



# „Satellitenlabore“ – ein Projekt zur Förderung informatischer Bildung an weiterführenden Schulen

Jonas Tillmann<sup>1</sup> · Claas Wegner<sup>1</sup>

Angenommen: 14. November 2021 / Online publiziert: 11. April 2022  
© Der/die Autor(en) 2022, korrigierte Publikation 2022

## Zusammenfassung

Das vorliegende Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit dem Projekt „Satellitenlabore“ zur Unterstützung und Förderung informatischer Bildung an weiterführenden Schulen als ganzheitlichen Ansatz, welches die unterschiedlichen Akteure (Schulen, außerschulische Einrichtungen und Unternehmen) stärker verknüpfen soll. Gemäß des Design-Based-Research-Modells nach Shavelson et al. werden auf Grundlage des erhobenen Forschungsstandes in einem weiteren Schritt unterschiedliche Interventionsmaßnahmen entwickelt und didaktische Konzepte abgeleitet, die in mehrfachen Erprobungen stetig evaluiert und weiterentwickelt werden sollen.

## Einleitung

Für 20 % der 15-Jährigen ist ... der erfolgreiche Übertritt in die qualifizierte berufliche Erstausbildung aufgrund ihrer schwachen MINT-Kompetenzen gefährdet [13]

Technik und Informatik haben die Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen durchdrungen [3] und die „Digitalisierung und ihre zugrundeliegenden Informations- und Kommunikationstechnologien verändern nicht nur die Methodik in Lehre und Forschung, sondern auch grundlegend Gesellschaft, Staat und Wirtschaft“ [12]. Sie stellen damit nicht nur eine weitere Erscheinungsform im Alltag der Lernenden dar, sondern vielmehr einen eigenständigen (neuen) Bildungsbereich [1]. Die direkte und indirekte Nutzung von Informatiksystemen durch Lernende führt zu Erfahrungen, die ihr Leben in vielfältiger Weise beeinflussen [14], sodass eine reine Nutzung technologischer Medien als Bildungsziel nicht mehr ausreicht, „[i]hre Funktionsweise und Auswirkungen müssen verstanden werden, da Technologisierung unser Leben unabhängig davon beeinflusst, ob wir Technologie nutzen (wollen) oder nicht“ [5]. Ein zentra-

les Anliegen dieses Bildungsbereichs ist damit, „das eigenständige, verantwortungsvolle Handeln in einer digital geprägten Lebenswirklichkeit“ [1]. Als reine Konsumenten (digitaler) Technologien verbleiben die Lernenden in einer digitalen Unmündigkeit, sodass diese zwar oberflächlich genutzt, aber nur unzureichend erschlossen, (mit-)gestaltet und bewertet werden können [1]. Schon jetzt fehlen rund einem Drittel der Lernenden in der achten Klasse grundlegende digitale Kompetenzen [13], weshalb eine Bereitstellung weiterführender Angebote an den Schulen erforderlich ist. Entsprechende Zeilen finden sich im Koalitionsvertrag zwischen CDU und FDP:

Alle Kinder sollen auch Grundkenntnisse im Programmieren erlernen, daher werden wir die Vermittlung von Fähigkeiten im Programmieren als elementare Bestandteile im Bildungssystem verankern [12].

Des Weiteren zeichnet sich Deutschland durch eine innovative und exportstarke Industrie aus, in der gerade die Natur- und Ingenieurwissenschaften einen hohen Stellenwert haben [17]. Ein wichtiger Garant für Wachstum, Beschäftigung und Wohlstand sind Innovationen und diese „geschehen auf fachlich hohem Niveau“ [17]. Daher hängt „[d]ie Zukunftsfähigkeit des Innovationsstandorts Deutschland ... maßgeblich von einer kontinuierlichen und effektiven Förderung des MINT-Nachwuchses (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) ab“ [13]. Ebner und Schön [5] sehen hierbei Lernprojekte mit Programmier- und Konstruktionsfähigkeiten als geeignete Möglichkeiten, MINT-bezogene Interessen und Fähigkeiten zu fördern.

