



## DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Der Einsatz von Lernrobotern an  
österreichischen allgemeinbildenden Schulen der  
Sekundarstufe – Status quo und Potenziale“

verfasst von / submitted by

Thomas Lindinger

angestrebter akademischer Grad /

in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magister rerum naturalium (Mag. rer. nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt / de- UA 190 884 456  
gree programme code as it appears on  
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt / degree Lehramtsstudium: UF Informatik und  
programme as it appears on the student Informatikmanagement, UF Geographie  
record sheet: und Wirtschaftskunde

Betreut von / Supervisor: Univ.-Prof. DI Dr. Renate Motschnig



# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>                                                                     | <b>III</b> |
| <b>Vorwort</b>                                                                                | <b>VII</b> |
| <b>1. Einleitung</b>                                                                          | <b>1</b>   |
| <b>2. Begriffsbestimmungen</b>                                                                | <b>5</b>   |
| 2.1. Was sind <i>Lernroboter</i> ? . . . . .                                                  | 5          |
| 2.2. Was sind <i>österreichische, allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe</i> ? . . . . . | 8          |
| <b>3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum</b>                                  | <b>11</b>  |
| 3.1. Funktionen der Schule . . . . .                                                          | 11         |
| 3.2. Aufgaben der Schule in Österreich . . . . .                                              | 12         |
| 3.3. Überfachliche Kompetenzziele . . . . .                                                   | 14         |
| 3.4. Neue Mittelschulen . . . . .                                                             | 15         |
| 3.4.1. Allgemeines Bildungsziel . . . . .                                                     | 16         |
| 3.4.2. Allgemeine Didaktische Grundsätze . . . . .                                            | 17         |
| 3.4.3. Schul- und Unterrichtsplanung . . . . .                                                | 18         |
| 3.4.4. Stundentafeln . . . . .                                                                | 19         |
| 3.4.5. Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände . . . . .                               | 19         |
| 3.4.5.1. Digitale Grundbildung . . . . .                                                      | 20         |
| 3.4.5.2. Einführung in die Informatik . . . . .                                               | 23         |
| 3.4.5.3. Technisches und textiles Werken . . . . .                                            | 24         |
| 3.5. Polytechnische Schulen . . . . .                                                         | 26         |
| 3.6. Allgemeinbildende Höhere Schulen . . . . .                                               | 28         |
| 3.6.1. Allgemeines Bildungsziel . . . . .                                                     | 29         |
| 3.6.2. Allgemeine Didaktische Grundsätze . . . . .                                            | 29         |
| 3.6.3. Schul- und Unterrichtsplanung . . . . .                                                | 30         |
| 3.6.4. Stundentafeln . . . . .                                                                | 30         |
| 3.6.4.1. Unterstufe . . . . .                                                                 | 30         |
| 3.6.4.2. Oberstufe . . . . .                                                                  | 31         |
| 3.6.5. Lehrpläne für die einzelnen Unterrichtsgegenstände . . . . .                           | 31         |
| 3.6.5.1. Informatik 5. Klasse (1. und 2. Semester) . . . . .                                  | 32         |

|           |                                                           |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 3.6.5.2.  | Informatik 6.–8. Klasse (3.–8. Semester) . . . .          | 35         |
| 3.6.5.3.  | Technisches Werken Unterstufe . . . . .                   | 37         |
| 3.7.      | Allgemeine Sonderschulen . . . . .                        | 38         |
| <b>4.</b> | <b>Unterrichtsgestaltung</b>                              | <b>41</b>  |
| 4.1.      | Didaktische Unterrichtsprinzipien . . . . .               | 41         |
| 4.1.1.    | Motivierung . . . . .                                     | 42         |
| 4.1.2.    | Veranschaulichung . . . . .                               | 44         |
| 4.1.3.    | Aktivierung (Selbsttätigkeit) . . . . .                   | 46         |
| 4.1.4.    | Differenzierung (Individualisierung) . . . . .            | 47         |
| 4.1.5.    | Erfolgsbestätigung . . . . .                              | 48         |
| 4.1.6.    | Erfolgssicherung . . . . .                                | 48         |
| 4.1.7.    | SchülerInnenorientierung . . . . .                        | 50         |
| 4.1.8.    | Ganzheit . . . . .                                        | 51         |
| 4.1.9.    | Strukturierung . . . . .                                  | 51         |
| 4.2.      | Befunde der Lehr-Lern- und Unterrichtsforschung . . . . . | 52         |
| 4.2.1.    | Ziele . . . . .                                           | 54         |
| 4.2.2.    | Computerunterstützung . . . . .                           | 54         |
| 4.2.3.    | Meta-kognitive Strategien und Lerntagebuch . . . . .      | 55         |
| 4.2.4.    | Aufgabenbezogenes Lernen in Kleingruppen . . . . .        | 55         |
| 4.3.      | Praktische Umsetzung . . . . .                            | 55         |
| 4.3.1.    | Vorbereitung . . . . .                                    | 56         |
| 4.3.1.1.  | Planung der gesamten Sequenz . . . . .                    | 56         |
| 4.3.1.2.  | Erstellung der Unterrichtsmittel . . . . .                | 58         |
| 4.3.1.3.  | Planung der einzelnen Einheiten . . . . .                 | 66         |
| 4.3.2.    | Durchführung und Feedback der Schülerinnen und Schüler    | 68         |
| 4.3.3.    | Resümee . . . . .                                         | 70         |
| <b>5.</b> | <b>Gegenwärtige Situation in der Praxis</b>               | <b>73</b>  |
| 5.1.      | Methode . . . . .                                         | 74         |
| 5.2.      | Stichprobe . . . . .                                      | 76         |
| 5.3.      | Ergebnisse . . . . .                                      | 86         |
| 5.4.      | Interpretation der Resultate . . . . .                    | 111        |
| 5.4.1.    | Hypothese 1 . . . . .                                     | 111        |
| 5.4.2.    | Hypothese 2 . . . . .                                     | 112        |
| 5.4.3.    | Hypothese 3 . . . . .                                     | 113        |
| <b>6.</b> | <b>Zusammenfassung</b>                                    | <b>115</b> |
| <b>A.</b> | <b>Anhang – Abstracts</b>                                 | <b>117</b> |
| A.1.      | Abstract (deutsch) . . . . .                              | 117        |

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| A.2. Abstract (English) . . . . .                           | 117          |
| <b>B. Anhang – Interview mit SQM Dr. Corazza</b>            | <b>119</b>   |
| <b>C. Anhang – Web Scraping</b>                             | <b>131</b>   |
| <b>D. Anhang – Fragebogen</b>                               | <b>135</b>   |
| <b>E. Anhang – Wiederholungsfragen im Robotikunterricht</b> | <b>143</b>   |
| <b>Verwendete Literatur</b>                                 | <b>IX</b>    |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                                | <b>XXVII</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                                  | <b>XXIX</b>  |



# Vorwort

Bei der Erstellung dieser Arbeit wurde überwiegend Software unter freien Lizenzen eingesetzt. Auch wenn ihre Weiterentwicklung natürlich teilweise von berechtigten, ökonomischen Interessen getrieben ist, möchte ich mich hiermit doch bei den vielen Developerinnen und Developern weltweit bedanken, die ihre Leistungen aus altruistischen Motiven der Community zur Verfügung stellen. Ohne ihre Beiträge beispielsweise zu *Firefox*, *VirtualBox*, *Ubuntu*, *R* samt zahlreichen Erweiterungspaketen, *RStudio*, *QGIS*, *LaTeX* samt zahlreichen Erweiterungspaketen, *LibreOffice* oder *VLC media player* und diejenigen der vielen aktiven Teilnehmerinnen und Teilnehmer der entsprechenden Internetforen wäre diese Graduierungsarbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Univ.-Prof. MOTSCHNIG an der Fakultät für Informatik der Universität Wien, die sich dazu bereit erklärt hat, die Betreuung dieser Arbeit zu übernehmen und somit mit Rat und gegebenenfalls mit Tat zur Verfügung zu stehen.

Ganz besonderen Dank gebührt schließlich meiner Lebensgefährtin *Sylvia*, die in zahllosen Gesprächen in den Schaffungsprozess dieses Werkes nolens volens involviert wurde und mir bis zur Fertigstellung hilfsbereit, verständnisvoll und zeitweise entbehrungsreich zur Seite stand.

Wien, im August 2019

*Thomas Lindinger*



# 1. Einleitung

Vorbei sind die Zeiten, in denen für einen Personal Computer ein ganzes Monatsgehalt auf den Tisch gelegt werden musste! Während heute hierzulande ein Durchschnitts-PC für deutlich unter 1000 € zu haben ist, schlug eine vergleichbare Anschaffung vor 25 Jahren durchaus doppelt so schwer zu Buche – von den atemberaubenden technischen Leistungssteigerungen der Geräte ganz zu schweigen. Auch einzelne Komponenten wie Prozessoren, RAM etc. erlebten in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten einen drastischen Preisverfall bei gleichzeitiger Vervielfachung der Leistung. So wechseln aktuelle Einplatinencomputer wie der *BBC micro:bit* oder der *Raspberry Pi* bereits für einen niedrigen zweistelligen Eurobetrag ihre Besitzerinnen und Besitzer. In zunehmendem Maße ermöglicht diese Entwicklung Schulen, trotz straffen budgetären Restriktionen in Klassenstärke Hardware zu erwerben und sie den Lernenden und Lehrenden zur Verfügung zu stellen. Aber macht der Einsatz solcherart Ausrüstung überhaupt Sinn und – falls ja – wofür und wie kann das Equipment effektiv genutzt werden?

Der Siegeszug von PC, Internet, Smartphone & Co. der vergangenen wenigen Jahrzehnten lässt erahnen, zu welchen revolutionären Umwälzungen Entwicklungen in der Informationstechnologie führen können. Und angesichts der Fortschritte auf dem Gebiet des autonomen Fahrens oder der künstlichen Intelligenz in Verbindung mit der quasi-explodierenden Menge an weltweit generierten Daten scheint die Fahnenstange – auch in der Robotik – noch lange nicht erreicht. In einer Anfang 2019 durchgeführten Erhebung äußerten 42 % der befragten österreichischen Führungskräfte ihre Einschätzung, wonach moderne Robotertechnologien in Zukunft zu einem substanziellen Stellenabbau in ihren Unternehmen führen werde (BRANDT 2019a). Bereits 2017 kamen im verarbeitenden Gewerbe Österreichs auf 10 000 Beschäftigte 167 Industrieroboter, in Deutschland übrigens etwa doppelt und beim globalen Spitzenreiter Südkorea sogar rund viermal so viele (BRANDT 2019b). Auch die heute Heranwachsenden werden wohl später in ihrem Alltags- und Berufsleben massive Veränderungen computertechnologischer Art zu bewältigen haben, und es obliegt der Verantwortung der gegenwärtig Erwachsenen, sie in der Schule von heute adäquat darauf vorzubereiten.

Auch an den Wissenschaften ziehen diese Umbrüche nicht spurlos vorbei. So kommt seit den 80er-Jahren (GOOGLE INC. 2019) zusehends die Disziplin “educational robotics” als Schnittmenge von Mechatronik, Informatik, Fachdidaktik und Pädagogik auf. Während beispielsweise der Onlinekatalog der Bibliothek der

## 1. Einleitung

Universität Wien auf die Schlagwörter „educational robotics“ in „Peer-reviewed Journals“ für den Zeitraum 1999–2008 rund 2000 Treffer liefert, sind es für die Jahre 2009–2018 bereits mehr als 5000. Seit 2010 wird außerdem jährlich eine *International Conference on Robotics in Education* abgehalten, die in den Jahren 2011, 2016 und 2019 in Wien stattfand (PRACTICAL ROBOTIC INSTITUTE AUSTRIA & SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA 2019). Die seit 2012 jährlich stattfindenden *European Conferences on Educational Robotics* (PRACTICAL ROBOTICS INSTITUTE AUSTRIA 2019a) sprechen als Zielgruppe Studierende an. Auf wachsendes Interesse zum Thema Educational Robotics deuten auch zahlreiche Messen (z. B. PRACTICAL ROBOTICS INSTITUTE AUSTRIA 2019b) sowie Roboter-Wettkämpfe für Jugendliche (z. B. KISS INSTITUTE FOR PRACTICAL ROBOTICS 2019) hin. Auch MCGRATH et al. (2012, S. 142) spricht von “a tremendous growth in educational robotics programs in higher education, K-12, and informal education settings over the last several years [...]”.

Die vorliegende Arbeit zielt einerseits darauf ab, den gegenwärtigen pädagogischen Einsatz von Robotern an österreichischen allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe abzustecken, und andererseits, seine Möglichkeiten und Potenziale auszuloten. Der Fokus liegt dabei auf der praktischen Umsetz- und Anwendbarkeit der Erkenntnisse durch Lehrpersonen in ihrem Unterricht, wobei den für eine akademische Qualifizierungsschrift dieser Art notwendigen wissenschaftlichen Kriterien voll entsprochen werden soll. Auf die Situation an berufsbildenden Schulen wird hier ebenso wenig eingegangen wie auf jene der Primar- oder Tertiärstufe oder diejenige an ausländischen Bildungseinrichtungen. Zu unterschiedlich gestalten sich deren Voraussetzungen bzw. Rahmenbedingungen, als dass eine gemeinsame, hinreichend ausdifferenzierte Abhandlung mit den gegebenen Ressourcen unter Einhaltung der formalen Vorgaben möglich wäre. Viel mehr soll exemplarisch für die österreichischen allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe gezeigt werden, dass der Einsatz von Lernrobotern effektiv zu erwünschten Lernergebnissen der Jugendlichen führt und er folglich an diesen Schulformen forciert werden sollte.

Nachdem in Kapitel 2 die für diese Untersuchung zentralen Begriffe definiert worden sind, geht das Kapitel 3 ausführlich der Frage nach, inwieweit die schulrechtlichen Voraussetzungen den Einsatz von Lernrobotern im Unterricht überhaupt zulassen bzw. beschränken. Als Recherchequellen fungieren dabei primär Gesetzes- und Verordnungstexte. Da aus diesen die Situation der Allgemeinen Sonderschulen nicht klar genug abgeleitet werden konnte, wird dieser Teil zur Abklärung um ein Interview mit dem in Wien für diese Schulform zuständigen Schulqualitätsmanager ergänzt.

In Kapitel 4 wird Unterricht mit Lernrobotern konkret geplant und umgesetzt. Anhand einer dafür eigens erstellten Website lernen die Schülerinnen und Schüler im Verlaufe mehrerer Sequenzen, Roboter des Typs *Lego® Mindstorm®* selbst

zu programmieren. Als theoretisches Fundament und Bezugsrahmen werden diesem Abschnitt theoretische Überlegungen aus der Allgemeinen Didaktik und der Lehr-Lern-Forschung vorangestellt. Der Onlinekurs wurde schließlich an einer Polytechnischen Schule in Wien im Rahmen des Praxisunterrichts im Fachbereich *Informationstechnologie* eingesetzt. Die Erkenntnisse aus den Beobachtungen und Befragungen der Lernenden werden am Ende des Abschnitts resümiert.

Um allgemeingültigere Aussagen über die aktuelle Verwendung von Lernrobotern im Schulunterricht treffen zu können, wurde im Frühjahr 2019 eine Umfrage mittels Fragebögen unter Lehrpersonen durchgeführt. In Kapitel 5 werden deren Design und Ergebnisse analysiert.

Die Zusammenfassung in Kapitel 6 bietet einerseits einen kompakten Überblick über die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit und erörtert andererseits ihren potenziellen Nutzen.



## 2. Begriffsbestimmungen

### 2.1. Was sind *Lernroboter*?

Als Urheber des Begriffs *Roboter* gilt der tschechische Künstler Josef Čapek<sup>1</sup>. Auf die Frage seines jüngeren Bruders Karel, wie dieser denn die künstlich geschaffenen, rastlos arbeitenden, menschlich wirkenden Wesen in seinem neuen Drama<sup>2</sup> benennen solle, antwortete Josef treffend „Roboter“. Damit spielte er auf das tschechische Wort *robota* an, das einerseits *Schwerarbeit*, *Fronddienst*, *Sklaverei* bezeichnete, aber andererseits etymologisch auch mit der *Waise*, einem Kind ohne Eltern, im Zusammenhang stand. Rasch fand der Neologismus Eingang in zahlreiche Sprachen und stand vor dem Hintergrund bahnbrechender Entwicklungen in den Naturwissenschaften und fortschreitender Industrialisierung zu jener Zeit symbolisch für eine neue Epoche mit einem sich radikal wandelnden, modernen Menschenbild (vgl. ČAPEK 1933; HORÁKOVÁ 2011; MAIER 2016, S. 19–20; MARGOLIUS 2017; DALAKOV 2019). Heute, 100 Jahre später, hat sich zwar immer noch keine einheitliche Definition von *Robotern* durchgesetzt, doch deren zwischenzeitlicher Zugewinn an Bedeutung in Wissenschaft (Regelungs- und Steuerungstechnik, Informatik, Mechanik, Maschinenbau, Mathematik, Elektrotechnik/Elektronik, Sensorik, Bildverarbeitung, Antriebstechnik, Mikromechanik etc.) und Wirtschaft (va. industrielle Güterproduktion) trug wesentlich zur Schärfung und Weiterentwicklung des Begriffs bei (vgl. MAIER 2016). Für NEUMANN (1998, S. 729) handelt es sich bei einem *Roboter* um ein „Gerät, welches durch mechanische Vorrichtungen und eine geeignete Steuereinheit selbsttätig komplexe Aufgaben verrichten kann. Während Roboter im Bereich des Science Fiction meist mit menschenähnlicher Gestalt und sensorischen Fähigkeiten vorgestellt werden, sind die bisher praktisch eingesetzten Roboter stationäre Manipulatoren, die durch Programmierung für wechselnde industrielle Aufgaben eingesetzt werden können, z.B. Schweiß- oder Lackierarbeiten im Automobilbau“. Der VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1990 zit. n. MAIER 2016) definiert *Industrieroboter* als „universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge

---

<sup>1</sup>\* 1887, † 1945.

<sup>2</sup>Dieses erschien später im Jahr 1920 unter dem Namen *Rossumovi Univerzální Roboti* oder zu deutsch *W.U.R. – Werstands universal Robots*, wurde im Jänner 1921 uraufgeführt und bis 1923 in 30 Sprachen übersetzt.

## 2. Begriffsbestimmungen

und Wegen bzw. Winkeln frei (d. h. ohne mechanischen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.“ MAIER (2016, S. 15) sieht den essenziellen Kern der *Robotik* in der „Herstellung von Zusammenarbeit von Elektronik und spezieller Roboter-Mechanik auf Basis von Sensoren, Aktoren und Informationsverarbeitung und durch Programmierung gesteuert“. Unter *Spielzeugroboter* versteht man Roboter, die in erster Linie zum Spielen konzipiert worden sind. Dadurch unterscheiden sie sich von „Robotern zur Lernunterstützung“ (BRANDHOFER et al. 2019, S. 336) oder kurz *Lernrobotern*, die primär auf wünschenswerte Lerneffekte bei der benützenden Person abzielen. Da aber vor allem bei jungen Menschen lernen häufig im Rahmen von Spielen stattfindet und demnach Lernroboter das spielerische Lernen mit ihnen üblicherweise fördern, lassen sich beide Typen kaum voneinander eindeutig abgrenzen. Spieltrieb und Neugierde sorgen für die notwendige intrinsische Motivation und Bereitschaft, sich intensiver mit dem Gerät zu beschäftigen und selbst etwaige Misserfolgserlebnisse zu tolerieren, und schaffen damit die Grundlage zum Erlernen komplexerer, aufwändigerer Fertigkeiten. Lernroboter sollen einen intuitiven Zugang zu und eine verhältnismäßig hürdenfreie Erfahrung im Umgang mit Technik ermöglichen (vgl. MAIER 2016, S. 42–43; BREUER 2010, S. 7–8; DIETRICH 1972, S. 42; DÜBENER et al. 2017, S. 2461). Das Potenzial von Lernrobotern beleuchteten BENITTI (2012) ausführlich. Startet man in der Suchmaschine Google eine Anfrage nach dem Stichwort „Lernroboter“, erhält man momentan (Stand: 16.02.2019) etwa 86.000 Ergebnisse. Nach Eingabe der englischsprachigen Entsprechung „educational+robotics“ werden hingegen über 100 Millionen Treffer – mehr als das Tausendfache – gefunden, unter anderem die Definition des auf IT spezialisierten akademischen Verlags IGI GLOBAL (2019):

Educational robotics uses robotics kits, programming software and computers as hands-on learning tools in order to engage groups of students in playful collaborative problem solving activities. It can create a learning environment that can enhance collaboration and communication among students, problem-solving skills, critical thinking skills, and creativity. It teaches the design, analysis, application and operation of robots and may also be used to motivate and facilitate the instruction of other topics such as computer programming, artificial intelligence or engineering design.

Auf dem Markt befinden sich mittlerweile zahlreiche Modelle, von denen der VEREIN WIENER BILDUNGSSERVER (2018b) zwölf einer genaueren Prüfung unterzogen und über die Resultate eine informative Übersicht (Abb. 2.1 auf der nächsten Seite) zusammengestellt hat. Eine weitere Gegenüberstellung diverser Lernroboter erstellten DÜBENER et al. (vgl. 2017) sowie PETERS et al. (vgl. 2018, S. 122–124).

Abbildung 2.1.: Lernroboter im Überblick

# Roboter-Überblickstabelle



WIENER  
BILDUNGS  
SERVER

|                                                                                       | Robotername            | Schulstufe   | Steuerung                                     | Programmiersprache                                                     | Kosten & Händler*                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Bee-Bot</b>         | ES, PS       | Tasten am Roboter                             | Richtungsanweisungen                                                   | ab 71€<br>Austro-Tec, Betzold, Ivo-Haas,<br>Generationsrobots                    |
|    | <b>Blue-Bot</b>        | ES, PS       | Tasten am Roboter<br>Tactile Reader<br>Tablet | Richtungsanweisungen                                                   | ab 105€<br>Austro-Tec, Betzold, Ivo-Haas,<br>Generationsrobots                   |
|    | <b>Cubetto</b>         | ES, PS       | Elektronische<br>Holztafel                    | Richtungsanweisungen                                                   | ab 220€<br>Generationsrobots, Primo Toys                                         |
|    | <b>Pro-Bot</b>         | PS, SEK1     | Tasten am Roboter                             | Richtungsanweisungen                                                   | ab 155€<br>Eduatec (Schweiz), TTS (Amerika)                                      |
|    | <b>Ozobot Evo</b>      | ES, PS, SEK1 | Tablet, Computer<br>Farbcodes                 | Grafische Programmiersprache                                           | Ozobot Evo ab 88€   Ozobot Bit ab 53€<br>Ozobot (Amerika), Generationsrobots     |
|    | <b>Dash</b>            | PS, SEK1     | Tablet                                        | Grafische Programmiersprache                                           | ab 180€<br>WonderWorkshop, Generationsrobots                                     |
|    | <b>Dot</b>             | PS, SEK1     | Tablet                                        | Grafische Programmiersprache                                           | ab 80€   Generationsrobots<br>ab 90€   Wonderworkshop<br>(Dot Creativity Kit)    |
|   | <b>Robo Wunderkind</b> | PS           | Tablet                                        | Grafische Programmiersprache                                           | ab 180€<br>Robo Wunderkind                                                       |
|  | <b>Lego WeDo 2.0</b>   | PS, SEK1     | Tablet                                        | Scratch<br>Grafische Programmiersprache                                | ab 150€<br>Conrad, Austro-Tec, Proshop                                           |
|  | <b>Sphero SPRK+</b>    | PS, SEK1     | Tablet                                        | Grafische Programmiersprache<br>Textbasierte Programmier-<br>sprache   | Sphero SPRK+ ab 113€<br>Sphero, Generationsrobots<br>Sphero Mini ab 42€   Conrad |
|  | <b>mBot</b>            | PS, SEK1     | Tablet, Computer,<br>Fernsteuerung            | Scratch<br>Grafische Programmiersprache                                | WLAN ab 74€   BLUETOOTH ab 71€<br>Generationsrobots, Conrad, Proshop             |
|  | <b>Thymio 2.0</b>      | PS, SEK1     | Tablet, Computer,<br>Fernsteuerung            | Scratch<br>Grafische Programmiersprache<br>Textbasierte Programmierung | ab 130€<br>Generationsrobots                                                     |

Quelle:

©VEREIN WIENER BILDUNGSSERVER 2018a

## 2. Begriffsbestimmungen

Besonders häufig wird das Modell *Mindstorms*<sup>®</sup> *EV3* des dänischen Unternehmens *Lego*<sup>®</sup> in Schulen eingesetzt (FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTELLIGENTE ANALYSE- UND INFORMATIONSSYSTEME IAIS 2019, S. 14; NEPPEL 2014, S. 8). Nach Ansicht von PETERS et al. (2018, S. 124) habe es „durch seine große Anzahl an Sensoren inklusive derer für die Kommunikation und durch die hervorragenden Weiterbildungsmöglichkeiten für Lehrer seinen Mitstreitern im Umfang Einiges [sic] voraus“. Die Typen *Boost*, *RCX* und *NXT* stammen gleichermaßen vom selben Hersteller (vgl. ROBOTXPERIENCE 2019a). Ebenfalls erhältlich sind der Lernroboter *Zowi* (MUNDO READER 2019), *iPAL Robots* (NANJING AVATARMIND ROBOT TECHNOLOGY 2019), *Photon* (PHOTON ENTERTAINMENT 2019), *Zeno* und *Little Sophia* (HANSON ROBOTICS 2019), *Norby* (ROBOTXPERIENCE 2019b), *Evolution Roboter* (CLEMENTONI 2019), *Cozmo* (ANKI 2019), *Cue* (WONDER WORKSHOP 2019; vgl. LEISTIKOW 2019), *My First Robot* (KINEMATICS 2019), *Vtech Robotti* (A. BALDEH & D. BALDEH 2018), *Roboter Marty* (ROBOTICAL 2019) und *B-O-B 3* (BACH 2019). SOFTBANK ROBOTICS (2019) bietet die kostspieligeren, humanoiden Modelle *Pepper* und *Nao* an. PETERS et al. (2018, S. 122–126) unterzogen u. a. den *Arduino 2WD*, *NIBObie*, *Hummingbird Kit* und *IOIO SHR* einem Vergleichstest. Einplatinencomputer eignen sich vortrefflich zur Steuerung selbst gefertigter Roboter für einen eher anspruchsvollen, pädagogischen Einsatz. Zu dieser Gruppe zählen der *Raspberry Pi* (vgl. RASPBERRY PI FOUNDATION 2019), *Banana Pi* (vgl. SHENZHEN LEMAKER TECHNOLOGY CO. 2019), *BBC micro:bit* (vgl. MICRO:BIT-STIFTUNG 2019), *Arduino* (vgl. ARDUINO 2019) und *Calliope mini* (vgl. CALLIOPE 2019). Trotz dieser beachtlichen Anzahl der hier angeführten Lernroboter und Einplatinencomputer erhebt diese Auflistung keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit.

HUIJNEN et al. (2016) berichten von Forschungsarbeiten über den therapeutischen Einsatz der Roboter *NAO*, *Robota*, *Probo*, *Keepon*, *I-sobot*, *GIPY-1*, *KASPAR*, *Labo-1*, *Cat robot*, *Tito*, *HOAP 3*, *Robot arm*, *Pleo* und *Ifbot* bei der Behandlung von Patientinnen und Patienten mit Autismus-Spektrum-Störungen<sup>1</sup>. BARGAGNA et al. (2019) wiesen einen therapeutischen Effekt von Educational Robotics bei Kindern mit Down-Syndrom nach.

### 2.2. Was sind österreichische, allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe?

Der § 3 Abs 4 SchOG zählt alle österreichischen Schularten der Sekundarstufe taxativ auf:

---

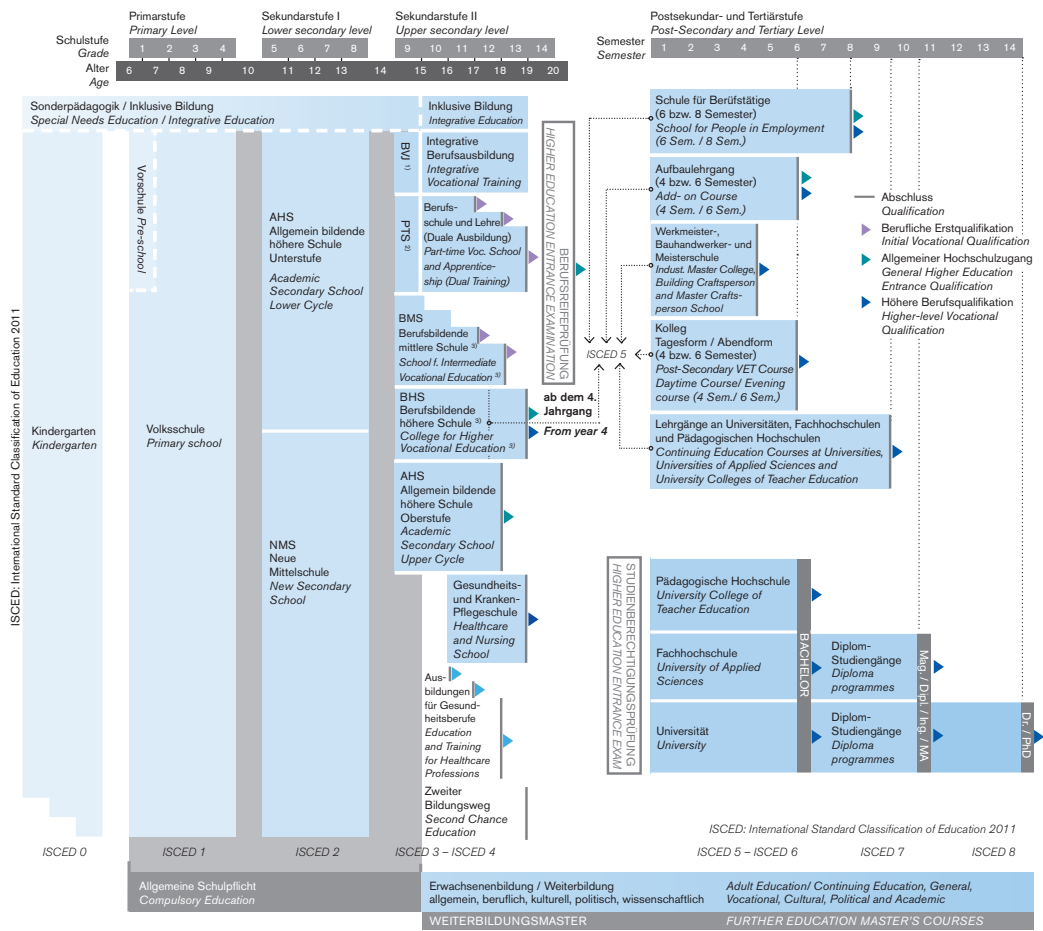
<sup>1</sup>Eine tiefgreifende Entwicklungsstörung.

