3.18	0.66
	VG	3.06	0.75	2.90	0.77
Interesse	EG	2.55	0.67	2.61	0.74
	VG	2.19	0.62	2.04	0.69

¹Antwortformat: 4-stufige Likert-Skala

5 Erste Ergebnisse einer Interviewstudie mit Workshop-Moderierenden temporärer außerschulischer Lernorte

Mit der dritten Teilstudie, die im Sekundarstufenbereich angelegt ist, knüpft das transMINT4.0-Projekt an das MINT-Cluster „MINT4.OWL“ an und berichtet erste Ergebnisse der Begleitforschung zu sogenannten temporären außerschulischen naturwissenschaftlich-technischen Angeboten für Jugendliche.

5.1 Begleitforschung im MINT-Cluster „MINT4.OWL“ und theoretischer Hintergrund

Ein Hauptschwerpunkt der zweiten „transMINT4.0“-Forschungslinie in der Sekundarstufe ist die Begleitforschung im MINT-Cluster „MINT4.OWL“, das darauf abzielt, die bestehenden Workshops des Schülerlabors coolMINT.paderborn (siehe 3.2) und damit die MINT-Förderung flächendeckend und wohnortnah den Jugendlichen im Alter zwischen 10-16 Jahren (Sek. I)

auch in ländlichen Regionen in Ostwestfalen-Lippe (OWL) nahe zu bringen. Dazu fahren Moderierende (Paderborner MINT-Studierende) mit Workshopmaterialien aus dem Schülerlabor zu neu erschlossenen „temporären“ außerschulischen Lernorten in OWL. Diese sind z.B. Bibliotheken, Jugendzentren oder andere Einrichtungen, die Jugendliche in ihrer Freizeit aufsuchen. Die Teilnahme an den drei-stündigen Workshops zu Themen wie Robotik und 3D-Druck, die ursprünglich für das Schülerlabor konzipiert sind, wählen die Jugendlichen freiwillig im Rahmen ihrer Freizeit. So werden non-formale Lernkontexte geschaffen, die sich nach Maschke und Stecher (2018) von informellen und formalen Lernkontexten abgrenzen, da die Teilnahme zwar freiwillig ist, gleichzeitig jedoch strukturierte Lernarrangements vorliegen, an einem Ort einer Organisation, der den Jugendlichen vertraut ist.

Nicht zuletzt aufgrund einer fehlenden trennscharfen Definition non-formaler Lernkontexte sowie des generellen Forschungsbedarfs zu außerschulischen Lernorten (Baar 2020), liegt bis jetzt nur ein begrenztes empirisches Wissen zur Wirksamkeit vor (Thole & Züchner 2020). Daher ist das Ziel dieser Teilstudie, erste Erkenntnisse über Gelingensbedingungen solcher non-formalen außerschulischen Bildungsräume zu erhalten. Als theoretischer Rahmen fungiert die Metaanalyse von Pawek (2019), der als Gelingensbedingungen von Schülerlaboren identifizieren konnte: Verständlichkeit und Instruktionsqualität, Authentizität des Einblicks in die Forschung, Herausforderung und Offenheit beim Experimentieren, Alltagsbezug der behandelten Inhalte und Arbeitsatmosphäre beim Experimentieren. Diese Faktoren werden zur Analyse der temporären außerschulischen Schülerlabor-Workshops herangezogen.

5.2 Forschungsfragen

Inwiefern die von Pawek (2019) beschriebenen Gelingensbedingungen für Schülerlabore auch für die beschriebenen non-formalen Bildungsangebote gelten, wird durch folgende Forschungsfragen ergründet: 1) Welche Unterschiede benennen die Moderierenden zwischen den Workshops im Schülerlabor und an den temporären außerschulischen Lernorten? 2) Welche Gelingensbedingungen für die temporären Workshops nennen die Moderierenden?

5.3 Stichprobe und methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden im Sommer 2023 einstündige halbstrukturierte Interviews mit acht Workshop-Moderierenden geführt (Alter: $M = 24$ Jahre, $SD = 3,5$ Jahre; Geschlecht: weiblich = 3, männlich = 5). Der Interviewleitfaden enthält 16 Fragen zu verschiedenen Aspekten der Workshops, z.B. „Wann ist aus Ihrer Sicht ein Workshop am temporären außerschulischen Lernort gelungen?“. Die Interviews wurden anhand der

qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) und einer deduktiv-induktiven Kategorienbildung mit der Software MAXQDA 2022 ausgewertet.