✉ Jonas Tillmann  
jonas.tillmann@uni-bielefeld.de

Claas Wegner  
claas.wegner@uni-bielefeld.de

<sup>1</sup> Osthusenrich-Zentrum für Hochbegabungsforschung an der Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld, Deutschland

## Theoretische Fundierung und Forschungsstand

Die zunehmende Dynamik der digitalen Transformation, die alle Bereiche (persönliche, gesellschaftliche, politische, wirtschaftliche) des Lebens durchdringt, wirft die Frage auf, welche Kompetenzen in dieser neuen Umwelt erforderlich sind. Die Bildung 4.0 beschreibt die Bildung in einer digital vernetzten Welt, welche auch den Anforderungen der Industrie 4.0 gerecht wird und auf dem interdisziplinären Konzept der informatischen Bildung (siehe Abb. 1) aufbaut.

Die Mediennutzung vieler Schüler\*innen ist überwiegend konsumierend, dies vernachlässigt jedoch die kreativen und konstruktiven Potenziale vieler Informatiksysteme. Die Schüler\*innen können zwar insgesamt selbstsicher mit Informatiksystemen umgehen, können aber die Konsequenzen ihrer Handlungen nicht immer richtig abschätzen, da sie oftmals zugrundeliegende Prinzipien nicht kennen [1], dies bestätigen verschiedene Studien (u. a. DIVSI U9-Studie: Kinder in der digitalen Welt). Auch in der Generation der „Digital Natives“ sind digitale Kompetenzen nicht grundsätzlich vorhanden, sie müssen vermittelt und erworben werden (vgl. International Computer and Information Literacy Study (ICILS)). Daher wird in (inter-)nationalen Bildungssystemen versucht informationstechnische Bildung zu etablieren, um den Schüler\*innen Problemlösekompetenzen und analytische Denkweisen mittels informatischer Methoden zu vermitteln. „Diese Denkweisen qualifizieren sowohl für eine fundierte und reflektierte Nutzung von als auch die kreative Gestaltung der eigenen Lebenswelt mit Informatiksystemen“ [1]. In Finnland ist „Coding“ seit 2016 ein verpflichtender Lehrinhalt, welcher mit dem Eintritt in die Schule beginnt. Im Vereinigten Königreich ist „Programming“ seit 2014 als eigener Gegenstand in der Grund- und Mittelschule verpflichtend. Die Schweiz verankert es in dem eingeführten Lehrplan 21 und in Polen ist Informatik ebenfalls in den Curricula vertreten [4]. Die Slowakei bietet als eigenes Fach „Informatics“ an, in dem neben der Informatik Medienkompetenzen gefördert werden. Der Fokus wird bereits in der Primarstufe verstärkt auf das Erlernen von Computational Thinking<sup>1</sup> und den Erwerb von Programmierkenntnissen gelegt [10]. Auch international zeigen sich beispielsweise in den USA Initiativen, Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) in

<sup>1</sup> Computational Thinking bezieht sich auf die individuelle Fähigkeit einer Person, eine Problemstellung zu identifizieren und abstrakt zu modellieren, sie dabei in Teilprobleme oder -schritte zu zerlegen, Lösungsstrategien zu entwerfen und auszuarbeiten und diese formalisiert so darzustellen, dass sie von einem Menschen oder auch einem Computer verstanden und ausgeführt werden können. Die Konzeption und Umsetzung von Problemlösungsstrategien können dabei durch die Strukturierung und weiterführende Verarbeitung vorliegender oder gewonnener Daten unterstützt werden [8].