## 2.2. Was sind österreichische, allgemeinbildende Schulen der Sekundarstufe?

Abbildung 2.2.: Übersicht über das österreichische Schulsystem

### Das **österreichische** Bildungssystem The **Austrian** Education System

BMBWF  
BUNDESMINISTERIUM  
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT  
UND FORSCHUNG  
www.bmbwf.gv.at



<sup>1)</sup> Berufsvorbereitungsjahr Preparation Year for Work  
<sup>2)</sup> Polytechnische Schule Pre-vocational School  
<sup>3)</sup> ab 10. Schulstufe: Semestergliederung from age 15: no grades, but semester structure

Quelle: BMBWF, Sektion II, 04/2018, vereinfachte Darstellung

Quelle:

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018c

## 2. Begriffsbestimmungen

Sekundarschulen sind

1. die Oberstufe der Volksschule,
2. die Hauptschule (mit Ende des Schuljahres 2018/19 als Neue Mittelschule geführt),
- 2a. die Neue Mittelschule,
3. die Polytechnische Schule,
4. die entsprechenden Stufen der Sonderschule,
5. die Berufsschulen,
6. die mittleren Schulen,
7. die höheren Schulen.

Als *allgemeinbildend* werden davon die Schularten Volksschulen, Hauptschulen, Neue Mittelschulen, Sonderschulen, Polytechnische Schulen und Allgemeinbildende Höhere Schulen erachtet (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG 2016, S. III).

Aufgrund ihrer sehr geringen Anzahl (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018a) mit darüber hinaus sinkender Tendenz (RIEDMANN-FLATZ 2015) wird die Oberstufe der Volksschule in dieser Untersuchung nicht weiter berücksichtigt.

Die Tabelle 2.1 zeigt die Anzahl der Schulen der jeweiligen Schularten des Schuljahres 2017/18.

Tabelle 2.1.: Anzahl der Schulen nach Schularten im Schuljahr 2017/18 österreichweit

| Schulart | Anzahl |
|----------|--------|
| NMS      | 1131   |
| HS       | 47     |
| PTS      | 237    |
| AHS      | 349    |
| ASO      | 292    |

Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2018

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

Die Frage, wie Lernroboter bestmöglich im Unterricht eingesetzt werden können, kann nicht beantwortet werden, ohne geklärt zu haben, was Schule grundsätzlich *soll*. Denn deren Funktionen und Aufgaben bestimmen das Ziel, dem es sich durch den Einsatz von Lernrobotern anzunähern gilt, und fungieren gleichermaßen als Richtschnur für professionelle Handlungsentscheidungen von Lehrpersonen.

Nach WIATER (2013, S. 21) sind unter den *Funktionen* „grundsätzlich betrachtete Leistungserwartungen der Gesellschaft und des Staates an die Schule“ zu verstehen, die sich „konkret-praktisch“ in *Aufgaben* manifestieren. Letztere können „aber auch aus jeweils aktuellen Bedürfnissen der Gesellschaft erwachsen“. Während „die Funktionen im Letzten der gesellschaftlichen Stabilisierung, Legitimierung, Reproduktion und Steuerung dienen“ und „aus der Perspektive der Gesellschaft entworfen“ werden, „so richtet sich bei den Aufgaben der Blick mehr auf das konkrete Handeln der Lehrkraft in den schulischen Strukturen“ (ebd., 23 f.).

#### 3.1. Funktionen der Schule

In der Literatur werden die Funktionen, die Schulen zu übernehmen haben, zumeist in zwei bis fünf Gruppen unterteilt. WIATER (ebd., S. 23) beispielsweise klassifiziert sie folgendermaßen:

- (i) *Qualifikationsfunktion*:  
Vorbereitung der Jugendlichen auf Arbeit und Beruf durch Vermittlung von relevanten Kompetenzen;
- (ii) *Personalisationsfunktion*:  
Entfaltung des individuellen Potenzials der Jugendlichen durch Erziehung und Bildung;
- (iii) *Sozialisationsfunktion*:  
Einführung der Jugendlichen in die soziokulturellen Normen, in das sozial

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

gewünschte bzw. erlaubte Verhalten und in die Übernahme von Rechten und Pflichten in Staat und Gesellschaft;

(iv) *Enkulturationsfunktion:*

Überlieferung einer Traditionskultur, um das physische und moralisch-sittliche Überleben zu sichern, kulturelle Rückschritte zu vermeiden und Kulturentwicklung voranzutreiben;

(v) *Selektionsfunktion:*

Mitwirkung am Allokationsprozess, der den Jugendlichen (wechselwirkend) Plätze im Gesellschaftssystem zuweist.

## 3.2. Aufgaben der Schule in Österreich

Von den Funktionen in Kapitel 3.1 auf der vorherigen Seite leiten sich konkrete Aufgaben ab, die regelmäßig juristisch formuliert werden und die Schulen und in weiterer Folge Lehrpersonen zu übernehmen haben. Während Aufgaben wie Unterricht, der auf Erziehung und Bildung abzielt, und Förderung im Zeitablauf beständig bestehen, unterliegen andere wie z. B. Integration, Kompensation, Interkulturelles Lernen oder Betreuung Änderungen, deren Ursachen im Wandel gesellschaftlicher Normen, Erfordernisse und Erwartungen fußen (vgl. WIATER 2013, 23 f.).

Welche mehr-oder-weniger konkreten Aufgaben der Schule in Österreich zuteil werden, legt in erster Linie das Schulorganisationsgesetz (SchOG) fest<sup>1</sup>. In § 2 Abs 1 S 1 f. SchOG wird bestimmt:

Die österreichische Schule hat die Aufgabe, an der Entwicklung der Anlagen der Jugend nach den sittlichen, religiösen und sozialen Werten sowie nach den Werten des Wahren, Guten und Schönen durch einen ihrer Entwicklungsstufe und ihrem Bildungsweg entsprechenden Unterricht mitzuwirken. Sie hat die Jugend mit dem für das Leben und den künftigen Beruf erforderlichen Wissen und Können auszustatten und zum selbsttätigen Bildungserwerb zu erziehen.

Weiters heißt es in § 2 Abs 1 S 3 f. SchOG:

Die jungen Menschen sollen zu gesunden und gesundheitsbewussten, arbeitstüchtigen, pflichttreuen und verantwortungsbewussten Gliedern

---

<sup>1</sup>Genau genommen gilt es gemäß § 1 Abs 1 SchOG für alle allgemeinbildenden und berufsbildenden Pflichtschulen, mittleren Schulen und höheren Schulen mit Ausnahme von land- und forstwirtschaftlichen Schulen.

### 3.2. Aufgaben der Schule in Österreich

der Gesellschaft und Bürgern der demokratischen und bundesstaatlichen Republik Österreich herangebildet werden. Sie sollen zu selbständigem Urteil, sozialem Verständnis und sportlich aktiver Lebensweise geführt, dem politischen und weltanschaulichen Denken anderer aufgeschlossen sein sowie befähigt werden, am Wirtschafts- und Kulturleben Österreichs, Europas und der Welt Anteil zu nehmen und in Freiheits- und Friedensliebe an den gemeinsamen Aufgaben der Menschheit mitzuwirken.

Diese Aufgaben verpflichten in weiterer Folge die Lehrkräfte, die als ausführende Organe der Schulen tätig werden. „Der Lehrer hat in eigenständiger und verantwortlicher Unterrichts- und Erziehungsarbeit die Aufgabe der österreichischen Schule (§ 2 des Schulorganisationsgesetzes) zu erfüllen“, legt § 17 Abs 1 SchUG fest. Der Verwaltungsgerichtshof bekräftigte, dass „seine durch die ihm übertragenen Aufgaben zukommende besondere Verantwortung dem Lehrer bei seiner Tätigkeit gebietet, die in § 2 SchOG 1962 normierte Aufgabe der Schule in seinem gesamten Verhalten zu wahren und von Handlungen und Vorgangsweisen Abstand zu nehmen, die diese Ziele gefährden oder in Frage stellen“ (ÖSTERREICHISCHER VERWALTUNGSGERICHTSHOF 2010).

Für die in dieser Untersuchung maßgeblichen Schultypen werden die ihnen zukommenden Aufgaben noch erweitert:

- *Neue Mittelschule (NMS)*  
§ 21a Abs 1 SchOG:

Die Neue Mittelschule schließt als vierjähriger Bildungsgang an die 4. Stufe der Volksschule an. Sie hat die Aufgabe, die Schüler je nach Interesse, Neigung, Begabung und Fähigkeit *für den Übertritt in mittlere oder in höhere Schulen zu befähigen und auf das Berufsleben vorzubereiten* [Hervorhebung des Autors].

- *Polytechnische Schule (PTS)*  
§ 28 Abs 1 SchOG:

Die Polytechnische Schule schließt an die 8. Schulstufe an und umfaßt eine Schulstufe. Sie hat auf das weitere Leben insbesondere *auf das Berufsleben dadurch vorzubereiten* [Hervorhebung des Autors], als sie die Allgemeinbildung der Schüler in angemessener Weise zu erweitern und zu vertiefen, durch Berufsorientierung auf die Berufsentscheidung vorzubereiten und eine Berufsgrundbildung zu vermitteln hat. Die Schüler sind je nach Interesse, Neigung, Begabung und Fähigkeit für den Übertritt in Lehre und Berufsschule

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

bestmöglich zu qualifizieren sowie für den Übertritt in weiterführende Schulen zu befähigen. Die Polytechnische Schule ist für Schüler, die die 8. Schulstufe erfolgreich abgeschlossen haben, die 9. Schulstufe.

- *Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS)*  
§ 34 Abs 1 SchOG:

Die Allgemeinbildenden Höheren Schulen haben die Aufgabe, den Schülern eine umfassende und vertiefte Allgemeinbildung zu vermitteln und sie zugleich *zur Universitätsreife zu führen* [Hervorhebung des Autors].

- *Allgemeine Sonderschule (ASO)*  
§ 22 Abs 1 SchOG:

Die Sonderschule in ihren verschiedenen Arten hat physisch oder psychisch behinderte Kinder in einer ihrer Behinderungsart entsprechenden Weise zu fördern, ihnen nach Möglichkeit eine den Volksschulen oder Hauptschulen oder Neuen Mittelschulen oder Polytechnischen Schulen entsprechende Bildung zu vermitteln und ihre *Eingliederung in das Arbeits- und Berufsleben vorzubereiten* [Hervorhebung des Autors]. Sonderschulen, die unter Bedachtnahme auf den Lehrplan der Hauptschule oder der Neuen Mittelschule geführt werden, haben den Schüler je nach Interesse, Neigung, Begabung und Fähigkeit auch *zum Übertritt in mittlere oder in höhere Schulen zu befähigen* [Hervorhebung des Autors].

Darüber hinaus finden sich in den zitierten Paragraphen für die NMS, PTS und AHS-Unterstufe beinahe gleichlautende Bestimmungen<sup>1</sup>, wonach Schüler und Schülerinnen mit sonderpädagogischem Förderbedarf zwar nach den Maßgaben der Aufgaben für ASO beschult werden sollen, aber bei entsprechenden Lernvoraussetzungen die Unterrichtsziele des jeweiligen Schultyps anzustreben sind (s. auch § 22 Abs 1 S 2 SchOG). Begründet wird dies durch „die Beachtung des Prinzips der sozialen Integration“ bzw. durch „die Beachtung des Prinzips der inklusiven Pädagogik.“

### 3.3. Überfachliche Kompetenzziele

Neben den überfachlichen Kompetenzzielen des SchOGes (s. Kapitel 3.2 und der Lehrpläne in Form der Allgemeinen Bildungsziele und Didaktischen Grundsätze

---

<sup>1</sup>§§ 21a Abs 2, 28 Abs 4 und 34 Abs 2 SchOG.

(s. Kapitel 3.3) hat das BUNDEMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (2018b) noch weitere fächerübergreifende Aufgaben der Schule erlassen. Zusammenfassend lassen sich einerseits die (bildungspolitischen) *Unterrichtsprinzipien*

- (i) *Erziehung zur Gleichstellung von Frauen und Männern,*
- (ii) *Gesundheitserziehung,*
- (iii) *Interkulturelles Lernen,*
- (iv) *Leseerziehung,*
- (v) *Medienbildung,*
- (vi) *Politische Bildung,*
- (vii) *Sexualpädagogik,*
- (viii) *Umweltbildung,*
- (ix) *Verkehrserziehung und*
- (x) *Wirtschafts- und Verbraucher/innenbildung*

und andererseits die momentan 26 *Bildungsanliegen* wie z.B. *Begabungs- und Begabtenförderung, Gleichstellung von Mädchen/Buben und Frauen/Männern, Globales Lernen, Leseförderung – Literacy, Projektunterricht und Soziales Lernen* extrahieren (vgl. EDER & HOFMANN 2012).

Die im Schulorganisationsgesetz festgelegten und in Abschnitt 3.2 diskutierten Aufgaben der österreichischen Schule werden durch Verordnungen des BUNDEMINISTERIUMS FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG in Form von Lehrplänen für die jeweiligen Unterrichtsfächer konkretisiert.

## 3.4. Neue Mittelschulen

Für sprachlich-humanistisch-geisteswissenschaftliche, naturwissenschaftlich-mathematische, ökonomisch-lebenskundlich-praxisbezogene und musisch-kreative schulautonome Schwerpunkte sieht der NMS-Lehrplan auch spezielle Bestimmungen vor, auf die aufgrund fehlender Relevanz im Zusammenhang mit dieser Arbeit im Folgenden nicht näher eingegangen wird.

#### 3.4.1. Allgemeines Bildungsziel

Die *Leitvorstellungen* in Nummer 3 des Ersten Teils der Anlage 1 im NMS-Lehrplan („Allgemeines Bildungsziel“) bestimmen, dass aufgrund der fortschreitenden Transformation zu einer Informationsgesellschaft die Schülerinnen und Schüler für Ausbildung und Beruf relevante Fähigkeiten – insbesondere digitale Kompetenzen – entwickeln sollen. Dabei ist „das didaktische Potenzial der Informationstechnologien bei gleichzeitiger kritischer rationaler Auseinandersetzung mit deren Wirkungsmechanismen in Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar zu machen“. Der Unterricht hat sich an wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie der Lebenswelt der Jugendlichen zu orientieren und auch fächerübergreifende Aspekte zu berücksichtigen, um bei der „Bewältigung von Herausforderungen des täglichen Lebens“ zu unterstützen.

Als wesentliche *Aufgabenbereiche* der Neuen Mittelschulen sieht Nummer 4 die „Befähigung und Ermutigung zur selbstständigen, aktiven Aneignung [...] von Wissen“ vor. In altersadäquater Form sollen die Jugendlichen Probleme analysieren und dafür eigenständig Lösungswege suchen, ihre Talente entfalten, ihre Stärken und Schwächen erkennen, Mut zu Neuem fassen, Bereitschaft zu Verantwortungsübernahme sowie Initiative entwickeln, Kooperationsvermögen aufbauen und das schulgemeinschaftliche sowie gesellschaftliche Leben mitgestalten. Angestrebt werden also sowohl Sach- als auch Selbst- und Sozialkompetenz.

Neben den *Unterrichtsprinzipien*

- (a) *Gesundheitserziehung,*
- (b) *Erziehung zur Gleichstellung von Frauen und Männern,*
- (c) *(digitale) Medienerziehung,*
- (d) *Musische Erziehung,*
- (e) *Politische Bildung,*
- (f) *Interkulturelles Lernen,*
- (g) *Sexualerziehung,*
- (h) *Lese- und Sprecherziehung,*
- (i) *Umwelterziehung,*
- (j) *Verkehrserziehung,*
- (k) *Wirtschafts- und Konsumentenerziehung,*
- (l) *Erziehung zur Anwendung neuer Technologien und*

#### (m) *Vorbereitung auf die Arbeits- und Berufswelt*

werden in Nummer 5 der Allgemeinen Bildungsziele ausdrücklich die fünf *Bildungsbereiche* (i) *Sprache und Kommunikation*, (ii) *Mensch und Gesellschaft*, (iii) *Natur und Technik*, (iv) *Kreativität und Gestaltung* und (v) *Gesundheit und Bewegung* als „wichtige Segmente im Bildungsprozess“ und „weitere Ziele der Allgemeinbildung“ genannt.

### 3.4.2. Allgemeine Didaktische Grundsätze

Der Zweite Teil der Anlage 1 im NMS-Lehrplan legt *Allgemeine Didaktische Grundsätze* fest, an die sich Lehrpersonen in der Planung und Umsetzung ihres Unterrichts zu halten haben, um das Erreichen der im Lehrplan definierten Bildungsstandards zu gewährleisten. Dementsprechend haben sie im Rahmen ihrer Verantwortung zur eigenständigen Erbringung von Unterrichts- und Erziehungsarbeit gemäß § 17 SchUG unter anderem „eine anregende Lernumgebung zu schaffen“, „vielfältige Zugänge zu Wissen zu eröffnen“, „Lernprozesse nach den Interessen *[der Schülerinnen und Schüler – Anmerkung des Autors]* zu gestalten“, die Jugendlichen durch vielfältige Lernmaterialien und -arrangements zum selbsttätigen Handeln anzuregen, „Lern- und Unterrichtsorganisation mit Mitteln der Informationstechnologie zu praktizieren“, „die Erstellung eigenständiger Arbeiten mit Mitteln der Informationstechnologie in altersgemäßem Ausmaß anzuregen“. Insbesondere sind bei der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts gemäß dem NMS-Lehrplan folgende Grundsätze zu berücksichtigen:

1. „*Anknüpfen an die Vorkenntnisse und Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler*“
2. „*Stärken von Selbsttätigkeit und Eigenverantwortung der Schülerinnen und Schüler*“

Unterrichtsaktivitäten sollen seitens der Jugendlichen „die Auseinandersetzung, Entdeckung, Erkenntnisgewinnung, Problemlösung, Anwendung und Reflexion fördern und fordern“. Anzustreben ist ein hoher Grad an Mitbestimmung der Schülerinnen und Schüler an der Organisation, Methode und am Inhalt des Unterrichts, am sozialen Leben in der Klasse und an den vermittelten Werten.

3. „*Herstellen von Bezügen zur Lebenswelt*“

„Zeit- und lebensnahe Themen, durch deren Bearbeitung Einsichten, Einstellungen, Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Methoden gewonnen werden, die eigenständig auf andere strukturverwandte Probleme und Aufgaben übertragen werden können. Die Materialien und Medien, die im Unterricht

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

eingesetzt werden, haben aktuell und anschaulich zu sein, um die Schülerinnen und Schüler zu aktiver Mitarbeit anzuregen.“

#### 4. „Diversität und Inklusion, Chancen- und Geschlechtergerechtigkeit“

#### 5. „Förderung durch Differenzierung und Individualisierung“

Unter anderem sind Lern- und Leistungsphasen zu trennen, um Fehlermachen zulassen zu können, und Unterricht insgesamt weniger als Vermittlung von Lernstoff als viel mehr als Lern- und Entwicklungsbegleitung zu verstehen.

#### 6. „Förderunterricht“

#### 7. „Sicherung des Unterrichtsertrages und Rückmeldungen; neue Prüfungskultur und Leistungsbeurteilung“

### 3.4.3. Schul- und Unterrichtsplanung

Der Dritte Teil der Anlage 1 im NMS-Lehrplan führt die Anforderungen an die *Schul- und Unterrichtsplanung* näher aus. Danach sind unter anderem „besondere Formen der Ausstattung [der Schule – Anmerkung des Autors] konstruktiv in die Unterrichtsarbeit einzubringen“, „Inhalte, Aufgaben und Prozesse des Unterrichts von den festgelegten Lernzielen abzuleiten“, „Kern- und Erweiterungsbereiche durch die Lehrpersonen zu konkretisieren“, idealerweise „fächerverbindende und fächerübergreifende Maßnahmen“ zu setzen und auch Schulveranstaltungen zu organisieren. Die Lehrplanvorgaben des Allgemeinen Bildungsziels im Ersten Teil des NMS-Lehrplans (s. Kapitel 3.4.1), des Kernbereichs (auf Seite 20) und die Bildungs- und Lehraufgaben der einzelnen Unterrichtsgegenstände (auf Seite 20) sind jedenfalls umzusetzen. Außerdem haben die Lehrpersonen alleine oder in Absprache innerhalb des Kollegiums Teilziele im Erweiterungsbereich festzulegen, wobei „regionale und lokale Gegebenheiten, Bedürfnisse, Interessen und Begabungen der Schülerinnen und Schüler, aktives Lernen, die Vielfalt der Schülerinnen und Schüler, individuelle Schwerpunkte der Lehrerinnen und Lehrer, materielle und personelle Ressourcen und schulautonome Lehrplanbestimmungen“ zu berücksichtigen sind. „Die Unterrichtsplanung umfasst die zeitliche Verteilung sowie die Gewichtung der Ziele und Inhalte“, die Methoden, Lehrmittel und Medien in Form einer Jahresplanung und einer ergänzenden kürzerfristigen Planung. Fächerübergreifender Unterricht, bei dem „ein komplexes, meist lebens- oder gesellschaftsrelevantes Thema oder Vorhaben im Mittelpunkt steht“, darf „über längere Zeiträume sowie klassen- und schulstufenübergreifend erfolgen“. „Um die Kontinuität des Lernens zu wahren, ist in der 5. Schulstufe auf die Lehrplananforderungen und die gebräuchlichen Lernformen der Volksschule Bezug zu nehmen. [...] Vor dem Übertritt in eine

weiterführende Schule sind die Schülerinnen und Schüler schrittweise und gezielt auf die neuen Arbeitsweisen und Organisationsformen vorzubereiten.“

#### 3.4.4. Stundentafeln

Im Vierten Teil der Anlage 1 im NMS-Lehrplan werden in weiterer Folge die *Stundentafeln* präzisiert.

Ohne Führung eines Schwerpunktes, maßgebliche schulautonome Bestimmungen oder fächerübergreifende Aspekte eignet sich für den Einsatz von Lernrobotern besonders die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung*, die sich in ihrer Standardvariante über die 6. und 7. Schulstufe mit jeweils einer Jahreswochenstunde (entspricht 32 Unterrichtseinheiten) integriert in den Fachunterricht erstreckt und der der Kernbereich des Lehrstoffs (s. S. 20) zugrunde zu legen ist. Mit schulautonomer Lehrplanregelung darf nach einer Übergangsregelung der Gegenstand anstatt in der Standardvariante über alle vier Schulstufen der Sekundarstufe 1 verteilt im Umfang von 2–4 Jahreswochenstunden unterrichtet werden, pro Schuljahr maximal zwei. Eine etwaige dritte Jahreswochenstunde hat nach dem Vertiefungslehrstoff 1 (s. S. 21), eine vierte nach dem Vertiefungslehrstoff 2 zu erfolgen (s. S. 22). Den Schulen bleibt in diesem Fall überlassen, ob sie den Unterricht integriert, in definierten Stunden oder in Mischform organisieren.

Aus dem schulautonom zu erstellenden Angebot an Freigegegenständen und unverbindlichen Übungen, das ausgewogen zu sein und unter anderem den naturwissenschaftlich-technischen und spielerisch-forschenden Bereich abzudecken hat, kommt der Gegenstand *Einführung in die Informatik* mit einer Wochenstundensumme von 2–8 über die gesamten vier Schulstufen in Frage.

Im Pflichtgegenstand *Technisches und textiles Werken* „bieten die unterschiedlichen Inhalte interessante Ansatzpunkte für fächerverbindende/fächerübergreifende Prozesse“ (Abschnitt C Sechster Teil Anlage 1 NMS-Lehrplan). Im Standardfall sind für dieses Fach auf jeder Schulstufe jeweils zwei Jahreswochenstunden, in Summe also acht vorgesehen, wobei schulautonom diese auf 5,5 reduziert bzw. auf 12 erhöht werden kann. Zusätzlich stehen auch hier weitere 2–8 Jahreswochenstunden über die gesamten vier Schulstufen als möglicher Freigegegenstand offen.

Tabelle 3.1 auf der nächsten Seite zeigt die für einen Einsatz von Lernrobotern in Frage kommenden Unterrichtsgegenstände und deren zeitliche Rahmen der Jahreswochenstunden mit Berücksichtigung von schulautonomem Gestaltungsspielräumen im Laufe der gesamten vier Jahre an Neuen Mittelschulen.

#### 3.4.5. Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände

Das BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG ergänzt die allgemeinen, fächerunabhängigen Regelungen der ersten vier Teile

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

Tabelle 3.1.: Für den Einsatz von Lernrobotern geeignete Unterrichtsfächer an NMS

| Unterrichtsgegenstand           | Jahreswochenstundensumme |           |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|
|                                 | mindestens               | höchstens |
| Digitale Grundbildung           | 2                        | 4         |
| Einführung in die Informatik    | 0                        | 8         |
| Technisches und textiles Werken | 5,5                      | 20        |

Quelle: NMS-Lehrplan

der Anlage 1 im NMS-Lehrplan um *spezielle Bestimmungen* für die einzelnen Unterrichtsgegenstände (Sechster Teil, Anlage 1).

#### 3.4.5.1. Digitale Grundbildung

Im Sinne des Lehrplans umfasst *Digitale Grundbildung* „digitale Kompetenz, Medienkompetenz sowie politische Kompetenzen“, wobei „im Mittelpunkt die reflektierte Verwendung von Medien und Technik steht“. Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, „Technologien bewusst, produktiv und reflektiert für die eigene Weiterentwicklung einzusetzen oder in entsprechenden zukunftssträchtigen Berufsfeldern Fuß zu fassen“. In Hinblick auf den Bildungsbereich *Natur und Technik* sollen sie „Grundkenntnisse zu Bestandteilen und Funktionsweise unterschiedlicher digitaler Geräte und deren Einsatzmöglichkeiten“ erlangen und ihre Problemlösekompetenz verbessern. Als Beitrag zum Bildungsbereich *Sprache und Kommunikation* sollen sie „sich selbstwirksam erleben, indem sie digitale Technologien kreativ und vielfältig nutzen, um sich auszudrücken“. Wichtig im Lernprozess sei das Ermöglichen von Selbstwirksamkeitserfahrungen, um ihnen Raum zu geben, ihre eigenen Kompetenzeinschätzungen an die Realität anzupassen. Im Unterricht sind handlungsorientierte Methoden und verschiedene Gestaltungs- und Ausdrucksmittel einzusetzen. „Neben der Fähigkeit, Inhalte analysieren und beurteilen zu können, kommt der Fähigkeit zur eigenständigen Produktion von digitalen Äußerungen zentrale Bedeutung zu“.

Zu den *Kernbereichen* des Lehrstoffs für den Unterrichtsgegenstand *Digitale Grundbildung*, die den Einsatz von Lernrobotern rechtfertigen, zählen insbesondere folgende Themenfelder und Lernziele:

#### Technische Problemlösung

*Digitale Geräte nutzen:*

Schülerinnen und Schüler

- [...] tauschen Daten zwischen verschiedenen Geräten aus.

*Technische Probleme lösen:*

Schülerinnen und Schüler

- erkennen technische Probleme in der Nutzung von digitalen Geräten [...].

## **Computational Thinking**

*Mit Algorithmen arbeiten:*

Schülerinnen und Schüler

- verwenden, erstellen und reflektieren Codierungen (z. B. Geheimschrift, QR-Code),
- vollziehen eindeutige Handlungsanleitungen (Algorithmen) nach und führen diese aus,
- formulieren eindeutige Handlungsanleitungen (Algorithmen) verbal und schriftlich.

*Kreative Nutzung von Programmiersprachen:*

Schülerinnen und Schüler

- erstellen einfache Programme oder Webanwendungen mit geeigneten Tools, um ein bestimmtes Problem zu lösen oder eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen,
- kennen unterschiedliche Programmiersprachen und Produktionsabläufe.

Wird schulautonome dritte Jahreswochenstunde veranschlagt, hat diese den *Vertiefungslehrstoff 1* zu behandeln. Für diese Arbeit relevant könnten folgende Bereiche sein:

## **Technische Problemlösung**

*Technische Bedürfnisse und entsprechende Möglichkeiten identifizieren:*

Schülerinnen und Schüler

- formulieren Bedürfnisse für den Einsatz digitaler Geräte.

*Digitale Geräte nutzen:*

Schülerinnen und Schüler

- nutzen unterschiedliche digitale Geräte entsprechend ihrer Einsatzmöglichkeiten.

*Technische Probleme lösen:*

Schülerinnen und Schüler

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

- nutzen Hilfesysteme bei der Problemlösung.

#### Computational Thinking

*Mit Algorithmen arbeiten:*

Schülerinnen und Schüler

- entdecken Gemeinsamkeiten und Regeln (Muster) in Handlungsanleitungen,
- erkennen die Bedeutung von Algorithmen in automatisierten digitalen Prozessen [...].

*Kreative Nutzung von Programmiersprachen:*

Schülerinnen und Schüler

- beherrschen grundlegende Programmierstrukturen (Verzweigung, Schleifen, Prozeduren).

Einer etwaigen vierten Jahreswochenstunde ist der *Vertiefungslehrstoff 2* zugrunde zu legen. Für den Einsatz von Lernrobotern interessant erscheinen die Themenfelder

#### Technische Problemlösung

*Technische Bedürfnisse und entsprechende Möglichkeiten identifizieren:*

Schülerinnen und Schüler

- passen digitale Umgebungen an die eigenen Bedürfnisse an und treffen persönliche Einstellungen (z. B. barrierefreie Einstellungen im Betriebssystem).

#### Computational Thinking

*Mit Algorithmen arbeiten:*

Schülerinnen und Schüler

- können intuitiv nutzbare Benutzeroberflächen und dahinterstehende technische Abläufe einschätzen.

*Kreative Nutzung von Programmiersprachen:*

Schülerinnen und Schüler

- reflektieren die Grenzen und Möglichkeiten von Simulationen.

#### 3.4.5.2. Einführung in die Informatik

*Einführung in die Informatik* kann seitens der Schulen sowohl als Freigegegenstand zur allgemeinen Interessens- und Begabungsförderung als auch als Unverbindliche Übung angeboten werden. Zumindest für den ersten Fall legt das BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG ausdrücklich Bildungs-/Lehraufgaben und didaktische Grundsätze fest, die allerdings wohl auch auf die Unverbindliche Übung ausgelegt werden könnten. So klärt die verordnungsgebende Instanz unter *Bildungs- und Lehraufgaben*, dass den Jugendlichen die Möglichkeit gegeben werden solle, „ihre persönlichen Interessen und individuellen Begabungen zu entdecken und ihre Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie Kenntnisse in besonderer Weise zu entwickeln, zu entfalten, zu erweitern und zu vertiefen“, ihre individuelle und soziale Entwicklung voranzutreiben sowie ihre kognitiven, affektiven und kreativen Fähigkeiten zu entfalten. Falls möglich soll dies durch „ganzheitliches, angewandtes und forschendes Lernen sowie selbstständigen Bildungserwerb“ erreicht werden. Die übergeordneten Aufgaben und Ziele des Unterrichts haben sich am Lebensalltag der Schülerinnen und Schüler, an den Pflichtgegenständen und Bildungsbereichen zu orientieren.