5.4 Ergebnisse

Im ersten Schritt wurde das vorliegende Datenmaterial, das aus insgesamt acht vollständig vorliegenden Interview-Transkripten bestand, anhand der deduktiv vorliegenden Kategorien, d.h. der gesetzten Rahmenbedingungen, wie Teilnahmegrund (12 Nennungen (N.)), Organisatorisches (12 N.) und Betreuungsschlüssel (16 N.) kodiert. Induktiv wurden folgende Unterkategorien zwischen den Workshops im Schülerlabor und an den temporären außerschulischen Lernorten hinzugefügt: Kursablauf (33 N.), Verhalten der Teilnehmenden (75 N., 3 Unterkategorien), Anwesenheit einer Lehrperson (29 N., 2 Unterkategorien), Altersgruppe (13 N.) und Individualisierung (15 N.). Die Moderierenden äußern, dass das Angebot an den temporären Lernorten individueller und flexibler an die häufig jüngeren Kinder angepasst werden kann, was sie im Schülerlabor durch die Anwesenheit einer Lehrperson und den Schulkontext nicht tun, da sie dort Druck durch die Lehrpersonen verspüren, denen sie gerecht werden möchten. Dadurch, dass die Lehrkräfte bestimmte Workshops buchen, vermuten die Moderierenden eine Erwartungshaltung bei diesen: „Nur wenn die Lehrer das erwarten, hat man halt zusätzlich noch den Druck, dass man es halt wirklich schafft.“ (I_6_Pos.108).

Dieses Gefühl von Druck durch die Anwesenheit einer Lehrperson vermuten die Moderierenden auch bei den Schüler*innen („Lehrer oder irgendwelche Aufsichtspersonen dabei [...] dadurch fühlen die Schüler und Schülerinnen sich schon überwacht [...]“ (I_8_Pos.54)). Diese Gefühle, die Gruppenzusammensetzungen (Schulklasse vs. Unbekannte) und die Freiwilligkeit der Teilnahme an den temporären Lernorten könnten zu den Verhaltensunterschieden bei den Teilnehmenden führen (Becker & Börnert-Ringleb 2024; Urhahne, Dresel & Fischer 2019).

Zur zweiten Forschungsfrage werden Gelingensbedingungen für die Workshops an temporären außerschulischen Lernorten ermittelt: Als wichtigste Bedingung nennen alle Moderierende ein ‚anpassbares Anforderungsniveau‘ für Erfolgserlebnisse aller Teilnehmende in den stark heterogenen Gruppen. Zudem nennen fast alle Moderierende folgende Gelingensbedingungen: ‚eine passende Gruppenzusammensetzung‘, ‚Möglichkeiten einer Weiterbeschäftigung mit dem Lerngegenstand‘, ‚Freiheiten bei der Durchführung‘ und ‚engagierte Moderierende‘. Die passende Gruppenzusammensetzung wird zumeist im Zusammenhang mit dem Gefühl der sozialen Eingebundenheit und einer angenehmen Atmosphäre genannt. Auch wenn dieser Aspekt nicht planbar ist, erachten die Moderierenden diesen als wichtig, um eine

motivationsförderliche Umgebung zu schaffen. Zudem solle die Möglichkeit einer Weiterbeschäftigung dem Lerngegenstand eine Bedeutung verleihen und eine Interessenentwicklung ermöglichen. Freiheiten bei der Durchführung seien wichtig, um die Workshops an äußere Gegebenheiten (z.B. Ort und Teilnehmende) anpassen zu können. Die Moderierenden geben zudem selbst an, Kinder und Jugendliche nur begeistern zu können, wenn sie selbst Spaß und Interesse an den Themen haben und zeigen. Von der Hälfte der Moderierenden werden zusätzlich ‚eine passende Organisation‘, ‚Kursprodukte zum Mitnehmen‘ und ‚aktuelle Themen‘ als Gelingensbedingungen genannt. Die Angaben zur passenden Organisation beziehen sich hierbei auf den Mehraufwand durch das Packen der Workshopmaterialien, die Fahrten und die Durchführung in verschiedensten Räumlichkeiten. Die ‚Kursprodukte zum Mitnehmen‘ erachteten die Moderierenden als wichtig, da die Teilnehmenden hierdurch nachhaltig an den dreistündigen Workshop erinnert werden.