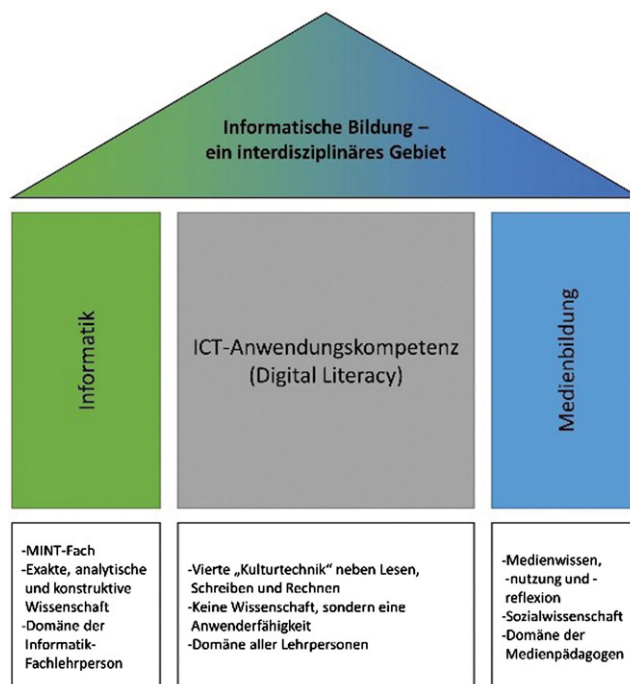


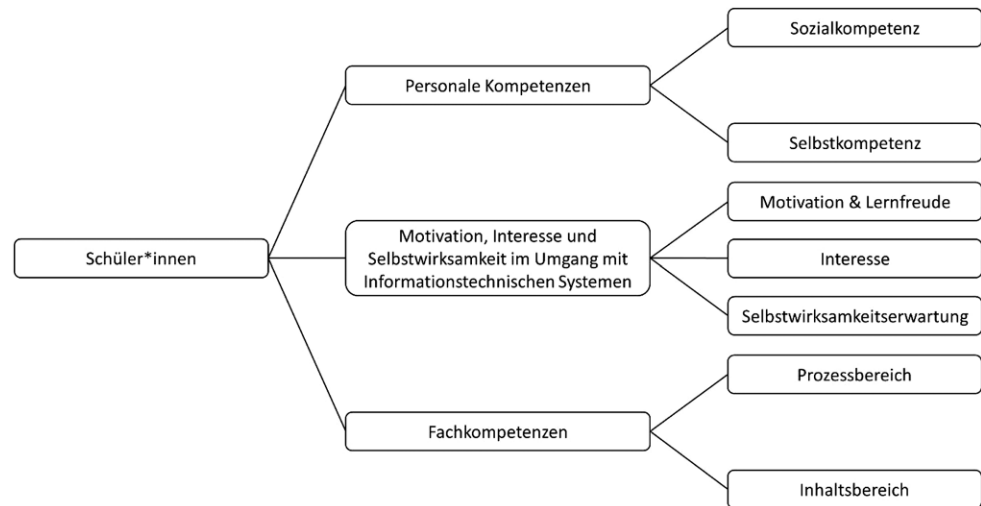
Abb. 1 Gebäude der informatischen Bildung. (Hasler Stiftung [6])

den nationalen Curricula zu verankern. Diese (inter-)nationalen Initiativen beinhalten unabhängig von ihrer Bezeichnung Bedien- und Medienkompetenz (Digital Literacy und ICT-Grundbildung) sowie Problemlösefähigkeiten und technische Gestaltungskompetenz (Computing, Computational Thinking) [1].

Bergner et al. [2] sehen auf der Ebene der Schüler\*innen 3 Zieldimensionen informatischer Bildung (siehe Abb. 2), die Struktur dieser Zielkompetenzen orientiert sich am Kompetenzbegriff nach Weinert [21]. Informatische Kompetenzen bestehen demnach „aus den notwendigen kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sowohl informatikspezifisch als auch überfachlich sein können und motivationale, volitionale und soziale Bereitschaft und Fähigkeiten beinhalten“ [2]. An den Schulen in Deutschland werden diese Kompetenzen bisher nur unzureichend gefördert, da Informatik im Allgemeinen eine geringe Attraktivität seitens Schüler\*innen besitzt und zum anderen in der Unterstufe noch keine bzw. in der Mittelstufe nur freiwillige Angebote existieren [13]. Daher stellen außerschulische Angebote wie Schülerlabore neben den Schulischen eine gut untersuchte Möglichkeit dar, die affektiv-motivationalen Aspekte der Schüler\*innen zu beeinflussen.

Die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen wurde in den letzten 20 Jahre im Rahmen vieler Studien untersucht. Die zentralen Ergebnisse zeigen, dass sich Schülerlaborbesuche positiv auf die affektiv-motivationalen Aspekte der Schüler\*innen auswirken und das aktuelle Interesse sowie die (aktuelle) Motivation der Teilnehmenden steigern [19].