Die formulierten *didaktischen Grundsätze* legen den Einsatz von Lernrobotern im Informatikunterricht in besonderer Weise nahe. Sie betonen „weit gehende Freiräume für die Auswahl einzelner Themenbereiche“ und „flexible Stoffauswahl und Stoffbegrenzung“, wobei „bei der Wahl der Themen bzw. der Aufgabenstellungen und der Festlegung der weiteren Umstände (Stoffe, Arbeitsweisen, Organisationsformen, Zeit, Ort, ...) die Schülerinnen und Schüler weitestgehend einbezogen werden sollen“. Hervorgehoben werden auch die Umsetzung von „besonders offenen Lehrstoffkonzepten“ und „die besondere Rolle schülerorientierter Arbeitsformen [...], die im Mittelpunkt der Unterrichtsarbeit stehen sollen und deren Ausbau ein eigenständiges Ziel darstellt“. Die Lehrpersonen sollen „Initiative, Selbstständigkeit, Selbsttätigkeit und Selbstfindung der Schülerinnen und Schüler ebenso wie entsprechende kooperative und kommunikative Prozesse fördern“.

Sowohl für den Freigegegenstand als auch für die Unverbindliche Übung wird der *Lehrstoff* in den Abschnitten C bzw. D des Sechsten Teils der Anlage 1 im NMS-Lehrplan gleichermaßen bestimmt:

Die Schülerinnen und Schüler sollen Sicherheit in der Bedienung von Computern samt Peripheriegeräten, Geläufigkeit bei der Verwendung üblicher Anwendersoftware und grundlegende Kompetenzen im Umgang mit neuen Technologien insgesamt gewinnen und interessenorientierte Arbeiten mit neuen Technologien sowohl individuell als auch im Team durchführen können.

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

#### 3.4.5.3. Technisches und textiles Werken

Im Mittelpunkt des Pflichtgegenstandes *Technisches und textiles Werken* stehen Selbstständigkeit, Selbsttätigkeit, Eigeninitiative, Innovationsbereitschaft und praktisches Tun. „Unterschiedliche Materialien, Werkzeuge, Maschinen, Verfahren und Gestaltungsmöglichkeiten“ sollen experimentierend, forschend, entdeckend, problemlösend, „frei von stereotypen geschlechtsspezifischen Zuschreibungen“ kennengelernt werden. Ausdrücklich können „in verschiedenen Fächern behandelte Inhalte hier durch direktes Tun und Einüben auf einer greifbaren Ebene veranschaulicht werden“. Für den Bildungsbereich *Natur und Technik – Informatik* wird beispielsweise ausdrücklich festgehalten, dass „durch den Einsatz digital ansteuerbarer Maschinen 3D-Druck, Laser Cut, Robotik, Stickmaschinen sowie digitale Musterbildung und die digitale Weiterverarbeitung von Entwürfen in den Unterricht einbezogen werden können“.

Die angeführten *didaktischen Grundsätze* geben weitere Vorgaben für die Gestaltung des (idealerweise handlungsorientierten) Unterrichts. In Technischem und textilen Werken „gehört Freude am Tun [...] zu den essentiellen Grunderfahrungen.“ „In jedem Jahrgang müssen verschiedene Werkstoffe, Werkzeuge, Maschinen und Verfahren zum Einsatz kommen.“ „Designprozesse sollen entweder selbständig oder im Team geplant und durchgeführt werden.“ „Die Verwendung fertiger Bausätze und rezeptartiger Anleitungen“ sollen angesichts der Forderung nach forschendem, experimentierendem Lernen vermieden werden. „Durch spezielle Neigungen und Fähigkeiten der Lehrenden, situative Gegebenheiten [z. B. das Vorhandensein von Lernrobotern – Anmerkung des Autors] und aktuelle Anlässe können auch Schwerpunkte gesetzt werden.“ „Im Planungs- und Arbeitsprozess ist es im Sinne der Digitalisierung durchaus wünschenswert, analoge und digitale Verfahren einzusetzen und diese auch miteinander zu verschränken. Dabei kann ein spielerisches Hin- und Herwechseln zwischen den Systemen als Strategie zur Aneignung neuer Technologien gesehen werden.“

Unter dem Gegenstand Technisches und textiles Werken werden im NMS-Lehrplan Kompetenzen in die drei Kategorien Entwicklung, Herstellung sowie Reflexion unterteilt und inhaltliche Aspekte in die Bereiche Technik, Körper sowie Raum aufgliedert.

Für die dritte und vierte Klasse nennt das BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG im Inhaltsbereich *Technik* exemplarisch „Robotik“ als mögliches Betätigungsfeld, in dem die Jugendlichen Kompetenzen entwickeln können:

#### 1. ENTWICKLUNG

##### 1.1. Wahrnehmung

- Eigene und/oder fremde Bedürfnisse, Sachverhalte und Anforderungen für ein herzustellendes Werkstück wahrnehmen und berücksichtigen

#### 1.2. Recherche

- Ideen entwickeln und diese auf innovatives Potential hin prüfen

#### 1.3. Erforschung

- Physikalische und technische Prinzipien ausprobieren und verstehen
- Ungewöhnliche Lösungsansätze bzw. Lösungswege finden und daraus innovative Konzepte entwickeln
- Testverfahren organisieren und durchführen

#### 1.4. Planung

- Erfahrungen und Erkenntnisse bei neuen Aufgabenstellungen anwenden
- Technische Zeichnungen lesen und für die Umsetzung eigener Werkvorstellungen als Kommunikationsmittel nutzen – z. B. durch Netzpläne, Fließbilder, Explosionszeichnungen
- Analoge und digitale Darstellungstechniken nutzen
- Arbeitsschritte selbstständig organisieren und planen

#### 1.5. Gestaltung

- Individuelle Gestaltungsabsichten entwickeln
- Gestaltungskriterien selbständig auf neue Zusammenhänge, Materialien und Aufgaben übertragen
- Form und Funktion als sich bedingende Gestaltungsfaktoren verstehen und bewusst einsetzen

## 2. HERSTELLUNG

### 2.1. [...]

### 2.2. Werkzeug & Maschinen

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

- Werkzeuge, Geräte und Maschinen in Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten kennen, auswählen und diese sachgemäß und verantwortungsbewusst einsetzen
- Werkzeuge pflegen und instand halten

#### 2.3. Verfahren

- Manuelle und technische Verfahren bewusst einsetzen und auf neue Aufgabenstellungen oder neue Materialien übertragen
- Verfahren kennen und Arbeitsschritte organisieren und durchführen

#### 2.4. Sicherheit

- Den eigenen Arbeitsplatz übersichtlich organisieren

### 3. REFLEXION

#### 3.1. Kontexte

- Alltagsrelevanz von Technik und Design erklären
- Kulturelle, ökologische, ökonomische, gestalterische und technische Zusammenhänge in Projekten erfassen und kommunizieren

#### 3.2. Dokumentation

- Testen und bewerten der selbst hergestellten Produkte
- Den Herstellungsprozess erläutern und Entscheidungen in Bezug auf Material, Gestaltungsidee, Formensprache und Technik begründen, dokumentieren und präsentieren
- Den eigenen Lernprozess reflektieren, eigene Leistungen einschätzen und bewerten

## 3.5. Polytechnische Schulen

Ausgehend von den gesetzlichen Aufgaben der Polytechnischen Schule (s. S. 13) werden in Nummer I der Anlage zum Lehrplan der Polytechnischen Schulen Schulart spezifische *Bildungsziele* näher definiert, anschließend in Nummer II *Allgemeine Bestimmungen* festgelegt. Diese und die *schulautonomen Lehrplanbestimmungen* der

Nummer III sehen weitreichende Freiräume vor. In diesem Fall muss ein Schulprofil, ein an den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler, Lehrpersonen, Eltern und des schulischen Umfelds orientiertes Konzept, erstellt werden und die Lehrplanbestimmungen unter anderem an die ausstattungsmäßigen Gegebenheiten der Schule angepasst werden. Falls nicht im Lehrplan der Polytechnischen Schulen enthaltene Unterrichtsgegenstände geschaffen werden, „haben die schulautonomen Lehrplanbestimmungen die Unterrichtsgegenstandsbezeichnung sowie das Stundenausmaß, Bildungs- und Lehraufgaben, Lehrstoff sowie Didaktische Grundsätze zu enthalten“. Auf diesen Grundlagen haben viele Polytechnische Schulen in Wien als sogenannte *Fachmittelschulen* den Fachbereich *Informationstechnologie* im Gesamtausmaß von neun Jahreswochenstunden ins Leben gerufen (POLYTECHNISCHE SCHULE UND FACHMITTELSCHULE WIEN XXIII 2019)<sup>1</sup>. Dieser umfasst neben Wirtschaftsinformatik und Textverarbeitung, Rechnungswesen, PC-Anwendungen und Fachkunde IT auch den zweistündigen Gegenstand Computertechnik, der für den Einsatz von Lernrobotern im Unterricht einen thematisch besonders geeigneten Boden bereitet. Neben den *Unterrichtsprinzipien* in Nummer II, Punkt D

- *Vorbereitung auf die Arbeits- und Berufswelt,*
- *Erziehung zur Gleichstellung von Frauen und Männern,*
- *Gesundheitserziehung,*
- *Interkulturelles Lernen,*
- *Leseerziehung und Sprecherziehung,*
- *Medienerziehung,*
- *Musische Erziehung,*
- *Politische Bildung (einschließlich staatsbürgerlicher Erziehung),*
- *Sexualerziehung,*
- *Umwelterziehung,*
- *Verkehrserziehung*
- *Vorbereitung auf neue Techniken, insbesondere Kommunikations- und Informationstechniken und*

---

<sup>1</sup>Der Lehrplan der Polytechnischen Schulen sieht in Nummer IV (Studentafel), Z 2, lit. b eigentlich eine Mindestanzahl an alternativen Pflichtgegenständen in Höhe von zwölf vor.

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

- *Wirtschaftserziehung (einschließlich Sparerziehung und Konsumentenerziehung)*

sehen die *allgemeinen didaktischen Grundsätze* aus Nummer V der Anlage zum Lehrplan der Polytechnischen Schulen einen sehr ähnlichen Rahmen vor wie diejenigen im NMS-Lehrplan (s. Kapitel 3.4.2), wenn auch mit stärkerer Berücksichtigung berufsorientierender und berufsvorbereitender Aspekte.

Ermöglicht wird durch den Lehrplan der Polytechnischen Schulen auch ein zweistündiges Freifach *Angewandte Informatik*, in dessen Erweiterungsbereich, der leistungsfähigen Jugendlichen zusätzliche, über das Wesentliche des Kernbereichs hinausgehende Qualifikationen ermöglichen soll, „Grundzüge des Programmierens“ als Lehrstoff verankert sind. So könnten Lernroboter im Unterricht entsprechend den *Bildungs- und Lehraufgaben* unter Nummer VII, Punkt C der Anlage zum Lehrplan der Polytechnischen Schulen eingesetzt werden, um „einen allgemeinen Einblick über gegenwärtige Einsatzmöglichkeiten der Informatik und zukünftige Entwicklungen und deren Problematiken“ zu geben und „Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit Personalcomputern“ zu fördern. Entsprechend den *didaktischen Grundsätzen* soll „die Auseinandersetzung mit neuen Techniken unter Nutzung der gegebenen Möglichkeiten anhand von konkreten Aufgabenstellungen aus verschiedenen Lernbereichen unter besonderer Berücksichtigung der künftigen Berufs- und Arbeitswelt der Schüler erfolgen und Einsatzmöglichkeiten des Computers aufzeigen.“ Aufgabe praktischer Übungen an IT-Geräten ist insbesondere der „Abbau allfälliger (auch geschlechterspezifischen) Berührungssängste“.

## 3.6. Allgemeinbildende Höhere Schulen

Der vom BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG verordnete AHS-Lehrplan sieht für zahlreiche Unter- und Sonderformen der Allgemeinbildenden Höheren Schule Spezialregelungen vor. Jene Bestimmungen betreffend musische, sportliche oder ethnische Schwerpunkte, aufbauende Typen, reine Oberstufenformen, AHS für Berufstätige oder solche der Stiftung der Theresianischen Akademie in Wien bleiben im Folgenden aufgrund fehlender besonderer Relevanz im Rahmen dieser Arbeit unberücksichtigt. Das gilt auch für jene betreffend Werkschulheime, einer neunjährigen Sonderform des Realgymnasiums mit integrierter technischer Ausbildung, die sowohl mit Reife- als auch Diplomprüfung abschließt<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Im WERKSCHULHEIM FELBERTAL (2019) wird sogar auf der 12. und 13. Schulstufe das Wahlpflichtfach *Robotik* angeboten.

Vielmehr liegt der Fokus auf der Langform des Gymnasiums, Realgymnasiums und des wirtschaftskundlichen Realgymnasiums ohne besondere schulautonome Lehrplanbestimmungen.

#### 3.6.1. Allgemeines Bildungsziel

Im Ersten Teil der Anlage A im AHS-Lehrplan wird u. a. der *gesetzliche Auftrag* der Allgemeinbildenden Höheren Schule gemäß § 34 SchUG (auf Seite 14) näher konkretisiert. Diese habe „beim Erwerb von Wissen, bei der Entwicklung von Kompetenzen und bei der Vermittlung von Werten der jungen Menschen mitzuwirken“. Besondere Bedeutung kommt der „Bereitschaft zum selbstständigen Denken und zur kritischen Reflexion“ und dem Erwerb von „Fähigkeiten, die später in Ausbildung und Beruf dringend gebraucht werden“ zu. Zu unterstützen sind die Schülerinnen und Schüler „in ihrem Entwicklungsprozess zu einer sozial orientierten und positiven Lebensgestaltung“, und „Selbstsicherheit sowie selbstbestimmtes und selbst organisiertes Lernen und Handeln“ sind in hohem Maße zu fördern. Ähnlich den *Leitvorstellungen* im NMS-Lehrplan ist „das didaktische Potenzial der Informationstechnologien [...] nutzbar zu machen“ und außerdem „die Erstellung eigenständiger Arbeiten mit Mitteln der Informationstechnologie in altersgemäßem Ausmaß anzuregen. [...] Relevante Erfahrungsräume sind zu eröffnen.“ In Hinblick auf die Erläuterungen zu den Themen *Wissensaneignung und Kompetenzerwerb* sowie die Definitionen der *Bildungsbereiche* gelten die Ausführungen im NMS-Lehrplan (s. Kapitel 3.4.1) analog.

#### 3.6.2. Allgemeine Didaktische Grundsätze

Auch die *Allgemeinen Didaktischen Grundsätze* im Zweiten Teil der Anlage A im AHS-Lehrplan orientieren sich stark an denen der NMS. Zu den sieben Grundsätzen im NMS-Lehrplan des Kapitels 3.4.2 gesellen sich noch drei weitere:

8. „*Interkulturelles Lernen*“

Die Jugendlichen sollen beim gemeinsamen Lernen kulturelle Werte begreifen, erleben und mitgestalten.

9. „*Mehrsprachigkeit*“

Alle Sprachen sind wertzuschätzen und die Jugendlichen in ihren Fähigkeiten, mehrere Sprachen zu erlernen und anzuwenden, zu fördern. Eine allfällige Mehrsprachigkeit von Schülerinnen und Schülern soll im Unterricht genutzt werden.

10. „*Reflexive Koedukation*“

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

Ergänzend zum Grundsatz *Chancen- und Geschlechtergerechtigkeit* im NMS-Lehrplan wird klargestellt, dass „Lerninhalte und Unterrichtsmethoden so auszuwählen sind, dass sich Schülerinnen und Schüler gleichermaßen angesprochen fühlen und es wichtig ist, den Unterricht so zu gestalten, dass er sozialisationsbedingt unterschiedlichen Vorerfahrungen entgegenzusteuern in der Lage ist“. Die Jugendlichen sollen „Haltungen und Kompetenzen entwickeln, die dem Ziel der Gleichstellung und Geschlechtergerechtigkeit, sowie dem Abbau geschlechtshierarchischer Rollennormen dienlich sind.“

#### 3.6.3. Schul- und Unterrichtsplanung

Die Regelungen über die *Schul- und Unterrichtsplanung* im Dritten Teil der Anlage A im AHS-Lehrplan decken sich über weite Strecken mit jenen im NMS-Lehrplan, die im Abschnitt 3.4.3 auf Seite 18 diskutiert worden sind. Darüber hinaus wird in Nummer 2 des Dritten Teils der Begriff des Kernbereichs für die Oberstufe präzisiert und dass „für den Kernbereich [der Unterstufe – Anmerkung des Autors] zwei Drittel der in der subsidiären Stundentafel angegebenen Wochenstundenanzahlen vorzusehen sind“. Materielle Ressourcen sind bei der Gestaltung des Erweiterungsbereichs und bei der Festlegung schulautonomer Lehrplanbestimmungen (Nummer 3) zu berücksichtigen. In Nummer 4 werden die Lehrpersonen verpflichtet, zu Beginn jedes Schuljahres die Schülerinnen und Schüler sowie deren Erziehungsberechtigte über ihr Gesamtkonzept der Rückmeldung und Leistungsfeststellung zu informieren.

#### 3.6.4. Stundentafeln

##### 3.6.4.1. Unterstufe

Für die Unterstufe des Realgymnasiums sieht der AHS-Lehrplan im Vierten Teil des Anhangs A die gleiche Stundentafel vor wie der NMS-Lehrplan. Daher bieten sich für den Einsatz von Lernrobotern der Pflichtgegenstand *Technisches Werken*, die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung* und – wenn auf Schulebene angeboten – die Freifächer *Einführung in die Informatik* sowie *Technisches Werken* an. Die entsprechenden Stundenausmaße werden in Kapitel 3.4.4 auf Seite 19 detailliert beschrieben. Unterschiede ergeben sich im Gegenstand Werken, das alternativ als technisches *oder* textiles zu konzipieren ist. Während für den Pflichtgegenstand in der Unterstufe des Realgymnasiums vier Jahre lang jeweils zwei Jahreswochenstunden vorgesehen sind, sind es an gymnasialen Formen nur jeweils zwei Einheiten auf der fünften und sechsten Schulstufe, an wirtschaftskundlichen Realgymnasien hingegen jeweils zwei Einheiten von der ersten bis zur dritten Klasse und drei Stunden in der vierten. Schulautonome Lehrplanbestimmungen sehen großzügige Spielräume

### 3.6. Allgemeinbildende Höhere Schulen

zur Reduzierung bzw. Erhöhung der Jahreswochenstunden vor (s. Tabelle 3.2 letzte Spalte).

Tabelle 3.2.: Stundentafel der Unterstufe für den Pflichtgegenstand Technisches Werken bzw. Textiles Werken an AHS

| Zweig                               | Klasse |    |    |    | Summe |      |
|-------------------------------------|--------|----|----|----|-------|------|
|                                     | 1.     | 2. | 3. | 4. |       |      |
| Gymnasium                           | 2      | 2  | 0  | 0  | 4     | 3–6  |
| Realgymnasium                       | 2      | 2  | 2  | 2  | 8     | 6–12 |
| Wirtschaftskundliches Realgymnasium | 2      | 2  | 2  | 3  | 9     | 7–14 |

Quelle: AHS-Lehrplan

#### 3.6.4.2. Oberstufe

Ebenfalls im Vierten Teil des Anhangs A im AHS-Lehrplan befindet sich die Festlegung der Stundentafeln für die Oberstufe. Während *Werken* darin nicht mehr berücksichtigt wird, sieht sie für alle Schularten der AHS auf der 9. Schulstufe den zweistündigen Pflichtgegenstand *Informatik* vor, der schulautonom auch erweitert werden darf. In der sechsten, siebten und achten Klasse wird außerdem das *alternative* Pflichtfach Informatik für jeweils zwei Jahreswochenstunden angeboten. Gemäß Vierten Teil, lit. d kann in allen Pflichtgegenständen auch ein entsprechender Förderunterricht abgehalten werden<sup>1</sup>, der nach dem Zweiten Teil, Z 6 und Sechsten Teil, lit. e, Z 2 Jugendlichen, die „beim Übertritt in die Allgemeinbildende Höhere Schule oder in der Anfangsstufe (bzw. in der Unterstufe) des betreffenden Pflichtgegenstandes auf Schwierigkeiten stoßen“, zur „Wiederholung und Einübung des vorauszusetzenden oder des im Unterricht des betreffenden Pflichtgegenstandes der betreffenden Klasse durchgenommenen Lehrstoffes“ zugute kommen soll. Freigegegenstände (lit. b) und unverbindliche Übungen (lit. c) dürfen „in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Bildungsziel [...] zur Ergänzung, Vertiefung oder Erweiterung von Pflichtgegenständen im Hinblick auf die besonderen Interessen und Begabungen der Schülerinnen und Schüler“ organisiert werden (Vierter Teil des Anhangs A im AHS-Lehrplan).

#### 3.6.5. Lehrpläne für die einzelnen Unterrichtsgegenstände

Für die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung* und den Freigegegenstand *Einführung in die Informatik* der Unterstufe gibt der AHS-Lehrplan im Sechsten Teil des

<sup>1</sup>Das Maximalausmaß für Förderunterricht beträgt pro Klasse und Schuljahr insgesamt 72 Unterrichtsstunden.

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

Anhangs A hinsichtlich des Lehrstoffs exakt idente Vorgaben wie der NMS-Lehrplan. Demnach gilt auch für Gymnasien, Realgymnasien und wirtschaftskundliche Realgymnasien das in den Kapiteln 3.4.5.1 und 3.4.5.2 Erläuterte.

#### 3.6.5.1. Informatik 5. Klasse (1. und 2. Semester)

Als *Bildungs- und Lehraufgabe* soll das Pflichtfach Informatik in der 5. Klasse AHS den Jugendlichen „einen gleichberechtigten Zugang zu informatischen Denk- und Arbeitsweisen als Voraussetzung für den produktiven Umgang mit digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien eröffnen“ und sie „zum Erwerb informatischer und informationstechnischer Kompetenzen hinführen, um sie zu befähigen, diese zur Lösung verschiedener Problemstellungen einzusetzen“, indem „fachliche Grundlagen verdeutlicht und Anwendungskompetenzen durch planvolle Arbeitsweisen systematisch erworben werden“. Ferner sollen die Jugendlichen „durch die Analyse realer Probleme vor allem aus ihrer Erfahrungswelt Strukturen und Zusammenhänge erkennen und die Notwendigkeit von Abstraktion und Reduktion bei der Modellbildung von einfachen realen Systemen erfahren“ und überhaupt in allen Bildungsbereichen ihre Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz erweitern, festigen, „ihr kognitives, emotionales und kreatives Potenzial nützen [...] und einen tieferen Einblick in die gesellschaftlichen Zusammenhänge und Auswirkungen moderner Informationstechnologie“ gewinnen (Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt A, Z 2, lit. a AHS-Lehrplan).

Tabelle 3.3 zeigt, welche ausdrücklich angeführten *Beiträge zu den Bildungsbereichen* der Einsatz von Lernrobotern im Rahmen dieses Unterrichtsgegenstands leisten kann.

Tabelle 3.3.: Beiträge zu den Bildungsbereichen durch den Einsatz von Lernrobotern im Unterrichtsfach Informatik

| Bildungsbereich                   | Beitrag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sprache und Kommunikation</i>  | Konstruktiver Informatikunterricht ist auch Sprachunterricht.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Mensch und Gesellschaft</i>    | Durch die Beschäftigung mit Informationstechnologien lernen Schülerinnen und Schüler deren Auswirkungen, Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren kennen. Sie erkennen das Potenzial ihrer eigenen Fähigkeiten als denkende, handelnde, fühlende und sich entwickelnde Menschen im Unterschied zu einer lernenden Maschine. |
| <i>Natur und Technik</i>          | Durch Modellbildung, Formalisierung und Abstraktion leistet die Informatik einen wesentlichen Beitrag zur Auseinandersetzung mit Natur und Technik und führt zu einer besseren Entscheidungs- und Handlungskompetenz.                                                                                                  |
| <i>Kreativität und Gestaltung</i> | Der Umgang mit Informationstechnologie gibt den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, selbst kreativ tätig zu sein und Gestaltungserfahrungen zu machen.                                                                                                                                                              |

Quelle:  
Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt A, Z 2, lit. a AHS-Lehrplan

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

In den *didaktischen Grundsätzen* werden den Lehrpersonen „Freiräume für die eigenständige und verantwortliche Unterrichtsgestaltung, in der eine ausgewogene Abdeckung aller Kompetenzbereiche anzustreben ist“ zugestanden. An Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler ist anzuknüpfen und vielfältige Bezüge zu deren Lebenswelten sind herzustellen. In variierenden Arbeitsformen sollen besonders Selbsttätigkeit, Eigenverantwortung und gemeinschaftliches Problemlösen gefördert werden, wobei „der Informatikunterricht beispielhaft für den sinnvollen Einsatz verfügbarer Technologien sein soll“. Verschiedenartig soll den Jugendlichen die Möglichkeit gegeben werden, ihr Wissen zu präsentieren, argumentieren und es an der Kritik anderer zu prüfen. In einem vertrauensvollen, angenehmen Lernklima ist auf die unterschiedlichen Interessen der Jugendlichen einzugehen (vgl. Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt A, Z 2, lit. a AHS-Lehrplan).

Die Inhaltsdimensionen des verbindlichen *Lehrstoffs*, die den Einsatz von Lernrobotern rechtfertigen, umfassen insbesondere:

#### *Informatik, Mensch und Gesellschaft*

- Die Bedeutung von Informatik in der Gesellschaft beschreiben, die Auswirkungen auf die Einzelnen und die Gesellschaft einschätzen und Vor- und Nachteile an konkreten Beispielen abwägen können
- Informatikberufe und Einsatzmöglichkeiten der Informatik in verschiedenen Berufsfeldern benennen und einschätzen können

#### *Informatiksysteme*

- Die Funktionsweise von Informatiksystemen erklären können
- Grundlagen von Betriebssystemen erklären, eine graphische Oberfläche und Dienstprogramme bedienen können

#### *Angewandte Informatik*

- Informationsquellen erschließen, Inhalte systematisieren, strukturieren, bewerten, verarbeiten und unterschiedliche Informationsdarstellungen verwenden können
- Digitale Systeme zum Informationsaustausch, zur Unterstützung der Unterrichtsorganisation und zum Lernen auch in kommunikativen und kooperativen Formen verwenden können

#### *Praktische Informatik*

- Begriffe und Konzepte der Informatik verstehen und Methoden und Arbeitsweisen anwenden können

- Algorithmen erklären, entwerfen, darstellen und in einer Programmiersprache implementieren können
- Grundprinzipien von Automaten, Algorithmen, Datenstrukturen und Programmen erklären können
- Datenbanken benutzen und einfache Datenmodelle entwerfen können

#### 3.6.5.2. Informatik 6. – 8. Klasse (3. – 8. Semester)

Die informatische Bildung des Wahlpflichtfachs Informatik umfasst „sowohl sachliche und fachsystematische als auch methodische und soziale Komponenten“ und bezweckt die Schulung „zielorientiertes, konstruktiven Problemlösens mit informatischen Werkzeugen und Methoden [...] sowie ein vertieftes technisches und soziokulturelles Verständnis unserer digital geprägten Welt“ seitens der Jugendlichen und deren Vorbereitung auf ein einschlägiges Studium. „Der Unterricht [...] soll im Sinne eines konsistenten Kompetenzaufbaus in allen Bereichen zu einer Vertiefung und Erweiterung der Kompetenzen führen“, wobei „der Abstraktionsgrad und der Erwerb konzeptuellen Verständnisses im Laufe der aufsteigenden Semester gesteigert werden sollen“. Ausdrücklich wird den Lehrpersonen auch ermöglicht, in Abstimmung mit den Schülerinnen und Schülern Schwerpunkte zu setzen (vgl. Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt b, lit. aa AHS-Lehrplan).

Als Grundlage für den Einsatz von Lernrobotern im Unterricht erscheinen besonders folgende *Lehrstoffinhalte* geeignet:

##### *Informatik, Informationstechnologie, Mensch und Gesellschaft*

###### Verantwortung, Datenschutz und Datensicherheit

- Für den Schutz und die Sicherheit von Informatiksystemen, mit denen man arbeitet, sorgen können (6. Semester)

###### Berufliche Perspektiven

- Die wirtschaftliche Bedeutung der IT in den diversen Berufsfeldern einordnen und die Chancen von IT-Berufen abschätzen können (6. Semester)

###### Bedeutung von Informatik in der Gesellschaft

- Den Einfluss von Informatiksystemen auf den Alltag, auf die Gesellschaft und Wirtschaft einschätzen und an konkreten Beispielen Vor- und Nachteile abwägen können (7. Semester)

##### *Informatiksysteme*

###### Technische Grundlagen und Funktionsweisen

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

- Komponenten von Informatiksystemen beschreiben und ihre Funktionsweise und ihr Zusammenwirken erklären können (3. Semester)
- Technische Grundlagen und Funktionsweisen von Informatiksystemen verstehen und erklären können (Erweiterung und Vertiefung) (5. Semester)
- Einfache Fehler diagnostizieren und beheben können (6. Semester)
- Grundlegende technische Konzepte von Informatiksystemen verstehen (7. Semester)

#### Betriebssysteme und Software

- Software (inklusive Betriebssysteme) zur Bewältigung von Aufgaben bewerten und die Wahl für einen Lösungsweg begründen können (7. Semester)

### *Angewandte Informatik*

#### Kommunikation und Kooperation

- Netzwerke mit geeigneten Webanwendungen zum Informationsaustausch, zur Diskussion und zur Zusammenarbeit sinnvoll und verantwortungsbewusst nutzen können (3. Semester)

#### Suche, Auswahl und Organisation von Information

- Unter Verwendung passender Dienste und Angebote und Wahl geeigneter Suchmethoden Informationen und Medien gezielt suchen und auswählen können (5. Semester)
- Informationen hinsichtlich ihrer Relevanz und Qualität einschätzen und bewerten können (5. Semester)

### *Praktische Informatik*

#### Algorithmen, Datenstrukturen und Programmierung

- Grundlegende Aufgaben und Problemstellungen algorithmisch und formalsprachlich in geeigneten Datenstrukturen beschreiben können (3. Semester)
- Grundlegende Algorithmen entwerfen, diese formal darstellen, implementieren und testen können (3. Semester)
- Aufgaben mit Mitteln der Informatik modellieren können (4. Semester)
- Komplexere Algorithmen entwerfen, diese formal darstellen, implementieren und testen können (Erweiterung, Vertiefung) (4. Semester)

- Aufgaben mit Mitteln der Informatik modellieren können. Vielfältige Algorithmen entwerfen, diese formal darstellen, implementieren und testen können (Erweiterung, Vertiefung) (5. Semester)
- Wesentliche Aspekte und Methoden der Softwareentwicklung und des Softwareprojektmanagements erklären können (7. Semester)
- Ein Softwareprojekt planen und durchführen können (7. Semester)
- Die Schritte der Softwareentwicklung reflektieren können (7. Semester)
- Die Angemessenheit der Entwicklungswerkzeuge grob einschätzen können (7. Semester)
- Die Effizienz von Algorithmen bewerten können (7. Semester)
- Gezielt nach Programmfehlern suchen und diese korrigieren können (7. Semester)

#### Konzepte der Informationsverarbeitung

- Bei der Lösung konkreter Aufgaben Heuristiken, Grundprinzipien und Konzepte der Informatik anwenden und informatische Modelle gestalten können (6. Semester)

Für das 8. Semester sieht die Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt b, lit. aa im AHS-Lehrplan generell die „Sicherung der Nachhaltigkeit“ des bisher durchgenommenen Lehrstoffs vor, also das „Wiederholen, Vertiefen von Fähigkeiten und Vernetzen von Inhalten, um einen umfassenden Überblick über die Zusammenhänge unterschiedlicher informatischer Gebiete zu gewinnen“.

