

JONAS TILLMANN (Universität Bielefeld)

CLAAS WEGNER (Universität Bielefeld)

MARIO SCHMIEDEBACH (Universität Bielefeld)

**Lernen durch Lehren – Satellitenlabore zur MINT-Förderung am  
Gymnasium**

**Herausgeber**

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

**Journal of Technical Education (JOTED)**

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>



JONAS TILLMANN / CLAAS WEGNER / MARIO SCHMIEDEBACH

## **Lernen durch Lehren – Satellitenlabore zur MINT-Förderung am Gymnasium**

**ZUSAMMENFASSUNG:** Mit zunehmender Technisierung und Digitalisierung der Gesellschaft ist die Technikbildung ein Teil der Allgemeinbildung geworden. Sie trägt dazu bei, Chancen und Risiken neuer Technologien abzuwägen und den gesellschaftlichen Wandel aktiv mitzugestalten. Um die Technikbildung an Schulen zu fördern, wurden im Rahmen des Projektes „TechEd – Technology Education“ Satellitenlabore mit einem *Peer-Learning*-Ansatz an zwei Partnerschulen etabliert. Die Satellitenlabore vermitteln technische und informatische Inhalte, um ein möglichst frühzeitiges Angebot in diesen Bereichen zu schaffen, die benötigten Kompetenzen in MINT-Berufen zu fördern und die technische Bildung mitzugestalten. Die vorliegende Studie untersucht die Implementierung dieser Satellitenlaboren anhand von elf leitfadengestützten Interviews, welche mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet wurden. Die Analyse konzentriert sich auf Aspekte, die die Teilnahme der Schülerdozentinnen bzw. -dozenten (SD) am Projekt begünstigt und den wahrgenommenen Nutzen des Projektes aus Sicht der SD. Die Ergebnisse zeigen, dass die SD vor allem persönliche Interessen und berufliche Aspekte zu einer Teilnahme am Projekt motivieren. Darüber hinaus erwarten sie durch ihre Tätigkeit sowohl Fachkompetenzen als auch personale Kompetenzen, wie etwa Team- und Problemlösefähigkeiten, zu erwerben und betonen, dass auch die jüngeren Lernenden von dem Projekt profitieren, indem beispielweise persönliche Interessen gefördert werden.

*Schlüsselwörter:* MINT-Förderung, Projektevaluation, qualitative Interviewstudie, Satellitenlabor

## **Learning by teaching – Satellite laboratories for STEM promotion at grammar school**

**ABSTRACT:** Technical education (TED) is nowadays part of general education due to an influx of technologization and digitalization in our society. TED helps students to reflect on chances and risks of new technologies and, therefore, enables them to shape social changes. To foster TED in schools, the project “TechEd – Technology Education” established satellite laboratories with a *Peer-Learning* approach at two partner schools. Students learn technical and informational content in the satellite laboratories, which create an early opportunity for students to work on competencies needed for STEM-careers. The presented study investigates the implementation of those satellite laboratories using guideline-based interviews with eleven student teachers (ST) from the project. The interviews are analyzed with the content analysis according to Mayring. Analysis focuses on aspects that favour the participation of the student teachers in the project and the perceived benefits of the project from the ST's point of view. Results show that ST's motivation lies within personal interest or advantages for future careers by acquiring and improving professional and personal competences such as teamwork and problem-solving skills. Furthermore, ST mention that also the students benefit from taking part in the project since they can strengthen their interest.

*Keywords:* project evaluation, qualitative interview study, satellite laboratory, STEM promotion

## 1 Einleitung

„Die Zukunftsfähigkeit des Innovationsstandorts Deutschland hängt maßgeblich von einer kontinuierlichen und effektiven Förderung des MINT-Nachwuchses (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) ab“ (acatech & Köber-Stiftung 2020, S. 1)

Ebner und Schön (2013) sehen hierbei Lernprojekte mit Programmier- und Konstruktionsfähigkeiten als geeignete Möglichkeiten, MINT-bezogene Interessen und Fähigkeiten zu fördern, denn „[f]ür 20 Prozent der 15 Jährigen ist [...] der erfolgreiche Übertritt in die qualifizierte berufliche Erstausbildung aufgrund ihrer schwachen MINT-Kompetenzen gefährdet“ (acatech & Köber-Stiftung 2020, S. 7). Um dem entgegenzuwirken pilotiert das Projekt „TechEd – Technology Education“ Satellitenlabore an momentan zwei Partnerschulen, innerhalb derer sogenannte Schülerdozentinnen bzw. -dozenten (SD) jüngere Lernende der 5. und 6. Klasse für technische und informatische Themen anhand des Arduino-Boards begeistern und unterrichten. Der Erfolg eines solchen altersübergreifenden *Peer-Learning*-Ansatzes liegt in der sozialen Nähe der Peers und führt zu positiven Effekten, sowohl in der Einstellung der Lernenden als auch in den Lernergebnissen (Cohen 1982, S. 452 f.). Darüber hinaus können die SD als Rollenvorbilder agieren und eine Unterstützungsfunktion für die MINT-Affinität und -Leistung der jüngeren Lernenden einnehmen (vgl. u.a. McIntyre et al. 2005). Unklar bleibt jedoch, welche Aspekte die Schüler/-innen zur Teilnahme an so einem Projekt bewegen. Aus diesem Grund untersucht die vorliegende Studie mittels leitfadengestützter Interviews, welche Faktoren die SD zur Teilnahme am Projekt motivieren.

## 2 Das Projekt “TechEd – Technology Education”

Das Projekt „TechEd – Technology Education“ besteht seit Dezember 2019 und hat sich zum Ziel gesetzt kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) der Region, das teutolab-robotik als klassisches Schülerlabor und die Schulen durch Satellitenlabore zu verbinden (siehe Abb. 1).

Das teutolab-robotik koordiniert die Kooperationen mit den KMU, den zdi-Zentren sowie den Schulen bzw. den Lernenden. Daneben umfassen die Aufgaben des teutolab-robotik die Konzeption und Erprobung des Unterrichtsmaterials, welche schließlich in den Satellitenlaboren umgesetzt werden. Zudem stellt es die Ausbildungszentrale der SD dar, welche letztlich in den Satellitenlaboren als „Lehrkräfte“ tätig werden, ihr Wissen an die jüngeren Lernenden weitergeben und ihre Begeisterung und ihr Interesse mit ihnen teilen. An den Kooperationsschulen werden Satellitenlabore etabliert und die Schulen werben in den Klassenstufen 5 und 6 sowie in den höheren Klassenstufen (ab Klasse 9) für eine Teilnahme als Lernender bzw. als Lehrender. Für die Durchführung stellen die Schulen einen Computerraum zur Verfügung und werden vom teutolab-robotik mit den benötigten Materialien ausgestattet. Der Unterricht wird von den SD in *teaching-teams* durchgeführt, für die Organisation werden sie vor Ort von einer Lehrkraft unterstützt. Innerhalb der *teaching-teams* unterrichten bis zu fünf SD eine Gruppe von maximal 20 Fünft- und Sechstklässlerinnen und -klässlern.

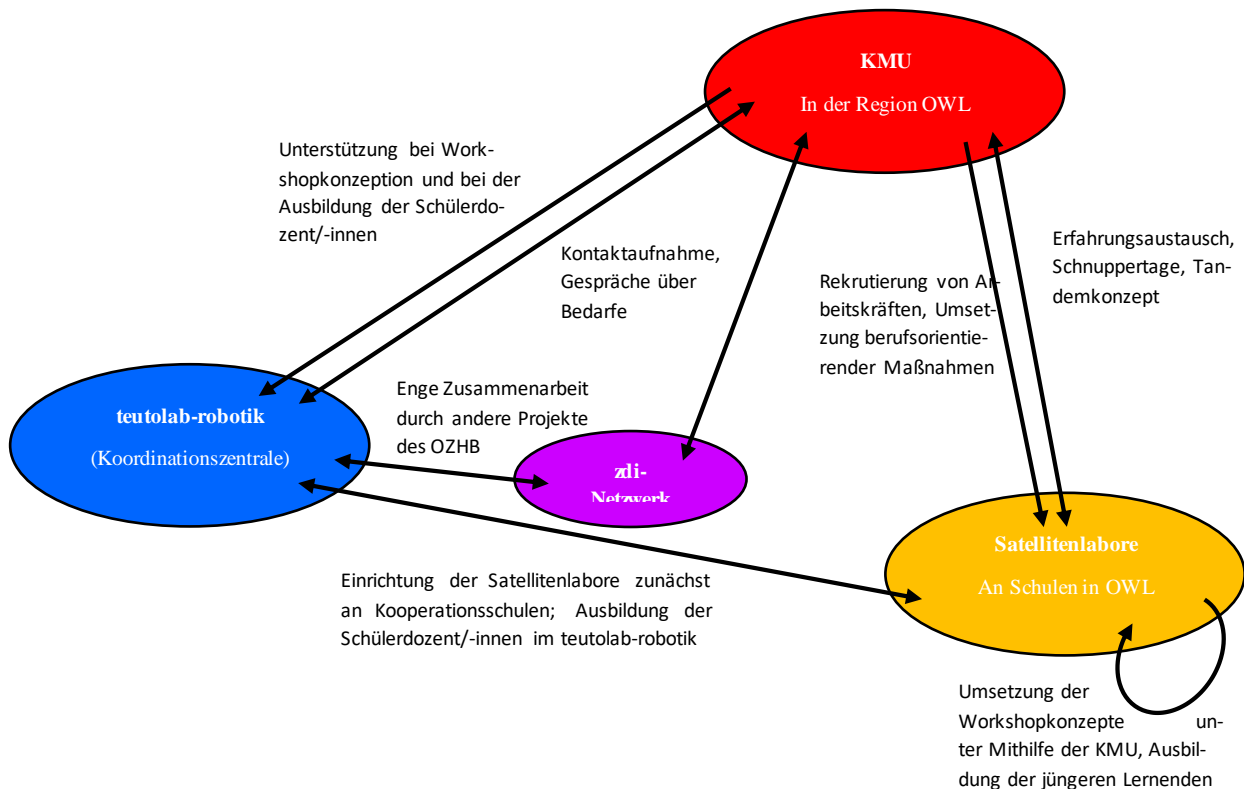


Abb. 1: Die beteiligten Akteure des Projektes "TechEd - Technology Education".

In einer Pilotierung im Schuljahr 2019/20 wurden bereits an zwei Partnerschulen in Bielefeld Satellitenlabore, welche im Laufe des Projektes an weiteren Schulen der Region implementiert werden sollen, in Betrieb genommen. Die Satellitenlabore stellen als schulinternes Schülerlabor eine Zweigstelle des teutolab-robotik dar und können von interessierten Lernenden der 5. und 6. Klasse schuljahresbegleitend belegt werden, wobei der wöchentliche Unterricht 90 Minuten beträgt. Die Implementation von solchen schulinternen Schülerlaboren (bzw. Satellitenlaboren) forderte bereits Wasmann-Frahm (2008), da damit ein dauerhaftes und langfristiges Angebot geschaffen wird, welches den Lernenden eine kontinuierliche Kompetenzerweiterung bietet (vgl. ebd., S. 45). Darüber hinaus wird argumentiert, dass „durch die Exklusivität der Angebote und der Methoden sowie der Betreuung in den Schülerlaboren an Schulen [...] das schulische Umfeld für die Jugendlichen bei der Arbeit stark zurück [tritt] und [...] seinen Einfluss auf das schulspezifische Verhalten der Jugendlichen [verliert]“ (Haupt et al. 2013, S. 328).

## 2.1 Einblick in das Projekt

In den vier Halbjahren der 5. und 6. Klasse werden verschiedene Schwerpunkte gesetzt (siehe Tab. 1), welche sich wiederum in kleine Themenblöcke unterteilen. Das inhaltliche Vorgehen erlaubt eine systematische Einführung in die Möglichkeiten mit dem Arduino-Board zu arbeiten, da die Inhalte der jeweiligen Halbjahre aufeinander aufbauen.

Tab. 1: Vorläufige Schwerpunkte für die Halbjahre der 5. und 6. Klasse.

