

## Nutzung von Robotern im Informatikunterricht – ein Lösungsvorschlag

Lina Peters,<sup>1</sup> Nick Fahrendorff<sup>2</sup>, Dennis Debeye,<sup>3</sup> Dennis Alt<sup>4</sup>

**Abstract:** Die heutige digitalisierte Welt verlangt die Vermittlung von MINT-Kompetenzen. Gute Bildung in dem Bereich der Informatik ist also unverzichtbar. Daher ist es wichtig Schülerinnen und Schüler für die Themen der MINT-Fächer zu motivieren. Im Schulalltag finden Lehrer mit den ihnen zur Verfügung stehenden, begrenzten Mitteln kaum Möglichkeiten den Informatikunterricht spannend und motivierend zu gestalten. Genau dieser Situation soll die vorliegende Arbeit entgegenwirken, indem sie mit Robotern eine motivierende Alternative für Lehrinhalte der Informatik thematisiert. Anhand der Betrachtung der aktuellen Lehrplaninhalte, verfügbarer Roboter und angebotener Weiterbildungsmöglichkeiten für das Lehrpersonal kommen die Autoren zu dem Schluss, dass der Einsatz von Robotern den Informatikunterricht an deutschen Schulen nachhaltig verbessern kann.

**Keywords:** Informatikunterricht, Schulroboter, Service Learning, MINT, LEGO Mindstorms, Roberta

### 1 Einleitung

Die Digitalisierung in der Arbeitswelt ist ein unaufhaltsamer Prozess, der zunehmend nach Fachkräften in den Bereichen Softwareentwicklung, Programmierung und IT-Anwenderberatung verlangt, während Berufsbilder in anderen Branchen aussterben oder den sicheren Umgang mit digitalen Arbeitsmitteln erfordern. Sowohl die Bundesagentur für Arbeit als auch der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom) attestieren Deutschland jedoch gerade im IT-Bereich einen Fachkräftemangel [17b], [Be17a]. Gleichzeitig verzeichneten die deutschen Hochschulen im Wintersemester 2017/2018 sogar einen Rückgang an Studienanfängern im Fach Informatik [17d]. Die Erklärung für dieses Missverhältnis ist unter anderem an den Schulen zu suchen: Der Informatikunterricht in Deutschland steckt in einer tiefen Krise. Es fehlt an Lehrern und zeitgemäßer Ausstattung [17a, S.82ff.]. [17e, S.10]. Das Bildungssystem läuft Gefahr eine Generation digitaler Analphabeten heranzuziehen, die uns wirtschaftlich weit hinter andere führende Industrienationen zurückfallen lassen könnte. Jedoch sind möglicherweise *Mensch und Material* nicht die einzigen Faktoren, die in dieser Krise eine Rolle spielen: Betrachtet man beispielhaft Nordrhein-Westfalen – mit einer Zahl von fast zwei Millionen,

---

<sup>1</sup> HTWK Leipzig, IMN, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig lina.peters@stud.htwk-leipzig.de

<sup>2</sup> HTWK Leipzig, IMN, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig nick.fahrendorff@stud.htwk-leipzig.de

<sup>3</sup> HTWK Leipzig, MIM, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig dennis.debeye@stud.htwk-leipzig.de

<sup>4</sup> HTWK Leipzig, IMN, Karl-Liebknecht-Str. 132, 04277 Leipzig dennis.alt@stud.htwk-leipzig.de

das Bundesland mit den meisten Schülern an allgemeinbildenden Schulen – so fällt auf, dass die Teilnehmerzahlen im Wahlpflichtfach Informatik deutlich hinter denen der anderen MINT-Fächern zurückliegen (im Schuljahr 2016/17 insgesamt 41.318 Teilnehmer in Informatik-Grundkursen der gymnasialen Oberstufe; auf dem vorletzten Platz liegt Physik mit 78.590 Teilnehmern). Lediglich 10.762 Schüler in Nordrhein-Westfalen, 13%, belegen Informatik noch im letzten Schuljahr [17c]. Wir vermuten aus eigener Erfahrung die folgenden Ursachen: Die curricularen Fragestellungen der Informatik sind für die Schülerinnen und Schüler nicht ansprechend. Anders als in anderen Naturwissenschaften mangelt es dem Informatikunterricht an praktischen Anwendungsbeispielen. Bei Programmieraufgaben im klassischen Informatikunterricht haben Schülerinnen und Schüler – mangels individueller Rückkopplung – kaum Gelegenheit ihre eigene Leistung einzuschätzen. Die in [JTA15] beschriebene, im Regierungsbezirk Münster durchgeführte Studie zeigt tatsächlich, dass u.a. das Desinteresse an Computern und interessantere Alternativen im Wahlpflichtbereich dazu führen, dass in der Sekundarstufe I Informatik nicht ausgewählt wird.