Ähnliches sehen die Bestimmungen in Deutschland vor (PETERS et al. 2018, S. 121 – 122).

#### 3.6.5.3. Technisches Werken Unterstufe

Im Gegensatz zum NMS-Lehrplan (s. Kapitel 3.4.5.3 auf Seite 24) nennt der AHS-Lehrplan Robotik *nicht ausdrücklich* einen Bestandteil des Lehrstoffs, sondern lediglich die „Nutzung zeitgemäßer Technologien“. Allerdings sind „die Inhalte des Erweiterungsbereichs unter Berücksichtigung der Bildungs- und Lehraufgabe sowie der Didaktischen Grundsätze festzulegen“, so dass dadurch dem Einsatz von Lernrobotern im Unterricht – besonders bei elektrotechnischem Schwerpunkt oder fächerübergreifend – sehr wohl Raum gegeben wird. Denn entsprechend den *Bildungs- und Lehraufgaben* sollen die Jugendlichen im Werkunterricht „Strategien zum Lösen von technischen Problemen“, „Fähigkeiten und Fertigkeiten durch die Umsetzung kognitiver Lernprozesse in Produkte“, „Kompetenzen durch Sammeln von Erfahrungen aus der praktischen Arbeit“, „Kreativität [...] durch innovative

### 3. Die Verankerung des Robotereinsatzes im Curriculum

Problemlösungen“ sowie „Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit bei Planungs- und Herstellungsprozessen“ entwickeln. Die *didaktischen Grundsätze* betonen „das Herstellen eines konkreten Produkts als wichtigstes Ziel wegen seines starken Motivationscharakters“. „Querverbindungen [...] zu anderen Unterrichtsgegenständen sind anzustreben, [...] Schwerpunktsetzungen durch spezielle Neigungen und Fähigkeiten der Lehrkraft oder situative Gegebenheiten sind möglich“. „Fertige Bausätze und rezeptartige Anleitungen“ laufen dem Prinzip der Eigenständigkeit bei der Problemlösung zuwider und sollten daher vermieden werden (Anlage A, Sechster Teil, Abschnitt A, Z 1 AHS-Lehrplan).

## 3.7. Allgemeine Sonderschulen

Um die aktuelle Situation – auch und besonders hinsichtlich der Lehrpläne – im Bereich der Sonderschulen realitätsnah zu erheben, wurde ein Interview mit dem Schulqualitätsmanager für Inklusiv- und Sonderpädagogik in der Bildungsdirektion Wien Herrn Dr. CORAZZA geführt. Das Transkript dieses Gesprächs liegt der vorliegenden Arbeit unter Anhang B bei.

Die Lehrpläne für den Bereich der Sonderschule (§ 22–27 SchOG) decken unterschiedliche Schwerpunkte ab. So bestehen ein Lehrplan der *Allgemeinen Sonderschule*, des *Berufsvorbereitungsjahres*, der *Sonderschule für Kinder mit erhöhtem Förderbedarf*, der *Sonderschule für blinde Kinder* und der *Sonderschule für gehörlose Kinder* (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG 2019). Inhaltlich unterscheiden sie sich oft aufgrund sehr unterschiedlicher Bedürfnisse der Zielgruppen erheblich voneinander (CORAZZA 2019, Zeile 218, s. Anhang B). Zum einen setzt der bestehende ASO-Lehrplan teilweise zu hohe Ansprüche (ebd., Zeile 89, s. Anhang B). Da dieser Lehrplan das letzte Mal im Jahr 2008 novelliert worden ist, gilt dieser zum anderen mittlerweile als veraltet (ebd., Zeile 8, s. Anhang B; ebd., Zeile 78, s. Anhang B) und soll daher im Zuge einer Lehrplanreform in 2–3 Jahren aktualisiert werden (ebd., Zeile 7, s. Anhang B). Wegen vieler Parallelen zwischen dem ASO- und dem NMS-Lehrplan könnte letzterer nach einigen Abänderungen und Anpassung der Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO) eigentlich auch vielen Schülerinnen und Schülern, die bisher nach dem ASO-Lehrplan beschult werden, zugrunde gelegt werden (CORAZZA 2019, Zeile 205, s. Anhang B; ebd., Zeile 217, s. Anhang B). Ohnehin werden die meisten Jugendlichen mit Sonderpädagogischen Förderbedarf (SPF) schon jetzt in Regelklassen unterrichtet (ebd., Zeile 44, s. Anhang B), was auch internationalen Vorgaben entspricht (ebd., Zeile 103, s. Anhang B). Trotzdem besteht weiterhin Bedarf nach differenzierten und spezialisierten Einrichtungen (ebd., Zeile 139, s. Anhang B).

Letztendlich wird der ASO-Lehrplan in der österreichischen Schulpraxis kaum umgesetzt (ebd., Zeile 165, s. Anhang B), was in Wien vor wenigen Jahren zum

### 3.7. Allgemeine Sonderschulen

Anlass genommen worden ist, den Schulversuch *Lernzieldifferente Anwendung des Regelschullehrplans* gemäß § 7 SchOG zu initiieren (CORAZZA 2019, Zeile 163, s. Anhang B), der einen eigenen ASO-Lehrplan nicht mehr vorsieht (BILDUNGSDIREKTION WIEN 2019).

Im Übrigen erwartet CORAZZA (2019, Zeile 12, s. Anhang B) in den kommenden drei Jahren die Aufnahme des Unterrichtsgegenstandes *Digitale Grundbildung* in den Fächerkanon des Sonderschullehrplans.

Mechatronische Hilfsmittel werden in der Inklusiv- und Sonderpädagogik aber weniger als Lernroboter im Sinne des Kapitels 2.1, als viel mehr kommunikationsunterstützend für Jugendliche mit Beeinträchtigung der Lautsprache oder als *technische Assistenz* für die Bewältigung des Alltags (ebd., Zeile 27, s. Anhang B) und zur Partizipation am Unterricht (ebd., Zeile 34, s. Anhang B) eingesetzt.

Daher wird anders als in Abschnitt 3.4 oder Abschnitt 3.6 an dieser Stelle nicht näher auf die Lehrpläne der Sonderschulen eingegangen.



## 4. Unterrichtsgestaltung

Während die *Didaktik* üblicherweise Konzepte, die die Gestaltung des Unterrichts anleiten, entwickelt, zieht die *Lehr-Lern-Forschung* ihre Erkenntnisse aus der systematischen Analyse empirisch belegbarer Fakten (vgl. TULODZIECKI et al. 2017, S. 235).

Für die Didaktik zentral ist das Streben, Unterrichtskomponenten miteinander in Zusammenhang zu bringen und sie *normativ* zu verknüpfen, was allerdings nicht ohne Weiteres aus empirischen Befunden abzuleiten ist (vgl. BLÖMEKE & MÜLLER 2009, S. 240). Exemplarisch für diese Wissenschaftsdisziplin stehen die didaktischen Unterrichtsprinzipien aus Abschnitt 4.1.

Im Vordergrund der interdisziplinären Lehr-Lern-Forschung stehen hingegen vor allem Lernleistungen der Schülerinnen und Schüler und damit in *Korrelation* stehende Unterrichtsmerkmale. Dieser betont statistische Zugang stellt nicht notwendigerweise auf kausale Zusammenhänge ab, sondern kann auch „ohne weitere theoretische Fundierung“ (ebd., S. 240) auskommen. Ein bahnbrechendes Paradebeispiel – wegen der darauf entwickelten, evidenzbasierten Theorie – ist die 2009 erschienene Studie „Visible Learning“ des Erziehungswissenschaftlers John HATTIE (s. Abschnitt 4.2).

### 4.1. Didaktische Unterrichtsprinzipien

Unter *Unterrichtsprinzipien* werden allgemeine Grundsätze (insbesondere der Unterrichtsführung) verstanden, deren Umsetzung unabhängig vom Inhalt, Alter der Lernenden oder von der Schulart die Qualität des Unterrichts verbessern soll. Als Richtschnur geben sie der Lehrperson Orientierung bei Entscheidungen, ohne Anspruch auf starre, ausnahmslose Allgemeingültigkeit zu erheben (vgl. SCHRÖDER 2010, S. 161–216; SCHRÖDER 2015, S. 367).

Zum Unterschied zu den im Abschnitt 3.3 auf Seite 15 sowie Abschnitt 3.3 auf Seite 14 diskutierten, rechtlich verankerten, bildungspolitischen, fächerübergreifenden Prinzipien zählen für SCHRÖDER (2010, S. 215)

1. *Motivierung*,
2. *Veranschaulichung*,

#### 4. Unterrichtsgestaltung

3. *Aktivierung (Selbsttätigkeit)*,
4. *Differenzierung (Individualisierung)*,
5. *Erfolgsbestätigung*,
6. *Erfolgssicherung*,
7. *Schülerorientierung*,
8. *Ganzheit* und
9. *Strukturierung*

zu den wichtigsten didaktischen Leitlinien.

##### 4.1.1. Motivierung

Motiviertes Verhalten entsteht durch das Zusammenwirken von Motiven einer Person und den situativen Anreizen. Es muss also gegeben sein, dass ein Inhalt (z. B. Geschichte) oder eine Tätigkeit (z. B. das Arbeiten mit Texten) für eine Person wichtig sind, und dass in der gegebenen Situation eine Zielerreichung im Rahmen der eigenen Fähigkeiten möglich und herausfordernd (die Aufgabe ist nicht zu leicht und nicht zu schwer) scheint. (IMHOF 2013, S. 95)

Nach KUNTER und TRAUTWEIN (2013, S. 43–52) bedarf es zum notwendig aktiven, konstruktiven Wissensaufbau gewisser Anreize, um die damit einhergehenden Mühen zu überwinden. Dieser Anstrengungsbereitschaft oder *Motivation* kommt im Rahmen des Lernprozesses eine entscheidende Rolle zu, da jene bestimmt, ob eine Lernhandlung überhaupt gesetzt wird oder nicht. Einerseits hängt sie von dem Anreizwert der jeweiligen *Unterrichtssituation* ab, also wie wichtig oder spannend es ist, sich mit dem Thema näher zu befassen, oder wie gut die Lernsituation bestehendes Vorwissen zu aktivieren vermag. Andererseits steuern die *motivationalen Orientierungen* der Schülerinnen und Schüler den Grad deren Motivation. Diese motivationalen Ausgangslagen werden beeinflusst vom grundsätzlichen Interesse am Lernstoff und eigenen Fähigkeitsüberzeugungen und bleiben im Zeitablauf verhältnismäßig stabil. Gemeinsam mit dem kognitiven Lernpotenzial (Intelligenz, Vorwissen, Lernstrategien) gibt der durch Motivation erzeugte Lernwille darüber den Ausschlag, inwieweit Lernangebote genützt werden, wobei sich Motivation und Lernen wechselseitig beeinflussen und gegenseitig verstärken. So kann nach FRASER et al. (1987 zit. n. HUBWIESER 2007, S. 16) „Erfolg beim Lernen über Motivationsverstärkung die Lernleistung mehr als verdoppeln“.

#### 4.1. Didaktische Unterrichtsprinzipien

Treten intrinsische und extrinsische Motivationselemente gleichzeitig auf, können sie sich durch Interferenzeffekte gegenseitig stören. Daher sollten Lehrpersonen ihre Lernenden nur in den wenigen Situationen extrinsisch (mittels Lob, gute Noten etc.) motivieren, in denen intrinsischer Antrieb, der durch die Befriedigung bei der Bewältigung der Aufgabe hervorgerufen wird, seitens der Jugendlichen nicht erwartet werden kann (vgl. ebd., S. 16).

Motivationsverlust seitens der Jugendlichen kann auch durch die verantwortlichen Lehrpersonen verursacht werden. Zu den diesbezüglichen Risikofaktoren zählen permanente oder temporäre Persönlichkeitsmerkmale (z.B. Müdigkeit), stark dominanter, intoleranter Führungsstil, andauernde Über- oder Unterforderung der Lernenden, Missachtung diverser Unterrichtsprinzipien (s. Abschnitt 4.1 auf Seite 41) oder methodische Eintönigkeit. Auch Ausbleiben von Lernerfolg oder Anerkennung, fehlender Neuigkeitsgehalt, unbefriedigte Grundbedürfnisse, Lärm, Hitze oder Kälte können die Anstrengungsbereitschaft der Jugendlichen reduzieren (vgl. ebd., S. 17).

Für KELLER (1987 zit. n. ebd., S. 17) existieren vier allgemeine Anforderungen, die erfüllt sein müssen, damit Lernende für Lernprozesse ausreichend motiviert sind. Zunächst ist *Aufmerksamkeit* vonnöten, die durch emotionale Informationen oder persönliche Fragen hergestellt werden kann. Außerdem muss das Lernziel subjektiv für *relevant* und *weder zu einfach und noch zu schwierig erreichbar* gehalten werden. Schließlich sollte *Lernerfolg* bereits im Lernprozess erlebbar sein.

SCHRÖDER (2010, S. 165–166) schlägt zur Motivierung an sich uninteressierter Schülerinnen und Schüler mehrere Maßnahmen vor. Vorzugsweise durch Konfrontation mit dem Unterrichtsinhalt oder andernfalls durch Problemstellung soll die Aufmerksamkeit der Jugendlichen geweckt werden. Deren natürliche Neugierde ist zu bewahren und daher Fragen der Lernenden besondere Wertschätzung entgegenzubringen. Der erlebte Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe und die eigene Leistungsfähigkeitseinschätzung sollen einander entsprechen. Soziale, affektive und kognitive Komponenten des Lernens müssen in einem ausgewogenen Verhältnis angesprochen werden. Entgegen den Bestimmungen der Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO), die eine kriterienorientierte Beurteilung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler vorschreibt, hält SCHRÖDER die Vermeidung von sachnormorientierten zugunsten von personenbezogenen, individualnormorientierten Bewertungen für sinnvoll, da dadurch die eigene Anstrengungsbereitschaft stärker in der Vordergrund tritt.

Nach Ansicht ROGERS' (1988, S. 144) müssen Lernende nicht extrinsisch motiviert werden, da „der junge Mensch in hohem Maße intrinsisch motiviert ist. Viele Elemente seiner Umwelt bilden Herausforderungen an ihn. Er ist neugierig, begierig zu entdecken, zu wissen, Probleme zu lösen.“ Dies gilt besonders dann, wenn „der

#### 4. Unterrichtsgestaltung

Lerninhalt vom Lernenden als für seine eigenen Zwecke relevant wahrgenommen wird“ (ROGERS 1988, S. 170).

ÇANKAYA et al. (2017, S. 1) untersuchten die Einstellung Jugendlicher nach einem einwöchigen Robotikkurs und kamen zum Schluss, dass “the students generally had positive attitudes and that the education given was motivating and entertaining and contributed to their learning of programming”.

GRAVEN und SAMUELSEN (2009, S. 34) resümierten nach einem Robotikprojekt mit Studierenden: “The trial students have shown an observable increased level of engagement compared to traditional lab work.”

EGUCHI (2012, S. 5) stellt fest, dass “robotics naturally excites and motivates students. Robotics inspires students to enthusiastically become interested in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) fields.” Ähnlich urteilen MCGRATH et al. (vgl. 2012, S. 142): “Robotics offers an exciting and engaging context for students to learn science and engineering strategy to increase students’ excitement and motivation for science, technology, engineering, and mathematics (STEM).”

GUEORGUIEV et al. (2018, S. XI) erhoben, dass Teilnehmerinnen und Teilnehmer an Robotikworkshops eher eine MINT-Ausbildung erwogen.

Für STERLING (2015) eignen sich die Robotik und die Entwicklung von Computerspielen am besten für eine Einführung in die IT.

EIMLER et al. (2010, S. 44) demonstrierten, dass „sich Kinder leicht in Interaktion mit einem Roboter involvieren und durch den Einsatz eines körperlichen/berührbaren, expressiven Objekts [...] begeistern lassen“.

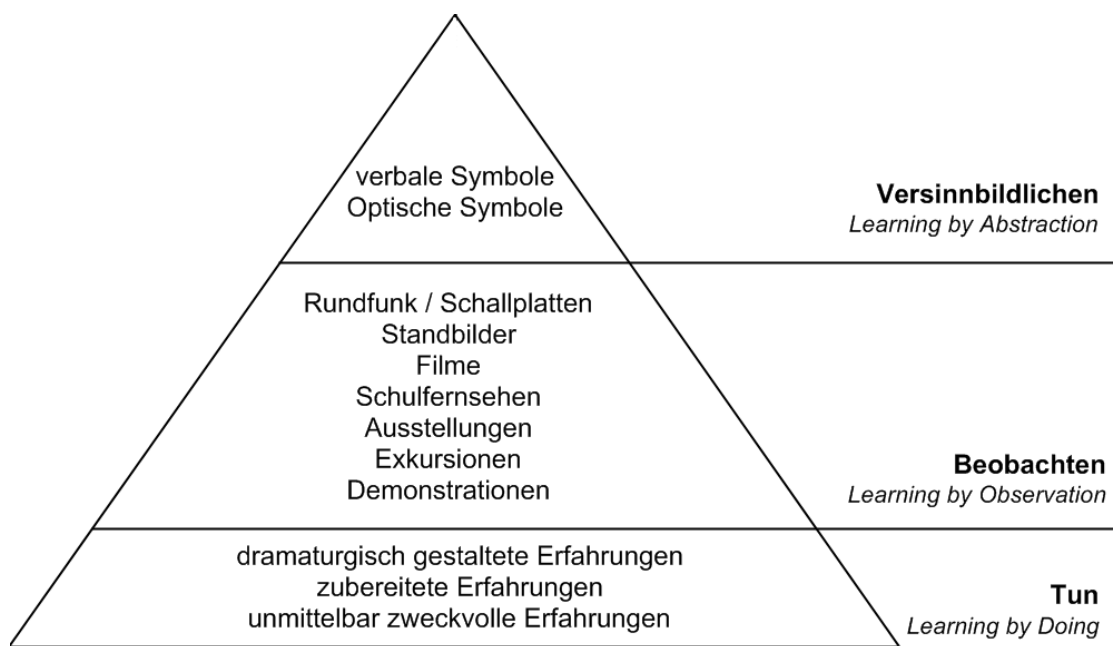
##### 4.1.2. Veranschaulichung

Für SCHRÖDER (2010, S. 167–169) findet das Prinzip der Veranschaulichung im Unterricht dann Anwendung, wenn „der Unterrichtsstoff so dargeboten wird, dass die Schüler ihn mit Hilfe ihrer Sinnesorgane und entsprechend ihrer Auffassungsfähigkeit umfassend und zutreffend erkennen können“. Jugendliche seien bei geistigen Tätigkeiten im Besonderen auf vorhergehende Wahrnehmung angewiesen.

Schnell wären Jugendliche von der überwältigenden Menge an scheinbar wenig zusammenhängenden Daten überfordert, würde die Erzeugung von Assoziationen durch Veranschaulichung sie nicht beim Erkennen von Strukturen und Wichtigem unterstützen. Dabei gilt, dass möglichst viele verschiedene Sinnesorgane im Lernprozess eingesetzt werden sollten (vgl. HUBWIESER 2007, S. 20).

Abbildung 4.1 stellt den Grad der Anschaulichkeit von Medien bildlich dar, wobei dieser von oben nach unten in dieser Grafik stetig zunimmt. Originale Begegnungen zählen demnach zu den anschaulichsten Darbietungsformen, symbolhafte Versinnbildlichungen dagegen zu den abstraktesten (DALE 1954 zit. n. HUBWIESER 2007, S. 20).

Abbildung 4.1.: Erfahrungskegel von DALE (1954)



Quelle:

DBAUMI 2013  3.0

#### 4. Unterrichtsgestaltung

Nach STERLING (2015) kann programmieren für Lernende zu abstrakt sein. Die Wahrnehmung der unmittelbar sichtbaren, konkreten Auswirkungen der eigenen Programmieranweisungen anhand von Robotern unterstützt jedoch den Lernprozess. Oder nach EGUCHI (2012, S. 6): “Educational robotics offers a concrete and tangible way for students to understand abstract concepts and ideas because it provides a learning environment where students use a manipulative that provides instant feedback.”

##### 4.1.3. Aktivierung (Selbsttätigkeit)

Für KUNTER und TRAUTWEIN (2013, S. 86) stellt aktiviertes Lernen „eine aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten“ und einen „aktiven Prozess“ dar, „bei dem die Lernenden ihre Aufmerksamkeit auf das Lernmaterial richten, neue Informationen mit bereits vorhandenem Wissen abgleichen, aktiv Probleme lösen, und somit ihre Wissenstrukturen ausbauen und erweitern“. Je stärker, mental aktiver sich Jugendliche mit Lerninhalten auseinandersetzen, desto erfolgreicher gelingt der Wissenserwerb. Daher hat qualitätvoller Unterricht diese mentalen Aktivitäten auszulösen. Kognitive Aktivierung kann durch geeignete Aufgabenstellungen, aber auch durch problembezogene, anregende Gespräche der Lernenden erreicht werden.

Durch Aktivierung sollen Schülerinnen und Schüler *selbsttätig* werden. Idealerweise suchen sie dann „aus eigenem Anlass, auf ein selbstgewähltes Ziel hin, mit freigewählten Methoden und selbstgewählten Mitteln, im eigenständigen sozialen Bezug und mit den Möglichkeiten der Selbstkontrolle nach richtigen Lösungen“ (SCHRÖDER 2010, S. 174).

Auch wenn sich Jugendliche im Unterricht motorisch anscheinend aktiv verhalten, kann daraus nicht notwendigerweise auf kognitive Aktivierung geschlossen werden (vgl. KUNTER & TRAUTWEIN 2013, S. 93).

Die Möglichkeit, aktiv tätig zu werden, motiviert Lernende und schafft die Voraussetzung für selbst herbeigeführte Erfolgserlebnisse, die die Motivierung zu weiterem Tun noch weiter verstärken. Dadurch können Jugendliche ihr persönliches Anspruchsniveau erhöhen, wenn sie erfolgreich immer schwierigere Aufgaben meistern (SCHRÖDER 2010, S. 178–179).

ROGERS (1988, S. 13) sieht „persönliches Engagement“ als eine Grundvoraussetzung effektiven, „signifikanten“ Lernens an. Es findet nur dann statt, wenn „die ganze Person sowohl mit ihren Gefühlen als auch mit ihren kognitiven Aspekten *im* Lernvorgang steht“. Außerdem „wird es sehr oft durch Tun erreicht“ (ebd., S. 174).

CHETTY (2015, S. 80) lieferte Erkenntnisse mit konkreten Bezug auf Lego® Mindstorms®: “Although not a pedagogy within its own right, Lego® Mindstorms® robots can be a platform that provided an opportunity for the focus of learning to shift from traditional learning, to learning that engages learners actively,

using real-world problems. It can allow learner to develop dynamic programming skills in a language independent environment, thus seen as a pedagogical tool.”

#### 4.1.4. Differenzierung (Individualisierung)

SCHRÖDER (2010, S. 183) definiert *Differenzierung* als „Auflösung des heterogenen Klassenverbandes zugunsten homogener Gruppen in Bezug auf die Leistungsfähigkeit oder Interessenrichtung der Schüler“ mit dem Ziel, die Auswahl der Lehrziele, -inhalte und -methoden bestmöglich den Interessen und Leistungsvermögen der Lernenden anzupassen. Schülerinnen und Schüler sollen quasi an ihrem aktuellen Entwicklungsstand *abgeholt* werden. Angesichts der an österreichischen Schulen dominierenden Jahrgangsklassen und der potenziell beträchtlichen Diskrepanz zwischen biologischem und psychologischem Alter der Jugendlichen stellt die Forderung bzw. Notwendigkeit nach Differenzierung Lehrkräfte oft vor große Herausforderungen. *Innere* Differenzierung wird innerhalb der Klasse umgesetzt und betrifft demnach beispielsweise die Auswahl von Sozialformen oder bestimmten Medien im Unterricht. Während im Allgemeinen durch entsprechende Maßnahmen Über- bzw. Unterforderung von Lernenden abnimmt und sich dadurch ihre Lernleistungen verbessern, scheint eine Homogenisierung der Leistungsgruppen für leistungsschwache Jugendliche eher lernhemmend zu wirken, da es ihnen in derartigem Setting an leistungsstarken Vorbildern ermangelt. Wird – z. B. deshalb – die Spannweite der Leistungsniveaus immer größer, spricht man von einem *Scheren-Effekt*. Eine extreme Form der inneren Differenzierung stellt die *Individualisierung* dar, bei der der heterogene Klassenverband bis zur Einzelbetreuung der Schülerinnen und Schüler aufgelöst wird. *Äußere* Differenzierung betrifft die Schulart oder die Struktur der Schule. Sind die Gruppenzuteilungen beständig, die Differenzierungsgrenzen also nur wenig durchlässig, können sich unterschiedliche Leistungsniveaus verfestigen und Jugendliche stigmatisiert werden. Eine der am häufigsten angewandte Form der Differenzierung ist der *Gruppenunterricht*. Dabei werden die Lernenden in verschiedene Arbeitsgruppen aufgeteilt, die arbeitsteilig oder themengleich vorgehen. Problematisch wird Differenzierung, wenn durch die Maßnahmen Anregungen zu *sozialem Lernen*, z. B. Rücksichtnahme auf schwächere Kommilitonen, wegfallen (vgl. ebd., S. 183–198).

SCHRÖDER (ebd., S. 195, 198) resümiert:

Die vielseitigen Maßnahmen der inneren und äußeren Differenzierung werfen eine Fülle grundsätzlicher und praktischer Probleme auf, die in ihrer Vielfalt keinesfalls als gelöst betrachtet werden können. Dadurch kommt es, dass in kaum einem anderen Bereich der Didaktik und pädagogischen Psychologie die Meinungen so stark voneinander abweichen wie im Bereich der unterrichtlichen Differenzierung. [...] Differenzierung

#### 4. Unterrichtsgestaltung

erweist sich somit als ein bedeutsames, aber auch recht problematisches Unterrichtsprinzip.

##### 4.1.5. Erfolgsbestätigung

Das Unterrichtsprinzip der *Erfolgsbestätigung* ergibt sich aus lernpsychologischen Erkenntnissen. Diesen zufolge tritt Verhalten, das zu einem subjektiven Erfolgserlebnis führt, im Zeitablauf immer häufiger auf, während solches, das keinen Erfolg oder gar Misserfolg nach sich zieht, immer seltener gezeigt wird. Erfolgsbestätigung heißt nun, den Schülerinnen und Schülern Rückmeldung über ihren Erfolg bzw. Misserfolg zu geben, um ihnen eine effektive Anpassung – *lernen* – zu ermöglichen. Diesem Konzept entsprechen Lob und *Strafe* als Erziehungsmittel. Letzteres kann wohl nur dann als tauglich bezeichnet werden, wenn die bestrafte Person die Maßnahme als gerecht empfindet und sich einsichtig in die Notwendigkeit der Bestrafung zeigt. Andernfalls belastet dieses ohnehin meist nur kurzweilig wirkende Erziehungsmittel die Beziehung zwischen der Schülerin bzw. dem Schüler und der Lehrperson in der Regel derart, so dass seine Verwendung alleine schon deshalb nicht angeraten werden kann. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit von anderen Nebenwirkungen. So können durch Bestrafung Ängste, die gewünschte Lerneffekte hemmen, geschürt werden oder Aggressionen, die sich auf Schwächere richten, forciert werden. Das Ansehen einer Person innerhalb der Gruppe kann durch eine Bestrafung sogar steigen. Erfolgsbestätigung muss nicht durch die Lehrperson erfolgen, sondern wirkt wesentlich stärker, wenn sie in Form von Änderungen des gruppeninternen Ansehens erfolgt oder die natürlichen, unmittelbaren Folgen des Verhaltens erlebt werden. Permanentes *Lob* kann zu Überheblichkeit führen oder Konkurrenzdenken innerhalb der Gruppe anheizen. Wie bereits im Abschnitt 4.1.1 auf Seite 42 erörtert, sollte Sekundärmotivation durch Lob (*extrinsische* Motivierung) grundsätzlich wann immer möglich durch Primärmotivation (*intrinsische* Motivierung) zur Vermeidung von Interferenzeffekten ersetzt werden (vgl. SCHRÖDER 2010, S. 199–203).

##### 4.1.6. Erfolgssicherung

Um einen optimalen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen, sind durch Lehrpersonen effektive Maßnahmen für eine anhaltende, dauerhafte Verfügbarkeit des Lernfortschritts zu treffen (vgl. ebd., S. 204). Zu den Instrumenten dieses Prinzips zählen:

- *Übung*:  
Dabei wird Verhalten, das nicht nur einmalig, sondern mehrmals gezeigt werden soll, durch Wiederholung bis zur sicheren Beherrschung eingeprägt (*internalisiert*). Besonders lernwirksam ist diese Art der Erfolgssicherung,

wenn sie regelmäßig sowie abwechslungsreich erfolgt, ihr Ziel sachlich begründet ist, der Übungsfortschritt klar erkennbar ist und sie auch rechtzeitig wieder beendet wird. Sowohl vor dem Hauptteil einer Einheit als auch an deren Ende wirkt wiederholendes Üben lernförderlich (vgl. ebd., S. 204–205).

- *Anwendung:*

Bei der Anwendung wird das Gelernte *in der Praxis verwertet*, wobei die Auseinandersetzung mit praktischen Aufgaben und Problemen die Lerninhalte festigt. Optimalerweise finden Anwendungsphasen nicht allzu lange nach den vorbereitenden Lernphasen statt und wird das Gelernte in mehrere Stoßrichtungen umgesetzt. Die Problemlösungen sollten in einem starken Zusammenhang mit den Inhalten der Lernphasen stehen und ihre Verwertbarkeit in der Praxis den Jugendlichen einleuchten. Neben dieser *Sicherungskommt* der Anwendung aber auch eine *Kontrollfunktion* zu. Denn durch den Grad des Gelingens der Problemlösung tritt deutlich zu Tage, inwieweit die Lernziele tatsächlich erreicht worden sind (vgl. ebd., S. 205).