Die von den Moderierenden genannten Gelingensbedingungen weisen Parallelen zu denen von Pawek (2019) auf: Sowohl die passende Herausforderung und Offenheit für die Teilnehmenden während der Durchführung als auch die Aktualität der Inhalte und die sozialen Komponenten zählen dazu. Der von Pawek (2019) genannte Aspekt des authentischen Einblicks in die Forschung kann durch die Workshops in den Freizeiträumen bislang nicht ermöglicht werden. Die Bedeutung der Organisation, die sich durch die wechselnden Orte und Wege für die Durchführenden erhöht, wird besonders herausgestellt. Durch die fehlende Einbettung in den Unterricht ist die Weiterbeschäftigung mit dem Lerngegenstand für die Kinder nicht immer gegeben, kann jedoch bei ihnen durch ‚Kursprodukte zum Mitnehmen‘ angeregt werden.

6 Zusammenfassende Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend zeigen die drei vorgestellten Teilstudien des Projekts „transMINT4.0“ vielfältige Perspektiven auf die Chancen, Herausforderungen, die Auswirkungen und Möglichkeiten der Einbindung außerschulischer Lernorte zur Förderung naturwissenschaftlich-technischer fachlicher und überfachlicher Kompetenzen bei Kindern und Jugendlichen.

Grundsätzlich sehr positiv ist als Hauptergebnis der ersten qualitativen Interviewstudie herauszustellen, dass die befragten Sachunterrichtslehrkräfte insgesamt bereits nicht nur über ein differenziertes Wissen über außerschulische Lernorte, sondern auch über eine sehr positive Einstellung ihnen gegenüber verfügen. Dieses Potential bzw. diese Chancen scheinen sie jedoch nur selten auszuschöpfen, da aus ihrer Sicht gleichzeitig zahlreiche Herausforderungen gegen eine regelmäßige Einbindung außerschulischer Lernorte in den Sachunterricht zu

überwinden sind. An diesen Erkenntnissen sollte angeknüpft werden und die grundsätzlich positive Einstellung und Bereitschaft der Sachunterrichtslehrkräfte, außerschulische Lernorte in ihren Unterricht einzubinden, aufgegriffen werden. Hierzu müssen von schulischer bzw. zunächst übergeordnet von bildungspolitischer Seite die entsprechenden Voraussetzungen und Rahmenbedingungen geschaffen sowie die empirische Befundlage zur Wirksamkeit und Förderung fachlicher und überfachlicher naturwissenschaftlich-technischer Kompetenzen untermauert werden.

An dieser Stelle setzt die zweite Teilstudie an, die erste Ergebnisse des quantitativen quasi-experimentellen Vergleichsgruppendesigns außerschulisch vs. schulisch zu „Wind und Windenergie“ im Sachunterricht berichtet. Dieser erste komplette Pilotdurchlauf des komplexen quer- und längsschnittlichen „transMINT4.0“-Evaluationsdesigns im vierten und fünften Jahrgang (siehe 3.2) zeigte mit dieser exemplarischen Intervention im Vergleichsgruppendesign für die Gesamtgruppe in der Primarstufe keine signifikanten Effekte auf die Interessens-, Motivations- und Selbstwirksamkeitsausprägungen der Schüler*innen. Weiterführende geschlechtsspezifische Subgruppenanalysen decken eine Überlegenheit der teilnehmenden Jungen an der außerschulischen Intervention (EG) gegenüber dem traditionellen Klassenraumunterricht (VG) bei der themenspezifischen Selbstwirksamkeit und beim Interesse auf. Nicht nur mit Blick auf die kleinen Effektstärken ist dieses Ergebnis sicherlich vorsichtig zu werten, dennoch kann es im Gesamtbild mit den steigenden deskriptiven Prä-Post-Befunden als richtungsweisend angesehen werden, v.a. mit Blick auf die stärkere Fokussierung der Themenspezifität im Design in den folgenden Entwicklungszyklen. Zudem scheint es so zu sein, dass diese erste außerschulische Pilot Intervention entweder nicht lang bzw. nicht intensiv genug gewesen zu sein scheint, um die recht hohen motivationalen und selbstbezogenen Ausgangswerte zu naturwissenschaftlichen Themen im Sachunterricht, die für Viertklässler*innen typisch sind (vgl. Steffensky u.a. 2024), signifikant zu erhöhen. Zudem sei in diesem Zusammenhang auf die Komplexität der Wirkmechanismen außerschulischer MINT-Angebote (Nickolaus, 2017 in Nickolaus, Steffensky & Parchmann 2018) und der damit verbundenen Schwierigkeit hingewiesen, überhaupt signifikante Effekte einer zudem kurzzeitigen außerschulischen Intervention aufzudecken (Nickolaus u.a. 2018). Diesen Herausforderungen stellt sich das „transMINT4.0“-Projekt und optimiert daher in den folgenden DBR-Zyklen auf Basis der Evaluationsergebnisse, Rückmeldungen der Praxispartner und eigener Reflexionen sowohl das primarstufenbezogene Vergleichsgruppendesign mit zukünftig drei Experimentalgruppen und zwei Interventionen zu zwei naturwissenschaftlichen