	Halbjahr	Schwerpunkt
5. Klasse	Erstes Halbjahr	Digitale Signale senden und empfangen
	Zweites Halbjahr	Analoge Signale verarbeiten
6. Klasse	Erstes Halbjahr	Gleichstrom Elektromotoren
	Zweites Halbjahr	Bezug zur textbasierten Programmierung

Beispielhaft werden im ersten Halbjahr zunächst die physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen vermittelt, denn die Funktionen elektrischer Geräte und Schaltungen beruhen auf den unterschiedlichen Wirkungen des elektrischen Stroms. Die Lernenden erläutern die Voraussetzungen für den Stromfluss in einem metallischen Leiter, indem sie die Fragestellungen, was elektrischer Strom eigentlich ist und was in einem elektrischen Strom fließt, bearbeiten. Der Stromfluss wird schließlich mittels der Darstellung aus Abbildung 2 veranschaulicht.

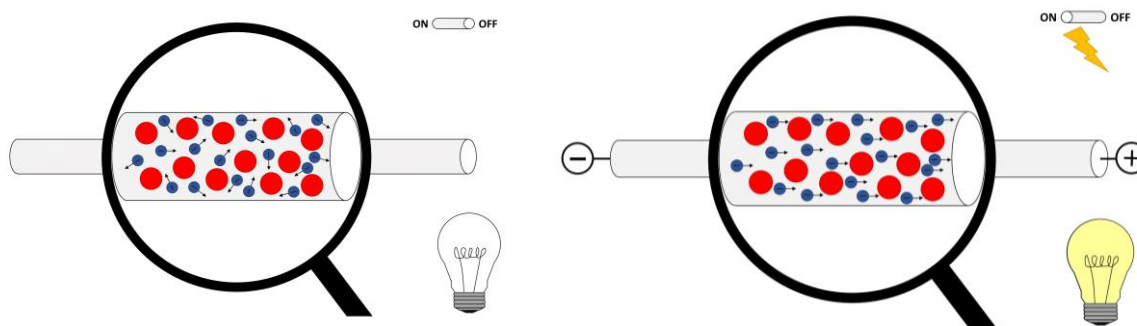


Abb. 2: Modellhafte Darstellung des Stromflusses in einem metallischen Leiter.

Die Lernenden untersuchen anschließend die Leitungseigenschaften verschiedener Materialien und bauen einfache Schaltkreise aus elektronischen Bauelemente wie LEDs, Widerstände etc. zusammen. Schließlich lernen sie die digitalen Ein- und Ausgänge des Arduino-Boards und damit verbunden auch das Schreiben von Programmen kennen, um einfache Prozesse wie beispielsweise das Ein- und Ausschalten einer LED zu steuern. Mit der Methode des entdeckenden Lernens arbeiten die Lernenden handlungsorientiert und lösen auftretende Schwierigkeiten und Probleme selbstständig innerhalb ihrer Gruppe. Sie begründen beispielshalber die Verwendung von UND-beziehungsweise ODER-Schaltungen, indem sie die Lichtschaltung eines Treppenhauses und die Sicherheitsschaltung einer Kettensäge mit den Bauteilen des Arduino modellieren. Darüber hinaus stehen die Lernenden dauerhaft vor einem Optimierungsproblem, indem sie dazu angehalten sind ihre Programme mit so wenigen Codeblöcken wie möglich zu erstellen. Damit erarbeiten sie verschiedene Kontrollstrukturen wie die Wiederholschleifen, um den Blinkrhythmus einer Startampel mit einer roten und grünen LED zu simulieren. Nachdem die Lernenden einige Erfahrungen mit

den Soft- und Hardwarekomponenten gesammelt haben, müssen sie ein Morsegerät aus einer Auswahl an unterschiedlichen Materialien entwerfen und ein Programm für den Betrieb des Morsegerätes entwickeln. Zwei unterschiedliche Umsetzungen des Morsegerätes sind der Abbildung 3 zu entnehmen.

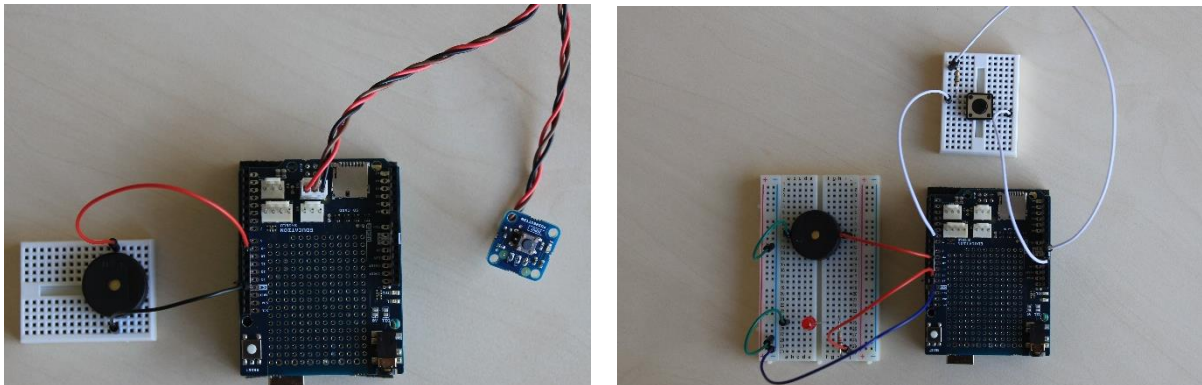


Abb. 3: Zwei Entwürfe eines Morsegerätes.

Die SD nehmen in diesen Phasen des Unterrichts die Rolle einer Beraterin bzw. eines Beraters ein und unterstützen die Lernenden nur bei Bedarf. Das erste Halbjahr endet mit einer zweiwöchigen Projektphase, in der die Lernenden in unterschiedliche Rollen (Elektrotechniker/-in, Softwareentwickler/-in, Mitarbeiter/-in im Marketing) schlüpfen und in kleinen Entwicklerteams an der Realisierung eines gemeinsamen Projektes arbeiten. Über den gesamten Zeitraum arbeiten die Lernenden mit der Web-Applikation Tinkercad des US-amerikanischen Software-Unternehmens Autodesk, welche das Zusammenbauen von Schaltkreisen mit den Arduino-Komponenten ermöglicht. Neben der Simulation der Schaltkreise kann das Arduino-Board grafisch oder textbasiert programmiert werden. In den ersten drei Halbjahren werden die jüngeren Schülerinnen und Schüler zunächst mittels grafischer Programmierung an das Programmieren herangeführt. Die Oberfläche stellt zahlreiche Codeblöcke zur Verfügung, um die digitalen und analogen Ein- und Ausgänge anzusteuern. Im vierten Halbjahr erfolgt schließlich eine Heranführung an die textbasierte Programmierung.

Das Arduino-Board ermöglicht eine Auseinandersetzung mit informationstechnischen, aber auch naturwissenschaftlichen Fragestellungen, die im Rahmen der Satellitenlabore mit Anwendungskontexten verknüpft werden. Anknüpfungspunkte des Fachbereiches Biologie finden sich unter anderem im zweiten Halbjahr, wenn die Unterschiede zwischen den Begriffen Steuerung und Regelung herausgearbeitet werden. Die Steuerungs- und Regelungsprozesse werden zunächst an einem Beispiel aus der Natur eingeführt, indem die Lernenden die Steuerkette der Körpertemperatur wechselwarmer Tiere sowie die Körpertemperaturregulation des Menschen beschreiben und erklären. Im Zusammenhang mit der Verarbeitung analoger Signale werden verschiedene Sensoren wie Berührungs-, Licht- und Klopfensensoren mit den Sinnesorganen des Menschen verglichen. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln unter anderem aus den Komponenten des Arduinos und Aluminiumfolie kapazitive Sensoren als Berührungssensoren. Es gibt aber auch Anknüpfungspunkte aus der Mathematik, wenn die Lernenden zum Beispiel das Binärsystem mithilfe von Legokarten erarbeiten und dies auf die Zustände der digitalen Anschlüsse des Arduino-Boards beziehen oder im zweiten Halbjahr die *map()*-Funktion kennenlernen und erarbeiten, wie sich ein größerer Zahlenbereich auf einen kleineren abbilden lässt. Die Hard- und Softwarekomponenten von Arduino erlauben damit die Verbindung unterschiedliche Fachdisziplinen und bieten den Ler-

nenden die Möglichkeit zu konstruieren, zu programmieren und zu gestalten. Das „[k]onstruierende Programmieren bietet diverse Potentiale, die sich zum einen auf den Erwerb von Fähigkeiten und Kenntnissen, zum anderen auf die Förderung einer Allgemeinbildung in der technisierten Gesellschaft beziehen“ (Ebner & Schön 2013, S. 446).

## 2.2 „Lernen durch Lehren“ und Ausbildung der Schülerdozentinnen bzw. -dozenten

Innerhalb der Satellitenlabore unterrichten Lernende ab der 9. Klasse als SD die Lernenden der 5. und 6. Klasse. Das Konzept des Projektes baut damit auf der Unterrichtsmethode „Lernen durch Lehren“ auf, welche maßgeblich von Jean-Pol Martin (2002) weiterentwickelt wurde, und beruht damit auf dem Prinzip, dass der Unterricht weitgehend von den Lernenden verantwortet wird (vgl. Martin 2002, S. 5). Das didaktische Prinzip der Methode wurde wie folgt formuliert: „Wenn Schüler einen Lernstoffabschnitt selbständig erschließen und ihren Mitschülern vorstellen, wenn sie ferner prüfen, ob ihre Informationen wirklich angekommen sind, und wenn sie schließlich durch geeignete Übungen dafür sorgen, dass der neue Stoff verinnerlicht wird, dann entspricht dies der Methode ‚Lernen durch Lehren‘“ (Hanel 1991, S. 31). Die SD erhalten somit nicht nur den Auftrag die Unterrichtsinhalte vorzustellen, sondern sie müssen sich vergewissern, dass ihre Erklärungen und Erläuterungen verstanden wurden, und mit unterschiedlichen Übungen dafür sorgen, dass der Unterrichtsinhalt verinnerlicht wird (vgl. Martin 2002, S. 5 f.), unterstützt werden sie dabei durch die Lehrenden des teutolab-robotik im Rahmen der Ausbildungsblöcke (s.u.). Schließlich müssen sie den Lernerfolg der jüngeren Lernenden evaluieren, dafür werden Sicherungsmöglichkeiten in der Ausbildung vermittelt. Dieses methodische Vorgehen ermöglicht das Überwinden von bloßer Rezeptivität und Reaktivität des „traditionellen Unterrichts“, indem die Lernenden eine Lehrfunktion übernehmen und somit den Unterricht aktiv selbst gestalten (vgl. Hanel 1991, S. 31).

In seiner Untersuchung beschrieb Martin (2002) einige lernförderliche Effekte der Methode (vgl. Martin 2002, S 6), welche auch innerhalb der Satellitenlabore angestrebt werden. Um die Wirksamkeit der Methode „Lernen durch Lehren“ aus Sicht der empirischen Lehr-Lernforschung zu begründen, werden insbesondere drei theoretische Perspektiven herangezogen. Im Sinne der rollentheoretischen Perspektive erklärt Allen (1983), dass die Übernahme einer Rolle mit unterschiedlichen sozialen Erwartungen verbunden ist, die sich auf die lehrenden Schülerinnen und Schüler übertragen und hier zur tieferen Verarbeitung der Lernstoffe und zur Überwachung des Verständnisses anregen. Aus einer neo-piagetschen Perspektive wird die Lernförderlichkeit der Methode von Doise und Mugny (1984) durch das Auslösen sozio-kognitiver Konflikte bei den Lernenden beschrieben. Die Lehrenden müssen sich etwa mit abweichenden Sichtweisen auseinandersetzen und ihre bisherigen Annahmen hinterfragen. Die neo-vygotskysche Perspektive sieht die soziale Interaktion mit Kompetenteren als lernförderlichen Moment (vgl. Vygotsky 1978). Die Interaktion versetzt die Lernenden in die Lage, Aufgaben oberhalb ihres individuellen Kompetenzniveaus zu erledigen. In diesen drei Perspektiven finden sich drei bedeutsame Komponenten, die nach Renkl (1997, 2010) das Lernen durch Lehren verursachen: Lehr-Erwartungen, Geben von Erklärungen und Reagieren auf Rückfragen. Er steht der Lernförderlichkeit der Methode aber auch kritischer gegenüber und vermutet, dass eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein müssen, damit sich ein förderlicher Einfluss einstellt.