Eine Möglichkeit den Informatikunterricht attraktiver und motivierender zu gestalten ist der Einsatz von Robotern als Lernobjekt im Unterricht, wie u.a. in [SG09], [ÇDY17] und [Ch15] beobachtet werden konnte. Auch im persönlichen Gespräch mit Schülerinnen und Schülern, die bereits heute mit Robotern beschult werden, zeigte sich eine gesteigerte Motivation den Inhalten und der Programmierung gegenüber. Daher soll der Einsatz von Robotern im Unterricht unter Einhaltung der bestehenden Curricula geprüft werden.

In der vorliegenden Arbeit vergleichen wir zunächst die Lehrpläne aller deutschen Bundesländer. In einem zweiten Schritt geben wir einen Überblick über die verschiedenen Lehr- und Lernroboter. Weiterhin betrachten wir die zur Verfügung stehenden Lehrmittel und Schulungen für Lehrerinnen und Lehrer. In der anschließenden Auswertung wird analysiert, wie gut sich die zuvor generalisierten Anforderungen der Curricula durch die unterschiedlichen vorgestellten Roboter abbilden lassen und somit, ob diese ein geeignetes Lehr- und Lernmittel für den Informatikunterricht in Deutschland darstellen.

## 2 Stand der Wissenschaft

[SS15], [Be17b] und [De17] untersuchen aktuelle Bildungseinrichtungen in Hinblick auf das Thema digitale Bildung. Dabei kommen sie alle zu dem Ergebnis, dass momentane Bildungsmöglichkeiten zu gering sind. Sie werden sogar als „lückenhaft“ und „uneinheitlich“ [SS15, S.30] bezeichnet. Bemängelt wird, dass es an zeitgemäßer technischer Ausstattung fehlt [De17, S.7] und dass die Grundlage für eine gute Bildung im technischen Bereich abhängig von der Wahl der Schule und den Interessen der Schüler und Schülerinnen ist, so [SS15, S.30] nach einer Untersuchung der Umsetzung von Kompetenzen im Lehrplan und Unterricht. Ein Blick in die Zukunft verspricht hier keine Verbesserungen. So entscheiden sich nicht ausreichend Schüler oder Schülerinnen für einen Beruf oder ein Studium im MINT-Bereich [De17, S.7]. Der Leistungskurs Informatik ist deutschlandweit unterrepräsentiert [De17] und es mangelt stark an Lehrer-Nachwuchs in diesem Themengebiet [De17, S.7]. Daher ist es von besonderer Wichtigkeit vorhandenes Lehrpersonal durch Schulungen

zusätzliche Kompetenzen anzueignen. Dieses Thema nimmt sich [Be17b] an und zieht hier das Fazit, dass die Weiterbildungsmöglichkeiten sehr gering sind und nur von motivierten Lehrern wahrgenommen würden. Einen Ausweg sieht [De17] hier in digitalen Technologien, welche als „große Chance zur Verbesserung der Lehr- und Lernwelten an Schulen und Hochschulen“ [De17, S.4] angesehen werden. Diesen Ansatz verfolgt auch [Dü17]. Hierin wird geprüft, inwiefern sich verschiedene Roboter für den Einsatz im Unterricht eignen. Dazu werden verschiedene Modelle miteinander verglichen. Kriterien für die Eignung seien hierbei ein geringer Preis, ein geringer Platzbedarf sowie die Programmierbarkeit. Den Autoren dieser Arbeit sind diese Kriterien jedoch nicht ausreichend. Es sollte auch geprüft werden, inwiefern sich Roboter und die Robotik im Allgemeinen dazu eignen in den Lehrplan der Informatik integriert zu werden und diesen bestmöglich umzusetzen.