**Abb. 2** Zieldimensionen informationstechnischer Bildung auf Ebene der SuS. (Verändert nach Bergner et al. [2])



Darüber hinaus können sie sich positiv auf die Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten auswirken, welches die Berufswahl in Verbindung mit dem Sach- und Fachinteresse stark beeinflusst. Langfristig stellen sich diese Effekte jedoch nicht ein und erweisen sich überwiegend als nicht nachhaltig, da Schülerlaborbesuche oftmals einmalige bzw. kurzfristige Interventionen darstellen [19]. Zukünftig gilt es daher die Nachhaltigkeit dieser Effekte zu verbessern, indem dauerhafte und frühzeitige Angebote etabliert werden. Weiterhin müssen die Fachbereiche Technik und Informatik stärker in den Fokus geraten, da sich die bisherige Forschung vor allem auf die klassischen Naturwissenschaften (Biologie, Physik und Chemie) bezieht. Daher bedarf es eines Projekts, welches sich dieser Bereiche annimmt. Auch Zieffle und Jakobs [22] betonen, dass eine Förderung in diesen Bereichen möglichst früh einsetzen und das Technikinteresse kontinuierlich und systematisch in den weiterführenden Schulen gefördert und ausgebaut werden sollte. Sie konnten zeigen, dass bereits bei 10- bis 11-Jährigen technikrelevante Einstellungen wie Technikinteresse, Faszination für technische Fragestellungen oder negative Affekte wie Angst und Abneigung gegen Technik grundsätzlich ausgeprägt sind [22]. Darüber hinaus wiesen sie nach, „dass der Aufbau von Leistungsmotivation und einer positiven Haltung gegenüber Technik durch eine kontinuierliche und profunde Förderung von Kindern und Jugendlichen wesentlich beeinflusst werden kann“ [22], indem ihnen beispielsweise der Nutzen der Auseinandersetzung mit informationstechnischen und naturwissenschaftliche Fragestellungen nahegebracht wird und ihr Selbstbewusstsein sowie Selbstvertrauen im Umgang mit Technik insbesondere bei Mädchen gestärkt wird [22]. Die überfachlichen Basiskompetenzen stellen allgemeine Bildungsziele dar und können informatische Bildungsprozesse beeinflussen aber auch in ihrem Rahmen gefördert werden, sodass sie als relevante

Kontrollvariablen in der Begleitforschung betrachtet werden sollten.

Der Physical-Computing-Ansatz bietet eine Möglichkeit, die Zielkompetenzen der Dimensionen informatischer Bildung anzusprechen und zu fördern. Mit ihm können die abstrakten Konzepte und digitalen Produkte der Informationstechnik greifbar gemacht werden. Durch die Einbeziehung gestalterischer und künstlerischer Aspekte überträgt er die virtuellen Möglichkeiten der Informatik auf die reale Welt und lässt das Fach attraktiver und vielfältiger erscheinen [15]. Der programmierbare Mikrocontroller von Arduino bietet eine Möglichkeit, diesen Ansatz umzusetzen, indem er als reales und greifbares Objekt über Sensoren und Aktoren mit der Umwelt kommunizieren kann und für die Schüler\*innen einen erfahrungs- und erkundbaren Lerngegenstand darstellt. Diese aktive Auseinandersetzung steht ganz im Sinne des forschenden und entdeckenden Lernens und begründet sich auf der konstruktivistischen Lerntheorie nach Piaget.

## Forschungsanliegen

Das Projekt „Satellitenlabore“ im Osthusenrich-Zentrum für Hochbegabungsforschung der Fakultät für Biologie (OZHB) an der Universität Bielefeld verfolgt zum einen das Forschungsanliegen, wie die Aspekte informatischer Bildung im Sinne der Bildung 4.0 nachhaltig gefördert werden können, und zum anderen, wie die unterschiedlichen Akteure Schulen, Unternehmen und außerschulische Einrichtungen stärker verknüpft werden können. Zentrale Forschungsfragen lauten dabei: Wie sich die Auseinandersetzung mit technischen und informatischen Themen anregen lässt; Wie das Interesse an technischen und informatischen Themen gesteigert werden kann; Wie Kompetenzen in MINT-Berufen ermittelt und gefördert werden

können und welche Bedarfe überhaupt aufseiten der Unternehmen bestehen. Darüber hinaus soll ein Peer-Tutoring-Ansatz, dem an vielen Stellen kritisierten „Versanden“ vieler Schulentwicklungsprojekte vorbeugen [9]. Um die unterschiedlichen Problemstellungen fundiert adressieren zu können und dabei ein übergreifendes Verständnis über das Lehren und Lernen in generalisierbaren schulischen Kontexten gewinnen zu können, forscht das OZHB auf Grundlage des Design-Based-Research-Ansatzes nach Shavelson et al. [18].