Die positiven Effekte der Methode „Lernen durch Lehren“ wies auch Zinn (2008) im Rahmen seiner Dissertation nach, indem er die lehrenden Schülerinnen und Schüler befragte und die Äußerungen der beteiligten Lehrkräfte in seine Auswertung mit einbezog. Die Schülerinnen und Schüler eines Gymnasiums hatten die Aufgabe, Vorschul- und Grundschulkindern physikalische



Phänomene zu erklären und sie an die Naturwissenschaften heranzuführen. Sie waren dazu aufgefordert, physikalische Lerninhalte zu einzelnen Phänomenen im Rahmen von Kleingruppen zu lernen und anschließend didaktisch und methodisch für die gemeinsame Veranstaltung mit den Kindern aufzubereiten (vgl. Zinn 2009, S. 325). Die Auswertung der Fragebogenstudie ergab, dass vor allem die Schülerinnen und Lernende mit einem Berufswunsch im pädagogischen Bereich ein größeres Interesse an seinem Projekt hatten. Zudem geben die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler an, fachliche Inhalte nachhaltiger gelernt zu haben. Diese Aussage wird von den Lehrkräften geteilt. Durch seine Interviewstudie fand er außerdem heraus, dass die Teilnahme am Projekt das Interesse an Physik bei einem Drittel aller Schülerinnen und Schüler positiv beeinflusst hat. Des Weiteren waren Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte der Meinung, dass sich das Projekt zur Festigung physikalischer Grundlagen eignet. Insbesondere aber konnten überfachliche Kompetenzen durch die Teilnahme erworben werden; so nennen die Schülerinnen und Schüler vor allem eine Steigerung in den Bereichen Teamfähigkeit, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das Prinzip der Methode „Lernen durch Lehren“ auf die vorliegende Studie angewandt. Durch die Fokussierung auf die Methode „Lernen durch Lehren“ wird eine gewisse Autonomie der Satellitenlabore nach erfolgreicher Etablierung an den Schulen angestrebt, sodass neu angeworbene Schülerdozentinnen bzw. -dozenten von den bereits im Projekt aktiven Schülerinnen und Schülern lernen können. Dies wirkt unter anderem dem häufig kritisierten „Versanden“ vieler Schulentwicklungsprojekte nach Ende der Finanzierung und der universitären Beforschung entgegen (vgl. Jäger 2004, S. 58).

Die SD werden in regelmäßigen Abständen ausgebildet und so auf ihre Tätigkeit vorbereitet. Dabei lernen sie das Unterrichtsmaterial kennen, erarbeiten die Unterrichtsinhalte selbständig und entwickeln Lösungsansätze für die im Unterricht eingesetzten Materialien (siehe Abb. 4).

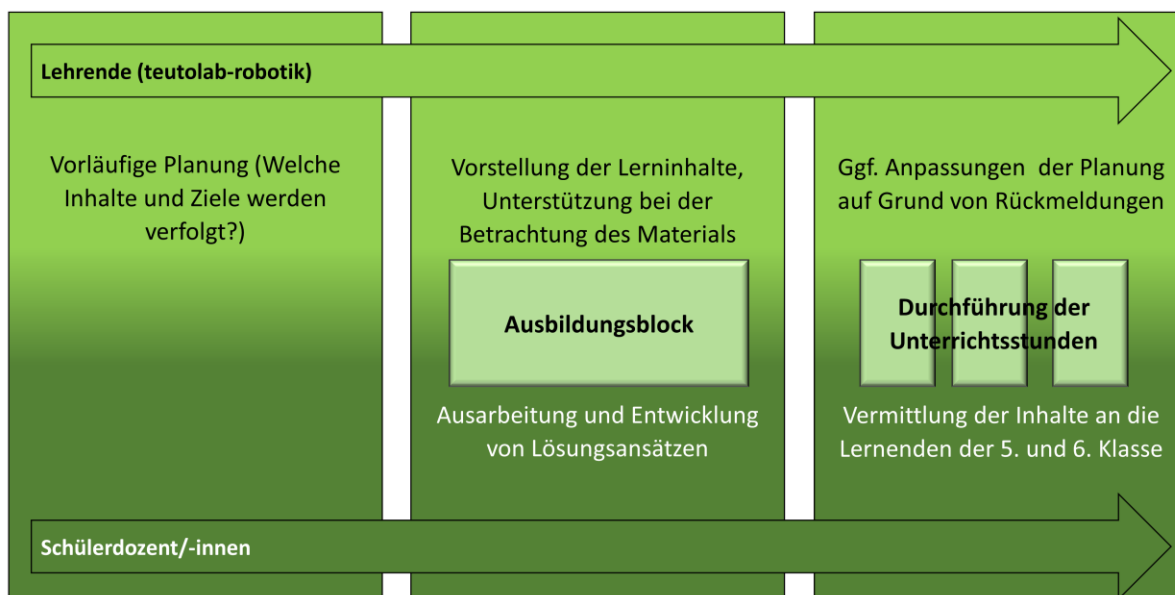


Abb. 4: Schritte der Methode "Lernen durch Lehren" im Sinne der Satellitenlabore in Anlehnung an Martin (2002).

Die Ausbildung der SD findet im teutolab-robotik und vor jedem neuen Themenblock statt. Sie umfasst jeweils zwei Nachmittage mit einer Dauer von ca. drei Stunden, sodass die SD die Koordinationszentrale etwa sechsmal pro Halbjahr besuchen. Ein wichtiger Teil der Ausbildung ist dabei die Vermittlung der fachlichen Inhalte. Im ersten Ausbildungsblock wiederholen und erarbeiten die SD unter anderem physikalische Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten, um die Größe eines Vorwiderstandes zu berechnen. Für die Durchführung des zweiten Themenblockes wird vor allem die grafische und textbasierte Programmierung des Arduino-Boards behandelt.

Des Weiteren werden in den Ausbildungsblöcken Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Unterrichts- und Klassenführung geschult, da neben den fachlichen Inhalten auch eine ausreichende Vorbereitung auf das Unterrichten wichtig ist (vgl. Scharfenberg & Bogner, 2013). Die SD für diese zentralen Merkmale der Klassenführung zu sensibilisieren ist von entscheidender Bedeutung. Das Ziel der Klassenführung ist es, die individuelle Lernzeit für jeden Lernenden zu maximieren, was eine wesentliche Voraussetzung für eine anregende Lernumgebung ist (vgl. Ophardt & Thiel 2013, S. 7). Daher erarbeiten die SD beispielsweise prozessorientierte und strukturorientierte Unterrichtsmaßnahmen. Die prozessorientierten Maßnahmen beinhalten eine reibungslose und schwungvolle Strukturierung des Unterrichtsverlaufs (vgl. Kounin 2006, S. 101-105) sowie die Prävention und angemessene Bewältigung von Unterrichtstörungen. Hierzu gehört insbesondere die Allgegenwärtigkeit der SD, die Lernenden wissen zu lassen über das Unterrichtsgeschehen jederzeit informiert zu sein (vgl. Kounin 2006, S. 90 f.), wobei sich das Arbeiten in *teaching-teams* vorteilhaft auf diesen Faktor auswirkt. Die strukturorientierten Maßnahmen unterstützen die prozessorientierten Maßnahmen. Sie betreffen die Einführung und Etablierung von Klassenregeln und -routinen, die sich innerhalb der Satellitenlabore unter anderem für die Beschaffung der Arbeitsmaterialien und das Arbeiten mit dem Computer einstellen müssen.

Die Schulung der SD für diese zentralen Merkmale der Klassenführung erfolgt in drei Schritten. Zunächst wurden die Merkmale – Allgegenwärtigkeit der Lehrperson, reibungslose Strukturierung des Unterrichts, Etablierung und Befolgung von Unterrichtsregeln – hinsichtlich verschiedener Maßnahmen, welche die SD ergreifen können, in kleineren Gruppen theoretisch erarbeitet und präsentiert. In einem weiteren Schritt wurde mit dem Videoportal ProVision der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster gearbeitet. Das Portal hält Videoaufzeichnungen von Schulunterricht aus unterschiedlichen Stufen und Unterrichtsfächern bereit. Die SD erhielten eine kurze Einordnung der Unterrichtsausschnitte und Beobachtungsaufträge (z.B. Wie reagiert die Lehrkraft auf Störungen während des Unterrichtsgesprächs? Wie schafft die Lehrkraft Übergänge zwischen den einzelnen Unterrichtsphasen? Inwiefern sorgt die Lehrkraft für die Einhaltung der während der Gruppenarbeit geltenden Regeln?). Schließlich wurden die Beobachtungen und Erkenntnisse zusammengetragen, dass bei Störungen beispielsweise kurze und bündige Reaktionen zum richtigen Zeitpunkt gegenüber der richtigen Person effektiv sind, dass der Einsatz positiver Feedbacks und die Vermittlung von positiver Präsenz wichtige Bereiche der Allgegenwärtigkeit sind, dass Meldungen der Kinder, die nicht zum Unterrichtsinhalt gehören, in den Unterrichtsverlauf eingeordnet werden oder es Signale zur Verdeutlichung des Wechsels von Unterrichtseinheiten gibt. Im dritten Schritt sollten diese Beobachtungen und Erkenntnisse praktisch angewandt werden. Die SD mussten selbst in die Rolle des Lehrenden schlüpfen und einzelne Unterrichtsabschnitte der Satellitenlabore, welche sie vorab erarbeitet haben, in einer Simulation durchführen. Die anderen SD wurden während der Simulation ermutigt, die angewandten Maßnahmen zu beobachten. Nach jeder Simulation erfolgte ein ausführlicher Diskurs bezüglich der in Schritt 1 und 2 erarbeitete Aspekte, welcher von zwei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des teutolab-robotik moderiert wurde.

Da die Simulationen reale Erfahrungen nicht ersetzen können und die Ausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten in diesem Bereich ein laufender Prozess ist, werden die SD aber auch in

den weiteren Ausbildungsblöcken für die Merkmale sensibilisiert. In den zukünftigen Ausbildungsblöcken sollen daher unter anderem Unterrichtssituation aus den Satellitenlaboren thematisiert und reflektiert werden.

### 2.3 Zielsetzungen des Projektes

Die Satellitenlabore als schulinterne Schülerlabore sollen ein frühzeitiges und kontinuierliches Angebot im technischen und informatischen Bereich schaffen, indem sie an den weiterführenden Schulen mit der 5. Klasse starten und durchgängig bis zum Ende der 6. Klasse angeboten werden. Die Satellitenlabore zielen somit zum einen darauf ab, die Auseinandersetzung mit technischen und informatischen Themen anzuregen und das Interesse an technischen und informatischen Inhalten zu steigern. Zum anderen sollen sie die benötigten Kompetenzen in MINT-Berufen fördern und einen Teil der technischen Bildung mitgestalten. Eine weitere Zielsetzung des Projektes ist die Einbindung der regionalen KMU. Dafür werden die Bedarfe der Unternehmen im MINT-Bereich ermittelt und erhoben, welche Kompetenzen und technischen Fähigkeiten und Fertigkeiten angehende Auszubildende und (dual) Studierende aus Unternehmenssicht bereits während Schulaufbahn erwerben sollten. Schließlich tragen die KMU zur Weiterentwicklung der Unterrichtsinhalte bei, indem sie durch die Gestaltung theoretischer und praktischer Anteile in den Satellitenlaborkursen die Schülerinnen und Schüler für technisch-informatische Berufszweige begeistern, ihnen Einblicke in eben jene gewähren und dadurch realistische Vorstellungen der Tätigkeiten in den einzelnen Berufszweigen entwickelt werden können. Darüber hinaus bietet die Einführung eines Pflichtfaches Informatik in den Klassen 5 und 6 zum Schuljahr 2021/22 die Möglichkeit, eine Verflechtung zwischen den Maßnahmen der Satellitenlaboren und den Inhalten des Kernlehrplans herzustellen, um Synergieeffekte zu erzeugen und die Effektivität der Förderung zu steigern.