### 3 Lehrpläne

Die Lehrpläne für das Fach Informatik unterscheiden sich in Deutschland zwischen den Bundesländern stark, wobei einige große Themenblöcke jedoch auch über Ländergrenzen hinweg wiederzufinden sind. Informatik wird zumeist in der Mittel- und Oberstufe unterrichtet. Wir wollen uns in dieser Arbeit jedoch vor allem auf die gymnasiale Oberstufe beschränken. Hier sehen die Lehrpläne vor allem folgende Themenschwerpunkte für den Informatikunterricht vor:

**Rechnernetze und Kommunikation** Innerhalb dieses Themenblocks divergieren die Bundesländer stark. Er enthält bundesweit Themen wie *Internetprotokoll* [He16], Schichtenmodell und Client-Server-Lösung [Se09] oder auch *die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine* [Sä11]. Oft werden die Themen Rechnernetze und Kommunikation als Bestandteil des Themenbereichs *Informatiksysteme* behandelt. [Mi14] Hiermit sind oftmals der Aufbau eines Rechners und die von-Neumann-Architektur verbunden. [La06]

**Algorithmen und Datenstrukturen** Algorithmen sollen meist am Beispiel von Sortier- und Such-Algorithmen und deren Effizienzbetrachtung gelehrt werden. Des Weiteren sollen die Schüler sich mit einfachen Datentypen und Datenstrukturen auseinandersetzen. [Sa06] [Rh11] Allgemeiner ist in vielen Lehrplänen der Entwurf, die Analyse und die Implementierung von Algorithmen, teilweise Rekursion, vorgesehen [He16]. Für den Leistungskurs findet man in einigen Lehrplänen auch Themen wie Backtracking, *Divide & Conquer* und Vererbung. [Mi02]

**Daten und Datenbanken** Die Schüler sollen lernen Daten zu modellieren und zugehörige Operationen auf die Daten anzuwenden. Primär geht es bundesweit darum Informationen unterschiedlichster Form zu strukturieren und zu speichern. [Th12] [Mi11]

**Sprachen und Automaten** Oftmals sollen die Begriffe Syntax und Semantik [Se10] sowie der Unterschied zwischen formalen und natürlichen Sprachen erklärt werden [Fr09]. Des Weiteren werden in einigen Lehrplänen Grammatiken regulärer und kontextfreier

Sprachen [Mi14] oder auch die Chomsky-Hierarchie, für den Leistungskurs, aufgeführt. Im Grundkurs werden meistens endliche Automaten thematisiert, während die Lehrpläne für den Leistungskurs zusätzlich Nicht-Determinismus vorsehen. [He16]

**Softwaretechnik** Ein größeres Projekt über einen längeren Zeitraum ist ebenfalls häufig vorgesehen. Dadurch sollen Kompetenzen der Softwareentwicklung, wie das Dokumentieren und Testen, vermittelt werden. [Th12] [He16]

**Information, Mensch und Gesellschaft** Hier werden in den verschiedenen Bundesländern sehr unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Oftmals sollen die Schüler Themen wie Datenschutz und Datensicherheit vermittelt bekommen. [Mi17] Teilweise werden auch die Auswirkungen digitaler Medien oder der Automatisierung auf die Gesellschaft thematisiert. [Mi14]

## 4 Roboter

Folgend werden einige Roboterkonzepte vorgestellt, die für den Einsatz im Unterricht geeignet sein könnten. Darunter befinden sich kommerzielle sowie prototypische Projekte, wobei bei der Auswahl der Roboter eine hohe Diversität im Vordergrund stand.

Der **NIBObee** wird in den Programmiersprachen Java, Arduino, Assembler, C oder C++ programmiert. Er ist mit zwei Fühlern sowie drei Boden-/Liniensensoren ausgestattet. Angetrieben wird er durch zwei Motoren. Die Odometriemessung erfolgt mittels zweier Lichtschranken. [ni]

Für einen erweiterten Funktionsumfang ist es möglich folgende Module zu ergänzen: das *Blue-Modul* (eine ansteckbare Bluetooth-Einheit, zur Fernsteuerung über Android), ein schnellerer Mikrocontroller, ein Grafikdisplay, LEDs oder sogar einen Raspberry Pi. [ni]

Das **Hummingbird Kit** ist ein Roboterbausatz, bei dem die Roboter aus unterschiedlichen Komponenten zusammengestellt werden können. Das Gehäuse kann aus Pappe gestaltet werden. Außerdem stehen verschiedene Sensoren und Aktuatoren zur Verfügung. Dazu zählen Servomotoren, Getriebemotoren, Vibrationsmotoren, verschiedene LEDs sowie Sensorik für die Messung und Erkennung von Licht, Temperatur, Distanz und Lautstärke. [Kia] Es kann sowohl in den visuellen Sprachen *VisualProgrammer*, *Snap!*, *Scratch*, *BirdBlox* oder *Ardublock*, als auch in den Hochsprachen (*Python Java*) programmiert werden. [Kib]

Der **Arduino 2WD** ist ein einfach gehaltener Roboterbausatz. Er basiert auf einem *Arduino Uno Board*-Mikrocontroller. Zum Bausatz gehören zwei Antriebsräder, zwei Motoren und eine Gehäuseplatte. Arduino kann durch viele Komponenten erweitert werden. Der Roboter wird in der Programmiersprachenerweiterung Arduino für C oder C++ programmiert [Arc]. [di].