Themenkomplexen über ein komplettes Schuljahr sowie die Durchführungsform und das Inventar der quantitativen Prä-Post-Follow up-Erhebungen.

Die variantenreiche Vielfältigkeit außerschulischer MINT-Angebote legt die dritte „trans-MINT4.0“-Teilstudie offen, indem sie mit der Befragung der Moderierenden außerschulischer temporärer Schülerlabor-Workshops erste Ergebnisse zu den neu geschaffenen non-formalen Bildungsangeboten des Clusters „MINT4.OWL“ bietet: Schülerlabor-Workshops sind nicht einfach so an verschiedenen temporären außerschulischen Lernorten durchführbar und auf diese übertragbar. Die Moderierenden scheinen jedoch unbewusst die psychologischen Grundbedürfnisse (Ryan & Deci 2019) der Teilnehmenden erfüllen zu wollen („anpassbares Anforderungsniveau“; „Freiheiten bei der Durchführung“; „eine passende Gruppenzusammensetzung“), um eine motivationsförderliche Umgebung zu schaffen. Inwiefern dies gelingt, soll in einer angeschlossenen quantitativen Teilstudie zur Erfüllung der psychologischen Grundbedürfnisse bei den Teilnehmenden im Schülerlabor und an den temporären außerschulischen Lernorten ermittelt werden.

Literatur

- Ajzen, I. (1991): The theory of planned behavior. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, Nr. 2, 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Baar, R. & Schönknecht, G. (2018): *Außerschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen*. Weinheim.
- Baar, R. (2020): Lernen an außerschulischen Lernorten – Theoretische Annahmen, praktische Umsetzung, empirische Erkenntnisse. In: Jungwirth, M. (Hrsg.): *Forschen.Lernen.Lehren an öffentlichen Orten – The Wider View*. Münster, S.3–28. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871365.0.01>
- Becker, S. & Börnert-Ringleb, M. (2024): Zur querschnittlichen Beziehung von Leistungsdruck, Leistungsorientierungen und dem Erleben von Angst und Stress in der Schule. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 27, Nr. 5, 1329-1350. <https://doi.org/10.1007/s11618-024-01250-7>
- Blaseio, B. (2016): Außerschulische Lernorte im Sachunterricht. Vielperspektives Sachlernen vor Ort. In: Erhorn, J. & Schwier, J. (Hrsg.): *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung*. Bielefeld, 261-282.
- Blumberg, E. (2020): Ziele festlegen und formulieren. In: Tänzer, S.; Lauterbach, R.; Blumberg, E.; Grittner, F.; Lange, J. & Schomaker, C. (Hrsg.): *Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen*. Bad Heilbrunn, 161-179.
- Blumberg, E. (2008): Multikriteriale Zielerreichung im naturwissenschaftsbezogenen Sachunterricht der Grundschule. Münster. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:6-42569418514> [28.08.2025].
- Blumberg, E., & Mester, T. (2017): Motivationale und selbstbezogene Lerneffekte im inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: Giest, H.; Hartinger, A. & Tänzer, S. (Hrsg.): *Vielperspektivität im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, 143-151.
- Budde, J. & Hummrich, M. (2016): Die Bedeutung außerschulischer Lernorte im Kontext der Schule – eine erziehungswissenschaftliche Perspektive. In: Erhorn, J. & Schwier, J. (Hrsg.): *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung*. Bielefeld, 29-52.
- Bybee, R. (1997): *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth.