## 3 Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

### 3.1 Das Erwartungs-Wert-Modell

Das Entstehen (aktueller) Motivation setzt das Verfolgen von Motiven voraus. Innerhalb konkreter Situationen wirken bedeutsame Persönlichkeitsmerkmale wie Motive und Interessen mit unterschiedlichen Stärken, wodurch ein Antrieb, die sogenannte Motivation, hervorgerufen wird und das Verhalten beeinflusst (vgl. Weißbrodt 2004, S. 273). Die Motivation selbst kann unterschiedliche Ursprünge haben, hierbei wird unterschieden, ob der angestrebte Zielzustand ‚innerhalb‘ [intrinsische Motivation] oder ‚außerhalb‘ [extrinsische Motivation] einer Handlung liegt (vgl. Schiefele & Schaffner 2015, S. 155). Die intrinsische Motivation beruht nach Deci und Ryan (1993) auf der Antizipation einer als befriedigend oder positiv erlebten Ausführung einer Handlung. Zudem erfolgt die Handlung selbstbestimmt und ist von möglichen Konsequenzen unabhängig. Im Gegensatz zur intrinsischen Motivation ist die extrinsische Motivation durch die Konsequenzen einer Handlung gekennzeichnet, die sehr vielfältig sein können, daher klassifizierten Deci und Ryan (1996) verschiedene Formen extrinsischer Motivation. Jedoch schließen sich die beiden Formen der Motivation nicht aus, sie können sich gegenseitig beeinflussen und ergänzen (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 194 f.).

Das Erwartungs-Wert-Modell leistungsbezogener Aufgabenwahl nach Eccles (2005), welches leistungsthematisches Verhalten auf die Erwartungs- und Wertkomponente der anstehenden Aufgabe zurückgeführt, wird u. a. zur Beschreibung und Erklärung individueller bildungsrelevanter Entscheidungen eingesetzt (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 199). Es soll im Zusammenhang mit der Interviewstudie einen Beschreibungs- und Erklärungsrahmen bieten, um die Partizipation der Schülerinnen und Schüler am Projekt zu begründen. Nach Dresel und Lämmle (2011) bezeichnet die Erfolgserwartung, die subjektive Einschätzung von Personen darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit Erfolg bei der Bearbeitung einer Aufgabe eintritt. Die Wertkomponente unterscheidet zwischen intrinsischem Wert, Nützlichkeit, persönlicher Wichtigkeit und Kosten einer Handlung (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). Die erste Komponente ist der intrinsischen Motivation sehr ähnlich und wird in der amerikanischen Literatur sogar als intrinsische Komponente oder auch Interesse bezeichnet (vgl. Köller et al. 2000). Der intrinsische Wert beschreibt damit den in der Handlung liegenden Anreiz (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). Die weiteren Komponenten Nützlichkeit und persönliche Wichtigkeit sind eher extrinsisch motiviert. Die Übereinstimmungen einer Handlung mit dem Selbstkonzept einer Person lassen sich in der Komponente persönliche Wichtigkeit wiederfinden (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). „Das Fähigkeitsselbstkonzept bezeichnet [die] kognitiven Repräsentationen der eigenen Fähigkeiten“ (Dresel & Lämmle 2011, S. 106). Die Nützlichkeit einer Handlung beschreibt, in welchem Maße die Handlungskonsequenzen dienlich für andere, kurz- und langfristige Ziele sind (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). Die Kosten umfassen zum einen die Begrenzung der Möglichkeit andere Tätigkeiten auszuführen (z. B. während der Projektzeiten nicht am Sporttraining teilnehmen), zum anderen die notwendigen Anstrengungen (z. B. die Vorbereitung auf das Unterrichten) aber auch emotionale Kosten (z. B. Auseinandersetzungen mit den Lernenden) (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214).

### 3.2 Interessensbegriff

Die Interessentheorie untersucht, „wie gegenstandsspezifische Interessen entstehen und welche Einflüsse sie auf das Lernen und die individuelle Entwicklung haben“ (Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 205). Der Gegenstandsbegriff bezieht sich hierbei nicht nur auf konkrete Objekte sondern auch auf abstrakte Themen, Ideen oder Aktivitäten (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 205). Zudem ist „[d]ie Relation, die eine Person mit dem Gegenstand seines Interesses verbindet“ (Pawek 2009, S. 32), durch drei Bestimmungsmerkmale – emotionale, wertebezogene und epistemische Komponente – gekennzeichnet. Nach Krapp (1998) werden in der heutigen Interessensforschung zwei Arten von Interesse unterschieden: das aktuelle und das dispositionale bzw. individuelle oder persönliche Interesse. Letzteres ist das bereits ausgeprägte Interesse einer Person (vgl. Pawek 2009, S. 33), es beruht auf motivationalen Dispositionen und ist ein relativ stabiles Persönlichkeitsmerkmal (vgl. Röllke 2019, S. 36). Das aktuelle Interesse ist auf eine konkrete Handlungssituation bezogen (vgl. Krapp 2002, S. 388) und ist das Resultat aus der Wechselwirkung zwischen Personen- und Situationsfaktoren (vgl. Röllke 2019, S. 37). Auf Grundlage dieser theoretischen Überlegungen schlussfolgert Röllke (2019), dass einmalige Besuche von Schülerlaboren das aktuelle Interesse anregen können. Die Entwicklung des persönlichen Interesses bedarf jedoch einer längerfristigen Auseinandersetzung, die im Unterricht, in der Freizeit oder durch mehrmalige Besuche geschehen kann. Im Rahmen der Interviewstudie sollen die Aussagen der SD erste Hinweise auf die Interessensförderung geben und mit der zukünftig geplanten Begleitstudie schließlich quantitativ untersucht werden.

Die Interessensentwicklung wurde in unterschiedlich-ausdifferenzierten Modellen (vgl. Mitchell 1993; Hidi & Renninger 2006) veranschaulicht und empirisch bestätigt. Allen gemeinsam sind zum einen Faktoren, welche das Interesse durch die Lernbedingungen stimulieren, sie werden als *catch*-Faktoren oder *triggered* (vgl. Hidi & Renninger 2006, S. 114) bezeichnet. Die Stimulation kann dabei beispielsweise durch Unterrichtsmethoden wie Gruppenarbeiten oder auch den Einsatz von Technik geschehen (vgl. Mitchell 1993, S. 426). Zum anderen muss für eine langfristige Entwicklung eines persönlichen Interesses das aktuelle Interesse zunächst stabilisiert werden, indem es „durch die Verdeutlichung der Wichtigkeit der Inhalte und die innere Beteiligung des Lernalters gehalten [wird]“ (vgl. Röllke 2019, S. 38). In der Literatur wird dieser Prozess auch als *hold*-Komponente (vgl. Mitchell 1993, S. 425 f.) oder *maintained* (vgl. Hidi & Renninger 2006, S. 114) bezeichnet. Diese Faktoren können schließlich zur Entwicklung eines persönlichen Interesses führen.

### 3.3 Kompetenzbegriff

Nach Weinert (2014, S. 27) sind Kompetenzen im Allgemeinen, „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“. Der Kompetenzbegriff hat sich in den letzten Jahren in verschiedenen Bereichen des Bildungssystems zu einem Leitbegriff entwickelt (vgl. Rudeloff 2019, S. 20). Gerade im allgemeinbildenden Bereich formulieren nationale Bildungsstandards Anforderungen an das Lehren und Lernen (vgl. Klieme, et al. 2003, S. 9). Die Bildungsstandards greifen allgemeine Bildungsziele auf und „legen fest, welche Kompetenzen die Kinder oder Jugendlichen bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe mindestens erworben haben müssen“ (vgl. Klieme, et al. 2003, S. 9). Auch wenn diese Bildungsstandards den Kompetenzbegriff von Weinert (2014) aufgreifen, „stehen in den Beschreibungen und Operationalisierungen hauptsächlich kognitive Merkmale im Fokus“ (Rudeloff 2019, S. 22). Nach Guggemos (2016) beruht diese Fokussierung auf messtheoretischen Gründen und er verdeutlicht, dass nicht-kognitive Bestandteile der Kompetenzen noch immer unzureichend gemessen werden können, daher werden sie oftmals, so auch im Rahmen dieser Arbeit, mithilfe von Selbsteinschätzungen erhoben. Klieme et al. (2003) betonen außerdem die Abgrenzung des verwendeten Kompetenzbegriffs zum Begriff der Handlungskompetenzen der Berufspädagogik.

Das Kompetenzverständnis beruflicher Bildung bezieht sich häufig auf die Kompetenzdefinition von Heinrich Roth (1971), in der Mündigkeit als Kompetenz mit den Dimensionen Selbst-, Sach- und Sozialkompetenz zu interpretieren ist (vgl. Nickolaus & Seeber 2013, S. 169). „Sowohl diese als auch die darauf aufbauenden Definitionen beziehen neben den kognitiven Dispositionen zugleich auch affektiv-motivationale Aspekte einer umfassenden Handlungsfähigkeit ein“ (Nickolaus & Seeber 2013, S. 169). Die Roth'schen Dimensionen wurden schließlich um zusätzliche Facetten wie die Methodenkompetenz erweitert. Diese Erweiterungen sind vor allem vor dem Hintergrund der Ausdifferenzierung des Konzepts der beruflichen Handlungskompetenzen relevant (vgl. Rudeloff 2019, S. 23). Nach den Rahmenrichtlinien (vgl. KMK 2018, S. 15 f.) entfaltet sich die Handlungskompetenz in den Dimensionen von Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz, wobei Methoden-, Lern- und kommunikative Kompetenz immanente Bestandteile der beschriebenen Dimensionen sind. Der hier verwendete Kompetenzbegriff greift die Systematisierung des Deutschen

Qualifikationsrahmens auf und bezeichnet „die Fähigkeit und Bereitschaft des Einzelnen, Kenntnisse und Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten zu nutzen und sich durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Kompetenz wird in diesem Sinne als umfassende Handlungskompetenz verstanden“ (BMBF 2013, S. 45). In den Satellitenlaboren werden seitens der SD vor allem Facetten der Sozial- und Selbstkompetenz adressiert, indem die SD zum einen in *teaching-teams* den Unterricht weitestgehend selbst verantworten und sich vorab die Unterrichtsinhalte selbstständig erarbeiten. Zum anderen die Lerninhalte den jüngeren Lernenden vorstellen und überprüfen, ob das Gelernte verstanden wurde.

### 3.4 Einblick in die Befundlage der Schülerlaborforschung

Ein gemeinsames Ziel aller Schülerlabore ist „die Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit von Kindern und Jugendlichen für Naturwissenschaften und Technik sowie die Vermittlung eines zeitgemäßen Bildes dieser Fächer und ihrer Bedeutung für unsere Gesellschaft“ (Euler & Weßnigk 2011, S. 32). Die Schülerlabore unterstützen die Schulen bei der Berufsorientierung, der Förderung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen sowie dem persönlichen Kontakt zu Forscher/innen (vgl. Euler & Weßnigk 2011, S. 32; Haupt et al. 2013, S. 328; Huwer 2015, S. 19; Röllke 2019, S. 7).