Der Design-Based-Research(DBR)-Ansatz strebt eine Verzahnung praktischer Bildungsprozesse mit wissenschaftlich gewonnen Erkenntnissen an, indem innovative Lösungen entwickelt werden [18]. Seit Längerem ist die mangelnde praktische Anwendung und Umsetzbarkeit der wissenschaftlich erlangten Befunde ein zentraler Kritikpunkt der Lehr-Lern-Forschung (u. a. Reinmann [16]). Darüber hinaus erschweren die variablen schulischen Kontexte sowie die erheblichen interpersonellen Interaktionen die Etablierung von Innovationen im Bildungsbereich [7]. Der DBR-Ansatz nimmt sich dieser Kritik an und versucht, eine einheitliche Lösung für die Kluft zwischen Forschung und Bildungsbereichen zu finden. „Es hat sich gezeigt, dass gerade dieser Ansatz besonders geeignet ist, um Innovationsleistungen der Lehr-Lernforschung zu erhöhen und gleichzeitig Erkenntnisse zum Lehr-Lernprozess im konkreten Praxisbezug zu gewinnen“ [11]. Nach Euler und Sloane [7] sind die folgenden Merkmale des Ansatzes von besonderer Bedeutung:

- Verzahnung (neuentwickelter) didaktischer Handlungskonzepte mit Forschungsinteressen
- Theoriebasierte Praxisentwicklung
- Konzeption von Forschung und Entwicklung als zirkuläre, iterative Prozesse
- Befunde, die sich replizieren und verallgemeinern lassen
- Bindung an Gütekriterien und Qualitätsstandards

Die aufgeführten Merkmale bilden die Grundlage für den Forschungsprozess des Projekts „Satellitenlabore“, dieser lässt sich im Allgemeinen in die 3 Hauptphasen Vorprüfung, Prototypenentwicklung und Beurteilung gliedern (siehe Abb. 3).

In Anlehnung an die Phase der Vorprüfung des DBR-Forschungszyklus nach Shavelson et al. [18] wurde ein umfangreiches systematisches Literaturreview [19] zur Sichtung des aktuellen Forschungsstandes und zur Problemanalyse durchgeführt. Das systematische Literaturreview zur Forschung an Schülerlaboren veranschaulicht, dass in zukünftigen Forschungsvorhaben zum einen Einflussfaktoren unter der Berücksichtigung weiterer Wirkvariablen identifiziert werden sollten, welche die Nachhaltigkeit der positiven Effekte der Besuche beeinflussen bzw. verbessern. Dazu stellen Mehrfachbesuche einen vielversprechenden An-



Abb. 3 Darstellung des Design-Based Research Ansatzes im Projekt „Satellitenlabore“. (©OZHB)