Bei dem **IOIO SHR** [Pe12] handelt es sich um ein privates Projekt, das nur als Bausatz verfügbar ist. Der Roboter selbst wird von einem Android-Smartphone gesteuert. Demzufolge

erfolgt die Programmierung über eine Android App in Java. Der Roboter wird durch Servomotoren angetrieben, und mithilfe von diversen Sensoren, wie Taster, Liniensensoren und Compound Eye Sensor kann die Umwelt wahrgenommen werden.

Der **Low Cost Robot für das Erlernen der Java Programmierung** ist ein theoretischer Entwurf eines Roboters, über den momentan keine Informationen einer Kommerzialisierung oder Baupläne vorliegen. Der Antrieb und der Lenkmechanismus sind durch Antriebsservos realisiert. Der Roboter ist mit Ultraschallsensoren ausgestattet. Zur Kommunikation verfügt er über Nahfeld-Infrarotsensoren, ein Kontakband und ein Funkmodul. [SG09] Des Weiteren besitzt der Roboter einen Infrarotempfänger, um Signale von Sendern am Spielfeldrand zu empfangen und dadurch eine Positionsbestimmung zu ermöglichen. Die Programmierung des Roboters erfolgt in Java, zusätzlich stehen vorgefertigte Codeblöcke zur Verfügung.

Der **Lego Mindstorms EV3** besteht im Wesentlichen aus standardisierten Komponenten. Die modulare Bauweise erlaubt es verschiedene Robotermodelle zu realisieren [LEb]. Das Einstiegspaket enthält zusätzlich einen Mikrocontroller, einen Farbsensor, einen Berührungssensor, einen Infrarotsensor zur Abstandsmessung sowie Motoren [LEa]. Weitere Sensoren, wie u.a. ein Gyrosensor, ein Temperatursensor, ein Winkel- und Rotationssensor oder ein Barometersensor (z.T. von Drittherstellern) sind separat erhältlich [Geb]. Die Programmierung der Roboter kann über eine von Lego selbst entwickelte graphische Programmiersprache oder in Hochsprachen (Java) erfolgen [LEf].

## 5 Lehrerweiterbildung

Für einen sinnvollen Einsatz von Robotern im Unterricht müssen Lehrkräfte einen gewissen Wissensstand mitbringen. Im Folgenden sollen Weiterbildungsmöglichkeiten auf ihrer Eignung analysiert werden.

**Roberta** Die Roberta Initiative hat sich zum Ziel gesetzt Lehrkräfte bei der Vermittlung von MINT-Fächern zu unterstützen. [IA] Besonders bezüglich des Themas Roboter im Unterricht bietet diese Plattform einen Anlaufpunkt. Es werden sehr viele Materialien [Inb] für Lehrkräfte zur Verfügung gestellt, mit denen Unterrichtsstunden gestaltet oder erweitert werden können. [Ina] Roberta bietet zudem Trainingseinheiten für Lehrkräfte bei zertifizierten Roberta Trainern an. Für die Programmierung wird dabei die eigens entwickelte, cloudbasierte Entwicklungsumgebung *Open Roberta Lab* verwendet. Darüberhinaus wird auch Lehrmaterial anderer Initiativen und Verlage bereitgestellt [Inb], mit welchem es unter anderem möglich ist die Roboter in Hochsprachen zu programmieren [IA15].

**Mindstorms** Lego stellt ein *Education center* [LEc] bereit, in dem Materialien für Kindergärten, Grundschulen oder weiterführende Schulen angeboten werden. Weiterhin werden Workshops für Einsteiger angeboten [LEe], in welchen Lernkonzepte und der Umgang mit den Robotern vermittelt werden. Zudem ist eine E-learning Plattform [LEd] verfügbar, welche eine Vielzahl an Lernvideos für Lehrkräfte bereitstellt.