Die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen wurde in den letzten 20 Jahren im Rahmen einiger Studien untersucht. Die zentralen Ergebnisse zeigen, dass einmalige sowie mehrmalige Schülerlaborbesuche das aktuelle Interesse der Schülerinnen und Schüler kurzfristig fördern können (vgl. Engeln 2004; Brandt 2005; Guderian 2007; Glowinski 2008; Pawek 2009; Mokhonko, Nickolaus & Windaus 2014; Streller 2016; Simon 2019). Hinsichtlich der Motivation wurden ebenfalls positive Effekte durch den Besuch des Schülerlabors erzielt (vgl. Brandt 2005; Huwer 2015; Goldschmidt & Bogner 2016; Itzek-Greulich et al. 2017; Buse 2017), ebenso stieg das Fähigkeitsselbstkonzept (vgl. Brandt 2005; Glowinski 2008; Pawek 2009; Weßnigk 2013; Mokhonko, Nickolaus & Windaus 2014; Streller 2016; Rodenhauser 2016; Buse 2017; Budke 2019) und die Betrachtung der MINT-Fächer wurde positiv beeinflusst (Weßnigk & Euler 2012; Bergner 2016). Diese Effekte sind jedoch nicht langfristig, weswegen die gemessenen Variablen mit der Zeit in ihrer Ausprägung wieder abnehmen (vgl. z. B. Engeln 2004; Guderian 2007; Glowinski 2008; Pawek 2009). Davon ausgenommen ist die wertbezogene Komponente des aktuellen Interesses (vgl. Engeln 2004; Pawek 2009).

## 4 Forschungsfragen und Datenerhebung

Das Erwartungs-Wert-Paradigma (vgl. Beckmann & Heckhausen 2018) geht aufgrund entscheidungstheoretischer Annahmen davon aus, dass sich die Zielsetzung sowie die Stärke der Motivation aus der Einschätzung des möglichen Nutzens einer Handlung ergeben. Technisch gesprochen ergibt sich die Motivation für Realisierung einer Handlung – hier der Teilnahme an außercurricularen Projekten – demnach aus dem Produkt von Erfolgserwartung und subjektiver Bewertung des Handlungsergebnisses (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 198). Aus den subjektiven Bewertungen im Rahmen der Interviews lassen sich Erwartungshaltungen ableiten, welche die Effekte und den Nutzen der Tätigkeit als SD betreffen. Das Projekt ist zudem auf die Rekrutierung von SD an den Projektschulen angewiesen. Damit dies zukünftig gut gelingt, sollen mögliche Motive

und Rahmenbedingungen untersucht werden, um einen bestmöglichen Anreiz zu schaffen. Infolgedessen wurden die folgenden Forschungsfragen formuliert:

1. Wie schätzen die Schülerinnen und Schüler die Wertigkeit ihrer Tätigkeit als Schülerdozentin bzw. -dozent ein?
2. Welche Nutzen und Kosten ergeben sich aus Sicht der Schülerdozentinnen und -dozenten durch ihre Teilnahme am Projekt?
3. Wie bewerten die Schülerdozentinnen und -dozenten die Rahmenbedingungen des Projektes?

Die Satellitenlabore wurden an zwei Schulen in Bielefeld eingerichtet und insgesamt sind derzeit 15 SD im Projekt tätig. Aufgrund krankheitsbedingter Ausfälle und der freiwilligen Teilnahme an den Interviews wurden elf SD befragt, wodurch ein umfangreicher Corpus entsteht. Alle Interviewten nahmen zum ersten Mal an diesem Projekt teil, waren zwischen 14 und 16 Jahren alt und besuchten bis auf eine Ausnahme die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe ihrer Schule (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Angaben zu Geschlecht, Alter und Schule der Probandinnen und Probanden.

Nr.	Geschlecht	Alter	Schule	Kürzel
1	M	15	Schule 1	P1M15
2	M	15	Schule 1	P2M15
3	W	16	Schule 1	P3W16
4	M	14	Schule 2	P4M14
5	W	16	Schule 2	P5W16
6	M	15	Schule 2	P6M15
7	W	15	Schule 2	P7W15
8	M	16	Schule 2	P8M16
9	W	15	Schule 2	P9W15
10	M	16	Schule 2	P10M16
11	M	16	Schule 2	P11M16

Bezogen auf die Tätigkeit als SD gaben die Interviewten allerdings an, unterschiedliche Vorerfahrungen zu haben, sodass einige SD bereits Erfahrungen im Unterrichten durch (außer)schulische Praktika oder auch im Anleiten von Gruppen durch Tätigkeiten im Sportverein sammeln konnten. Eigene Erfahrungen mit dem Arduino-Board äußerten die Interviewten nicht, lediglich die informatischen Vorkenntnisse der SD unterschieden sich aufgrund eigener Interessen sowie der Kurswahl.

Die leitfadengestützten Interviews wurden in einem separaten Raum an der Schule bzw. der Universität von demselben Interviewer durchgeführt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Durch den Leitfaden wurden Kategorien vorgegeben, welche in dem Interview angesprochen wurden. Außerdem verfügt der Leitfaden über Gesprächsimpulse oder andere Formulierungen, um den Redefluss aufrecht erhalten zu können. Die folgenden Leitfragen waren dabei von besonderem analytischem Interesse:

- Du hast dich für eine Teilnahme an diesem Projekt entschieden. Erzähl doch mal, warum du als SD an den Satellitenlaboren mitwirken möchtest.
- Wenn du an das Schuljahr und deine Aufgaben als SD denkst, was für Gedanken kommen dir in den Kopf?
- Denk mal an die Zeit in der fünften Klasse zurück, wieso hättest du dich über ein Angebot wie dieses [nicht] gefreut?
- Gehen wir mal fünf Jahre weiter, was meinst du, hat dir die Arbeit als SD gebracht?

Die Interviews wurden mit einem Olympus LS-14 Aufnahmegerät als \*.mp3-Dateien aufgezeichnet und dauerten zwischen 13min und 24min. Die Transkription erfolgte mit dem Transkriptionsprogramm f4transkript unter der semantisch-inhaltlichen Transkription nach Kuckartz et al. (2008), welche die Sprache des Interviewten glätten und den Fokus auf die Semantik des Redebeitrags legt (vgl. ebd., S. 27). Wortschleifungen werden dem Schriftdeutsch angenähert und die Interpunktion wird zugunsten einer besseren Lesbarkeit leicht geglättet, die syntaktische Struktur eines Satz bleibt jedoch erhalten. Schließlich wurden die erhobenen Daten mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) von zwei der Autoren unabhängig voneinander ausgewertet. Dabei wurde die Methode der zusammenfassenden Inhaltsanalyse verwendet, da sie die Transkripte auf die wesentlichen Aussagen komprimiert und Kategorien induktiv am Material gebildet werden (vgl. ebd., S. 602). Durch den Leitfaden und die damit verbundenen konkreten Nachfragen fließen aber auch vorab deduktiv gebildete Kategorien in die Auswertung mit ein, was unter die Grobform der strukturierenden Inhaltsanalyse fällt (vgl. Kuckartz et al. 2008, S. 64 f.). Zur Bildung des Kategoriensystems beschreibt Mayring (2010) drei Makrooperationen: Paraphrasierung, Generalisierung und Kategorienbildung. Abschließend erfolgte die Überprüfung, ob die Kategorien des Kategoriensystems nach den Reduktionsschritten inhaltlich noch mit den Aussagen aus dem Interview übereinstimmen.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse dargestellt. Die Fragestellungen werden hinsichtlich der zuvor beschriebenen Theorie betrachtet und auf ihrer Grundlage diskutiert. Die erste Fragestellung geht zunächst kurz auf die vier Aspekte der Wertkomponente des Erwartungs-Wert-Modells ein und beleuchtet insbesondere die intrinsische Wertkomponente unter Berücksichtigung der persönlichen Interessen der SD. Die Nützlichkeits- und Kostenkomponente werden schließlich im Rahmen der zweiten Fragestellung genauer betrachtet. Hierbei steht insbesondere die Nützlichkeit einer Teilnahme für lang- und kurzfristige Ziele der SD im Vordergrund. Ein Kernanliegen stellen daher die zu erwerbenden Fähigkeiten und Fertigkeiten dar, welche durch die zweite Fragestellung näher untersucht und in Anbetracht des definierten Kompetenzbegriffs diskutiert werden. Abschließend beschäftigt sich die dritte Fragestellung mit den Rahmenbedingungen des Projektes. Sie gibt einen Einblick in die Einschätzungen der SD bezüglich der Interessensgenese bzw. dem Wecken eines aktuellen Interesses sowie den Effekten der Methode „Lernen durch Lehren“.



### 5.1 Wie schätzen die Schülerinnen und Schüler die Wertigkeit ihrer Tätigkeit als Schülerdozentin bzw. -dozent ein?

Die Zielrichtung und Stärke der Motivation für die Aufnahme einer Tätigkeit, wie z. B. die freiwillige Teilnahme als SD, ergibt sich aus dem Produkt der Erfolgserwartung und des subjektiv empfundenen Wertes einer Tätigkeit (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 198). Die subjektive Wertigkeit einer Tätigkeit wird über die Komponenten intrinsischer Wert, Nützlichkeit, persönliche Wichtigkeit und Kosten definiert (vgl. Grassinger, Dickhäuser, & Dresel 2019, S. 214). Diese vier Komponenten dienen somit als Grundlage zur Analyse der Motivation der SD.

Der intrinsische Wert beschreibt den in der Handlung liegenden Anreiz (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). Er ergibt sich aus den positiven emotionalen und kognitiven Bewertung einer Aufgabe und wird als relativ stabile Orientierung einer Person zu einem bestimmten Bereich verstanden, ihm sind besonders die beschriebenen Interessen und Spaßfaktoren der SD zuzuschreiben (vgl. Tab. 3). Alle SD äußern zumindest in einem MINT-Bereich ein erhöhtes Interesse, welches die Entscheidung für eine Teilnahme am Projekt begünstigt hat.

Tab. 3: Von den SD geäußerte Interessen und Spaßfaktoren (jeweils mit Nennung der Häufigkeit und einem Beispiel), die sich dem intrinsischen Wert der Wertkomponente zuordnen lassen. Mehrfachzuordnungen möglich.

<b>MINT-Interesse</b>	
Mathematik (n = 1)	„und da ich sowieso immer Roboter und Mathe und was auch immer so damit zu tun äh eigentlich immer interessant fand“ (P9W15, Z. 14-15)
Informatik (n = 4)	„weil ich (halt?) mich auch für technische Bereiche oder Informatik interessieren, ich hab zum Beispiel auch Informatik als Fach gewählt“ (P8M16, Z. 11-13)
Naturwissenschaften (n = 5)	„also zum einen war's halt so, dass ich mich sehr, sehr für Naturwissenschaften intere- ressiere, besonders für, ich würd' (.) sagen besonders für Physik“ (P10M16, Z. 13-14)
Technik (n = 3)	„weil gesagt wurde, dass man (..) viel mit Technik macht und ich mich (.) wie eben schon gesagt für Naturwissenschaften und auch für Technik interessiere“ (P4M14, Z. 12-13)
<b>Spaß an der Tätigkeit (n = 4)</b>	
	„aus Neugier heraus// daran teilzunehmen“ (P6M15, Z. 73-74)
	„denke ich macht auch Spaß Kindern was beizubringen“ (P2M15, Z. 34-35)

Neben diesen Anreizen stellen die SD ihre Funktion als „Lehrkraft“ heraus. Dabei ist für die SD zum einen die Kombination aus dem Lernen fachlicher Inhalte und dem Unterrichten interessant, sie wollen den jüngeren Lernenden nicht nur Spaß an MINT vermitteln, sondern ihnen auch etwas beibringen. Zum anderen stellt die Tätigkeit als SD für sie einen Rollenwechsel innerhalb der Schule dar, sie sind damit nicht mehr diejenigen, die etwas lernen, sondern müssen die jüngeren Lernenden nun selbständig lehren und ihr Wissen weitergeben:

„was das Programm jetzt (.) spezifisch betrifft, fand ich's sehr interessant, dass man sich jetzt auch mal in die andere Rolle versetzen kann (.) also in die andere Seite, dass man jetzt nicht nur derjenige ist, der jetzt etwas gelehrt bekommt, sondern auch mal (.) ähm derjenige sein darf, der etwas lehrt, also dann (.) den Kindern jetzt etwas beibringen darf“ (P6M15, Z. 22-26).

In diesem Zusammenhang erkennen die SD aber auch die Herausforderung, die mit ihrer Teilnahme verbunden ist, denn „dass man sag ich mal anderen was beibringen, erklären muss, das ist

ja auch nochmal ein anderer Punkt, als einfach selbst nur verstehen und selbst damit zu arbeiten“ (P8M16, Z. 23-25), sodass eventuell auch die Verbesserung der eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten die SD motiviert am Projekt teilzunehmen.