- *Übertragung:*

Wird ein Lernprozess durch einen früheren beeinflusst, liegt ein Fall von Übertragung (*Transfer*) vor. Das Erlernen eines Verhaltens oder eines Inhalts wirkt sich also entweder förderlich (*positiv*) oder hemmend (*negativ*) auf einen späteren Lernakt aus – dies umso stärker, als sich die Sachverhalte bzw. Situationen, die den beiden Lernprozessen zugrunde liegen, ähneln. Werden in diesem Sinn ähnliche Lernvorgänge unmittelbar hintereinander vollzogen, treten häufig negativ wirkende *Interferenzen* auf, die entweder *proaktiv* (Beeinträchtigung eines zukünftigen Lernprozesses durch den gegenwärtigen) oder *retroaktiv* (Beeinträchtigung eines vergangenen Lernprozesses durch den gegenwärtigen) hemmen. Während beim *horizontalen* Transfer von einem Sachverhalt auf einen anderen, gleichartigen geschlossen wird, führt bei einem *vertikalen* Transfer die Erkenntnis eines Gegenstandes zu einer umfassenderen Einsicht auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau. Das bloße Erlernen neuer Verhaltensweisen bzw. Inhalte führt nicht automatisch zu Übertragungsprozessen. Diese setzen nämlich gewisse Parameter voraus und sollten eigens durch die Lernenden möglichst selbsttätig geübt werden. Dieser Problematik kommt im Rahmen schulischen Lernens eine besonders große Bedeutung zu, da formale Bildung wesentlich auf positive Transferleistungen nach der Schulzeit abzielt<sup>1</sup> (vgl. ebd., S. 206–207).

- *Tafel- und Merktexgestaltung:*

Texte, die ein hohes Maß an struktureller Gliederung sowie zahlreiche sinnvolle

---

<sup>1</sup>Bekanntlich *non scholae, sed vitae discimus*.

#### 4. Unterrichtsgestaltung

Querverbindung aufweisen und das Wichtigste betonen, bleiben eher, länger und zuverlässiger in Erinnerung (vgl. SCHRÖDER 2010, S. 207).

- *Lernziel- und Leistungskontrollen:*

Abwechslungsreiche, motivierende Erfolgskontrollen veranlassen zu wiederholter Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff (s. Punkt *Übung*) und erhöhen dadurch den Lernerfolg (vgl. ebd., S. 207).

##### 4.1.7. SchülerInnenorientierung

SCHRÖDER (ebd., S. 208) definiert das Prinzip der SchülerInnenorientierung als „Berücksichtigung der Individualität und Anerkennung der Persönlichkeit des Schülers in allen Bereichen des Unterrichts“. Demzufolge ist die Unterrichtsarbeit an den individuellen Interessen und Potenzialen der Jugendlichen auszurichten (vgl. Unterrichtsprinzip Differenzierung auf Seite 47). Im Idealfall ist der Schulalltag geprägt von der gegenseitigen Anerkennung der Würde zwischen den Schülerinnen bzw. Schülern und den Lehrenden und von einer vertrauensvollen Partnerschaftlichkeit. Die Verhaltensweisen aller Gruppenmitglieder – einschließlich diejenigen der Lehrpersonen – werden besprochen und demokratisch auf ihre Angemessenheit überprüft (vgl. ebd., S. 208–209). „Der Schüler ist im schülerorientierten Unterricht nicht Objekt der unterrichtlichen Maßnahmen des Lehrers, sondern wird als *Subjekt* in seinen individuellen Gegebenheiten und in seiner personalen Selbstbestimmung ernst genommen“ (ebd., S. 153).

Für den Umgang mit den Lernenden folgen aus dem Prinzip der SchülerInnenorientierung wichtige Verhaltensregeln. Den Jugendlichen ist offen, vorurteilsfrei, verständnisvoll, natürlich und sprachlich adäquat zu begegnen und die Möglichkeit zu geben, den Unterricht aktiv mitzugestalten (vgl. ebd., S. 154–155). Sachnormorientierte Leistungskontrollen sind auf das Mindestmaß zu reduzieren (vgl. ebd., S. 156). Selbst bei „Arbeitsverweigerung sind Diskriminierungen jeglicher Art zu vermeiden“ (ebd., S. 156). Generell sollte die Lehrperson, die in erster Linie eine fördernde, helfende Funktion zu übernehmen hat (vgl. ebd., S. 156), ihre Schülerinnen und Schüler möglichst gut kennen (vgl. ebd., S. 154).

Im Zusammenhang mit SchülerInnenorientierung kommt dem Gruppenunterricht (ebd., S. 208), dem offenen Unterricht (ebd., S. 155) und dem Prinzip der Freiwilligkeit (ebd., S. 155) ein besonders hoher Stellenwert zu.

Ein schülerInnenorientierter Unterricht setzt nach ROGERS (vgl. 1984, S. 95) den Fokus auf die Interessen der Schülerinnen und Schüler, welche „ihr eigenes Lernprogramm, allein oder in Zusammenarbeit mit anderen, entwickeln“ (ebd., S. 142). „Der Schwerpunkt liegt vor allem darauf, den sich fortsetzenden Lernprozeß zu fördern“ und weniger auf den konkreten Lerninhalten. „An die Stelle einer von

außen vermittelten Disziplin tritt eine *Selbstdisziplin*. [...] Umfang und Bedeutung dessen, was der Schüler lernt, bewertet in erster Linie er selbst“ (ebd., S. 143).

### 4.1.8. Ganzheit

Unter *Ganzheit* versteht SCHRÖDER (2010, S. 210) eine „urtümliche Geschlossenheit, [...] die sich durch einen unauflöslichen Wirkzusammenhang auszeichnet“. So wie der Mensch niemals reines Denken ohne eine unbewusste Komponente praktizieren kann, steht seine Sinnlichkeit auch niemals alleine für sich<sup>1</sup>. Die Teile des Ganzen stehen nicht isoliert nebeneinander, sondern beeinflussen sich wechselseitig untereinander und bezüglich ihrer Gesamtheit (vgl. ebd., S. 210). Aus dem Prinzip der Ganzheit folgt, dass Schülerinnen und Schüler nicht nur auf kognitiver, sondern auch auf affektiver und motorischer Ebene geschult werden sollen. Außerdem hat Unterricht auf die Zusammenhänge der Phänomene in den Lebenswelten der Jugendlichen ausgerichtet zu sein und unterschiedliche Aspekte des gleichen Gegenstandes nicht voneinander isoliert zu behandeln.

Nach ROGERS (1988, S. 13; vgl. ROGERS 1984, S. 99) „durchdringt signifikantes Lernen den ganzen Menschen“ und umfasst demnach stets Gedanken *und* Gefühle (GRODDECK 2002, S. 159).

### 4.1.9. Strukturierung

*Strukturierung* soll den Lernenden dabei unterstützen, das Gelernte einzuordnen, mit bereits vorhandenem Wissen zu verknüpfen und es dadurch einfacher und schneller aufnahmefähig zu machen. Das kann beispielsweise mit Unterteilungen, Teilschritten, Abhängigkeiten und Abstraktionen erreicht werden (vgl. HUBWIESER 2007, S. 18–19).

Nach SCHRÖDER (2010, S. 213–214) erfolgt Strukturierung entweder durch *Auswahl der Inhalte* (z. B. Konzentration auf das Wesentliche, Aufgliederung in bedeutsame Teilbereiche, Thematisierung und Herstellung von Beziehungs- und Sinnzusammenhängen) oder in der *methodischen Gestaltung* durch Artikulation und Rhythmisierung.

---

<sup>1</sup>In diesem Sinn ist das Ganze mehr als die Summe seiner Teile (vgl. WUNDT 1897 zit. n. ECKARDT 2010, S. 74–81).

## 4.2. Befunde der Lehr-Lern- und Unterrichtsforschung

Im Jahr 2009 veröffentlichte der neuseeländische Erziehungswissenschaftler John HATTIE nach 15 Jahren Ausarbeitung seine Meta-Studie “Visible Learning”, in der er die Bedingungen schulischer Leistungen beleuchtet. In dieser fasste er knapp 1000 Meta-Analysen zusammen und erstellte eine Gesamtschau auf etwa 800 Variablen, die er zu 138 Faktoren bündelte. Sie verdichtet die Ergebnisse von etwa 80 Millionen untersuchten Lernenden und stellt damit hinsichtlich der Größe ihrer Datenbasis die regelmäßig stattfindenden PISA-Studien mit jeweils „nur“ einer Million Schülerinnen und Schülern deutlich in den Schatten (vgl. HATTIE 2015, S. XI).

Um die Resultate der etwa 50 000 Primärstudien miteinander vergleichbar zu machen, bedient sich HATTIE eines sogenannten *Effektmaßes*  $d$ , das die Wirksamkeit eines Einflussfaktors auf die Leistungen der Lernenden widerspiegelt. Ein Wert von  $d = 0$  für einen Faktor sagt beispielsweise aus, dass das Vorhandensein dieses Faktors den Lernerfolg (im Vergleich zu seiner Abwesenheit) nicht erhöht oder verringert. Effektstärken  $d < 0$  bedeuten eine Verringerung des Lernerfolgs („umkehrende Effekte“), ist  $d > 0$ , verbessern sich die Leistungs-Outcomes, die kognitiven, affektiven oder motorischen Resultate des Lernens, bei vorhandenem Faktor. Im Bereich  $0 < d < 0,15$  liegen „Entwicklungseffekte“, die durch natürliche Reifungsprozesse der Lernenden hervorgerufen werden. Faktoren, die eine geringere Effektstärke als 0,15 aufweisen, sollten daher nicht eingesetzt werden. Durchschnittliche Lehrpersonen erreichen in einem Schuljahr Verbesserungen zwischen  $d = 0,15$  bis  $d = 0,40$  („Schulbesuchseffekte“). Ab  $d = 0,40$ , dem sogenannten „Umschlagpunkt“, werden Unterschiede in der realen Welt sichtbar. Demnach gelten Werte über  $d = 0,40$  als „erwünschte Effekte“ (vgl. ebd., S. 9–25).

Mehr als 90 % der über 250 von HATTIE untersuchten Faktoren (s. Abb. 4.2) haben eine positive Effektstärke ( $d > 0$ ). Folglich führen deren Realisationen zu einer Verbesserung des Lernerfolgs. Daran lässt sich die Bedeutung des Umschlagpunktes  $d = 0,40$  erkennen: Dieser Richtwert sollte als Messlatte herangezogen werden, als Benchmark für Evaluierungen und unterrichtsbezogene Planungsentscheidungen (vgl. ebd., S. 20).

Exemplarisch werden im Folgenden vier konkrete Faktoren, von denen HATTIE Effektgrößen jenseits des Umschlagpunktes errechnet hat und deren Umsetzung daher zu einem überdurchschnittlichen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler führen soll, ausführlicher besprochen.

## Abbildung 4.2.

Abbildung 4.2.

[illegible]

- wirkt sehr gut

Quelle:  
BEYWL 2019 

## 4. Unterrichtsgestaltung

### 4.2.1. Ziele

Ziele sollen einer Person die Einschätzung ermöglichen, zu welchen Leistungen sie am Ende der Lernphase fähig sein soll und welche Maßnahmen mit wie viel Nachdruck dafür noch gesetzt werden müssen. Kern der Ausführungen von HATTIE (2015, S. 196) über den Faktor “goals” stellt die „direkte lineare Beziehung zwischen dem Grad der Schwierigkeit eines Ziels und der Leistung“ dar. Demnach leisten Lernende mit den anspruchsvollsten Zielen oft ein Vielfaches im Vergleich zu denjenigen mit den leichtesten. Angemessene, hohe Ziele spornen in der Regel deswegen an, weil sie eine klare Vorstellung von Erfolg ermöglichen und zu Aufmerksamkeit auf die eigenen Anstrengungen zwingen (ebd., S. 195). Daher sollte auch von einer Motivierung à la „Tu dein Bestes!“ Abstand genommen werden, weil viel zu einfach das, was man tut, als das Beste definiert werden kann und folglich kein anspruchsvolles Ziel abgibt. Die Herausforderung zur Erreichung eines Ziels hängt vom aktuellen Leistungsstand, Verständnis und den Erfolgskriterien ab (ebd., S. 198). Daher sollten Ziele von der Lehrperson nicht zu hoch angesetzt werden, sodass sie nicht unerreichbar und folglich abschreckend wirken. Die Effektgröße dieses Faktors liegt mit  $d = 0,68$  klar über dem Umschlagpunkt (BEYWL & ZIERER 2019a).

### 4.2.2. Computerunterstützung

Die Effektgröße von “computer-assisted instruction” beträgt nach BEYWL und ZIERER (2019b)  $d = 0,47$  und liegt demnach im Bereich der erwünschten Effekte. Ein statistischer Zusammenhang mit dem Jahr der zugrundeliegenden Studie besteht nicht, der technologische Fortschritt in der Computerindustrie hat also offenbar keinen Einfluss auf die Wirksamkeit der Computerunterstützung in Lehr-/Lernarrangements. Auch bedeutsame Korrelationen mit der Schulstufe, den Unterrichtsgegenständen oder dem Leistungsniveau der Jugendlichen konnten nicht nachgewiesen werden (HATTIE 2015, S. 259–261). Computer erhöhen HATTIE (vgl. ebd., S. 261–268) zufolge den Lernerfolg der Lernenden besonders dann, wenn

- vielfältige Lehrstrategien zum Tragen kommen,
- ein Vortraining für die Nutzung von Computer als Lernmittel angeboten wird,
- es vielfache Lerngelegenheiten gibt,
- der Lernprozess von den Lernenden und nicht von der Lehrperson gesteuert wird,
- Peer-Lernen verbessert wird oder

- Feedback optimiert wird.

#### 4.2.3. Meta-kognitive Strategien und Lerntagebuch

Für HATTIE (2015, S. 224 frei nach NEWELL 1990) „[...] gibt es zwei Stufen des Problemlösens: die Anwendung einer Strategie auf das Problem sowie die Auswahl und Kontrolle dieser Strategie.“ Zur zweiten Stufe, der „Meta-Kognition“, zählen beispielsweise das Planen oder Bewerten des Lernprozesses oder das Überprüfen des Verständnisses. Vor allem im Kleingruppenunterricht scheint Training mit Hilfe meta-kognitiver Strategien effektiv zu sein (ebd., S. 224). Mit  $d = 0,60$  reiht sich auch dieser Faktor unter die erwünschten Effekte (BEYWL & ZIERER 2019c).

Das Führen eines Lerntagebuchs („record keeping“) kann Schülerinnen und Schüler beim „Nachdenken über das Denken“ (HATTIE 2015, S. 224) unterstützen. Reflektieren und bewerten diesen eigenen Lernprozess, können sie damit ihre Lernstrategien weiterentwickeln. Nach BEYWL und ZIERER (2019d) trägt dieser Faktor mit  $d = 0,52$  zum Lernerfolg bei.

#### 4.2.4. Aufgabenbezogenes Lernen in Kleingruppen

Unter „small group learning“ verstehen BEYWL und ZIERER (2019e), einer zumeist spontan gebildeten Gruppe eine Aufgabe zu übertragen. Während versucht wird, sie gemeinsam zu bewältigen, löst sich die Gruppe nach erfolgreicher Erfüllung der Aufgabe in aller Regel wieder auf. Die diesbezügliche Effektgröße beträgt  $d = 0,47$ .

### 4.3. Praktische Umsetzung

Auf dem Fundament der ausführlichen, theoretischen Erörterungen auf Meso- (s. Kapitel 3) und Mikroebene (s. Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2) werden in diesem Abschnitt Roboter nun ganz konkret im Schulunterricht pädagogisch eingesetzt. Aufgrund seiner beruflichen Tätigkeit konnte der Autor die in Abschnitt 4.3.1 entwickelte Ausarbeitung im Sommersemester 2019 an einer Wiener Polytechnischen Schule im Fachbereich *Informationstechnologien* mit zwei Gruppen umsetzen. Aus dem Bestand der Schule konnten *Lego® Mindstorms® EV3-Roboter* in halber Gruppengröße benutzt werden. Nach MCGRATH et al. (2012, S. 146) eignen sich *Lego® Mindstorms®* vor allem deswegen gut als Lernroboter, weil viele Jugendliche mit ihnen oder zumindest mit Bausteinen von *Lego®* schon Erfahrung haben bzw. sich leicht einarbeiten können und daher rasch sehr kreative und innovative Ideen umsetzen können. Auch KISS (vgl. 2010, S. 104) kommt zum Schluss, dass sich *Lego® Mindstorms®* effektiv im Informatikunterricht an Schulen zur Schulung

## 4. Unterrichtsgestaltung

von Programmierkompetenzen einsetzen lassen. Zum pädagogischen Einsatz von Robotern im Allgemeinen führten GAUDIELLO und ZIBETTI (2016, S. 144) aus:

*Learning by robotics* enhances mathematics knowledge and competencies, has a strong impact on the affective, social, cognitive and metacognitive dimensions of learning, and triggers a profound transformation of students' attitudes toward learning and teachers' attitudes toward teaching. However, these effects are not the results of robotic-based activities alone, but of the scaffolding by an appropriated pedagogical approach.

### 4.3.1. Vorbereitung

#### 4.3.1.1. Planung der gesamten Sequenz

Im Sinne einer „sorgfältigen Vorbereitung des Unterrichts“ gemäß § 51 Abs 1 SchUG wurde zu Beginn des Schuljahres der Schulleitung eine *Jahresplanung* für den Unterrichtsgegenstand *Computertechnologie* auf Grundlage der in Abschnitt 4.3.1 erläuterten Bestimmungen zur Kenntnis gebracht. Diese sah für ein Robotikprojekt zunächst vier Schulwochen zu je zwei Wochenstunden vor. Zu *Project-based Learning* hält EGUCHI 2012, S. 16–17 fest, dass “it can create a student-centered learning environment and provide perfect learning through educational robotics because they require student’s *learning by doing*, which is also at the center of educational robotics.”

Ausgehend von den *Bildungs- und Lehraufgaben* im Lehrplan der Polytechnischen Schulen wurden für die Lernsequenz drei Vermittlungsinteressen (vgl. VIELHABER 1999) festgelegt:

- *Technisches* Vermittlungsinteresse:  
Gemäß dem Unterrichtsprinzip „Vorbereitung auf neue Techniken, insbesondere Kommunikations- und Informationstechniken“ (Anlage Teil II Punkt D Lehrplan der Polytechnischen Schulen) sollten die Grundlagen des Programmierens geübt und deren mechatronische Anwendung gezeigt werden. STERLING (2015) und MAJOR et al. (2012) zeigten, dass der Einsatz von Robotern ein effektives Mittel zur Schulung von Programmierkompetenzen darstellt.
- *Praktisches* Vermittlungsinteresse:  
Im Sinne einer Grundbildung für IT-Berufe und einer „Vorbereitung auf die Arbeits- und Berufswelt“ (Anlage Teil II Punkt D Lehrplan der Polytechnischen Schulen) sollten Kernbereiche der IT erschlossen und gefestigt werden. Die Jugendlichen sollten damit auch bei ihrer Berufsentscheidung und einem etwaigen Übertritt in eine Berufsschule, mittlere oder höhere technische Schule mit IT-Ausrichtung unterstützt werden (vgl. GUEORGUIEV et al. 2018).

GRANDGENETT et al. (2012, S. 96–97) sehen im Einsatz von Lernrobotern einen effektiven Zugang, die Lernenden bei der Erreichung dieser Ziele zu unterstützen: “Educational robotics appears to provide a particularly exciting STEM learning environment that mixes the STEM disciplines well and generally uses the languages of mathematics in the programming and movement of these innovative devices. Researchers are beginning to believe that such computer-based technologies have the potential to enhance the learning process in the STEM classroom by making the learning activities more relevant, interactive and engaging.” Ähnlich sehen es MCGRATH et al. (2012, S. 142): “It [*Robotics – Anmerkung des Autors*] also offers students an opportunity to practice 21<sup>st</sup> century skills such as teamwork, problem-solving, and creativity and innovation.” Außerdem sollten besonders ihre sozialen Kompetenzen gefördert werden.

- *Konstruktivistisches* Vermittlungsinteresse:

Durch das Erlebnis des angeleiteten und selbstständigen Programmierens sollten sich die Jugendlichen als Schaffende ihrer eigenen Wirklichkeit wahrnehmen (vgl. EGUCHI 2012, S. 10–11). Dabei sollten sie ihre Selbstwirksamkeitsüberzeugungen stärken und sich kreativ (vgl. SCHUBERT & SCHWILL 2011, S. 355–376; vgl. NELSON 2012, S. 59–60) und methodisch an Problemstellungen erproben, um sich auf lebensbegleitendes Lernen einzustellen. PARK et al. (vgl. 2015, S. 4) wiesen einen signifikant positiven Effekt von Lernrobotern auf die Entwicklung der Kreativität der Lernenden nach.

Davon abgeleitet seien folgende *Dispositionsziele* (vgl. HARTMANN et al. 2006, S. 53) zu erreichen:

1. Die Schülerinnen und Schüler können einfache, kurze Programme am PC entwickeln und diese am Roboter ausführen lassen.
2. Die Schülerinnen und Schüler nehmen das Überleiten eines Problem in einen Lösungsalgorithmus als eine Hauptaufgabe der Softwareerstellung wahr.
3. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass es in der Softwareerstellung meistens viele verschiedene Möglichkeiten für die Lösung eines Problems gibt.
4. Die Schülerinnen und Schüler können ihren Lernprozess reflektieren und bewerten.
5. Die Schülerinnen und Schüler können die wesentlichen Vor- und Nachteile des Teamworks benennen.
6. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Gründe für bzw. gegen eine Berufstätigkeit in der IT nennen.

## 4. Unterrichtsgestaltung

### 4.3.1.2. Erstellung der Unterrichtsmittel

Bezüglich Unterrichtsmitteln bestimmt § 14 SchUG:

- (1) Unterrichtsmittel sind Hilfsmittel, die der Unterstützung oder der Bewältigung von Teilaufgaben des Unterrichtes und zur Sicherung des Unterrichtsertrages dienen.
- (2) Unterrichtsmittel müssen nach Inhalt und Form dem Lehrplan der betreffenden Schulstufe sowie der Kompetenzorientierung der Schularart (Bildungsstandards, abschließende Prüfung) entsprechen. Sie haben nach Material, Darstellung und sonstiger Ausstattung zweckmäßig und für die Schüler der betreffenden Schulstufe geeignet zu sein.
- (3) [...]
- (4) Der Lehrer darf nur solche Unterrichtsmittel im Unterricht einsetzen, die nach dem Ergebnis seiner gewissenhaften Prüfung den Voraussetzungen nach Abs. 2 entsprechen [...].
- (5)–(9) [...]

Um den gewünschten Vermittlungsinteressen Rechnung zu tragen und die festgelegten Lernziele erreichbar zu machen, mussten Unterrichtsmaterialien, die folgende *Anforderungen* erfüllen, beschafft bzw. erstellt werden:

#### 1. *Verfügbarkeit im World Wide Web:*

Für den Fachbereich IT nicht unüblich, sollten die Unterlagen in elektronischer Form vorliegen (s. Abschnitt 4.2.2). Die Schülerinnen und Schüler sollten mit einer intensiven Nutzung von digitalen Medien vertraut werden und dabei im Speziellen das *sinnerfassende Lesen* und *Skimming*<sup>1</sup> üben. Im Internet zur Verfügung gestellte Unterrichtsmittel haben auch den Vorteil, dass die Jugendlichen von zuhause aus auf sie zugreifen können, sie sie in die Schule nicht selbst mitbringen müssen und jeder für sich unabhängig vom Leistungsniveau in ihrem oder seinem Tempo die Unterlagen bearbeiten kann, ohne andere dabei aufzuhalten (s. Abschnitt 4.1.4). Die Lehrperson profitiert außerdem von der Möglichkeit zu Hyperlinks sowie spontanen Abänderungen des Contents und von der Wiederverwendbarkeit der Materialien.

#### 2. *Multimediafähigkeit:*

Die Unterrichtsmittel sollten Text, Bilder, Grafiken und Videos umfassen (s. Abschnitt 4.1.2).

---

<sup>1</sup>Eine Lesetechnik, bei der sich die Leserin oder der Leser einen Überblick über den Text und dessen wichtigsten Informationen beschafft.

##### 3. *Angeleitete Passagen:*

Um den Einstieg auch Leistungsschwächeren zu ermöglichen, sollten konkrete Arbeitsschritte möglichst einfach, klar, zielführend und in vielfältiger Form beschrieben werden, soweit es für das Erreichen der Mindestanforderungen notwendig ist (s. Abschnitt 4.1.9). Nach ROGERS (1984, S. 108) ist es außerdem „offensichtlich nicht sinnvoll, jemandem Freiheiten zu gewähren, der sie gar nicht haben will“. Er hält ferner fest, dass „die programmierte Unterweisung [...] als ein sehr nützliches Werkzeug bei der Förderung des Lernens angesehen werden kann“ (vgl. ROGERS 1988, S. 154). HATTIE (vgl. 2014) hingegen schreibt der *programmierten Instruktion* nur eine geringe Effektstärke zu.

##### 4. *Freie Passagen:*

Besonders die Leistungsstärkeren sollten sich selbstständig an offenen Problemstellungen versuchen können (s. Abschnitt 4.1.3). In diesem Teil sollten die Inhalte des angeleiteten Teils angewendet und dadurch gesichert werden (s. Abschnitt 4.1.6); für Jugendliche ein Raum, nicht nur kreativ Lösungen zu entwickeln, sondern sich auch individuelle Problemstellungen zu setzen (s. Abschnitt 4.1.7). Um Lernenden das Finden von eigenen Problemlösungen zu ermöglichen, schlagen auch MODROW und STRECKER (2016, S. 206–208) diese „Öffnung von Aufgaben mit präzise definiertem Zielprodukt“ vor (zur Zielsetzung s. Punkt 11). ROGERS (vgl. 1988, S. 13) sieht in der Möglichkeit des Selbst-Initiiierens eine Voraussetzung für effektives, „signifikantes“ Lernen. Außerdem stellt er fest, dass „wenn einer Gruppe Freiheit und Selbststeuerung gegeben werden, es für ihre Mitglieder auch leichter wird, die Zwänge und Verpflichtungen anzunehmen, die das psychologische Feld umgeben, innerhalb dessen sie frei sind“ (ebd., S. 32). Und ferner: „Nur wenn der einzelne die Verantwortung für die Entscheidung übernehmen muß, welche Kriterien ihm wichtig sind, welche Ziele er zu erreichen versucht und bis zu welchem Grad er sie erreicht hat, lernt er wirklich, Verantwortung für sich und für die Richtung zu übernehmen, in die er sich bewegt.“ (ebd., S. 157) Zum Unterschied zum angeleiteten Teil (s. Punkt 3) soll in diesem freien Abschnitt das Motivationspotenzial von Aktivitäten, zu denen sich Lernende selbst entschließen, voll ausgeschöpft werden (vgl. MOTSCHNIG & NYKL 2014, S. 6).

##### 5. *Förderung meta-kognitiver Strategien:*

Anhand des Robotikprojekts (zu *projektorientiertem Unterricht* vgl. HUMBERT 2006, S. 39–43) sollten die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsprozess sowie ihr eigenes Handeln und Lernen analysieren und bewerten (s. Abschnitt 4.2.3). Ein Lerntagebuch wäre zur Reflexion und Ausformulierung der eigenen Gedanken hilfreich, Ähnliches gilt für Präsentationen. Denn effektives Lernen wird vom Lernenden selbst bewertet (ROGERS 1988, S. 13), wodurch

#### 4. Unterrichtsgestaltung

„selbstinitiiertes Lernen auch zu verantwortlichem Lernen wird“ (ROGERS 1988, S. 157). Für ROGERS (1984, S. 113) erscheint es daher wichtig, „die Selbstbewertung in die Versuche zur Förderung des empirischen Lernens einzubeziehen“. Auch EGUCHI (2012, S. 19) vertritt die Ansicht, dass “To make the invisible visible, documentation of the process plays an important role in learning. With educational robotics, it becomes important to encourage self-reflective practices through documentation [...]”

6. *Feedback für die Lernenden:*

Die Schülerinnen und Schüler sollten eine zutreffende Rückmeldung über ihren Leistungsstand erhalten – vorzugsweise mehrmals auf unterschiedliche Arten (s. Abschnitt 4.1.5).

7. *Feedback für die Lehrperson:*

HATTIE (2014, S. 206) kommt ganz klar zum Schluss, dass Feedback besonders dann effektiv die Unterrichtsqualität zu verbessern vermag, wenn die Lernenden es *den Lehrpersonen* geben. Dadurch können Lehrpersonen ihre Maßnahmen evaluieren, überprüfen und gegebenenfalls korrigieren oder anpassen und damit einen höheren Lerneffekt bei den Jugendlichen anregen. Die hier erforderlichen Unterrichtsmittel sollten daher auch diese Funktion vorsehen.

8. *Teamtauglichkeit:*

Mit dem Robotikprojekt sollten auch gezielt die sozialen Kompetenzen der Heranwachsenden gestärkt werden. Die Aufgaben sollten daher in Partner- oder Gruppenarbeit bearbeitet werden können (s. Abschnitt 4.2.4, zu *Gruppenarbeit* vgl. HARTMANN et al. 2006, S. 73–81). EGUCHI (2012, S. 6) sieht im Unterricht mit Lernrobotern eine Gelegenheit, die sozialen Kompetenzen der Lernenden zu fördern, denn: “When working in groups, students are excited and motivated to share their ideas, engage in collaborative decision-making, provide constructive criticism and acquire communication skill.” Auch für NELSON (2012, S. 61) handelt es sich bei Robotik-Projekten um “obvious opportunities to build teams and practice teamwork skills”. In den Gruppen könnten sich auch Peer-Tutoring etablieren, womit auch Leistungsschwächere unterstützt werden würden (vgl. HATTIE 2014, S. 221–222). Nach BEYWL und ZIERER (2019f) liegt die Effektstärke dieser Lernstrategie bei  $d = 0,53$  sowohl für (Co-)Lehrende als auch Lernende. ROGERS (1984, S. 108) spricht bei einem Tutorensystem unter Gleichaltrigen von einem „Hilfsmittel, das weit öfter zum Nutzen aller Beteiligten in Anspruch genommen werden sollte“.

9. *Präsentationstauglichkeit:*

Die Jugendlichen sollten im Rahmen des Robotikprojekts die Möglichkeit

erhalten, ihre Leistungen ihren Kolleginnen und Kollegen zu präsentieren. Das trainiert bei allen Beteiligten grundlegende, soziale Fähigkeiten, erleichtert die Auseinandersetzung mit dem Projekt auf der Metaebene, ermöglicht eine bessere Einordnung der eigenen Leistungsfähigkeit und kann somit das Selbstvertrauen stärken. EGUCHI (2012, S. 19) stellt diesbezüglich klar, dass “Having a chance to show off their work is important for keeping students engaged in their projects.”