**Hummingbird** Das in Abschnitt 4 erwähnte Roboterprojekt von Hummingbird ist stark auf den Einsatz im Unterricht fokussiert. Mithilfe von zertifizierten Trainern können Lehrkräfte geschult und weitergebildet werden. [Hua] Zudem gibt der Hersteller eine Empfehlung heraus, in welchen Schulformen das Produkt im Unterricht eingesetzt werden kann und welche Programmiersprache empfohlen wird. [Hub] Dabei kann der Roboter sowohl in visuellen- als auch in Hochsprachen (Python, Java) programmiert werden. Der Hersteller bietet zusätzlich Online-Kurse [Hud] und Tutorials [Huc] an.

**Arduino** Die Produkte des Herstellers Arduino werden in einer Vielzahl von Robotern und anderen Projekten verwendet. [Ard] Das Unternehmen Arduino stellt ein Portal mit Material für den Unterricht und für Weiterbildungen bereit. [Arb] Die Hauptkomponente dieses Lehrportals ist ein ausführlicher Onlinekurs, das sogenannte „Classroom 101“ [Ara] Programm. Es ist speziell auf den Einsatz in Schulklassen zugeschnitten.

## 6 Auswertung

Im Informatik-Unterricht der Oberstufe sind Roboter vor allem in den Themengebieten *Algorithmen und Datenstrukturen* und *Softwaretechnik* sinnvoll einzusetzen, da die Schüler je nach Können und Sensorik der Roboter Algorithmen entwerfen und implementieren können. Zum Beispiel wäre es hier möglich über verschiedene Ansätze der Breiten- oder Tiefensuche den Roboter unter Einsatz der Ultraschallsensoren den Weg durch ein Labyrinth finden zu lassen. Auch ließe sich die Thematik *Rechnernetze und Kommunikation* mit Hilfe von Robotern interaktiv umsetzen, wenn die Roboter mit Sensorik für die Kommunikation untereinander ausgerüstet sind.

In Tabelle 1 sind die in Kapitel 4.2 vorgestellten Roboter nach der Eignung für den Einsatz des jeweiligen Themas bewertet. Für den Themenbereich *Algorithmen und Datenstrukturen* schneidet ein Roboter in der Bewertung besser ab, wenn er möglichst viele verschiedene Sensoren besitzt, auf deren Grundlage Algorithmen entwickelt werden können. Für den Themenbereich *Softwaretechnik* wird ein Roboter aufgrund seiner Programmiersprachen bewertet. Außerdem spielt auch hier die Anzahl der Sensorik und die damit verbundene Komplexität der zu lösenden Aufgaben eine Rolle. Für die Thematik *Rechnernetze und Kommunikation* ist die Betrachtung und Bewertung der Sensorausstattung für die Kommunikation vorrangig. Neben den aus den Lehrplänen entnommenen Themengebieten, soll der Roboter auch aufgrund der Weiterbildungsmöglichkeiten für Lehrer bewertet werden, da nicht jeder Informatiklehrer umfangreiche Kenntnisse in der Robotik besitzt.

Nach diesen Bewertungsparametern geht der Lego Mindstorm EV3 als Sieger hervor. Durch seine große Anzahl an Sensoren inklusive derer für die Kommunikation und durch die hervorragenden Weiterbildungsmöglichkeiten für Lehrer hat er seinen Mitstreitern im Umfang Einiges voraus. Ähnlich sieht es mit dem Hummingbird Kit aus, welches sich durch ein umfangreiches Spektrum an Individualisierungsmöglichkeiten auszeichnet. Im Vergleich dazu verfügt der NIBObee über drei Sensoren. Obwohl er scheinbar keine Kommunikationsmöglichkeiten implementiert, kann der NIBObee an Schulen eingesetzt

	Algorithmen und Datenstrukturen	Softwaretechnik
NIBObee	Tastsensoren, Odometriesensoren und Liniensensor	Objektorientierte und leistungsfähige Programmiersprachen
Hummingbird Kit	Lichtsensor, Temperatursensor, Abstandssensor, Geräuschsensor und Drehgeber	Große Anzahl an unterschiedlichen Programmiersprachen
Arduino 2WD	Ultraschallsensoren und Raddrehzahlsensoren	Angelehnt an C++
IOIO SHR	Tastsensoren, Liniensensor, Compo- und Eye Sensor und Fototransistoren	Java
Java Low Cost Robot	Ultraschallsensoren, Nahfeld-Infrarotsensor & Kontaktband	Java
Lego Mindstorm EV3	Farbsensor, Infrarotsensor, Gyrosensor, Temperatursensor, Winkelsensor, Rotationssensor und Barometersensor	Visuelle Programmiersprache und Java