Tab. 4: Von den SD geäußerte Nutzen für kurz- und langfristige Ziele, die sich der Nützlichkeit der Wertkomponente zuordnen lassen.

<b>Beruflicher Qualifikationen</b> (n = 5)
„Ähm aber ansonsten ist es glaub ich auch (..) ähm so das inhaltliche (..) so für meine Interessenfeld und wo ich später hingehen möchte, also auch im (..) irgendwas mit Computern (lacht, 2) ähm bestimmt irgend(ne?) richtige //ne (.) gute Erfahrung“ (P2M15, Z. 221-223)
<b>Fähigkeiten und Fertigkeiten</b> (n = 5)
„man natürlich auch nochmal die Grundkenntnisse auffrischt“ (P10M16, Z. 85-86)
„weil ich glaube ich lern hier auch, wie technische Sachen funktionieren“ (P4M14, Z. 186)

Die Nützlichkeitskomponente (vgl. Tab. 4) des Erwartungs-Wert-Modells nach Eccles (2005) bezieht sich auf Aspekte einer Aufgabe, die weiteren Plänen sowie kurz- und langfristigen Zielen einer Person dienen. Sie findet sich insbesondere in den Aussagen zu beruflichen Aspekten und der Berufsorientierung der SD wieder. Sie erwarten beispielsweise Vorteilen in Bewerbungsverfahren, die sich durch freiwillige Aktivität wie die Satellitenlabore ergeben:

„ich denke auch immer das kann wichtig sein, fürs spätere Leben, also, wenn man das jetzt vielleicht auch für die Bewerbung nutzen möchte, also das macht ja auch meistens ein (.) guten Eindruck, wenn man jetzt an (.) freiwilligen Aktivitäten teilgenommen hat“ (P6M15, Z. 19-22).

Darüber hinaus sehen sie Vorteile in der weiteren Karriereplanung, da sie durch die Teilnahme am Projekt Einblicke in die Tätigkeiten einer Lehrkraft zu erhalten. Das kann zum einen den Berufswunsch stärken, „weil wenn man festgestellt, dass einem das Unterrichten gut liegt [...], dass man das dann natürlich auch im späteren Leben weitermachen will“ (P10M16, Z. 219-222) oder aber zur Berufsorientierung beitragen, indem man merkt, „ob einem sowas Spaß macht oder nicht“ (P1M15, Z. 185). Es werden aber auch andere Berufsfelder angesprochen:

„Ja also einmal, wenn ich irgendwas in die Richtung machen (.) würde, irgendwie auch (.) äh Ingenieur oder sowas, da könnt ich das gegebenenfalls auch gebrauchen“ (P4M14, Z. 182-183).

Nicht zuletzt wird der Erwerb verschiedener Fähigkeiten und Fertigkeiten erwartet, welche im Rahmen der zweiten Fragestellung ausführlicher diskutiert werden.

Die Komponente persönliche Wichtigkeit lässt sich in der Übereinstimmung einer Handlung mit dem Selbstkonzept einer Person wiederfinden (vgl. Grassinger, Dickhäuser & Dresel 2019, S. 214). In Bezug auf die SD sind daher eventuell positive Erfahrungen im Unterrichten oder ein ausgeprägtes technisches Selbstkonzept weitere Beweggründe für eine Teilnahme an dem Projekt, diese werden von den SD allerdings nicht eindeutig angesprochen. Die Kosten, wie sie im Erwartungs-Wert-Modell nach Eccles (2005) beschrieben werden, betreffen vor allem die Freizeit der SD, so kann während der Projektzeit nicht an anderen Aktivitäten wie dem Sporttraining teilgenommen werden oder es muss Zeit für die Vorbereitung auf den Unterricht aufgewandt werden. Neben diesen zeitlichen Aspekten können aber auch Auseinandersetzungen mit den jüngeren Lernenden während der Projektzeit mit (emotionalen) Kosten verbunden sein. Die Aussagen der SD bezüglich des Zeitaufwands werden im Rahmen der zweiten Fragestellung genauer diskutiert.

## 5.2 Welche Nutzen und Kosten ergeben sich aus Sicht der Schülerdozentinnen und -dozenten durch ihre Teilnahme am Projekt?

Als nützliche Effekte auf ihre kurz- und langfristigen Ziele erwarten die SD durch die Teilnahme an dem Projekt eine Steigerung ihrer persönlichen aber auch fachlichen Kompetenzen. Zudem beschreiben sie den Einfluss auf die Berufsorientierung. Die mit dem Projekt verbundenen Kosten werden von ihnen als gering eingeschätzt.

### 5.2.1 Nützlichkeitskomponente I: Berufsorientierung

Die SD sehen in der „Berufsorientierung“ einen Nutzen, der sich durch die Teilnahme am Projekt ergibt. Obgleich sich das Projekt aktuell noch in der Pilotierungsphase befindet und dadurch noch kein direkter Kontakt zu den Firmen vorliegt, beurteilen die SD, dass man durch die Teilnahme Einblicke in die persönlichen Neigungen bekommt, was wiederum als Berufsorientierung dient. Dabei werden sowohl didaktisch/pädagogische als auch fachwissenschaftliche Berufsfelder hervorgehoben; so wird betont, dass man merkt, ob die Arbeit als SD Spaß macht:

„[...] weil wenn man festgestellt [hat], dass einem das Unterrichten gut liegt beziehungsweise das Beibringen oder das Übergeben von Wissen an (.) andere Menschen oder an andere Schüler, dass man das natürlich auch im späteren Leben weitermachen will und (..) das hat es einen natürlich schon gebracht“ (P10M16, Z. 219-222).

Aus der pädagogischen Sicht wird vor allem der Umgang mit Lernenden oder allgemein die Vermittlung von Wissen betont, die in vielen Berufsfeldern eine wichtige Rolle spielt, wengleich das Lehramt die von den SD am häufigsten genannte Berufsrichtung für diese Kompetenz darstellt. Dennoch wird auch eine Berufsorientierung für fachwissenschaftliche Bereiche verwirklicht, da technisches Wissen und Kompetenzen geschult werden. Demzufolge wird – unabhängig vom Berufswunsch – wahrgenommen, dass die Arbeit als SD Vorteile zur Berufsorientierung bringt:

„[...] ich weiß ja jetzt noch nicht, was ich machen will, aber, wenn ich dann irgendwas mit Lehramt oder so machen will, wäre das halt schon ein großer Vorteil für mich, weil ich (.) da schon so zu sagen reingeschnuppert habe.“ (P5W16, Z. 158-160).

### 5.2.2 Nützlichkeitskomponente II: Kompetenzerwerb

Fragt man die SD genauer, welche Fähig- und Fertigkeiten sie durch die Arbeit als SD erlangen bzw. trainieren, werden zwei grobe Unterschiede sichtbar: Fachkompetenzen und personale bzw. persönliche Kompetenzen. Unter personalen Kompetenzen werden die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, „sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten“ (BMBF 2013, S. 14), wohingegen Fachkompetenz, „die Fähigkeit und Bereitschaft, Aufgaben und Problemstellungen eigenständig, fachlich angemessen, methodengeleitet zu bearbeiten und das Ergebnis zu beurteilen“ (BMBF 2013, S. 14), beschreibt.

Die personalen Kompetenzen lassen sich in Sozial- und Selbstkompetenz unterteilen, welche wiederum methodische und kommunikative sowie Lernkompetenzen beinhalten (vgl. KMK 2018, S. 16) und in den Interviews mit den SD genannt wurden (vgl. Tab. 5). Insbesondere die Wissensvermittlung, das Anleiten von Gruppen zur Stärkung der Führungskompetenz sowie die Präsentationskompetenz werden fast von allen SD genannt. Diese Bereiche werden durch den Aspekt der

Lehrtätigkeit gestärkt und von den SD in übergeordnete Kontexte eingeordnet; so spielt die Wissensvermittlung nicht nur im Lehrerberuf eine wichtige Rolle, sondern oftmals muss man Novizinnen bzw. Novizen Inhalte erklären (z. B. bei der Kundenbetreuung). Zudem wird die Leitung einer Schülergruppe von den SD hinsichtlich Teamfähigkeit und Leitfunktionen wertgeschätzt und auch die Arbeit mit zum Teil gelangweilten oder motivationslosen Lernenden stärkt methodische Kompetenzen, die für den Berufsalltag wichtig sein könnten.

Tab. 5: Von den SD geäußerte personale Kompetenzen (jeweils mit Nennung der Häufigkeit und einem Beispiel), die nach Ansicht der SD durch die Teilnahme am Programm gefördert werden.

<b>Selbstkompetenz</b>	
Offenheit (n = 2)	Vielleicht auch ähm(.) andern Leuten irgendwas beizubringen oder generell, dass ich (..) offener bin, also nicht so (..) verklemmt oder so (P5W 16, Z. 164)
Selbstdisziplin und Organisation (n = 2)	Dass man sehr selbstbewusst sein muss// sein muss und auch gut vorbereitet (P4M14, Z. 91)
Selbstbewusstsein (n = 5)	die Angst verschwindet(.) ähm jemanden was zu erklären, also dass man dann vor einer Klasse steht oder vor mehreren Leuten (P6M15, Z. 264-265)
Problemlösefähigkeit und analytische Fähigkeiten (n = 1)	ich glaube, dass man dadurch auch mehr Grundwissen sag ich mal was man auch dann in anderen Bereich hat// äh anwenden kann// (P7W 15, Z. 177-178)
Präsentationskompetenz (n = 7)	gute Erfahrung für einen selbst, wie man mit manchen Dingen umgeht, um generell (.) vor einer Gruppe von Kindern tritt, ja da würd' ich auch (.) ähm zustimmen, denn das ist jetzt auch wie ich schon vorhin (.) ähm betont habe vielleicht wichtig für das spätere Leben, also dass man dann auch selber jetzt irgendwo vor einer Gruppe trifft, sei es// Gruppe tritt, sei es jetzt nicht unbedingt Kinder (P6M15, Z. 138-143)
<b>Sozialkompetenzen</b>	
Didaktische Lehrfähigkeit (n = 8)	und (...) mal in der Situation gestanden haben, kleinen Kindern was beizubringen (..) kann (.) bestimmt auch helfen, wenn man ahnungslosen Leuten, irgendwas beibringen soll (P2M15, Z. 224-226)
Führungs- und Teamfähigkeit (n = 8)	ähm mit 'ner Gruppe von Menschen arbeiten (.) auch dann den mal sagen was Sache ist (lacht) oder halt auch nicht, je nachdem wie das läuft halt ja (.) 'ne Gruppe leiten, mit denen zu arbeiten so (P1M15, Z. 172-175)
Motivationsförderung und Vermittlung von Spaß (n = 2)	Ähm(14) vielleicht auch äh dieses Umgehen mit den Schülern, also mit den Beispielen grade zum Beispielen// mit der Langeweile, (.) dass ich dann (.) vielleicht in Zukunft so besser weiß, was ich dann machen soll (..) und (.) das kann man ja auch in äh vielen Sachen anwenden sowas (P3W 16, Z. 223-228)

Erworbene Fachkompetenzen umfassen vor allem den Zugewinn an fachlichem Wissen und Fertigkeiten in den Bereichen Physik, Informatik und Technik. Diese werden je nach Vorerfahrung

der SD unterschiedlich stark gewichtet, aber zumindest eine „Auffrischung“ bekannter Inhalte (z.B. Stromkreisläufe) wird als positiv bewertet:

„Man lernt natürlich auch was über die Technik, jetzt über den Arduino, wie gehe ich mit dem um, wie kann ich mit dem was bauen (.) und da kann man dann auch was lernen, wenn man jetzt irgendwie in den technischen Bereichen später geht (.) dann weiß man da// hat man da schon paar Vorerfahrung (.) wie man sowas bauen vielleicht kann oder programmiert“ (P11M16, Z. 235-238).