10. *Integration eines Kahoot!-Quiz:*

Nachdem im Unterricht in beiden Fachgruppen bereits mehrmals erfolgreich die spielebasierte Lernplattform *Kahoot!*<sup>1</sup> verwendet worden war, sollte dem ausdrücklichen Wunsch der Jugendlichen entsprochen und ein Kahoot-Quiz in das Robotikprojekt mitaufgenommen werden (s. Abschnitt 4.1.1).

11. *Klares, attraktives Ziel:*

Ein konkretes, scharf umrissenes, von Anfang an klar kommuniziertes Ziel sollte wie ein roter Faden während des Projekts verfolgt werden (s. Abschnitt 4.2.1). Zu dessen Realisierung, dem „großen Ganzen“, sollte die Synthese vieler, kleiner, aufeinander aufbauender Lerninhalte führen (s. Abschnitt 4.1.8).

12. *Anknüpfung an Vorwissen:*

Möglichst viele Verknüpfungen und Querverweise sollten zu der Programmiersprache *Snap!*<sup>2</sup>, die die Schülerinnen und Schüler bereits vom Unterricht kannten, gezogen werden (vgl. Anlage 1 Zweiter Teil Punkt 1 NMS-Lehrplan).

Die notwendige Hardware bestehend aus vernetzten PCs in Gruppengröße sowie Lego® Mindstorms® EV3-Roboter, USB-Verbindungs- und Ladekabel in halber Gruppenstärke stellte die Schule zur Verfügung. Mindstorms® können sowohl direkt auf dem Brick als auch – wesentlich bequemer – auf dem PC in einer eigens dafür entwickelten, grafischen Umgebung programmiert werden (zu visuellen Programmiersprachen s. MODROW & STRECKER 2016, S. 184–190). Das durch die Schülerinnen und Schüler zu erreichende *Ziel des Projekts* wurde mit der Entwicklung eines *Line followers*, einem für Anfängerinnen und Anfänger klassischen Einstiegsskript, das den Roboter eine vorgeklebte, schwarze Linie am Boden entlang fahren lässt, abgesteckt (s. Anforderung 11). Entsprechend den zuvor erläuterten Rahmenbedingungen fiel die Wahl der Unterrichtsmittel auf eine hybride Lösung, die als Kern eine eigens implementierte Website vorsah, aber auch bereits existierende, externe Angebote umfasste.

---

<sup>1</sup>Mehr dazu unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Kahoot!>.

<sup>2</sup>[https://de.wikipedia.org/wiki/Snap!\\_\(BYOB\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Snap!_(BYOB)).

#### 4. Unterrichtsgestaltung

Den zentralen Dreh- und Angelpunkt bildete die Website <http://www.bit.ly/startrobo>, die mit Hilfe des weit verbreiteten Content-Management-Systems Joomla!<sup>1</sup> (CMS) in der Version 3.9 erstellt worden war. Zwar hätten sich die Funktionalitäten der Site auch statisch mittels HTML, CSS und JavaScript realisieren lassen können, aber durch die dynamische Programmierung mittels CMS verbesserten sich die Wartbarkeit sowie Erweiterbarkeit der Website und die Verfügbarkeit bewährter Templates für die grafische Oberfläche und regelmäßiger Sicherheitspatches (s. Anforderung 1).

Das Hauptmenü bestand auf der obersten Ebene *Robotik mit Lego® Mindstorms®* aus den vier Einträgen *Coding*, *Projekt*, *Tagebuch* und *Quiz & Feedback*.

Der Bereich *Coding* (s. Abb. 4.3) führte durch den angeleiteten Teil des Robotikprojekts (s. Anforderung 3). Diesen Menüpunkt sollten die Schülerinnen und Schüler Schritt-für-Schritt von der ersten bis zur zwölften und damit letzten Lektion bearbeiten. Sie lernten – vorzugsweise in Partnerarbeit – darin aufbauend, in knappen Abschnitten alles für das weitere Projekt Notwendige. Mit vielen Screenshots, Bildern und selbst gedrehten Videos (s. Anforderung 2) wurden die Hardware, die Programmierungsumgebung, fundamentale Kontrollstrukturen wie Schleifen und Verzweigungen sowie Befehle zum Auslesen der Sensoren und zur Ansteuerung der Aktuatoren vorgestellt. Auch Gegenüberstellungen und Vergleiche zur bereits erlernten Programmiersprache Snap! wurden gezogen (s. Anforderung 12). In jeder dieser zwölf Vorübungen fanden sich derart gestaltete Inhalte mit kleinen, überschaubaren Aufgaben samt Lösung. Ein Verweis auf die offizielle EV3-Hilfeseite stand ihnen voran. Alle Videos wurden alternativ zum Flash-Format auch als MP4-Files online gestellt, um Schwierigkeiten mit der Anzeige (z. B. wegen fehlender, entsprechender Browserplugins) zu minimieren. Am Ende dieses angeleiteten Teils sollten die Jugendlichen ausreichend vorbereitet sein, um sich anschließend im freien Teil bewähren zu können (s. Anforderung 4).

Die Bewältigung des *Hauptprojekts* unter dem Menüpunkt *Projekt* stellte für die Lernenden das offizielle Ziel dar: Mit den mittlerweile vorhandenen Programmierkenntnissen war in Zweier- oder Dreiergruppen (s. Anforderung 8) ein Skript für einen Line Follower, dessen Fahrverhalten in einem Video demonstriert wurde, zu entwickeln. Ausdrücklich wurde auf die Inhalte der Lernwebsite und vieler Websites im Internet verwiesen, die zur Lösung der Aufgabe gerne benutzt werden konnten.

Nach etwaigem erfolgreichen Abschluss des Hauptprojekts sollten die Teams im Rahmen des *Zusatzprojekts* entweder ihren Line Follower noch um beliebige Funktionen erweitern (z. B. Integration eines Ultraschallsensors) oder ein gänzlich neues Skript für ein anderes Verhalten ihres Roboters entwerfen. Dieses Zusatzprojekt zielte auf die Leistungsstärkeren ab und sollte ihnen die Möglichkeit zu einer selbstständigen, kreativen Vertiefung bieten.

---

<sup>1</sup><https://de.wikipedia.org/wiki/Joomla>

Abbildung 4.3.: Der angeleitete Coding-Bereich der Lernwebsite

In Snap! könnte der Code für diese Aufgabe in etwa so aussehen:



Während in diesem Snap!-Beispiel Variablen verwendet worden sind, können wir mit unseren Mindstorms praktischerweise **Datenleitungen** für diesen Zweck verwenden. Ziehe dir von der Palette aus der Rubrik *Daten-Operation* den Block *Mathe* in den Programmierbereich. In die Felder *a* und *b* könnte man konkrete Werte einsetzen, aber auch Datenleitungen können dort angesteckt werden. Das Ergebnis der Addition wird hingegen auf alle Fälle per Datenleitung unten rechts (=) zur Verfügung gestellt.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors © 3.0

#### 4. Unterrichtsgestaltung

Die Teams konnten frei darüber entscheiden, ob sie am Ende des Robotikprojekts eine *Präsentation* über den Arbeitsprozess im Haupt- bzw. Zusatzprojekt halten wollten (s. Anforderung 9 und 5). Bei dieser Vorstellung konnten die Lernenden unter anderem ihren Line Follower vorzeigen und damit beweisen, das offizielle Projektziel erreicht zu haben. Auch für das Einholen von Feedback aus dem Publikum oder für eine Diskussion über diverse Arbeitsschritte oder Lösungsansätze im Plenum bot es Gelegenheit (s. Anforderung 6). Außerdem konnte die Präsentation in Ansehung ihrer Qualität und ihres Inhalts zum Gegenstand einer Mitarbeitsfeststellung in Sinne des § 4 LBVO gemacht werden.

Abbildung 4.4.: Anregungen zur Führung des Lerntagebuchs

### Tagebuch

Lege ein Tagebuch zu diesem Mindstorms-Workshop an! Interessant sind dabei nicht nur deine Lernfortschritte, sondern auch deine Erfahrungen puncto Teamwork, Selbstmanagement und alles andere, das **dir wichtig** erscheint. Deine Aufzeichnungen können nur von dir eingesehen werden und bleiben vertraulich. Sie können dir auch als Grundlage für eine attraktive Präsentation dienen.

Speichere deine Aufzeichnungen als Word-Dokument auf deinem USB-Stick und/oder in deiner Cloud (z. B. in Google Drive). Formuliere stets vollständige Sätze! Du kannst alles zum Thema machen, was mit diesem Workshop zu tun hat. Auf alle Fälle solltest du aber am Ende dieses Kurses folgende Fragen alleine aus deinen Tagebucheintragungen beantworten können:

- Was hat dir bei dem Mindstorms-Kurs besonders gut und was besonders wenig gefallen?
- Wie leicht bzw. schwer fiel es dir, an diesem Workshop erfolgreich teilzunehmen?
- Hast du zuhause die Inhalte des Programmierunterrichts bzw. des Workshops ausreichend wiederholt, um dem Kurs gut folgen zu können?
- Wie gut funktionierte das Teamwork mit deinen GruppenkollegInnen? Nenne Beispiele!
- Wie sehr hast du zum Teamergebnis beigetragen? Was hättest du besser machen können, was war gut?
- Was und wie wäre die ideale Teampartnerin bzw. der ideale Teampartner? Begründe!
- Was lief in deiner Gruppe besonders gut bzw. schlecht?
- Wie verständlich waren für dich die Erklärungen der Codebeispiele auf der Website? Was hätte daran besser sein können?
- War es für dich hilfreich, vor diesem Workshop bereits die Programmiersprache Snap! kennengelernt zu haben?
- Möchtest du beruflich Computer bzw. Roboter programmieren? Begründe!

Pro Tag solltest du mindestens 300 Wörter formulieren, um deine Gedanken und Emotionen ausführlich genug festzuhalten. Keinen Sinn hat es, Text von jemand anderen zu kopieren. Machst du diese Aufgabe hingegen selber, kann sie dich sehr darin unterstützen, den Lernerfolg dieses Workshops zu festigen und deine Leistungen zu erhöhen.

**Viel Spaß!**

Quelle:

eigene Grafik des Autors  3.0

Verpflichtend hingegen war über die gesamte Projektdauer hinweg, ein *Lerntagebuch* zu führen (s. Abb. 4.4). Durch die Abfassung des Tagebuchs sollten die Jugendlichen dazu bewegt werden, auf der Metaebene den Arbeitsprozess und ihren

eigenen Lernprozess zu dokumentieren und besonders zu reflektieren (s. Anforderung 5). Empfohlen wurde auch die Benutzung von Screenshots oder Notizen zum Arbeitsfortschritt, die gegebenenfalls auch bei der Präsentation eingesetzt werden konnten.

Unter dem Menüpunkt *Quiz & Feedback* fand sich der Eintrag *Zwischencheck*, der zu dem öffentlichen Quiz *Coding mit Lego® Mindstorms® EV3* auf <https://socrative.com/> weiterführte. Auf jener Website waren in Form eines Quiz 30 Fragen zum angeleiteten Teil des Kurses in Einzelarbeit und eigenem Tempo zu beantworten (s. Anhang E). Die Lehrperson konnte in Realtime den Fortschritt am eigenen Gerät mitverfolgen, die Schülerinnen und Schüler das Ergebnis automatisch korrigiert herunterladen. Diese Wiederholung sollte der Lehrperson (s. Anforderung 7) und den Lernenden ein realistisches Bild von deren Leistungsständen vermitteln (s. Anforderung 6), könnte aber auch prinzipiell als Mitarbeitsfeststellung bei der Notengebung berücksichtigt werden. Außerdem wurden dadurch die Lerninhalte seitens der Lernenden gefestigt oder gegebenenfalls berichtigt neu geordnet. Da die Teilnahme an jenem Quiz jederzeit ab Freischaltung durch die Lehrperson möglich war, hätte sie grundsätzlich auch von zuhause aus erfolgen können. Geplant war sie allerdings im Unterricht am Ende des angeleiteten Teils vor dem Beginn des Hauptprojekts. Alle Antworten wurden dokumentiert und in einer herunterladbaren Datei der Lehrperson zur Verfügung gestellt.

Ein weiteres *Audience Response System*<sup>1</sup> kam beim *Abschlussquiz* zur Anwendung. Wie von den Jugendlichen explizit gewünscht, wurde in Form eines Kahoot!-Quiz am Ende des Kurses im Plenum spielerisch ermittelt, welche Schülerin bzw. welcher Schüler die 30 gestellten Fragen, die zur Überraschung der Lernenden ident zu denjenigen des Zwischenchecks waren (s. Anhang E), am korrektesten und schnellsten beantworten konnte (s. Anforderung 10). Auch hier wurden die richtigen Lösungen direkt nach der Frage nochmals wiederholt, wodurch die Jugendlichen ihr Wissen festigen konnten. Der Spielverlauf und das Endergebnis gaben sowohl der Lehrperson als auch den Lernenden unmittelbar Rückmeldung über deren Leistungsstand (s. Anforderung 6). Darüber hinaus konnten die Schülerinnen und Schüler am Ende des Quiz für die Lehrperson kostbares Feedback zum Erleben des Spiels abgeben (s. Anforderung 7). Dieses und alle getätigten Antworten wurden unmittelbar nach dem Spiel online der Lehrperson zur Analyse verfügbar gemacht, was grundsätzlich Gegenstand einer Mitarbeitsfeststellung im Sinne des § 4 LBVO darstellen könnte. Um das volle Motivierungspotenzial des Wettbewerbs auszuschöpfen, war dessen Ankündigung zu Beginn des Projekts angebracht.

Ganz zu Beginn und am Ende des Projekts wurden die Jugendlichen gebeten, anonym an der *Endbefragung* und *Startbefragung* unter dem Menüpunkt *Quiz & Feedback* teilzunehmen. Diese beiden Google-Forms-Umfragen ließen Momentaufnah-

---

<sup>1</sup>[https://de.wikipedia.org/wiki/Audience\\_Response\\_System](https://de.wikipedia.org/wiki/Audience_Response_System).

#### 4. Unterrichtsgestaltung

men der individuellen Lernsituationen und folglich einen Vorher-Nachher-Vergleich zu. Damit unterstützten sie nicht nur die Jugendlichen bei der Reflexion ihres Lernprozesses (s. Anforderung 5), sondern ermöglichten auch die Evaluierung des Unterrichts durch die Lehrperson (s. Anforderung 7).

##### 4.3.1.3. Planung der einzelnen Einheiten

Dieser Robotikkurs eignet sich für Mitarbeitsfeststellungen in Sinne des § 4 LBVO. So können die im Rahmen des Haupt- oder Zusatzprojekts hergestellten Skripte beurteilt werden, die Präsentation, die erzielten Punkte beim Zwischencheck oder beim Abschlussquiz, die beobachtete Gruppenarbeit etc. Im Folgenden soll die Planung der *Leistungsbeurteilung* jedoch nicht berücksichtigt werden.

Die Jahresplanung der Lehrperson sah einen flexiblen Zeitrahmen für das Robotikprojekt von vier Wochen à zwei Wochenstunden in jeweils zwei voneinander unabhängigen Fachgruppen vor. Daher musste die gesamte Kurssequenz (s. Abschnitt 4.3.1.1) auf vier Sessions zu je zwei Unterrichtseinheiten aufgeteilt werden. Die entsprechende *Planung* sah folgendermaßen aus:

##### a) Session 1:

Zunächst müssen vor dem Projekt die Akkus der Roboter voll aufgeladen werden.

In der ersten Stunde des Robotikprojekts unterziehen sich die Schülerinnen und Schüler an den PCs der etwa zehnminütigen *Startbefragung*, während die Lehrperson für jede Gruppe einen Lego® Mindstorms®-Baukasten (inkl. Brick, Bausteine und USB-Kabel) vorbereitet. Anschließend wird gemeinsam die Kursbeschreibung auf <http://www.bit.ly/startrobo> durchgelesen und ausführlich besprochen (20–30 Minuten). Daraufhin beginnen die Jugendlichen, Zweierteams zu bilden, die vorbereitete Hardware entgegenzunehmen, einen gemeinsamen Platz im Computerraum zu schaffen und schließlich sich den Vorübungen unter dem Menüpunkt *Coding* zu widmen. Die Lehrperson verschafft sich währenddessen einen Überblick, steht für Fragen zur Verfügung und klärt gegebenenfalls die Projektbeschreibung. 20–30 Minuten vor Ende der zweiten Unterrichtseinheit – nach etwa 40 Minuten kennenlernen der Mindstorms® – speichern die Jugendlichen ihre Skripte, verstauen die Hardware an dem dafür vorgesehenen Platz, hängen die Akkus ans Stromnetz und starten mit dem letzten Programmpunkt, dem Lerntagebuch. Auch hier ist wichtig, an das sorgfältige Speichern der Artefakte zu erinnern.

##### b) Session 2:

Zu Beginn der zweiten Doppeleinheit fahren die Schülerinnen und Schüler wieder mit den Vorübungen fort, und zwar dort, wo sie beim letzten Mal aufgehört

haben. Zuvor können bzw. müssen (beispielsweise krankheitsbedingt) Gruppen gegebenenfalls neu arrangiert werden. Sobald die Lehrperson den *Zwischencheck* freigeschaltet hat, ist dieser nach dem angeleiteten Teil, also nach Vorübung 12, zu absolvieren. Danach können die Jugendlichen ihr *Hauptprojekt* initiieren. Die Lehrperson erkundigt sich in regelmäßigen Abständen nach dem Fortschritt der einzelnen Gruppen, steht für Rat und Anregungen zur Verfügung und bespricht außerdem in Einzelgesprächen die Ergebnisse der Zwischenchecks. Nach einer Arbeitszeit von rund 80 Minuten, etwa 20 Minuten vor dem Ende der Session wird das Programmieren der Roboter wieder beendet, die Hardware verstaut, werden die Daten gesichert, Akkus geladen und schließlich die eigenen Erfahrungen im *Lerntagebuch* protokolliert.

#### c) Session 3:

Die Jugendlichen beginnen die dritte Doppeleinheit wieder programmierend – die schnelleren im Rahmen des *Hauptprojekts*, die langsameren noch anhand der *Vorübungen*. Weiterhin ist nach diesen der *Zwischencheck* vorgesehen. Schülerinnen und Schüler, die das Hauptprojekt erfolgreich fertigstellen, gehen über zu dem *Zusatzprojekt*, wo sie ihrer Kreativität nahezu schrankenlos freien Lauf lassen können. Teams, die ihre Leistungen in Session 4 präsentieren wollen, können jederzeit mit der Vorbereitung ihres Referats beginnen oder auch außerhalb des Unterrichts die notwendigen Unterlagen herstellen. Etwa 80 Minuten lang kann mit den Robotern gearbeitet werden, ehe 20 Minuten vor Ende der Session zum letzten Mal das *Lerntagebuch* fortgesetzt wird. Die Lehrperson fungiert die beiden Einheiten hindurch als Anlaufstelle bei Problemen und als neugierige, beobachtende, nötigenfalls motivierende Aufsicht.

#### d) Session 4:

In der ersten Einheit halten die Schülerinnen und Schüler im Team ihre Präsentationen, aus denen durchaus auch Diskussionen hervorgehen können. Auf einen respektvollen, fairen Umgang miteinander ist dabei zu achten. Die zweite Hälfte der Session wird zunächst dem *Abschlussquiz* gewidmet, während in den letzten 10 Minuten die Jugendlichen an der *Endbefragung* teilnehmen. Freiwillige können gerne resümieren oder Kritik zum Ausdruck bringen.

### 4.3.2. Durchführung und Feedback der Schülerinnen und Schüler

Anfang Juni 2019 wurde nun in zwei Fachgruppen der geplante Unterricht (s. Abschnitt 4.3.1.3) gehalten. Da für den ersten Tag des Robotikprojekts mehr Zeit als geplant zur Verfügung stand, wurden nicht nur eine, sondern zwei Session dafür anberaumt. Im Vorfeld waren die Akkus voll geladen und die Roboter selbst durch eine Gruppe Jugendlicher zusammengebaut worden. Der Unterricht in den beiden Gruppen war nur um wenige Tage zeitversetzt und verlief daher im Prinzip parallel zueinander. Das einige Monate vorher angekündigte Projekt erwarteten die Schülerinnen und Schüler bereits mit freudiger Spannung. Sie wirkten motiviert und ehrgeizig, was sich auch am ersten Tag nicht änderte. Deshalb und wegen der sich abzeichnenden Abwesenheiten einiger Jugendlicher aufgrund einer kurzfristig verschobenen Schulveranstaltung vereinbarte die Lehrperson mit den Lernenden eine Erweiterung des Projekts auf drei Halbtage zu je vier Unterrichtseinheiten. Durch die zeitliche Flexibilität des Kurses – besonders durch das Zusatzprojekt – und den dafür günstigen Stundenplan der Lehrperson konnte problemlos das Vorhaben rasch an die neuen Rahmenbedingungen angepasst werden. Wie sich bereits abzeichnete und später bestätigt wurde, war das Arbeitstempo ohnehin geringer als geplant, sodass sich die zeitliche Verlängerung als sehr günstig, wenn nicht sogar notwendig erwies. Die Grundstruktur der Planung wurde zwar grundsätzlich beibehalten, das Lerntagebuch allerdings immer nur jeweils am Ende der drei Halbtage bearbeitet. Folglich stand durch die Planänderung den Schülerinnen und Schülern vor allem für das Zusatzprojekt und die Präsentation mehr Zeit zur Verfügung. Ansonsten verlief die Unterrichtssequenz wie beschrieben (s. Abschnitt 4.3.1.3).

Zu Beginn und am Ende des Kurses nahmen die Jugendlichen an der Start- und Endbefragung teil. Bei ersterer gaben 57 % an, schon einmal Roboter programmiert zu haben, und nur eine Schülerin bzw. ein Schüler von 23 hatte dies mit einem Lego® Mindstorms® getan. Die beiden offenen Anmerkungen *freu mich* und *Spaß haben! :-))* ließen auf eine positive Grundeinstellung gegenüber dem Robotikkurs schließen. Das wurde auch bei der Frage „Wie sehr freust du dich auf das Kennenlernen der Mindstorms®?“ deutlich, die 57 % mit *1 = sehr* und durchschnittlich mit *1,9* auf der bis *5 = gar nicht* reichenden, linearen Skala beantworteten ( $\sigma = 1,2$ ). Während die Hälfte der Jugendlichen ihre Programmierfähigkeiten am PC als *3 = mittelmäßig* einstufen, beurteilte jeweils ein Viertel diese mit *2 = gut* bzw. *4 = schlecht* ( $\mu = 3,0$ ;  $\sigma = 0,7$ ). Ein Test auf Rangkorrelation nach SPEARMAN zwischen der Einschätzung der eigenen Programmierfähigkeiten und der Freude auf den Robotikkurs ergab bei einem p-Wert von 0,9 % einen sehr signifikanten positiven Zusammenhang in Höhe von  $\rho = +0,53$ , der allerdings am Ende des Kurses zurückblickend nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Nach dem Kurs wurden die Schülerinnen und Schüler wieder nach ihren Programmierfähigkeiten am PC gefragt. Jenes Mal stuften sie diese besser ein, nämlich durchschnittlich mit *gut* ( $\mu = 2,4$ ) bei einer höheren Streuung  $\sigma = 1,2$ . Allerdings ergibt eine Prüfung durch einen STUDENT's t-Test (vgl. HANDL & KUHLENKASPER 2018, S. 437–438) nur einen p-Wert von 6,7 %, was auf keine Signifikanz schließen lässt. 58 % der Jugendlichen gaben sich davon überzeugt, dass sie nach jenem Robotikkurs besser Computer programmieren könnten als vorher ( $\pm 28$  % auf einem Konfidenzniveau von 95 %). Zwar wurde die Frage „Wie sehr freute dich das Kennenlernen der Mindstorms®?“ bei höherer Homogenität  $\sigma = 0,8$  mit  $\mu = 1,7$  durchschnittlich niedriger eingestuft als am Beginn des Projekts, allerdings bestätigt auch hier ein STUDENT's t-Test keine Signifikanz.

Am Ende des Abschlussquiz erteilten die beiden Gruppen ausschließlich Höchststratings auf die Fragen „How fun was it?“, „Did you learn something?“ und „Do you recommend it?“. „How do you feel?“ beantworteten 74 % mit „positive“, 14 % mit „neutral“ und 8 % mit „negative“.

Darüber hinaus gab niemand der Lernenden an, diesen Mindstorms®-Kurs freiwillig auch zuhause bearbeitet zu haben. Im Unterricht wurden nach Angaben der Jugendlichen nahezu alle Vorübungen, der Zwischencheck, das Abschlussquiz sowie die beiden Befragungen absolviert. Etwa drei Viertel der Schülerinnen und Schüler erklärten, einen Line Follower entwickelt und sich dem Zusatzprojekt sowie dem Lerntagebuch gewidmet zu haben. Für das Halten einer Präsentation hat sich hingegen niemand entschieden. Ein Rangkorrelationstest nach SPEARMAN konnte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Zwischenchecks bzw. des Abschlussquiz einerseits und der erlebten Freude am Kurs andererseits identifizieren.

Das allgemeine Anforderungsniveau des Robotikkurses schätzte die Hälfte der Befragten mit *wenig schwierig* und ein Viertel mit *mittelmäßig schwierig* ein. Als *ziemlich schwierig* wurde im Durchschnitt das Hauptprojekt erachtet, das Zusatzprojekt immerhin als *mittelmäßig schwierig*, wie auch die Präsentationen. *Wenig schwierig* hielten die Jugendlichen das sinnerfassende Lesen auf der Website, die Vorübungen, den Zwischencheck, das Abschlussquiz und am wenigsten das Führen des Lerntagebuchs. Das überrascht insofern, als beim Zwischencheck im Durchschnitt nur 51 % und beim Abschlussquiz – mit den selben Aufgaben – 74 % der Fragen richtig beantwortet worden waren.

Die Zusammenarbeit mit der Teampartnerin bzw. mit dem Teampartner hielt die Hälfte der Schülerinnen und Schüler für *sehr gut* und ein Viertel für *gut*. Auf die Frage, was die Teampartnerinnen bzw. Teampartner besser machen hätten können, wurde unter anderem mit *besser lesen* und *nicht dazwischen reden wenn ich geredet habe, mich nicht einengen* geantwortet. Selbst hätte man *genauer lesen* können oder *beim ersten Mal nicht krank sein, mehr arbeiten xD, die Aufgaben lesen* oder *nicht so*

#### 4. Unterrichtsgestaltung

*kompliziert denken* sollen. Auf die Frage, was im Team besonders gut funktioniert habe, wurde jeweils ein Mal *die Aufgabenverteilung, die Zusammenarbeit, die Kommunikation, Zusammenarbeit* und *Teamarbeit* genannt.

Während nach eigenen Angaben 40 % der Befragten *innerhalb des Teams meistens die Initiative übernahmen und bestimmten, was wie zu machen sei*, versuchten 60 %, *meistens die Partnerin bzw. den Partner zu unterstützen und die eigene Aufgaben innerhalb des Teams bestmöglich zu erfüllen*. 58 % gefielen die Vorübungen besser als die Erstellung des Line Followers und 92 % stimmten der Aussage zu, wonach mit einer Partnerin bzw. einem Partner gemeinsam zu programmieren lustiger sei als alleine. Einem Drittel machte das Coden in der Programmiersprache Snap! mehr Spaß als mit den Mindstorms®.

Verbesserungsvorschläge wurden am Ende folgende genannt: *mehr Kahoots, mehr Videos, übersichtlicher und besser erklären, mehr praktische Aufgaben wie den Line Follower*.

##### 4.3.3. Resümee

Der Großteil der Schülerinnen und Schüler wirkte über weite Strecken des Robotikprojekts motiviert und entwickelte einen nicht selbstverständlichen Ehrgeiz, die gestellten Aufgaben zu erfüllen. Es wurden keinerlei Anzeichen auf Ablehnung der Lernroboter als Unterrichtsmittel sichtbar. Auch nach eigenen Angaben machte der Kurs den Lernenden Spaß.<sup>1</sup> Das Mindstorms®-Projekt dürfte daher (zumindest) dahingehend gewirkt haben, dass sich die Jugendlichen bei der nächsten Gelegenheit grundsätzlich wieder *gerne* mit Robotern und Computerprogrammierung beschäftigen werden, womit eine entscheidende Voraussetzung für weitere Lernprozesse auf diesem Gebiet erfüllt wird. Die Annahme, wonach der Einsatz von Lernrobotern tendenziell die Lust und Freude der Jugendlichen an der Teilnahme am Unterricht steigere und dadurch zu Lernerfolgen führe, kann folglich keineswegs widerlegt werden, sondern erscheint angesichts dieser Praxiserfahrungen noch verdichteter und zutreffender.

In dem umgesetzten Setting lernten die Schülerinnen und Schüler im Rahmen eines Projekts teils angeleitet durch die Vorübungen, teils offen bei der Umsetzung des Haupt- und Zusatzprojekts. Drei Viertel von ihnen erreichten das offiziell gesetzte Lernziel, die Entwicklung eines Line Followers. Genau das erachteten die Jugendlichen als das schwierigste des gesamten Kurses, auch im Vergleich zu den Vorübungen, die zwar stark strukturiert, aber dennoch Gegenstände einer selbstständigen Aneignung durch die Lernenden waren. Die offenen Abschnitte erforderten Überlegung und Eigentätigkeit, das hohe Lernziel zwang die Lernenden

---

<sup>1</sup>Auch PARK et al. (vgl. 2015, S. 4) kamen in einer ähnlichen Untersuchungen zu diesem eindeutigen Ergebnis.

zu Bemühungen und Anstrengungen, die die Jugendlichen angesichts der Einzigartigkeit dieses Projekts im Unterricht überwiegend auch bereit waren zu leisten. Vor diesem Hintergrund lässt sich die Hypothese, nach der Lernroboter sich besonders wirksam in offenen, projektorientierten Lernarrangements einsetzen ließen, offenbar nicht verwerfen.

Aus Gründen der Belastbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse wäre sicherlich eine Anordnung mit Experimental- *und Kontrollgruppe* wertvoll (vgl. EIFLER 2014, S. 195–209), denn unter einem nicht-experimentellen Design wie dem hier praktizierten können prinzipiell nur Korrelationen sichtbar werden (vgl. STEIN 2014, S. 138–146), nicht aber Kausalitäten (vgl. KÜHNEL & DINGELSTEDT 2014, S. 1018–1019), die für Lehrpersonen bei ihrer Unterrichtsgestaltung nutzbar wären.



## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Die allgemein gültigen Aspekte der beiden in dieser Arbeit zu erörternden *Forschungsfragen*, (1) wie Lernroboter an österreichischen allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe gegenwärtig verwendet werden und (2) wie sie zur Erreichung von Bildungszielen bestmöglich eingesetzt werden könnten, galt es, auf Basis der theoretischen Grundlagen der Kapitel 3 und 4 anhand folgender Arbeitshypothesen zu überprüfen:

1. Lernroboter werden im Unterricht – unabhängig von der Schulform – kaum eingesetzt.
2. Der Verzicht auf den Einsatz von Lernrobotern lässt sich größtenteils durch einige wenige Variablen erklären.
3. Der Einsatz von Lernrobotern steigert tendenziell die Lust und Freude der Jugendlichen an der Teilnahme am Unterricht und führt dadurch zu Lernerfolgen.

Diese Darstellung der gewonnenen Ergebnisse entspricht prinzipiell dem von FRIEDRICH (2014a, S. 259) vorgeschlagenen Schema.

Um die hier genannten Hypothesen widerlegbar zu machen und damit den Ansprüchen der Wissenschaftlichkeit zu entsprechen (vgl. ECO 1990, S. 39–46), sind einige Punkte noch konkreter zu fassen. So sei der Umstand *kaum* (Hypothese 1) im Rahmen dieser Untersuchung genau dann gegeben, wenn weniger als 1 % der Lehrpersonen der Zielpopulation in ihrem Unterricht Roboter pädagogisch nutzen. *Wenige Variablen* seien bei Hypothese 2 maximal zehn. Unter *erklären* sei in diesem Kontext nicht in erster Linie gemeint, für eine Folge die Ursache zu sein („Kausalität“), sondern das zeitgleiche, gemeinsame Auftreten von zwei Merkmalen („Korrelation“). Unter dem (nicht-experimentellen) Forschungsdesign dieser Untersuchung können Kausalitäten grundsätzlich nicht nachgewiesen werden (vgl. KÜHNEL & DINGELSTEDT 2014). *Freude* sei bei Hypothese 3 sehr stark vereinfachend genau dann indiziert, wenn eine Lehrperson dieses Gefühl bei der Schülerin bzw. beim Schüler vermutet, wobei dem Autor die damit in Kauf genommene Unschärfe bewusst ist. Ist bei Hypothese 3 ferner von *dadurch* die Rede, ist auch hier ein korrelativer, nicht notwendigerweise kausaler Zusammenhang gemeint.

## 5.1. Methode

Die für die Überprüfung der Hypothesen erforderlichen Informationen wurden durch eine Befragung, der am häufigsten verwendeten Datenerhebungsmethode (BAUR & BLASIUS 2014b, S. 52), in Form einer standardisierten Onlineumfrage gewonnen<sup>1</sup>. Der für Lehrpersonen konzipierte Fragebogen (siehe Anhang D) verfolgte in erster Linie eine deskriptive und hypothesentestende Zielsetzung (vgl. STEIN 2014, S. 136) und vermochte aufgrund seines nicht-experimentellen Designs prinzipiell keine Kausalitäten (vgl. KÜHNEL & DINGELSTEDT 2014, S. 1018–1019), sondern Korrelationen sichtbar zu machen (vgl. STEIN 2014, S. 138–146). Als Vertreter einer überwiegend quantitativen Forschungsmethode sollte diese Querschnittstudie valide allgemein gültige Aussagen über den (aktuellen) Einsatz von Lernrobotern in Österreich treffen (vgl. BAUR & BLASIUS 2014b, S. 50).

In einem knappen Anschreiben und auf der Begrüßungsseite der Umfrage (siehe Anhang D auf Seite 135) wurden die kontaktierten Lehrpersonen über den Zweck, das Thema und die ungefähre Dauer der Befragung informiert, um ihnen die Möglichkeit zu einer freiwilligen, informierten Einwilligung zu eröffnen (vgl. FRIEDRICHS 2014b, S. 81–82). Auf einen Hinweis auf Vertraulichkeit der Angaben der Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurde verzichtet, da einerseits ein ethisch und juristisch einwandfreier Umgang mit solcherart Daten im Rahmen einer akademischen Graduierungsarbeit ohnehin selbstverständlich zu gewährleisten war und andererseits das konkrete Thema keine heiklen Fragen erwarten ließ (vgl. ebd., S. 86–88).

Die Erhebung der Primärdaten hätte grundsätzlich anstatt mit E-Mail-Kontakt zu den Schulleitungen auch auf Sozialen Medien (wie z. B. Facebook oder LinkedIn) lanciert werden können (vgl. OHLY & WEBER 2014, S. 108–109). Allerdings hätte durch diese Untersuchungsanordnung ein vermeintlich geringerer Rücklauf und das verstärkte Problem der Selbstselektion, einer Form der willkürlichen Stichprobenziehung (vgl. STEIN 2014, S. 149), in Kauf genommen werden müssen. Auf alle Fälle sprachen für eine Onlinevariante die vernachlässigbaren finanziellen Kosten der Untersuchung, die digitale Erfassung der Angaben durch die befragte Person selbst und damit eine reduzierte Fehleranfälligkeit sowie die automatische Filterführung (vgl. WAGNER & HERING 2014, S. 662–663; vgl. KLÖCKNER & FRIEDRICHS 2014, S. 679).

Aufgrund der praktischen Unmöglichkeit, alle etwa 60 000 relevanten Lehrpersonen zu einer (freiwilligen) Umfrageteilnahme zu bewegen und somit eine Totalerhebung durchzuführen, war von Anfang an nur eine Teilerhebung in Erwägung

---

<sup>1</sup>Die Rohdaten stehen unter [http://bit.ly/rohdaten\\_umfrage](http://bit.ly/rohdaten_umfrage) zum Download zur Verfügung.

gezogen worden (vgl. STEIN 2014, S. 146; vgl. M. HÄDER & S. HÄDER 2014, S. 283–284).

Bei der Operationalisierung der theoretischen Begriffe und der Konzeption des Erhebungsinstruments wurde darauf geachtet, den anvisierten zeitlichen Aufwand einer Befragung unter zehn Minuten zu halten. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht zu gefährden, wurden die Daten in einem verhältnismäßig engen Zeitrahmen vom 3. bis 9. April 2019 erhoben.

Die Ergebnisse von NEPPEL (2014), der eine ähnlich geartete, empirische Forschungsarbeit zu diesem Thema durchführte, flossen in die Planung dieser Untersuchung mit ein.

Da die Befragung nach Beginn der Feldphase nicht mehr nachträglich abgeändert werden konnte, wurde sie im Vorfeld einem Pretest unterzogen (vgl. REINECKE 2014, S. 611). Eine Lehrerin und eine Lehramtsstudierende erklärten sich dazu bereit, informell den Entwurf des Fragebogens mithilfe der Technik des lauten Denkens sowie des Nachfragens zu begutachten. Ein Feld-Pretest wurde aus ökonomischen Gründen nicht durchgeführt (vgl. WEICHBOLD 2014, S. 299–303).

Bei acht der insgesamt 28 Fragen des Fragebogens wurden Skalen verwendet. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden deren Beantwortungen sowohl auf dem ordinalen als auch auf dem metrischen Messniveau interpretiert (vgl. LÜCK & LANDROCK 2014, S. 399; vgl. FRANZEN 2014, S. 707). Sieben Fragen (zum allergrößten Teil zu soziodemografischen oder -ökonomischen Aspekten) wurden offen gestaltet, vier Fragen hybrid. Die übrigen 17 zählen zum Typ der geschlossenen Fragen (vgl. REINECKE 2014, S. 604). Generell wurde angestrebt, „die zehn Gebote der Frageformulierung“ von PORST (vgl. 2014, S. 689–698) bestmöglich umzusetzen.

Soziostatistische Angaben wurden – wie von KLÖCKNER und FRIEDRICHS (vgl. 2014, S. 676) empfohlen – am Ende der Befragung erhoben, Überleitungstexte nur sparsam eingesetzt (vgl. ebd., S. 677–678; vgl. PORST 2014, S. 697).

Nachdem bei Frage 2 (s. Anhang D auf Seite 135) nach dem Wissen über die hier zentralen Begriffe „Lernroboter“ und „educational robotics“ gefragt worden war, wurde als Überleitungstext eine knappe Definition davon gegeben, um es den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zu erleichtern, die anschließenden Fragen korrekt zu interpretieren (vgl. ebd., S. 688–689).

Bei den zahlreich verwendeten Ratingskalen wurden nach MILLER (1956 zit. n. FRANZEN 2014, S. 705) meistens sieben Antwortkategorien vorgeschlagen, zumindest aber eine ungerade Anzahl (vgl. ebd., S. 706; vgl. REINECKE 2014, S. 605). Semantisch gekennzeichnet wurden nach FRANZEN (vgl. 2014, S. 707) alle Kategorien, und zwar unipolar (vgl. ebd., S. 707). Im Übrigen wurde auch hier versucht, den Best-practice-Ansätzen von FRANZEN (ebd., S. 709) zu entsprechen.

Datenbereinigungen fanden während der Aufbereitung der erfassten Daten nur geringfügig statt. Alle lassen sich rekonstruieren, da sie sich in den für die Analyse

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

entwickelten R-Skripten wiederfinden. Dort lassen sich auch die der Auswertung zugrundeliegenden Berechnungen auslesen, sodass auf eine externe Dokumentation in Form eines Codebooks oder Methodenberichts verzichtet wurde (vgl. LÜCK & LANDROCK 2014, S. 403–407).

Aufgrund der technischen Anordnung, die Anonymität gewährleistete, konnte das mehrfache Ausfüllen des Fragebogens grundsätzlich nicht unterbunden werden. Außerdem war es nicht möglich, Drop-outs in der Analyse zu berücksichtigen, da die Daten der Befragten erst am Ende des Fragebogens zur Gänze auf den Server übermittelt worden sind. Durch Pflichtfelder wurde das Problem der Item-Nonresponse begrenzt.

### 5.2. Stichprobe

Insgesamt 903 Direktorinnen und Direktoren von allgemeinbildenden Schulen wurden per E-Mail zu Beginn des zweiten Teils der empirischen Phase, der Feldphase (vgl. STEIN 2014, S. 150), gebeten, ihren Lehrpersonen einen Link zu der Onlineumfrage weiterzuleiten. Da sich mit Ausnahme von Vorarlberg keine Bildungsdirektion dazu bereit erklärt hatte, eine Aufstellung über die elektronischen Kontaktadressen der ihnen nachgeordneten Schulen kostenlos zur Verfügung zu stellen<sup>1</sup>, waren die Kontaktadressen zunächst auf der öffentlich zugänglichen Website [www.schule.at](http://www.schule.at) mittels eines eigens erstellten Python-Skripts (siehe Anhang C) ausgelesen worden<sup>2</sup>.

Während in Oberösterreich die Erteilung einer Erlaubnis zur Durchführung der Erhebung die Vorlage einer oberösterreichischen Geburtsurkunde vorausgesetzt hatte, hätte eine solche Genehmigung in Niederösterreich, Burgenland und Kärnten noch mehr Unterlagen erfordert, wodurch die drei Bundesländer im Rahmen dieser Untersuchung nicht mehr weiter berücksichtigt worden sind. Insofern kann von einer zumindest teilweisen *bewussten Auswahl* (ebd., S. 149) gesprochen werden. Eine Erhebung an österreichischen Auslandsschulen war zwar beim Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung beantragt, aber nicht bewilligt worden. Diese Einschränkungen, die zu einer geklumpten Stichprobe führten, bewirkten eine Verringerung der Aussagekraft und Belastbarkeit der Studienergebnisse. Letztendlich waren von 1322 Schulen die Kontaktadressen bekannt und bestand eine Untersuchungsgenehmigung seitens der Schulaufsicht, was zwei Drittel aller österreichischen Neuen Mittelschulen, Polytechnischen Schulen, Allgemeinen Sonderschulen und Allgemeinbildenden Höheren Schulen entspricht (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 12–30, BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2019). Die Schulleitungen

---

<sup>1</sup>Die Bildungsdirektion Steiermark hatte eine vollständige Liste *entgeltlich* angeboten.

<sup>2</sup>Diese Art der Informationsbeschaffung wird gemeinhin als *Web Scraping* bezeichnet (vgl. BARANOVSKIY 2011, S. 4–5).

Tabelle 5.1.: Kontaktaufnahme zu Schulen

| Bundesland       | Anzahl<br>aller<br>Schulen | versendet   | zugestellt | Errei-<br>chungs-<br>grad |
|------------------|----------------------------|-------------|------------|---------------------------|
| <i>gesamt</i>    | <i>1956</i>                | <i>1322</i> | <i>903</i> | <i>46 %</i>               |
| Vorarlberg       | 93                         | 100         | 99         | 106 %                     |
| Salzburg         | 139                        | 139         | 110        | 79 %                      |
| Tirol            | 197                        | 196         | 150        | 76 %                      |
| Wien             | 287                        | 273         | 193        | 67 %                      |
| Oberösterreich   | 327                        | 331         | 201        | 61 %                      |
| Steiermark       | 273                        | 283         | 150        | 55 %                      |
| Burgenland       | 69                         | 0           | 0          | 0 %                       |
| Kärnten          | 108                        | 0           | 0          | 0 %                       |
| Niederösterreich | 455                        | 0           | 0          | 0 %                       |
| Ausland          | 8                          | 0           | 0          | 0 %                       |

Quellen:

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 12–30,  
 BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2019  
 und eigene Daten des Autors

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

jener 1322 Bildungseinrichtungen bildeten den (indirekten) Auswahlrahmen der Umfrage, da kein öffentlich zugängliches Register über alle relevanten Merkmals-träger, die österreichischen Lehrpersonen, zur Verfügung stand. Eine einfache Zufallsauswahl konnte daher nicht realisiert werden. Nicht mehr aktuelle oder fehlende Datensätze auf [www.schule.at](http://www.schule.at), aber vor allem die Ermangelung an der Forschungsbefugnis in den Bundesländern Niederösterreich, Burgenland und Kärnten waren verantwortlich für ein beträchtliches Undercoverage, einen um ein Drittel kleineren Auswahlrahmen im Vergleich zur Zielpopulation (vgl. M. HÄDER & S. HÄDER 2014, S. 284–285). Dadurch können potenziell *Coverage-Fehler* entstehen (vgl. FAULBAUM 2014, S. 444–446).

Aufgrund der zwischengeschalteten Direktionen kann bei dem Design der durchgeführten Befragung von einer mehrstufigen Auswahl gesprochen werden. Während die Schulleitungen die Umfrageeinladungen weiterleiteten und quasi als Primary Sampling Units, PSUs, fungierten, bildeten die Lehrpersonen die Secondary Sampling Units, SSUs (vgl. M. HÄDER & S. HÄDER 2014, S. 286).

Dass in drei Bundesländern mehr versendete Nachrichten als Schulen registriert wurden, liegt einerseits am bereits zurückliegenden Redaktionsschluss 25. Mai 2018 des maßgeblichen Zahlenspiegels 2017 des BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (2018d) und an zunächst nicht identifizierten Dubletten in der selbst erstellten Liste aller Schul-E-Mail-Adressen, einem konkreten Fall von Overcoverage (vgl. M. HÄDER & S. HÄDER 2014, S. 284).

Im offiziellen *Zahlenspiegel 2017* unterscheidet das BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (2018d) *Sonstige allgemeinbildende Schulen (Statute)* von *Allgemeinbildenden Pflichtschulen gesamt* sowie *Allgemeinbildenden Höheren Schulen*. Da sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Umfrage nicht zu dieser Gruppe der Statutschulen, zu denen beispielsweise diverse Montessori-, Glocksee- oder Waldorfschulen der Primar- und Sekundarstufe gehören (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG 2016, S. 33), explizit deklarieren konnten, werden im Folgenden die Schul- und Lehrpersonen dieser Gruppe auf die Schulformen NMS, PTS, ASO und AHS aliquot umgeschlagen. Obwohl diese Vereinfachung grundsätzlich nicht unproblematisch ist und die Ergebnisse potenziell verzerren könnte, wurde angesichts ihres geringen Anteils von etwa 2,5 % an der Grundgesamtheit diese Vorgehensweise für vertretbar gehalten.

Wie die Tabelle 5.1 ferner aufschlüsselt, erreichte nicht jedes verschickte E-Mail auch sein Ziel. Aufgrund von nur teilweise aktualisierten Datenbeständen auf [www.schule.at](http://www.schule.at), Mängel in der Web-Scraping-Software, aber auch vollen E-Mail-Fächern bei den Empfängern entpuppten sich manche Kontaktadressen als ineffektiv. Während dieser Umstand in Vorarlberg dank der von der Bildungsdirektion unaufgefordert übermittelten, hoch qualitativen Schuladressen noch vernachlässigbar klein war, betrugen diese Ausfälle in Salzburg und Tirol rund 20 %, in Wien und im

Österreich-Schnitt etwa 30 %, in Oberösterreich knapp 40 % und in der Steiermark sogar fast die Hälfte der gesendeten Nachrichten. Letztendlich wurden österreichweit 903 Direktionen erfolgreich kontaktiert, also knapp die Hälfte aller relevanter Einrichtungen.

Tabelle 5.2.: Kontaktaufnahme zu Lehrpersonen

| Bundesland       | Grund-<br>gesamtheit | Rücklauf   | Aus-<br>schöpfung |
|------------------|----------------------|------------|-------------------|
| <i>gesamt</i>    | <i>60 207</i>        | <i>220</i> | <i>0,37 %</i>     |
| Vorarlberg       | 3221                 | 36         | 1,12 %            |
| Salzburg         | 4285                 | 22         | 0,51 %            |
| Tirol            | 5185                 | 21         | 0,41 %            |
| Wien             | 13 579               | 38         | 0,28 %            |
| Oberösterreich   | 10 018               | 81         | 0,81 %            |
| Steiermark       | 7645                 | 22         | 0,29 %            |
| Burgenland       | 1848                 | 0          | 0,00 %            |
| Kärnten          | 3535                 | 0          | 0,00 %            |
| Niederösterreich | 10 891               | 0          | 0,00 %            |
| Ausland          | k. A.                | 0          | k. A.             |

Quellen:

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 46–47  
und eigene Daten des Autors

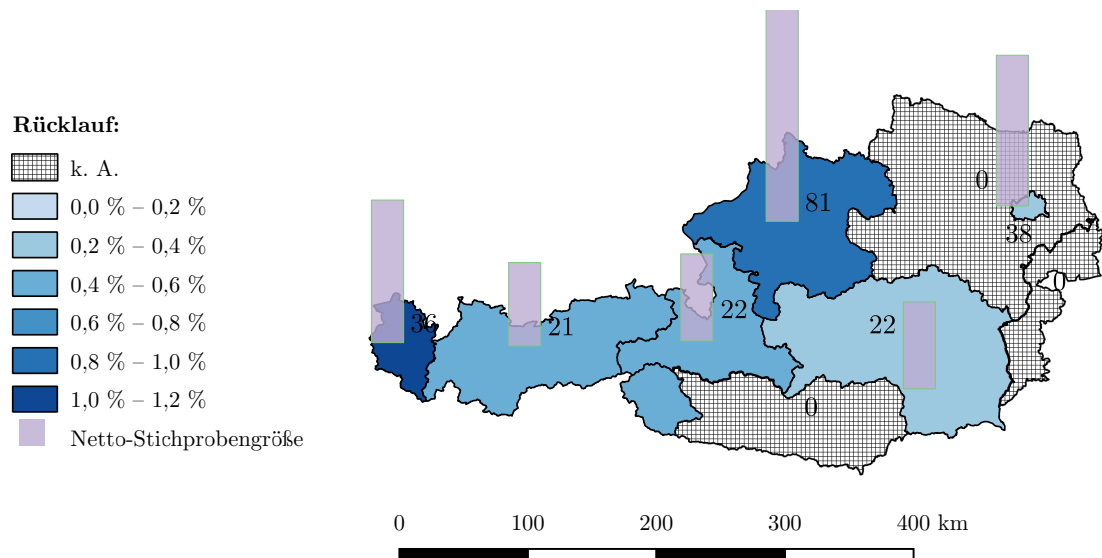
Nachdem 220 Lehrpersonen den Fragebogen, der als Google Formular<sup>1</sup> online aufrufbar war, beantwortet hatten, wurde die Datenerfassung per 21. April 2019 beendet (vgl. STEIN 2014, S. 150). Wird der absolute Rücklauf mit der Anzahl aller Lehrpersonen der betreffenden Schulformen ins Verhältnis gesetzt und nach Bundesländern aufgeschlüsselt (s. Tabelle 5.2), zeigt die so ermittelte Ausschöpfungsquote eine nahezu gleiche Rangfolge wie der Erreichungsgrad in Tabelle 5.1. Mit der einzigen Ausnahme Oberösterreich weisen die Bundesländer, in denen relativ viele Schulen erfolgreich angeschrieben worden waren, allesamt einen hohen Rücklauf gemessen an ihren Anteilen an der Grundgesamtheit auf. Daraus lässt sich ableiten, dass die Neigung der Schulleiterinnen und Schulleiter, das Einladungs-E-Mail an ihre Lehrpersonen weiterzuleiten, und diejenige der Lehrpersonen, den Fragebogen zu beantworten, in allen Untersuchungseinheiten ähnlich war und diesbezüglich auf Bundesländerebene keine nennenswerten Unterschiede bestehen dürften. Folg-

<sup>1</sup>[https://www.google.com/intl/de\\_at/forms/about/](https://www.google.com/intl/de_at/forms/about/).

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

lich zeigt die Abbildung 5.1 in Hinblick auf den Rücklauf der Umfrage ein klares West-Ost-Gefälle – insbesondere relativ zum Anteil an der Zielpopulation.

Abbildung 5.1.



Quellen:

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen © 2.0  
und eigene Grafik des Autors © 3.0

Auch geschlechtsspezifisch wird eine weitere Einschränkung der Repräsentativität der Stichprobe sichtbar. Während österreichweit in den relevanten Schulformen von den insgesamt 60 207 Lehrpersonen 42 284 weiblich sind ( $\nu_w = 42\,284$ , Frauenanteil der Grundgesamtheit  $\pi_w = 70,2\%$ ), stammten von den 220 abgegebenen Fragebögen nur 112 von Frauen ( $n_w = 112$ , Frauenanteil der Stichprobe  $p_w = 50,9\%$ ). Auf einem Konfidenzniveau  $(1 - \alpha) = 95\%$  wird der Stichprobenanteil  $p_w$  vom Wald-Konfidenzintervall  $[44,3\%; 57,5\%]$  überdeckt (vgl. HANDL & KUHNENKASPER 2018, S. 374). Ein Vorzeichentest (vgl. ebd., S. 405–408) verwirft mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit  $p = 2,1 \cdot 10^{-9}$  die Nullhypothese  $H_0$ , wonach die Stichprobenstatistik  $p_w$  dem Populationsparameter  $\pi_w$  entspräche. Zu unplausibel erscheint unter der Annahme der Gültigkeit von  $H_0$  die geringe Anzahl an Respondentinnen  $n_w$ .

Verglichen mit der Grundgesamtheit fallen auch die überproportional vielen Rückmeldungen von Lehrpersonen aus einer Polytechnischen Schule und die unterproportional wenigen aus Allgemeinen Sonderschulen auf. Tabelle 5.3 stellt alle vier untersuchten Schulformen mit ihren Anteilen an der Zielpopulation und an der Stichprobe gegenüber. Die Wald-Konfidenzintervalle (KI) für letztere überdecken bei den PTS und NMS auf einem 95 %-Konfidenzniveau die wahren Werte klar

Tabelle 5.3.: Stichprobe nach Schulformen

| Schulform     | Zielpopulation |         | Stichprobe |        | KI          |
|---------------|----------------|---------|------------|--------|-------------|
|               | Anzahl         | Anteil  | Anzahl     | Anteil |             |
| <i>gesamt</i> | 60 207         | 100,0 % | 220        | 100 %  |             |
| NMS           | 29 683         | 49,3 %  | 109        | 49,5 % | $\pm 6,6$ % |
| PTS           | 2080           | 3,5 %   | 32         | 14,5 % | $\pm 4,7$ % |
| ASO           | 5783           | 9,6 %   | 8          | 3,6 %  | $\pm 2,5$ % |
| AHS           | 22 661         | 37,6 %  | 71         | 32,3 % | $\pm 6,2$ % |

Quellen:

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 46  
und eigene Daten des Autors

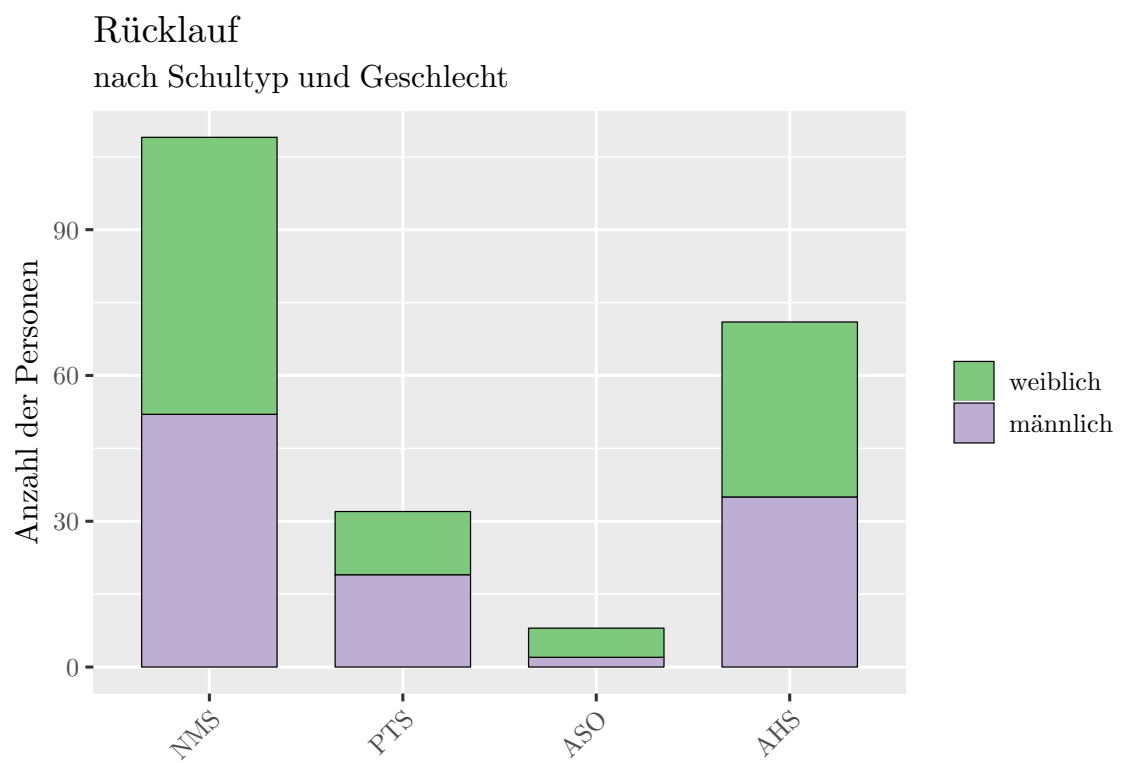
nicht mehr. Ein Vorzeichentest liefert signifikante p-Werte in Höhe von  $9,2 \cdot 10^{-10}$  % für PTS und 0,1 % für ASO.

Abbildung 5.2 veranschaulicht die Netto-Stichprobe aufgeschlüsselt nach Schulform und Geschlecht. Während sich das Geschlechterverhältnis der Stichprobe in den NMS und AHS ausgeglichen präsentiert, betragen die wahren Anteile laut *Zahlenspiegel 2017* (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 46) 73 % (NMS) und 64 % (AHS). Obwohl sich der Frauenanteil sogar an den PTS mit 56 % auf mehr als die Hälfte beläuft, antworteten aus den PTS deutlich weniger Lehrerinnen als männliche Lehrer auf den Fragebogen. Schließlich lag auch für die ASO der Frauenanteil der Stichprobe mit 75 % unter seinem Wert der österreichweiten Grundgesamtheit von 86 %.

Auf die Frage 23 des Fragebogens, wie viele Personen ungefähr in der (politischen) Gemeinde, in der die Schule gelegen ist, wohnten, antworteten die Lehrpersonen mit Werten von 65 bis 2 000 000. Alle 42 Angaben (19 % der Netto-Stichprobe) unter 41, der Bevölkerungszahl der per 1.1.2019 kleinsten Gemeinde Österreichs Gramais (STATISTIK AUSTRIA 2019a), wurden als ungültig erachtet (vgl. LÜCK & LANDROCK 2014, S. 405). Der Median lag demnach bei 25 000 Einwohnerinnen und Einwohnern, das arithmetische Mittel bei rund 450 000 Menschen. Da es sich um ein Pflichtfeld handelte, kam es zu keinen Fällen von *Item-Nonresponse* (vgl. ENGEL & SCHMIDT 2014, S. 341). In allen Datensätzen, in denen das Bundesland Wien als Dienstort angegeben worden ist, wurde nachträglich die Gemeindegröße auf 2 000 000 gesetzt.

Die Frage 22 fragte danach, wie viele Personen in etwa der Lehrkörper der Schule umfasse. Das untere Quartil der Antworten betrug 24 Lehrpersonen, der Median 35,5 und das obere Quartil 60. Im arithmetischen Durchschnitt umfasste das Kollegium einer Schule 43 Personen und reichte von 4 bis 160. Tendenziell

Abbildung 5.2.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors © 3.0

größere Lehrkörper befänden sich in Wien und Oberösterreich, die kleinsten in der Steiermark und in Tirol. Diese Angaben können durch den *Zahlenspiegel 2017* (BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 46) nachgewiesen werden mit der Einschränkung, dass sowohl Vorarlberg als auch Salzburg ein höheres Verhältnis zwischen Lehrpersonen und Schulen aufweisen als Oberösterreich.

Die Frage 25 nach dem Dienstalalter „Seit wie vielen Jahren unterrichten Sie an einer Schule?“ beantworteten die 112 Frauen mit durchschnittlich 18,0 Jahren und ihre 108 männlichen Kollegen mit 18,8 Jahren, was auf Mutterschutz- und Karenzzeiten zurückzuführen sein könnte. Aufgeschlüsselt nach Bundesländern zeigt sich ein interessantes Bild: Während das durchschnittliche Dienstalalter der 22 Respondentinnen und Respondenten aus der Steiermark bei 22,0 lag, verzeichneten Lehrpersonen aus Vorarlberg einen Schnitt von 17,3 Jahren, jene aus Wien gar nur von 14,4 Jahren.