- Deinet, U. & Derecik, A. (2016): Die Bedeutung außerschulischer Lernorte für Kinder und Jugendliche. Eine raumtheoretische und aneignungsorientierte Betrachtungsweise. In: Erhorn, J. & Schwier, J. (Hrsg.): Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung. Bielefeld, 15-28.
- Dühlmeier, B. (2022): Grundlagen außerschulischen Lernens. In: Dühlmeier, B. (Hrsg.): Mehr außerschulische Lernorte in der Grundschule. Neun Beispiele für den fachübergreifenden Sachunterricht. 4. Aufl. Baltmannsweiler, 6-50.
- Fischer, H. E. (1998): Scientific Literacy und Physiklernen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 4, Nr. 2, 41-52. <https://doi.org/10.25656/01:31511>
- Füz, N. (2018): Out-of-School Learning in Hungarian Primary Education: Practice and Barriers. In: Journal of Experiential Education, 41, Nr. 3, 277-294.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. vollst. überarb. und erw. Aufl., Bad Heilbrunn.
- Henriksson, A.-C. (2018): Primary school teachers' perceptions of out of school learning within science education. In: LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 6, Nr. 2, 9-26. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.313>
- Jürgens, E. (2008): Außerschulische Lernorte. In: Jürgens, E. & Standop, J. (Hrsg.): Taschenbuch Grundschule. Bd. 3. Grundlegung von Bildung. Baltmannsweiler, 101-112.
- Karpa, D.; Lübbecke, G. & Adam, B. (2015a): Außerschulische Lernorte: Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele. In: Karpa, D.; Lübbecke, G. & Adam, B. (Hrsg.): Außerschulische Lernorte: Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten. Bd 31. Köln, 11-27.
- Kauertz, A.; Kleickmann, T.; Ewerhardy, A.; Fricke, K.; Lange, K.; Ohle, A.; Pollmeier, K.; Tröbst, S.; Walper, L.; Fischer, H. & Möller, K. (2011): Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS. Essen.
- Kleine, M. (2021): Mathematische Grundbildung als Baustein einer demokratischen Meinungsbildung. In: Praxis-ForschungLehrer*innenbildung. Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung, 3, Nr. 3, 113-121.
- Köller, O. (2019): Das IPN – Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. Forschen und Entwickeln für bessere mathematisch- naturwissenschaftliche Bildung. In: Erziehungswissenschaft, 30, Nr.2, 21-28.
- Kuckartz, U. (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Grundlagentexte Methoden. 4., überarb. Aufl. Weinheim.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden. Grundlagentexte Methoden, 5. Aufl. Weinheim, Basel.
- Kuske-Janßen, W.; Niethammer, M.; Pospiech, G.; Wieser, D.; Wils, J.-T. & Wilsdorf, R. (2020): Außerschulische Lernorte – theoretische Grundlagen und Forschungsstand. In: Pospiech, G.; Niethammer, M.; Wieser, D. & Kuhlemann F.-M. (Hrsg.): Begegnungen mit der Wirklichkeit (E-Book). Chancen für fächerübergreifendes Lernen an außerschulischen Lernorten. Bern, 21-49.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977): The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. In: Biometrics, 33, Nr. 1, 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lewalter, D.; Diedrich, J.; Goldhammer, F.; Köller, O. & Reiss, K. (Hrsg.) (2023): PISA 2022 Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland. Münster.
- Maschke, S. & Stecher, L. (2018): Non-formale und informelle Bildung. In: Lange, A.; Reiter, H.; Schutter, S. & Steiner, C. (Hrsg.): Handbuch Kindheits- und Jugendsoziologie. Wiesbaden, S.149-163. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04207-3_12
- McKenney, S. & Reeves, C. T. (2019): Conducting educational design research. New York.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen, Lehrplan Sachunterricht. Düsseldorf.