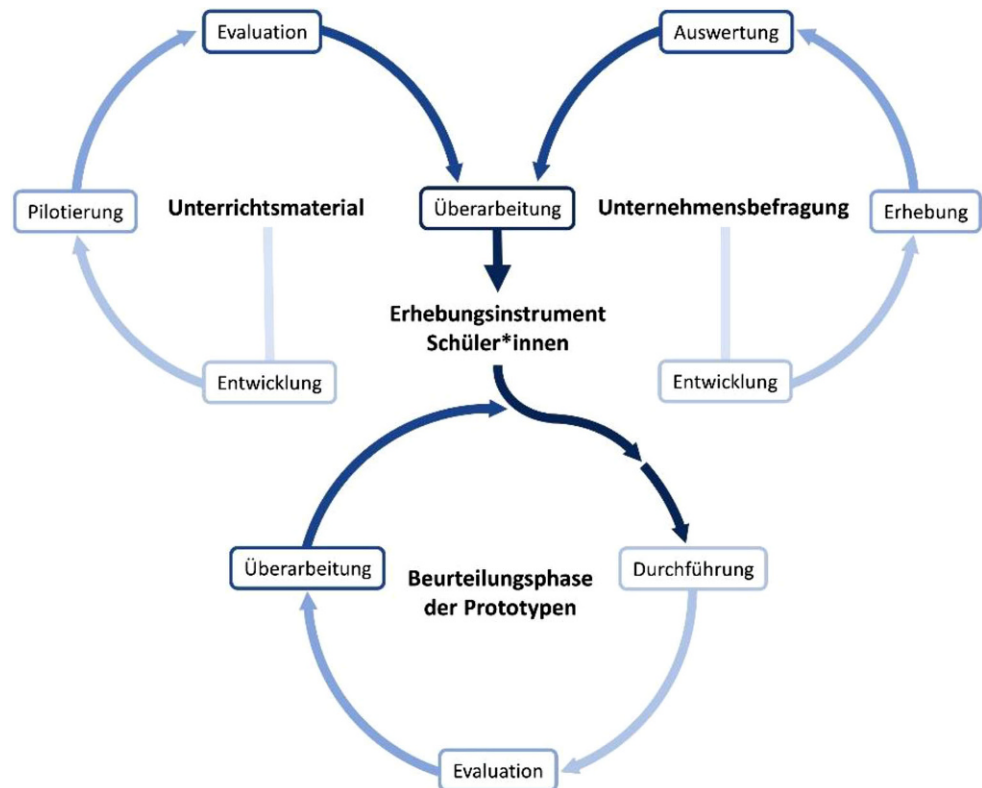
satz dar. Zum anderen sollten die Fachbereiche Technik und Informatik im Sinne einer Bildung 4.0 stärker in den Fokus geraten, diese wurden bisher nur unzureichend untersucht. Hierbei stellt der Physical-Computing-Ansatz eine Möglichkeit dar, die Zieldimensionen einer informatischen Bildung zu erreichen. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse und unter ständigem Rückbezug auf ebendiese zielt die zweite Phase des Forschungszyklus auf die Entwicklung geeigneter Interventionen bzw. Unterrichtsvorhaben sowie eines Erhebungsinstrumentes ab. Im Rahmen des Projekts sind so erste Unterrichtskonzepte mit der Physical-Computing-Plattform von Arduino unter Anwendung eines Cross-Age-Peer-Tutoring-Ansatzes sowie erste Entwürfe der Erhebungsinstrumente der verschiedenen Akteure entstanden. In der Beurteilungsphase werden diese Prototypen evaluiert und auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse verfeinert, indem sie die Phase mehrfach durchlaufen. Da sich das Projekt Satellitenlabore noch in der Anfangsphase befindet, stehen diese Schritte des Ansatzes noch aus.

### Projektdurchführung

Die Forschung und Entwicklung im Projekt „Satellitenlabore“ lässt sich im Design-Based-Research-Ansatz in mehrere Forschungszyklen unterteilen, die sich wiederum in kleine Forschungsdurchläufe differenzieren (siehe Abb. 4).

In einem ersten Forschungszyklus wurden zunächst unter Berücksichtigung der Inhalte der Kernlehrpläne NRWs die ersten Prototypen der Unterrichtsinhalte mit der Physical-Computing-Plattform von Arduino entwickelt. Im Rahmen einer Pilotierung wurde der Betrieb von Satellitenlaboren an

**Abb. 4** Darstellung der Forschungszyklen gemäß des Design-Based-Research-Ansatzes im Projekt „Satellitenlabore“



2 Schulen aufgenommen, sodass erste Erfahrungen bezüglich der Organisation und dem Ablauf der Satellitenlabore gesammelt werden konnten. Daraus resultierte schließlich ein Leitfaden, welcher die Implementierung weiterer Satellitenlabore an neuen Kooperationsschulen vereinfacht. Darüber hinaus ist das Projekt durch den Cross-Age-Peer-Tutoring-Ansatz auf die Rekrutierung von Tutor\*innen an den Projektschulen angewiesen. Damit dies zukünftig gut gelingt, wurden mögliche Motive zur Teilnahme und Rahmenbedingungen des Projekts mittels leitfadengestützter Interviews untersucht, um einen bestmöglichen Anreiz zu schaffen [20].