Die gewonnenen Handlungskompetenzen, welche sich in den Dimensionen Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz entfalten, werden durch ein Teilnahmezertifikat bzw. einem Vermerk auf dem Zeugnis attestiert, die „auf jeden Fall, also erstmal (.) ist das ja immer 'ne (.) gute (.) Referenz, die man so hat. Also (.) man hat das so irgendwo stehen, dass man sowas gemacht, das hilft einem ja schon mega (..) und ähm (.) das kann man halt ziemlich gut auch so im Lebenslauf irgendwie (.) schreiben“ (P3W16, Z. 201-204).

### 5.2.3 Kosten: Zeitaufwand

Die SD berichten in den Interviews nicht von direkten Kosten durch die Teilnahme am Projekt. Lediglich der Aspekt des Zeitaufwands wird als möglicher „Nachteil“ angebracht, wobei dieser auch von den SD relativiert wird, da die Rahmenbedingungen für die Durchführung (z. B. die Bereitstellung von fertigen Unterrichtsmaterialien und Verlaufsplänen, die Trainingseinheiten mit dem Durchsprechen und Ausprobieren der einzelnen Unterrichtsstunden) optimal sind und dadurch die eigene Vorbereitungszeit minimiert wird. Dennoch wird der reguläre Schulaufwand als mögliche Hürde bezeichnet und die Vorbereitung der wöchentlichen 90 Minuten sei herausfordernd. Insgesamt befürchten die SD aber keinerlei Nachteile (z.B. Verschlechterung der eigenen Noten, Überanstrengung, etc.) durch die Teilnahme und sehen vielmehr den zuvor genannten persönlichen Nutzen.

## 5.3 Wie bewerten die Schülerdozentinnen und -dozenten die Rahmenbedingungen des Projektes?

Nach den Aussagen der SD können vor allem interessierte Lernende von dem Projekt profitieren. Darüber hinaus sehen sie die Chance, dass sich der *Peer-Learning*-Ansatz positiv auf das Unterrichtsgeschehen auswirken kann.

### 5.3.1 Interessensförderung und -entwicklung

Viele Studien belegen, dass einmalige sowie mehrmalige Schülerlaborbesuche das aktuelle Interesse der Schülerinnen und Schüler kurzfristig fördern können (siehe Kapitel 3.4). Auch die SD schreiben der Teilnahme an den Satellitenlaboren eine interessensfördernde Wirkung zu. Insbesondere betonen sie, dass Lernende mit einem bereits bestehenden Interesse in den behandelten Themenbereichen die Gelegenheit haben, ihre persönlichen Interessen zu fördern:

„also, wenn jetzt jemand besonders interessiert ist, kann er sich halt da in dem Bereich ein bisschen austoben und auch nochmal ein bisschen (.) auf das physikalische und das technische (.) nochmal bisschen ja sich halt fortbilden und was Neues lernen“ (P4M14, Z. 159-162).

Die SD sehen sogar die Chance, dass sich durch die neuen Erfahrungen in den Satellitenlaboren Interesse entwickeln kann:

„Satellitenlabor 'ne gute Möglichkeit ist für die Fünften- bis Sechstklässler und natürlich auch für uns einfach mal so Erfahrung zu sammeln [...], dass die einfach mal 'ne Möglichkeit haben sowas kennenzulernen“ (P8M16, Z. 226-229).

Das Kennenlernen und die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf den Lerngegenstand ist jedoch nur der erste Entwicklungsschritt der Interessensgenese. Für die Entwicklung eines (neuen) persönlichen Interesses müssen nach Lewalter und Willems (2009) schließlich Wertzuschreibungen gegenüber dem Interessensgegenstand und eine epistemische Orientierung der Interessenshandlung erfolgen (vgl. Krapp, Geyer & Lewalter 2014, S. 206). Pawek (2009) betont, dass der situationsbezogene Weg von der Erzeugung zur Stabilisierung eines aktuellen Interesses relativ häufig auftritt und eine notwendige Voraussetzung für die langfristige Interessensentwicklung sind, eine fortdauernde fakultative Beschäftigung mit dem Interessensgegenstand allerdings deutlich seltener stattfindet. Die Aussagen der SD liefern daher nur erste Hinweise, die im weiteren Verlauf des Projektes analysiert werden müssen.

### 5.3.2 Andere Lerninhalte und -methoden

Für die SD stellen die Satellitenlabore eine Möglichkeit dar, neue Erfahrungen zu sammeln. Die Lernenden können etwas Neues über den Kernlehrplan hinaus lernen, etwas „was normalerweise nicht im Unterricht vorkommt“ (P4M14, Z. 167-168). Des Weiteren stellen sie das Programmieren heraus, da es an den meisten Schulen so früh noch keine nur freiwillige (vgl. acatech & Köber-Stiftung 2020, S. 10) Angebote dazu gibt:

„Mhm ich denke einmal das Programmieren (.) weil man (..) jetzt sonst nicht so die Möglichkeit hat“ (P8M16, Z. 187-188).

Die Unterrichtsgestaltung und der *Peer-Learning*-Ansatz unterstützen nach der Meinung der SD diese Erfahrungen und die Aneignung von neuem Wissen. Hierbei beschreiben sie unter anderem die handlungsorientierte Aufbereitung des Unterrichts, sodass die Lernenden aktiv und selbständig an den Aufgaben- und Problemstellungen arbeiten können. Die Handlungsorientierung des Unterrichts lässt sich aus verschiedenen Begründungsmustern ableiten. Babel und Hackl (2004) begründen zum einen, dass das Lernen mit der Umwelt und den Lebenszusammenhängen der Lernenden verbunden werden muss, und zum anderen geben sie eine eher lernpsychologische Begründung, welche das Handeln als Unterstützung des kognitiven Prozesses beschreibt. Des Weiteren berichten die SD von positiven Effekten durch den *Peer-Learning*-Ansatz, die im Folgenden aufgelistet sind:

#### 1. Geringer hierarchischer Unterschied

„vor allem, wenn dann (.) eine Schülerin kommt, also kein Lehrer, sondern //also (.) irgendwie 'ne Person, die ein bisschen erreichbarer ist als ein Lehrer, auf den man// also diese Beziehung ist ja ein bisschen anders“ (P3W16, Z. 176-178)

#### 2. Informelle Lernatmosphäre

„das halt was Besonderes ist, weil's nicht von Lehrern geleitet ist (.) sondern von Schülern und irgendwie denke ich, dass die Situation bisschen entspannter ist (.) als wenn jetzt ein Lehrer da vorne ist, weil (.) die keine Angst davor haben müssen, irgendwie schlechter benotet oder besser benotet werden müssten“ (P4M14, Z. 172-175)

### 3. Weibliches Role-Model: Klischeebereinigung

„also ich find das total toll als äh Fünftklässlerin, wenn ich da (.) ein Mädchen sehen würde, die ein paar Jahre älter ist und die mir das versucht das zu erklären also keine Ahnung, ich find das irgendwie (.) cool“ (P3W16, Z. 180-182)

Die Literatur bestätigt diese Effekte z.T., so beschreiben Vogel, McMillan und Dethleffsen (2019), dass „zwischen (near) peer teachers und Tutees weniger hierarchische Unterschiede [bestehen], sodass eine informelle Lernatmosphäre entstehen kann, in der Fragen angesprochen werden können, die in formalen Lehrveranstaltungen nicht zur Sprache kommen“ (ebd., S. 48). Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass die SD die Probleme bei der Verarbeitung neuer Informationen besser einschätzen und für die jüngeren Lernenden auf einem geeigneten Level präsentieren können (vgl. ebd., S. 48). Die Wirkung von Rollenvorbildern auf Schülerinnen (aber auch Schüler) wurde hauptsächlich innerhalb zweier Disziplinen – Schulstudien und psychologische Forschungsarbeiten – untersucht (vgl. Wentzel 2014, S. 99). Die Ergebnisse der Schulstudien stellen sich widersprüchlich dar, eine Vielzahl von Studien (vgl. Driessen 2007; Helbig 2010) kommt jedoch zu dem Ergebnis, dass „Lehrerinnen in MINT-Fächern offensichtlich nicht als Rollenvorbilder für ihre Schülerinnen wirken können“ (Wentzel 2014, S. 103 f.). Die psychologischen Studien (vgl. McIntyre et al. 2005) belegen jedoch, „dass Rollenmodelle [...] eine Unterstützungsfunktion für die MINT-Affinität, -Leistungen oder die Selbstwirksamkeit von Mädchen und Frauen haben können“ (Wentzel 2014, S. 103). Wentzel (2014) hält abschließend fest, dass die Wirkungsmechanismen stark kontextabhängig sind.

## 6 Fazit und Implikationen

Mit den Satellitenlaboren soll zum einen ein frühzeitiges Angebot für Lernende geschaffen werden, zum anderen sollen die benötigten Kompetenzen von MINT-Berufen gefördert werden. Die vorliegende Studie konnte einen ersten Einblick in die Bedeutung des Projektes aus Sichtweise der SD geben. Die Interviews haben gezeigt, dass vor allem der intrinsische Wert einer Tätigkeit die Entscheidung zur Teilnahme begünstigt. Viele SD äußern zumindest in einem MINT-Bereich ein persönliches Interesse. Die Kosten der Tätigkeit, wie sie im Erwartungs-Wert-Modell nach Eccles (2005) beschrieben sind, werden von den SD als gering eingeschätzt. Des Weiteren stellen die SD berufliche Qualifikationen bzw. den Erwerb von Fähigkeiten und Fertigkeiten heraus, in denen sie einen Nutzen für ihren weiteren beruflichen Werdegang vermuten. Die Auswertung ergab, dass die SD im Rahmen ihrer Tätigkeit den Erwerb unterschiedlicher Fach- und Personal Kompetenzen erwarten. Insbesondere die Facetten der Sozial- und Selbstkompetenz werden innerhalb der Interviews herausgestellt. Neben der Stärkung des Selbstbewusstseins, durch die Vermittlung von Wissen vor einer Schülergruppe, werden die Team- und Präsentationskompetenzen hervorgehoben. Da es sich um Einschätzungen der SD handelt, können Verzerrungen, insbesondere aufgrund der mangelnden Objektivität, jedoch nicht ausgeschlossen werden. Die Fachkompetenzen werden je nach Vorerfahrungen von den SD unterschiedlich stark gewichtet, durch die Ausbildung fühlen sich die SD aber ausreichend auf ihre Tätigkeit vorbereitet. Trotzdem wünschen sich die SD mehr Unterstützung in den Bereichen Klassenführung und Umgang mit Störungen. In Anbetracht dieser Aussagen müssten die SD nach dem zweiten Ausbildungsblock erneut befragt werden, um zu überprüfen, ob sie in diesem Block die nötige Unterstützung erhalten, da dieser den Schwerpunkt im Bereich des pädagogischen Handelns setzt.

Inwieweit die angesprochenen Kompetenzen durch die Teilnahme an dem Projekt gefördert werden und dienlich für den beruflichen Werdegang der SD sind, gilt es weiter zu untersuchen.

Dafür werden mit dem Beginn des kommenden Schuljahres die SD (aber auch die jüngeren Lernenden) im Rahmen einer Fragebogenstudie befragt. Zusätzlich wird derzeit eine Bedarfsanalyse durchgeführt, welche die Kompetenzen und technischen Fähig- und Fertigkeiten von angehenden Auszubildenden und (dual) Studierenden aus Sicht der regionalen Unternehmen erhebt. Auf Grundlage dieser Daten werden zunächst Modifikationen der Unterrichts- und Ausbildungsinhalte vorgenommen. Ferner sollen Übereinstimmungen zwischen den Bedarfen der Unternehmen und den vermittelten Kompetenzen der Satellitenlabore herausgearbeitet werden.