Tab. 1: Vergleich der Roboter

	Kommunikation und Rechnernetze	Weiterbildungsmöglichkeiten für Lehrer
NIBObee	keine	Tutorial vorhanden, kein Lehrermaterial
Hummingbird Kit	keine	Fortbildungen und Lehrmaterial
Arduino 2WD	Gute Erweiterbarkeit wegen der offenen Arduino Plattform, Kommunikation unter mehreren Robotern	Große Plattform für Lehrer von Arduino (Kurse + Materialien)
IOIO SHR	Sensoren des Smartphones	Wenig Tutorials, kein Lehrermaterial
Java Low Cost Robot	IR Empfänger und Funkmodul zur Kommunikation unter mehreren Robotern	Wenig Materialien, eine Beispiel Aufgabe vorhanden
Lego Mindstorm EV3	IR-Sensor dient auch dem Empfang von IR-Signalen; Funkmodul separat erhältlich [Gea]	Roberta

Tab. 2: Vergleich der Roboter 2

werden, bspw. wenn Schüler objektorientiert programmieren lernen sollen. Dem gegenüber steht der Arduino 2WD, der ebenfalls genug Sensorik bietet, um Schüler in der Mittelstufe in die Welt der Informatik einzuführen. Dies konnten die Autoren in einer Klasse der Junior-Ingenieur-Akademie im April 2018 beobachten. Als Aufgabe ist den Schülern in diesem Kurs gestellt den Roboter so zu programmieren, dass dieser autonom durch ein Labyrinth fährt. Einen ähnlichen spielerischen Ansatz wählt auch der Java-Roboter. Hiermit ist die Implementierung eines Fangspiels möglich, welches die Kommunikation unter den Robotern voraussetzt. Dies mit einer objektorientierten Programmiersprache wie Java erfüllt den Informatiklehrplan in einigen Themenschwerpunkten. Bei dem Roboter handelt es sich jedoch momentan lediglich um ein Konzept, welches noch nicht praktisch realisiert wurde. Der Roboter IOIO SHR ist durch die Programmierung und Steuerung über das Smartphone eine sehr interessante Idee. Durch die Programmierung als Android App mit Java wird die Robotik mit der Themenwelt der Smartphones vernetzt, mit welcher die Schüler zumeist bestens vertraut sind. Dies könnte das Interesse und die Motivation im Informatikunterricht weiter steigern. Die unausgereiften Lehrmaterialien erschweren jedoch die Verwendung im Unterricht. Des Weiteren setzt dieser Roboter voraus, dass jeder Schüler ein Android Smartphone besitzt und auch bereit ist, dieses im Unterricht einzusetzen, wobei eine mögliche Zerstörung des Smartphones nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Betrachtung der verschiedenen Roboter zeigt insgesamt, dass Roboter sinnvoll im Informatikunterricht einsetzbar sind. Egal, ob der Lehrplan oder der Lehrer selbst den Schwerpunkt auf eine bestimmte Programmiersprache setzt oder ein bestimmtes Thema im Bereich der Algorithmen und der Softwaretechnik besonders ausführlich behandeln will, bietet der Einsatz von Robotern einen perfekten praktischen Ansatz. Des Weiteren bieten die oftmals umfangreichen Weiterbildungsmöglichkeiten für Lehrer beste Umstände, um den Informatikunterricht zu revolutionieren, ohne dass die Bundesländer die Lehrpläne anpassen müssten oder die Ausbildung der Informatiklehrer selbst angepasst werden muss.

## **7 Fazit und Ausblick**

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass durchaus mehrere Robotermodelle existieren, die sich mit entsprechender Vorbereitung des Lehrpersonals nahtlos in den Schulunterricht integrieren lassen, ohne dass eine Anpassung der Curricula erforderlich ist.

Roboter als Lehr- und Lernobjekt eignen sich daher aus fachlicher Sicht gut als Teilmaßnahme, um dem Informatikunterricht in Deutschland aus der Krise zu helfen, da sie den Unterricht für die Schüler attraktiver und anwendungsorientierter machen, was in der Folge zu einer höheren Belegungsrate des Faches führen sollte. Aktuell gibt es jedoch nur wenig belastbare Forschung, welche die pädagogische Seite dieses Ansatzes näher betrachtet: Werden unter dem Einsatz von Robotern im Unterricht gleich gute oder gar bessere Lernergebnisse erzielt als im klassischen Informatikunterricht oder müssen ggf. besondere Anpassungen am Lehrkonzept vorgenommen werden, um einen solchen Unterricht praktikabel zu machen? Wie müssten diese aussehen? Auf diesem Gebiet wird dringend Grundlagenforschung benötigt.