Ein parallel dazu laufender Forschungszyklus hat die Entwicklung der Erhebungsinstrumente für die unterschiedlichen Akteure des Projekts zum Ziel. Aufseiten der Unternehmen wird erhoben, welche Kompetenzen und technische Fähig- bzw. Fertigkeiten angehende Auszubildende und (dual) Studierende aus Unternehmenssicht bereits während der Schullaufbahn erwerben sollten, um einen optimalen Berufseinstieg zu ermöglichen. Nach der Sichtung der Unternehmen der Region OWL, werden sie zur Teilnahme an einer Online-Befragung angeschrieben. Auf die Auswertung der Erhebung folgt gemäß des Design-Based-Research-Ansatzes die Evaluation und Überarbeitung der Unterrichtsinhalte, zeitgleich werden unter Rückbezug auf die Inhalte der Kernlehrpläne NRWs mögliche Ansatzpunkte untersucht, um bildungspolitische Anforderungen und

unternehmensspezifische Wünsche zu vereinen und Synergieeffekte durch Überschneidungen zu erzielen. Auf die Überarbeitung folgt schließlich eine erneute Durchführung mit dem Re-Design.

Aus diesen beiden Forschungszyklen resultiert schließlich die Entwicklung des Erhebungsinstrumentes für die teilnehmenden Schüler\*innen. Bei der Entwicklung werden sowohl die von den Unternehmen genannten Bedarfe aber auch die von Bergner et al. [2] beschriebenen Zieldimensionen informatischer Bildung berücksichtigt. Mit den so entstandenen Prototypen von Unterrichtsmaterialien und Erhebungsinstrument geht das Projekt in den nächsten Forschungszyklus, die Beurteilungsphase, über. Hier werden die Prototypen evaluiert und auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse verfeinert. Die Wirksamkeit des Projekts soll damit langfristig durch Längsschnittstudien bei den teilnehmenden Schüler\*innen erhoben werden. Die Synergien zwischen den unterschiedlichen Akteuren tragen dabei einen erheblichen Anteil zum Erfolg des Projekts bei.

## Ziele und Implikationen

Das Dissertationsvorhaben im Projekt „Satellitenlabore“ hat sich die Entwicklung und Umsetzung konkreter Fördermaßnahmen für die informatische Bildung der Schüler\*innen und eine stärkere Verknüpfung der unterschiedli-

chen Akteure (Schulen, Unternehmen und außerschulische Einrichtungen) zum Ziel gesetzt. Darüber hinaus sollen Erhebungsinstrumente entwickelt werden, um diese Maßnahmen stetig von allen Akteuren zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Der DBR-Ansatz unterstützt dabei, theoretische Erkenntnisse und praktische Umsetzungsmöglichkeiten zu verknüpfen sowie alle Akteure zur Weiterentwicklung des Projekts einzubinden. Eine Gelingensbedingung und Voraussetzung dieses ganzheitlichen Ansatzes des Projekts ist sowohl ein ständiger Rückbezug zu den Erkenntnissen der Vorprüfung als auch einzelner Teilziele der Prototypen aufeinander. Im Rahmen einer erste Pilotierung Anfang 2020 konnte der Betrieb von Satellitenlaboren an 2 Schulen aufgenommen werden, sodass erste Erfahrungen gesammelt werden konnten. Darüber hinaus wird derzeit die Etablierung von Satellitenlaboren an weiteren Schulen geplant und organisiert. Voraussichtlich können mit Beginn des Schuljahres 2021/22 die ersten Prototypen innerhalb der Satellitenlabore getestet und evaluiert werden. Auf Grundlage dieser Evaluation aller Akteure werden zum einen die Unterrichtsmaterialien aber auch die Erhebungsinstrumente überarbeitet und weiterentwickelt. Zudem ergeben sich aus der Auswertung der Erhebungsdaten möglicherweise nützliche Hinweise, welche wiederum zur Anpassung der Satellitenlaborinhalte führen.