- Mitzlaff, H. (2020): Exkursionen im Sachunterricht - Der Königsweg zu den "Sachen"? In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): Unterrichtsplanung und Methoden. Basiswissen Sachunterricht. Bd. 5. 7., unver. Aufl. Baltmannsweiler, 136-144.
- Möller, K. (2014): Vom naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Fachunterricht – Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 1, Nr. 20, 33-43.
- Nickolaus, R.; Steffensky, M. & Parchmann, I. (2018): Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote. Nationales MINT Forum. https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/veranstaltungen/6_NMG_2018/pdf/NMF-Expertise_zu_Effekten_zentraler_au_erschulischer_MINT-Angebote_2018.pdf [05.08.2024].
- Nonte, S.; Grommé, E., & Scholz, L. A. (2024): Geschlechterunterschiede in mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. In: Schwippert, K.; Kasper, D.; Eickelmann, B.; Goldhammer, F.; Köller, O.; Selter, Ch. & Steffensky, M. (Hrsg.): Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, 197-231.
- Oppermann, E., & Keller, L. (2018): Geschlechtsunterschiede in der frühen MINT-Bildung – Forschungsüberblick. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. www.haus-der-kleinen-forscher.de [28.08.2025].
- Pawek, C. (2019): 20 Jahre Schülerlabore an Hochschulen und anderen Einrichtungen. Eine wissenschaftlich fundierte Erfolgsgeschichte. In: Ittel, A. & Driesen, C. (Hrsg.): Der Übergang in die Hochschule. Strategien, Organisationsstrukturen und Best Practices an deutschen Hochschulen. Münster, 143-158.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2019): Brick by Brick: The Origins, Development, and Future of Self-Determination Theory. In: Elliot, A. J. (Hrsg.): Advances in Motivation Science. In: Elsevier, 6, 111-156. <https://doi.org/10.1016/bs.adms.2019.01.001>
- Sauerborn, P. & Brühne, T. (2020): Didaktik des außerschulischen Lernens. 7., unveränd. Aufl. Baltmannsweiler.
- Schiefer, J.; Golle, J.; Tibus, M.; Herbein, E.; Gindele, V.; Trautwein, U. & Oschatz, K. (2020): Effects of an extracurricular science intervention on elementary school children's epistemic beliefs: A randomized controlled trial. In: The British Journal of Educational Psychology, 90, Nr. 2, 382-402. <https://doi.org/10.1111/bjep.12301>
- Schiepe-Tiska, A.; Rönnebeck, S. & Neumann, K. (2019): Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2018 – aktueller Stand, Veränderungen und Implikationen für die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. In: Reiss, K.; Weis, M.; Klieme, E. & Köller, O. (Hrsg.): PISA 2018. Grundbildung im internationalen Vergleich. Münster, 211-240.
- Schiepe-Tiska, A.; Schmidtner, S.; Müller, K.; Heine, J.-H.; Lüdtke, O. & Neumann, K. (2016): Naturwissenschaftlicher Unterricht in Deutschland. In: Reiss, K.; Sälzer, C.; Schiepe-Tiska, A.; Klieme, E. & Köller, O. (Hrsg.): PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster, 133-176.
- Steffensky, M.; Scholz, L. A. & Köller, O. (2024): Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Schwippert, K.; Kasper, D.; Eickelmann, B.; Goldhammer, F.; Köller, O.; Selter, C. & Steffensky, M. (Hrsg.): TIMSS 2023 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, 105-158.
- Schwippert, K.; Kasper, D.; Eickelmann, B.; Goldhammer, F.; Köller, O.; Selter, C. & Steffensky, M. (2024) (Hrsg.): TIMSS 2023 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, 105-158.
- Thole, W. & Züchner, I. (2020): Kindheit und Jugend in non-formalen Bildungsräumen. In: Krüger, H.-H.; Grunert, C. & Ludwig, K. (Hrsg.): Handbuch Kindheits- und Jugendforschung. Wiesbaden, S.1-18. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24801-7_34-1
- Urhahne, D.; Dresel, M. & Fischer, F. (Hrsg.) (2019): Psychologie für den Lehrberuf (Lehrbuch). Berlin.
- Wenzel, A.; Schulze, J. R.; Crummenerl, L. L. & Blumberg, E. (2024): Durch den Einsatz digitaler Medien an außerschulischen Lernorten naturwissenschaftliches Lernen fördern. In: Herzig, B.; Eickelmann, B.; Schwabl, F.;

Schulze, J. & Niemann, J. (Hrsg.): Lehrkräftebildung in der digitalen Welt: Zukunftsorientierte Forschungs- und Praxisperspektiven. Münster, S.169-178. <https://doi.org/10.31244/9783830998372>