## Literatur

- [17a] Hochschul-Bildungs-Report 2020 - HÖHERE CHANCEN DURCH HÖHERE BILDUNG?, Jahresbericht 2017/18 – Halbzeitbilanz 2010 bis 2015, 30. Juni 2017.
- [17b] Fachkräfteengpassanalyse, Bundesagentur für Arbeit Statistik/Arbeitsmarktberichterstattung, Dezember 2017.
- [17c] Das Schulwesen in Nordrhein-Westfalen aus quantitativer Sicht, Version 1, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 21. März 2017.
- [17d] Zahl der Studierenden steigt im Wintersemester 2017/2018 erneut an, [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/11/PD17\\_427\\_213.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/11/PD17_427_213.html), Statistisches Bundesamt, 28. Nov. 2017, Stand: 29.04.2018.
- [17e] Schule digital - Der Länderindikator 2017, Digitale Medien in den MINT-Fächer, Deutsche Telekom Stiftung, Nov. 2017.
- [Ara] Arduino: Classroom 101, <https://store.arduino.cc/arduino-ctc-101-program>, Stand: 27.04.2018.
- [Arb] Arduino: Education, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Plagiat&oldid=43117308>, Stand: 27.04.2018.
- [Arc] Arduino: Frequently Asked Questions, <https://www.arduino.cc/en/Main/FAQ>, Stand: 25.04.2018.
- [Ard] Arduino: Project Hub, <https://create.arduino.cc/projecthub>, Stand: 27.04.2018.
- [Be17a] Berg, A.: Der Arbeitsmarkt für IT - Fachkräfte, Berlin, 7. Nov. 2017.
- [Be17b] Bergner, N.: Digitale Bildung in der Schule – die Lehrkräfte sind der Schlüssel. Material- und Fortbildungsangebote zum Thema digitales Lernen, <http://www.medienpaed.com/article/view/474>, 2017.
- [ÇDY17] Çankaya, S.; Durak, G.; Yünkül, E.: Education on Programming with Robots: Examining Students' Experiences and Views. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry/, Oktober 2017.
- [Ch15] Chetty, J.: The notion of Lego© Mindstorms as a powerful pedagogical tool: Scaffolding learners through computational thinking and computer programming./, 2015.
- [De17] acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften KörberStiftung, D. g.: MINT Nachwuchsbarometer 2017, [https://www.koerber-stiftung.de/fileadmin/user\\_upload/koerber-stiftung/redaktion/mint\\_nachwuchsbarometer/pdf/2017/MINT-Nachwuchsbarometer-Langfassung.pdf](https://www.koerber-stiftung.de/fileadmin/user_upload/koerber-stiftung/redaktion/mint_nachwuchsbarometer/pdf/2017/MINT-Nachwuchsbarometer-Langfassung.pdf), 2017.

- [di] diyelectronics: Build guide to basic Arduino 2WD robot car, <https://www.diyelectronics.co.za/wiki/robotcarkit/>, Stand: 25.04.2018.
- [Dü17] Dübener, S. U.; Morgner, A. A.; Haupt, H. F.; Volk, M. H.; Fischer, C. C.; Langner, S. K.; Jacker, A.: Gegenüberstellung von kostengünstigen Robotern als Lernobjekte für Schulen. In (Eibl, M.; Gaedke, M., Hrsg.): INFORMATIK 2017. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 2461–2472, 2017.
- [Fr09] Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Schule und Berufsbildung: Bildungsplan gymnasiale Oberstufe - Informatik, 2009.
- [Gea] Generationrobots: Drahtloses Kommunikationsmodul NXTBee Pro, <https://www.generationrobots.com/de/181-lego-mindstorms-sensorenDrahtlosesKommunikationsmodulNXTBeePro>, Stand: 28.04.2018.
- [Geb] Generationrobots: Lego Mindstorms Sensoren, <https://www.generationrobots.com/de/181-lego-mindstorms-sensoren>, Stand: 28.04.2018.
- [He16] Hessisches Kultusministerium: Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe - Informatik, 2016.
- [Hua] Humminbird: Professional Development Opportunities, <http://www.hummingbirdkit.com/teaching/training>, Stand: 26.04.2018.
- [Hub] Humminbird: Recommended Software, <http://www.hummingbirdkit.com/learning/software>, Stand: 26.04.2018.
- [Huc] Humminbird: Tutorials, <http://www.hummingbirdkit.com/learning/tutorials>, Stand: 26.04.2018.
- [Hud] Humminbird: Virtual Training Workshop, <http://www.hummingbirdkit.com/teaching/training/virtual-workshop>, Stand: 26.04.2018.
- [IA] IAIS, F.: MINT-Förderung und Bildung, <https://www.iais.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/intelligente-medien-und-lernsysteme/uebersicht/mint-foerderung-und-bildung.html>, Stand: 26.04.2018.
- [IA15] IAIS, F.: EV3-Programmieren mit Java, [https://www.roberta-home.de/fileadmin/user\\_upload/Roberta-EV3programmierenJava\\_small.pdf](https://www.roberta-home.de/fileadmin/user_upload/Roberta-EV3programmierenJava_small.pdf), 2015.
- [Ina] Initiative, R.: Lerneinheiten und Experimente, <https://www.roberta-home.de/lehrkraefte/lerneinheitenexperimente/>, Stand: 26.04.2018.
- [Inb] Initiative, R.: Roberta Materialien, <https://www.roberta-home.de/lehrkraefte/roberta-materialien/>, Stand: 26.04.2018.
- [JTA15] Janzen, I.; Thomas, M.; Angélica, Y.: Wahlverhalten zum Schulfach Informatik in der SI - eine Studie im Regierungsbezirk Münster, 2015.
- [Kia] Kit, H. R.: Hummingbird Duo Datasheet, <https://www.hummingbirdkit.com/learning/duo-datasheet>, Stand: 25.04.2018.