**Funding** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- Bergner N, Köster H, Magenheimer J, Müller K, Romeike R, Schroeder U, Schulte C (2017) Zieldimensionen für frühe informatische Bildung im Kindergarten und in der Grundschule. In: Diethelm I (Hrsg) GI-Edition—lecture notes in informatics (LNI) Proceedings: volume P-274. Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Oldenburg, 13.–15. September 2017, S 53–62
- Bergner N, Köster H, Magenheimer J, Müller K, Romeike R, Schroeder U, Schulte C (Hrsg) (2018) Frühe informatische Bildung –

- Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich Bd. 9. Budrich,
- Best A, Borowski C, Büttner K, Freudenberg R, Fricke M, Haselmeier K, Herper H, Hinz V, Humbert L, Müller D, Schwill A, Thomas M (2019) Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich
  - Brandhofer G (2017) Code, Make, Innovate! Legitimation und Leitfaden zu Coding und Robotik im Unterricht
  - Ebner M, Schön S (2013) Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien, 2. Aufl.
  - Hasler Stiftung (2013) Informatik im Lehrplan 21. Ein grundsätzlicher Positionsbezug zum Wohl und Nutzen des Denk- und Arbeitsplatzes Schweiz. <http://www.lehrplanforschung.ch/wp-content/uploads/2012/04/Dok-2013-06-20-Informatik-im-Lehrplan-21.pdf>. Zugegriffen: 20.06.2022
  - Euler D, Sloane PFE (2014) Z Berufs Wirtschaftspädag 27:7–12 (Beiheft Design-based research)
  - International Association for the Evaluation of Educational Achievement IEA\_ICILS\_2018\_computational\_thinking\_leaflet. [https://www.iea.nl/fileadmin/user\\_upload/Studies/ICILS\\_2018/IEA\\_ICILS\\_2018\\_Computational\\_Thinking\\_Leaflet.pdf](https://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/Studies/ICILS_2018/IEA_ICILS_2018_Computational_Thinking_Leaflet.pdf). Zugegriffen: 02.03.2021
  - Jäger M (2004) Transfer in Schulentwicklungsprojekten. VS,
  - Kabátová M, Kalas I, Tomcsányiová M (2016) Programming in Slovak primary schools. *Olymp Inform* 10(1):125–159
  - Klees G, Tillmann A (2005) Design-Based Research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie – Entwicklung, Implementierung und Wirkung einer multimedialen Lernumgebung im Biologieunterricht zur Optimierung von Lernprozessen im Schülerlabor. *J Didaktik Biowiss* 6:91–110
  - Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen 2017.
  - Körper Stiftung IPN, acatech (Hrsg) (2020) MINT Nachwuchsbarometer
  - Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2017) KIM-Studie 2016 – Kindheit, Inter-net, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland
  - Przybylla M, Romeike R (2013) Physical Computing im Informatikunterricht. In: Breier N, Stechert P, Wilke T (Hrsg) Informatik erweitert Horizonte 15. GI-Fachtagung „Informatik und Schule“–INFOS, Kiel, 26.–28. September 2013. GI Edition Proceedings, Bd. 219, S 137–146
  - Reinmann G (2005) Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft* 33(1):52–69
  - Röllke K (2019) Was kann ein Schülerlabor leisten? Konzeptionierung des Schülerlabors teutolab-biotechnologie als Lehr-Lern-Labor mit Angeboten zur Breiten- und zur Begabtenförderung von Schülerinnen und Schülern. Universitätsbibliothek, Bielefeld
  - Shavelson RJ, Phillips DC, Towne L, Feuer MJ (2003) On the science of education design studies. *Educ Res* 32(1):25–28
  - Tillmann J, Wegner C (2021) Weiterentwicklung eines klassischen Schülerlabors – Darstellung des aktuellen Forschungsstandes. *Prog Sci Educ* 4(2):5–39. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1076>
  - Tillmann J, Wegner C, Schmiedebach M (2021) Lernen durch Lehren – Satellitenlabore zur MINT-Förderung am Gymnasium. *J Tech Educ* 9(2):34–58
  - Weinert FE (2014) Leistungsmessungen in Schulen. Beltz Pädagogik. Beltz,
  - Ziefle M, Jakobs E-M (2009) Wege Zur Technikfaszination: Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Springer, Berlin Heidelberg

**Hinweis des Verlags** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.