Neben den Aussagen zu ihrer eigenen Tätigkeit, sollten die SD auch eine Einschätzung zu den Rahmenbedingungen des Projektes abgeben. Die SD beschreiben vor allem die Möglichkeit, dass bereits interessierte Lernende von diesem Projekt profitieren, indem sie ihren Interessen nachgehen können und in diesen Bereichen gefördert werden. Sie können sich aber auch vorstellen, dass zumindest kurzfristig ein aktuelles Interesse durch eine Teilnahme an diesem Projekt geweckt werden kann. Darüber hinaus sehen die SD weitere Chancen, die sich durch den *Peer-Learning*-Ansatz ergeben. Sie sprechen von einer angenehmen Lernatmosphäre, welche sich beispielsweise durch den geringeren hierarchischen Unterschied einstellt. Interessant wäre es dabei auch die Sichtweise der jüngeren Lernenden zu betrachten, inwieweit nehmen sie die gleichen Effekte wie die SD wahr und wie wirkt sich das *Peer-Teaching* auf Faktoren wie Interesse, Motivation oder den Lernstress der Lernenden der 5. und 6. Klasse aus.

## Förderhinweis

Das Projekt „TechEd – Technology Education“ wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) unter dem Förderkennzeichen EFRE-0300207 gefördert.

## Literatur

- Abel, J. (2002). Kurswahl aus Interesse? Wahlmotive in der gymnasialen Oberstufe und Studienwahl. *Die deutsche Schule*, 94(2), 192-203.
- acatech & Köber-Stiftung (2020). MINT Nachwuchsbarometer 2020. Hamburg.
- Allen, V. L. (1983). Impact of the role of tutor on behavior and self-perceptions. In J. M. Levine (Hrsg.). *Teacher and student perceptions: Implications for learning* (367-389). Hillsdale: NJ: Erlbaum.
- Babel, H. & Hackl, B. (2004). Handlungsorientierter Unterricht – Dirigierter Aktionismus oder partizipative Kooperation. In H. O. Mayer & D. Treichel (Hrsg.). *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning* (S. 11-35). Berlin, Boston: DEGRUYTER.
- Beckmann, J. & Heckhausen, H. (2018). Motivation durch Erwartung und Anreiz. In J. Heckenhausen & H. Heckenhausen (Hrsg.). *Motivation und Handeln* (S. 119-162). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bergner, N. (2016). Konzeption eines Informatik-Schülerlabors und Erforschung dessen Effekte auf das Bild der Informatik bei Kindern und Jugendlichen. Aachen: Universitätsbibliothek der RWTH Aachen.
- 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*.
- Brandt, A. (2005). Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. Göttingen: Cuvillier.
- Budke, M. (2019). Entwicklung und Evaluation des Projektes GreenLab\_OS; Empirische Studie zu Effekten von stationären und mobilen Schülerlaborangeboten. Osnabrück: Universitätsbibliothek der Universität Osnabrück.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2013). *Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen*.
- Buse, M. (2017). *Bilinguale englische experimentelle Lehr-Lernarrangements im Fach Biologie. Konzeption, Durchführung und Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit*. Wuppertal: Universitätsbibliothek Wuppertal.



- Cohen P. A.; Kulik J. A.; Kulik C. L. C. (1982). Educational Outcomes of Tutoring – A Meta-Analysis of Findings. *American Education Research Journal*, 19, 237-248.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223-238.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1996). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Doise, W. & Mugny, G. (1984). *The social development of the intellect*. Oxford, UK: Pergamon.
- Dresel, M. & Lämmle, L. (2011). Motivation. In T. Götz (Hrsg.). *Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen* (S. 79-142). Paderborn: Schöningh.
- Driessen, G. (2007). The Feminization of Primary Education: Effects of Teachers' Sex on Pupil Achievement, Attitudes and Behaviour. *International Review of Education*, 53(2), 183-203.
- Ebner, M. & Schön, S. (2013). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Berlin: epubli.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective Task Value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot (Hrsg.). *Handbook of competence and motivation* (S. 105-121). New York: Guilford Press.
- Engeln, K. (2004). Schülerlabors. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos.
- Euler, M. & Weßnigk, S. (2011). Schülerlabore und die Förderung kreativer Potenziale. *Plus Lucis*, (1-2), 32-38.
- Glowinski, I. (2008). Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen. Kiel: Universitätsbibliothek Kiel.
- Götz, T. (2011). *Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen*. Paderborn: Schöningh.
- Grassinger, R., Dickhäuser, O. & Dresel, M. (2019). Motivation. In D. Urhahne, M. Dresel, & F. Fischer (Hrsg.). *Psychologie für den Lehrberuf* (S. 207-228). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Guderian, P. (2007). Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Berlin: Open-Access Publikationsserver der Humboldt-Universität.
- Guggemos, J. (2016). *Modellierung und Messung von Kompetenz im externen Rechnungswesen*. München: Dr. Hut.
- Hanel, P. (1991). *Lernen durch Lehren*. Zugriff am 01.02.2021. Verfügbar unter <http://www.ldl.de/Material/EmpfLiteratur/hanel.htm>
- Haupt, O. J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013). Schülerlabor - Begriffsschärfung und Kategorisierung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 66, 324-330.
- Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (2018). *Motivation und Handeln*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Helbig, M. (2010). Geschlecht der Lehrer und Kompetenzentwicklung der Schüler. In G. Quenzel (Hrsg.). *Bildungsverlierer. Neue Ungleichheiten* (S. 273-288). Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
- Huwer, J. (2015). *Nachhaltigkeit und Chemie im Schülerlabor. Forschendes Experimentieren im Kontext einer naturwissenschaftlich-technischen Umweltbildung*. Saarbrücken: Saarländische Universitäts- und Landesbibliothek.
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M. & Trautwein, U. (2017). Effectiveness of lab-work learning environments A cluster randomized study. *Contemporary Educational Psychology*, 48, 98-115.
- Jäger, M. (2004). *Transfer in Schulentwicklungsprojekten*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. & Vollmer, J. V. (2003). *Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Köller, O., Daniels, Z., Schnabel, K. U. & Baumert, J. (2000). Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14(1), 26-37.
- Kounin, J. S. (2006). *Techniken der Klassenführung*. Münster: Waxmann.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 185-201.
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12(4), 383-409.
- Krapp, A., Geyer, C. & Lewalter, D. (2014). Motivation und Emotion. In T. Seidel, & A. Krapp (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie* (193-224). Weinheim: Julius Beltz.

- Kuckartz, U., Dresing, T., Rädiker, S., & Stefer, C. (2008). *Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/ GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Kultusministerkonferenz (2018). *Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Berlin.
- Lewalter, D. & Willems, A. S. (2009). Die Bedeutung des motivationsrelevanten Erlebens und des individuellen Fachinteresses für das situationale Interesse im Mathematikunterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 56, 243-257.
- Martin, J.-P. (2002). Lernen durch Lehren (LdL). *Die Schulleitung – Zeitschrift für pädagogische Führung und Fortbildung in Bayern*, 29(4), 3-9.
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.). *Handbuch Qualitative Forschung* (S. 601-613). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/ Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Mcintyre, R. B., Lord, C. G., M., G. D., Eyck, L. L., Frye, G. D. & Bond, C. F. (2005). A social impact trend in the effects of role models on alleviating women's mathematics stereotype threat. *Current Research in Social Psychology*, 10(9), 116-136.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom *Journal of Educational Psychology*, 58(3), 424-436.
- Mokhonko, S. (2016): *Nachwuchsförderung im MINT-Bereich* (Dissertation). Franz Steiner Verlag.
- Mokhonko, S., Nickolaus, R. & Windaus, A. (2014). Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften. Schülerlabore und ihre Effekte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 143-159.
- Nickolaus, R. & Seeber, S. (2013). Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren. In A. Frey, U. Lissmann, & B. Schwarz, *Handbuch Berufspädagogische Diagnostik* (155-180). Weinheim: Beltz.
- Ophardt, D. & Thiel, F. (2013). *Klassenmanagement: ein Handbuch für Studium und Praxis*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Kiel: Universitätsbibliothek Kiel.
- Priemer, B. & Lewalter, D. (2009): Schülerlaborbesuche - eine Bereicherung für den naturwissenschaftlichen Unterricht!? *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule : PdN*, 58(4), 10-14.
- Renkl, A. (1997). *Lernen durch Lehren: Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Renkl, A. (2010). Lernen durch Lehren. In D. H. Rost (Hrsg.). *Handwörterbuch Pädagogischer Psychologie* (S. 466-471). Weinheim: Beltz.
- Rodenhauser, A. (2016). *Bilinguale biologische Schülerlaborurse. Konzeption und Durchführung sowie Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit*. Wuppertal: Universitätsbibliothek Wuppertal.
- Roth, H. (1971). *Pädagogische Anthropologie. Entwicklung und Erziehung Band II*. Hannover: Hermann Schroedel.
- 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*. Bielefeld, Nordrhein-Westfalen, Deutschland.
- Rudeloff, M. (2019). Kompetenz: Grundlagen und Begriffsbestimmung. In M. Rudeloff (Hrsg.). *Der Einfluss informeller Lerngelegenheiten auf die Finanzkompetenz von Lernenden am Ende der Sekundarstufe I* (13-48). Wiesbaden: Springer.
- Scharfenberg, F.-J. & Bogner, F. X. (2013). Instructional Efficiency of Tutoring in an Outreach Gene Technology Laboratory. *Research in science education*, 44(3), 1267-1288.
- Schiefele, U. & Schaffner, E. (2015). Motivation. In E. Wild, & J. Möller (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie* (S. 153-176). Berlin Heidelberg: Springer.
- Simon, F. (2019). *Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Streller, M. (2016). *The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories*. Dresden: Saechsische Landesbibliothek- Staats- und Universitaetsbibliothek Dresden.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (2019). *Technikunterricht in Deutschland. Eine Analyse und Bewertung von Technik in den Curricula allgemeinbildender Schulen*.
- Vogel, B., McMillan, A. & Dethleffsen, K. (2019). Peer-Assisted Learning – mehr als eine Methode. In J. Noller, C. Beitz-Radzio, D. Kugelmann, S. Sontheimer & S. Westerholz (Hrsg.). *Methoden in der Hochschullehre* (S. 45-62). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wasmann-Frahm, A. (2008). Plädoyer für schulinterne Schulerlabore. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 44(1), 44-46.
- Weinert, F. E. (2014). Vergleichende Leistungsmessungen in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert, *Leistungsmessungen in Schulen (17-31)*. Weinheim und Basel: Beltz.
- Weißbrodt, W. (2004). Leistungs- und Lernmotivation. In G. Bovet, V. Huwendiek & U. Abele (Hrsg.), *Leitfaden Schulpraxis. Pädagogik und Psychologie für den Lehrberuf (S. 272-292)*. Berlin: Cornelsen.
- Weßnigk, S. & Euler, M. (2012). Projektarbeit im Schülerlabor: Rückwirkungen auf das Image von Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht (83-85)*. Berlin: LIT Verlag.
- Wentzel, W. (2014). Weibliche Rollen Vorbilder in MINT-Berufsorientierungsprojekten für Mädchen - unverzichtbar oder überschätzt? Der Einfluss weiblicher Betreuungspersonen am Girls Day auf die Berufsorientierung der Teilnehmerinnen. In L. Funk & W. Wentzel (Hrsg.), *Mädchen auf dem Weg ins Erwerbsleben: Wünsche, Werte, Berufsbilder. Forschungsergebnisse zum Girls' Day - Mädchen-Zukunftstag 2013 (S. 93-134)*. Opladen; Berlin; Toronto: Budrich UniPress Ltd.
- Zinn, B. (2008). *Physik lernen, um Physik zu lehren – Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*. Berlin: Logos Verlag.
- Zinn, B. (2009). Ergebnisse einer Pilotuntersuchung zur Unterrichtsmethode "Lernen durch Lehren". *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 325-329.

JONAS TILLMANN

Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie / Biologiedidaktik  
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld  
jonas.tillmann@uni.bielefeld.de

PROF. DR. CLAAS WEGNER

Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie / Biologiedidaktik  
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld  
claas.wegner@uni-bielefeld.de

DR. MARIO SCHMIEDEBACH

Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie / Biologiedidaktik  
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld  
mario.schmiedebach@uni-bielefeld.de

---

Zitieren dieses Beitrags:

Tillmann, J., Wegner, C. & Schmiedebach, M. (2021). Lernen durch Lehren – Satellitenlabore zur MINT-Förderung am Gymnasium. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 9(2), 34–58.