- [Kib] Kit, H. R.: Software, <https://www.hummingbirdkit.com/learning/software>, Stand: 25.04.2018.
- [La06] Land Brandenburg: Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe - Informatik, 2006.
- [LEa] LEGO: 31313 MINDSTORMS EV3, <https://www.lego.com/de-de/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313>, Stand: 28.04.2018.
- [LEb] LEGO: Baue einen Roboter, <https://www.lego.com/de-de/mindstorms/build-a-robot>, Stand: 28.04.2018.
- [LEc] LEGO: LEGO Education, <https://education.lego.com/de-de>, Stand: 26.04.2018.
- [LEd] LEGO: LEGO Education Academy, <https://elearning.legoeducation.com/>, Stand: 26.04.2018.
- [LEe] LEGO: Lehrer-Fortbildungen und Kennenlern-Workshops, <https://education.lego.com/de-de/lehrerfortbildungen>, Stand: 26.04.2018.
- [LEf] LEGO: LERNE PROGRAMMIEREN – DAS GEHT GANZ LEICHT, <https://www.lego.com/de-de/mindstorms/learn-to-program>, Stand: 28.04.2018.
- [Mi02] Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein: Lehrplan für Sekundarstufe II - Informatik, 2002.
- [Mi11] Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg: Vorläufiger Rahmenlehrplan für den Unterricht in der gymnasialen Oberstufe im Land Brandenburg - Informatik, 2011.
- [Mi14] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen - Informatik, 2014.
- [Mi17] Ministerium für Bildung Sachsen Anhalt: Fachlehrplan Gymnasium - Informatik, 2017.
- [ni] nibo-roboter: NIBObee, <http://www.nibo-roboter.de/wiki/NIBObee>, Stand: 25.04.2018.
- [Pe12] Peter: IOIO-SHR – Java programmierbarer Roboter, <https://www.robotfreak.de/blog/ioio-shr-java-programmierbarer-roboter/>, 2. Jan. 2012, Stand: 25.04.2018.
- [Rh11] Rheinland-Pfalz Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur: Lehrplan Informatik - Mainzer Studienstufe, 2011.
- [Sa06] Saarland Ministerium für Bildung, Kultur und Wissenschaft: Achtjähriges Gymnasium - Informatik, 2006.
- [Sä11] Sächsisches Staatsministerium für Kultus und Sport: Lehrplan Gymnasium - Informatik, 2011.

- [Se09] Senatorin für Bildung und Wissenschaft: Informatik Bildungsplan für die Gymnasiale Oberstufe, 2009.
- [Se10] Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe - Informatik, 2010.
- [SG09] Samuelsen, D. A. H.; Graven, O. H.: Low Cost Robots as Target System for Students Training Using Java. International Journal of Online Engineering/, 2009.
- [SS15] Schauer, C.; Schauer, H.: Schulische IT- und Medienbildung: Ergebnisse einer empirischen Studie an einem rheinland-pfälzischen Gymnasium, ger, <http://hdl.handle.net/10419/116780>, ICB-Research Report, Essen, 2015.
- [Th12] Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur: Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife - Informatik, 2012.