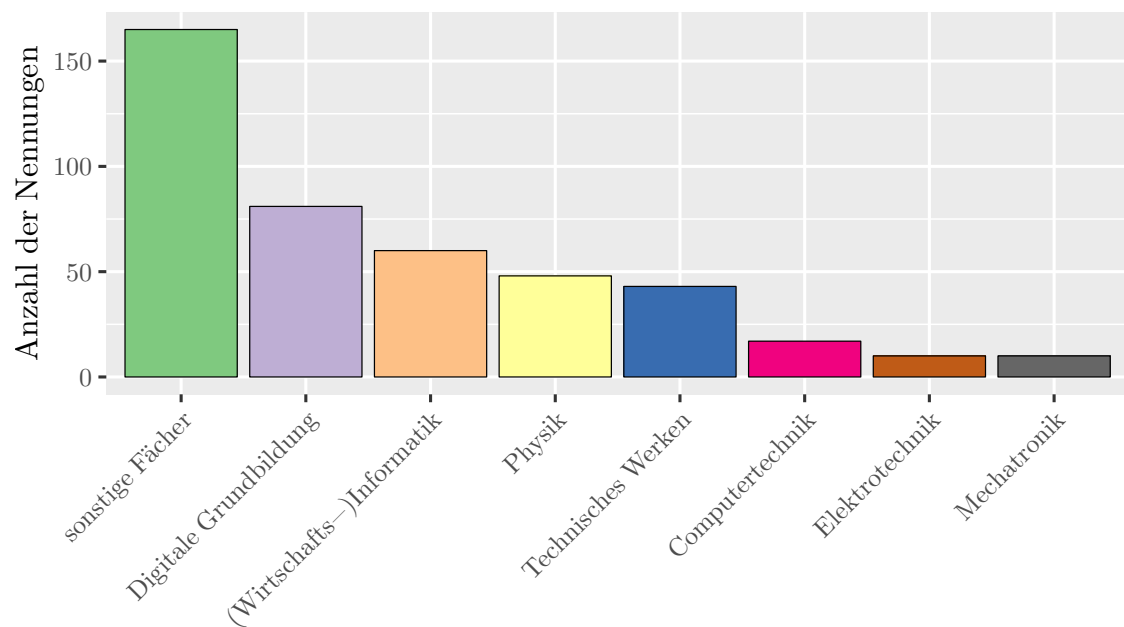
Der wöchentlichen Lehrverpflichtung widmete sich die Frage 21. Dabei lag die mittlere Hälfte der Nennungen (0,25-Quantil–0,75-Quantil) zwischen 20 und 22 Stunden pro Woche mit den Extremwerten 2 und 40. Bei Frauen lag das arithmetische Mittel der wöchentlichen Lehrverpflichtung bei 20,8, bei Männern hingegen nur bei 19,5 Unterrichtseinheiten pro Woche. Bei einer verhältnismäßig großen Streuung  $\sigma = 5,0$  liegt das arithmetische Mittel in Vorarlberg ( $n = 36$ ) bei 23,4 Wochenstunden, in Oberösterreich und Salzburg jedoch 4–5 Einheiten niedriger. Auch die Angaben aus der Steiermark ( $n = 22$ ) fallen mit  $\mu = 20,2$  Wochenstunden und einer deutlich geringeren Standardabweichung von  $\sigma = 2,7$  auf, was auf eine eher geringe Zahl an Teilzeitbeschäftigten deutet.

Die Abbildung 5.3 gibt einen Überblick über die Gegenstände, die die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer im Schuljahr 2017/18 oder 2018/29 unterrichteten. Entscheidend dabei ist die Anzahl der Nennungen der „sonstigen Fächer“, die zwar von allen am höchsten ausfällt, aber angesichts des großen Umfangs an damit abgedeckten Fächern wie beispielsweise Deutsch, Mathematik, Englisch etc. die übrigen Antwortmöglichkeiten noch viel deutlicher übertreffen hätte müssen. Der Schluss erscheint daher zulässig, dass besonders die Lehrpersonen an der Umfrage teilgenommen haben, die selbst naturwissenschaftliche, technische Fächer unterrichteten. Vor diesem Hintergrund werden auch die überproportionale Beteiligung der Polytechnischen Schulen und die unterproportionale der Allgemeinen Sonderschulen an dieser Erhebung nachvollziehbar. Der hohe Anteil an männlichen Lehrkräften in MINT-Fächern (vgl. FASSMANN 2019) würde in weiterer Folge auch die unterdurchschnittliche weibliche Teilnahme an der Untersuchung erklären. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang darüber hinaus die Umsetzung der Befragung als *Online*-Erhebung, wodurch von vornherein Lehrpersonen mit Affinität zu IT, Computertechnik und digitalen Medien wohl verstärkt angesprochen werden

Abbildung 5.3.

Frage 20:

Welche Gegenstände unterrichteten Sie  
in diesem oder im vergangenen Schuljahr?



Quelle:

eigene Grafik des Autors  3.0

(vgl. MÜHLICHEN 2014, S. 94–95). Wie WAGNER und HERING (2014, S. 664) für Deutschland feststellen, ist die Wahrscheinlichkeit, das Internet regelmäßig zu nutzen, höher, wenn man ein Mann ist. Für SCHUBERT und SCHWILL (2011, S. 298) ist „klar, dass Frauen auf allen Ebenen der Informatik in Deutschland, in Schule, Studium und Beruf, in Nutzung und Anwendung, deutlich unterrepräsentiert sind“.<sup>1</sup>

Die Gründe für eine unterschiedliche Bereitschaft zur Teilnahme an Umfragen sind vielfältig und werden von HLAWATSCH und KRICKL (vgl. 2014, S. 305–306) kompakt skizziert. Ob sich die Nicht-Erreichbaren und Verweigerer (*Unit-Nonresponse*) in ihren für diese Untersuchung wesentlichen Merkmalen von den Respondentinnen und Respondenten unterscheiden, kann aber grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden (vgl. ENGEL & SCHMIDT 2014, S. 332). Es war der Knappheit der Ressourcen dieser Forschungsarbeit geschuldet, dass keine weiteren Maßnahmen zur Erhöhung der Unit-Response-Rate wie z. B. die Erhöhung der Anzahl der Kontaktversuche o. Ä. getroffen wurden (vgl. ebd., S. 343–346). Auch von einem differenziertem Zugang durch Berechnung einer Nonresponse-Gewichtung wurde Abstand genommen (vgl. KIESL 2014, S. 351–352).

Die Frage, ob nun die Antworten auf den Fragebogen in Summe repräsentativ waren, lässt sich abschließend nur teilweise klären. M. HÄDER und S. HÄDER (2014, S. 286) verstehen den Begriff der *Repräsentativität* als „Synonym für eine Zufallsauswahl [...], da nur hierfür Verallgemeinerungen von Stichprobenkennwerten auf Parameter der Grundgesamtheit inferenzstatistisch fundiert erklärt sind.“ Obwohl unter dem beschriebenen Forschungsdesign dem Zufall unbestritten eine maßgebliche Stellung zukam, ob eine Lehrperson den Fragebogen ausfüllte oder nicht, spielten zweifellos auch benennbare, systematische Verzerrungen wie alleine das Fehlen von Forschungsgenehmigungen in diversen Bundesländern oder offizielle, gut gepflegte Kontaktadressen von Schulen eine entscheidende Rolle. Auch die Bereitschaft, mit der Menschen an einer freiwilligen Befragung teilnehmen, hängt sicherlich in erheblichem Maße von nachvollziehbaren, nicht-zufälligen Faktoren ab, was ebenso zur Verringerung der Validität der Resultate führen kann (HLAWATSCH & KRICKL 2014, S. 305). Ein Inferenzschluss von der so gezogenen Stichprobe der Größe  $n = 220$  auf die Grundgesamtheit aller österreichischen Lehrpersonen der Sekundarstufe in allgemeinbildenden Schulformen mit  $n \approx 60\,000$  ist zwar vor diesem Hintergrund mit Vorsicht und einer gesunden Portion Skepsis zu begegnen, soll aber angesichts der gegebenen Ressourcen im Rahmen dieser Graduierungsarbeit zumindest angedeutet werden.

---

<sup>1</sup>Die Einstellung und Stereotype von Kindern in Hinsicht auf weibliche IT-Kräfte untersuchten BERG et al. (2018).

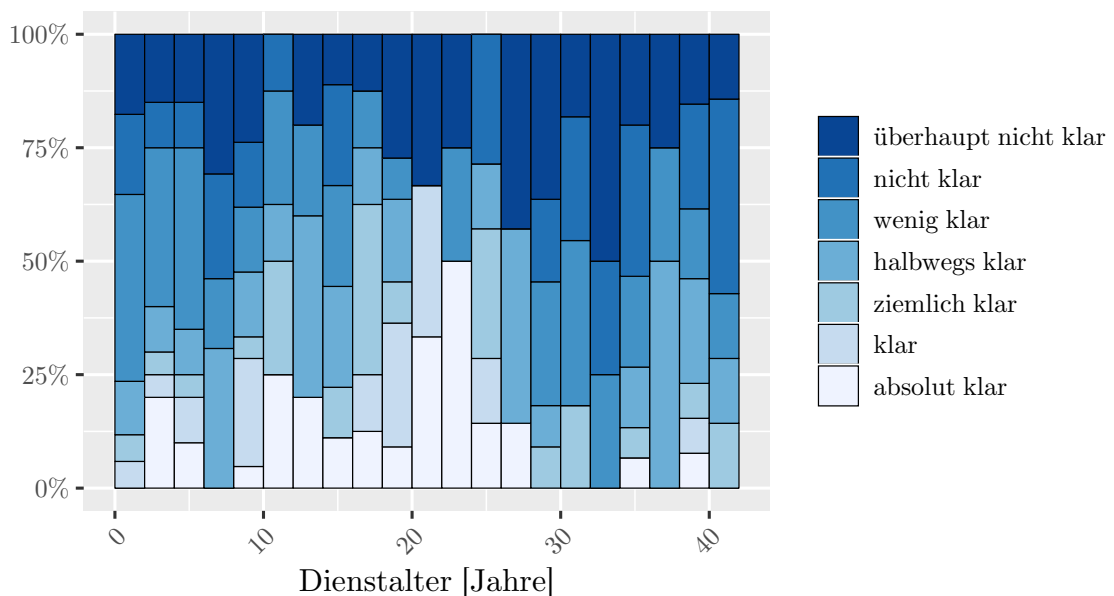
### 5.3. Ergebnisse

Um keine durch die Befragung selbst vorgeprägte Meinung zu erhalten, wurde gleich als zweite Frage erhoben, wie sehr die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Begriffen „Lernroboter“ bzw. „educational robotics“ eine Bedeutung beimessen konnten. 36 % gaben an, *kein* oder *überhaupt kein* klares Bild von den zentralen Begriffen der Untersuchung zu haben. Nur etwa 17 % hatten nach eigenen Angaben eine *klare* oder *absolut klare* Vorstellung.

Abbildung 5.4.

Frage 2:

Wie klar ist Ihre Vorstellung der  
Bedeutung von "Robotern als Lernunterstützung" bzw.  
"educational robotics" im Englischen?



Quelle:

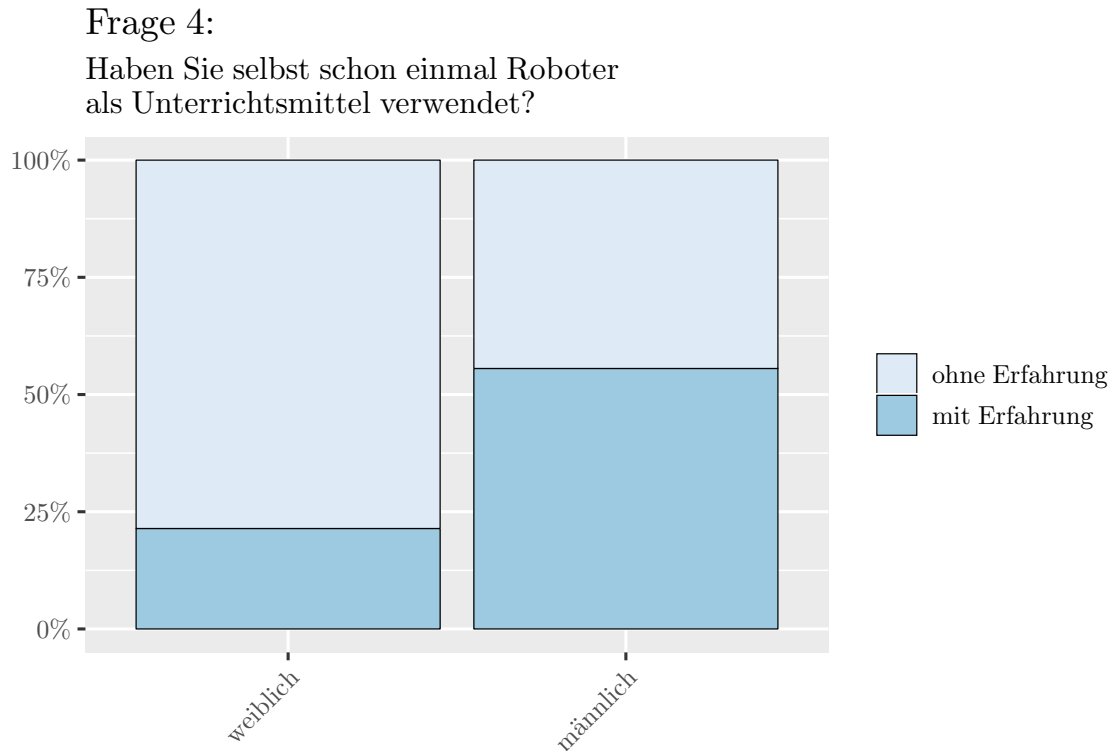
eigene Grafik des Autors © 2019 3.0

Die Abbildung 5.4 schlüsselt die Angaben von Frage 2 nach den Dienstjahren als Lehrperson auf und zeichnet ein differenzierteres Bild. Bei metrischer Interpretation der streng genommen nur ordinal skalierten Antwortkategorien hatten Lehrpersonen im Durchschnitt am Beginn und am Ende ihrer Karriere eine *wenig klare* Vorstellung von der Bedeutung der abgefragten Begriffe, Lehrpersonen mit etwa 20 Dienstjahren hingegen eine *halbwegs klare*, während solche mit etwa 30 Dienstjahren gar nur von einer *nicht klaren* Vorstellung sprachen. Auch Tests auf Produktmomentkorrelation

nach PEARSON (vgl. HANDL & KUHLENKASPER 2018, S. 161 – 168) bestätigen einen linearen Zusammenhang innerhalb der Dienstjahr-Intervallen  $[0;23[$  und  $[22;32]$  und liefern die auf dem 95 %-Konfidenzniveau signifikanten Koeffizienten  $\rho_{[0;23[} = +0,2$  sowie  $\rho_{[22;32]} = -0,5$ .

Zum Verwechseln ähnlich wurde Frage 4 beantwortet.

Abbildung 5.5.



Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Bei dieser Frage (s. Abb. 5.5) gaben 56 % der männlichen Respondenten an, Lernroboter bereits in ihrem Unterricht verwendet zu haben, während der Anteil bei ihren weiblichen Kolleginnen bei nur 21 % lag. Nach dem  $\chi^2$ -Test ist auf dem 95 %-Konfidenzniveau bei einem p-Wert von  $4,0 \cdot 10^{-7}$  die Nullhypothese, wonach die beiden Variablen Geschlecht und Robotereinsatz voneinander stochastisch unabhängig wären, zu verwerfen. Selbst für MINT-Domänen (s. Diskussion auf Seite 85) ist die Effektstärke dieses Zusammenhangs markant.

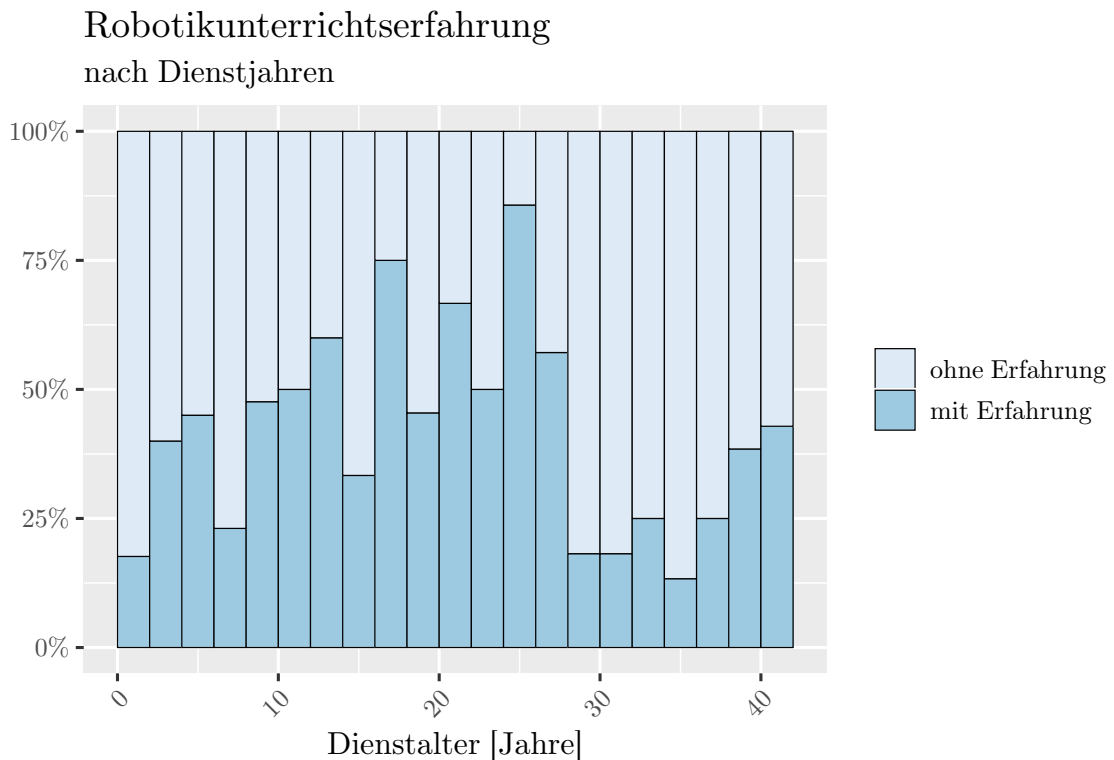
Während geschlechtsunabhängig 38 % der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer bereits eigene Unterrichtserfahrungen im Bereich pädagogischer Robotik gesammelt hatten, lagen die Werte für PTS bei 44 %, für NMS bei 42 %, für AHS

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

bei 32 % und für den Bereich ASO bei 13 %. Allerdings sind diese Unterschiede gemäß einem  $\chi^2$ -Test bei einem p-Wert von 22 % nicht signifikant.

Würde der Anteil der Robotikerfahrenen auf die Gruppe der Non-Respondents (Lehrpersonen, die sich nicht im Auswahlrahmen dieser Untersuchung befanden, nicht erreicht werden konnten oder die Teilnahme verweigerten) umgelegt werden (vgl. ENGEL & SCHMIDT 2014, S. 341), wäre dadurch die Arbeitshypothese 1, wonach Lernroboter im Unterricht schulformunabhängig kaum eingesetzt würden, bereits hinreichend widerlegt. Keinesfalls darf aus den Antworten geschlossen werden, dass wohl auch 38 % der Non-Respondents auf eigene Unterrichtserfahrungen mit Lernroboter verweisen könnten. Die Belastbarkeit dieses Studienergebnisses lässt nicht nur aufgrund der überschaubaren Fallzahl  $n = 220$ , sondern auch wegen des Designs (s. Abschnitt 5.1 und Abschnitt 5.2) das Verwerfen der Hypothese 1 nicht zu.

Abbildung 5.6.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors 3.0

Erstaunlicherweise kommt auch bei Abbildung 5.6 wieder der bereits bei Frage 2 (s. Abb. 5.4) entdeckte Zusammenhang mit dem Dienstalter zum Vorschein.

Während die eigene Unterrichtserfahrung mit Lernrobotern zunächst mit dem Dienstalter stetig wächst, fällt sie zwischen 25 und 30 Dienstjahren scharf auf das Ausgangsniveau bei Karrierebeginn, um sich anschließend in Pensionsnähe wieder kontinuierlich zu erhöhen.

Der Grund für diese frappierende Ähnlichkeit liegt in der starken Korrelation zwischen der pädagogischen Erfahrung mit Robotern (Frage 4) und dem Begriffsverständnis (Frage 2). Die klassifizierende Regressionsanalyse errechnet einen hochsignifikanten p-Wert von  $1,0 \cdot 10^{-13}$  und einen Logit von  $\mathfrak{L} = 0,95$ , der auf einen deutlich positiven Zusammenhang zwischen den beiden Variablen schließen lässt (vgl. SAUER 2019, S. 350–351).

Vor dem Hintergrund des Wissens um das Aufkommen der Disziplin Educational Robotics in den 90er-Jahren des vorigen Jahrhunderts (s. Seite 1) und dem hiesigen Internetboom rund um die Jahrtausendwende scheint sowohl mit dem Begriffsverständnis (Frage 2) als auch mit der eigenen Unterrichtserfahrung (Frage 4) ein Karrierebeginn im Schulwesen frühestens in der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre in starkem Zusammenhang zu stehen<sup>1</sup>. In diesen Kohorten wächst der Erfahrungs- und Wissensschatz auf diesem Gebiet über die Jahre an. Das tut er zwar auch bei denjenigen, die früher in den Dienst eingetreten sind, allerdings auf einem beträchtlich niedrigeren Niveau. Für die Arbeitshypothese 2, wonach sich der Verzicht auf den Einsatz von Lernrobotern größtenteils durch einige wenige Variablen erklären lasse, ist damit eine wichtige Information gewonnen: Offenbar besteht ein starker, korrelativer Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Lernrobotern im Schulunterricht und dem Begriffsverständnis, der Kohortenzugehörigkeit sowie dem Geschlecht der Lehrperson.

Für die Unterrichtsgegenstände Mechatronik, Computertechnik, Elektrotechnik und Digitale Grundbildung gaben die Befragten bei der dritten Frage im Durchschnitt an, den Einsatz von Lernrobotern *sinnvoll* zu halten. Während Educational Robotics für die Fächer (Wirtschafts-)Informatik, Physik und Technisches Werken *ziemlich sinnvoll* eingestuft wurden, verschlechterte sich diese Einschätzung für alle übrigen Gegenstände durchschnittlich auf *halbwegs sinnvoll* (s. Abb. 5.7).

Unabhängig von etwaigen eigenen Unterrichtserfahrungen mit Lernrobotern konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bei Frage 19 (s. S. 141) vorgegebene Faktoren für mehr oder weniger treibend in Hinblick auf die pädagogische Verwendung von Robotern beurteilen (s. Abb. 5.8).

*Wirksam* hielten die Antwortenden, mehr finanzielle Mittel für die Anschaffung und Instandhaltung der notwendigen Hardware zu ermöglichen (10 Nennungen), Robotik-Workshops durch externe Expertinnen oder Experten an der Schule anzubieten (9 Nennungen), geeignete Fortbildungsmöglichkeiten während der Dienstzeit

---

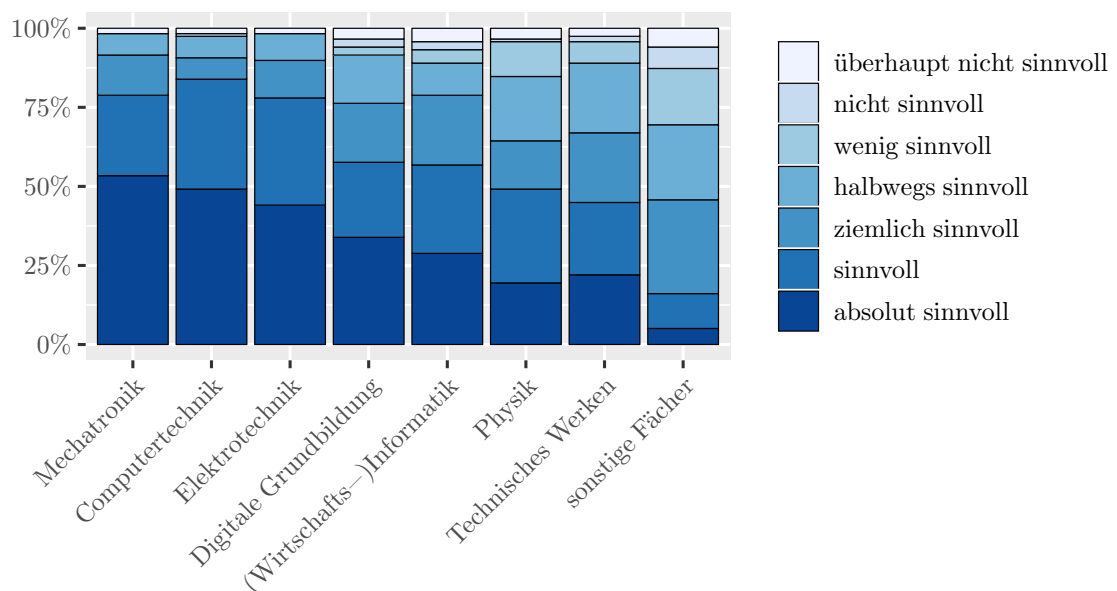
<sup>1</sup>Dabei muss die vertretbare, vereinfachende Annahme getroffen werden, dass Lehrpersonen nach ihrem Eintritt im Schulwesen verbleiben.

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Abbildung 5.7.

### Frage 3:

Für wie sinnvoll halten Sie  
einen Einsatz von Robotern zur Lernunterstützung  
in den folgenden Unterrichtsfächern?



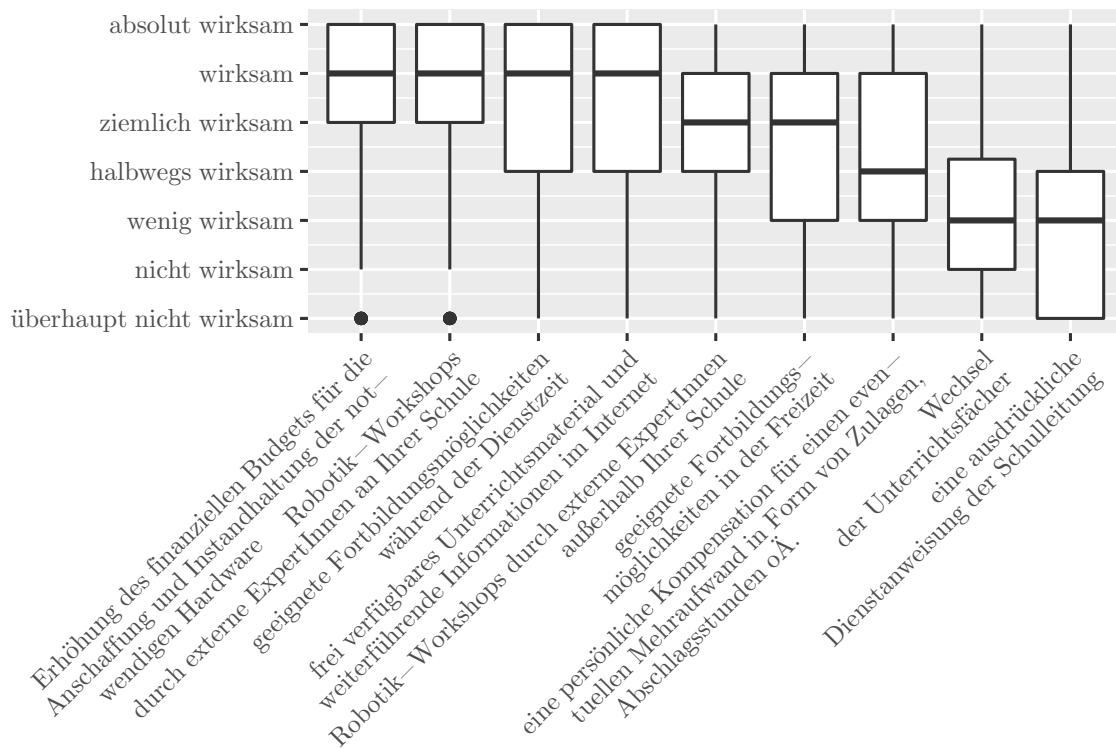
Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Abbildung 5.8.

## Frage 19:

Welche Rahmenbedingungen würden für Sie dahingehend wirken, dass Sie Roboter als Lernunterstützung für Ihren Unterricht intensiver einsetzen?



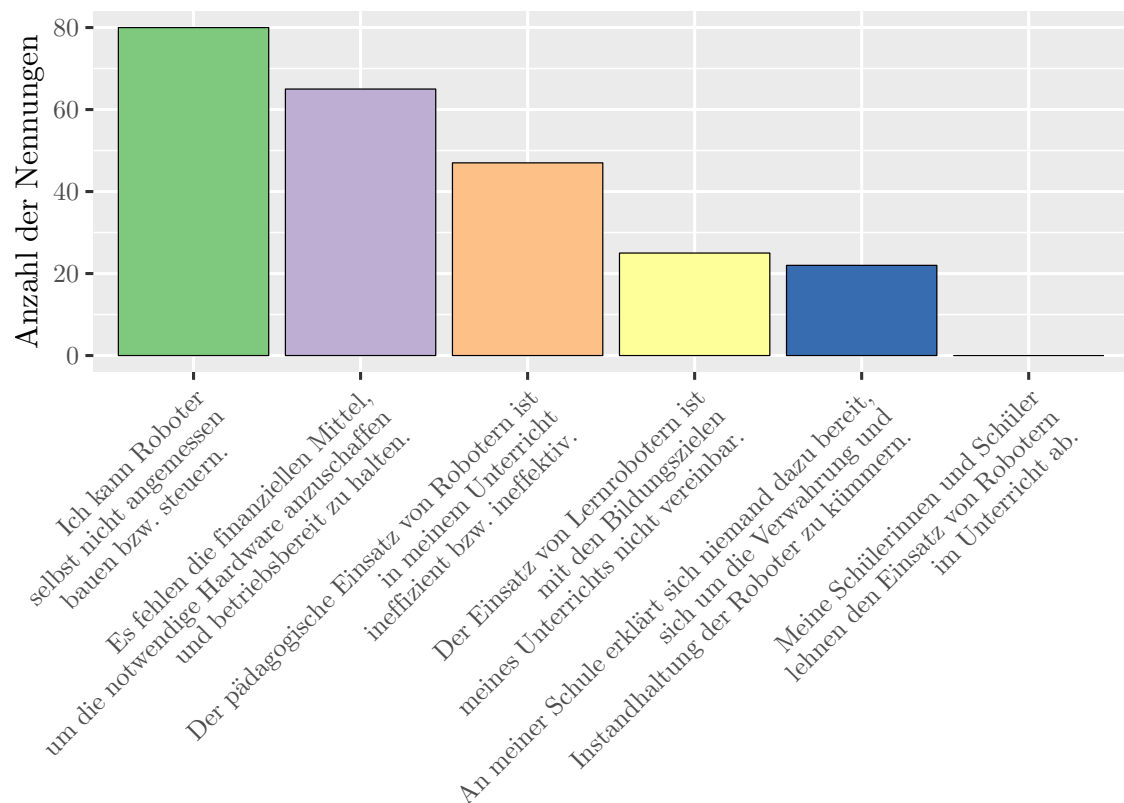
Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Abbildung 5.9.

Frage 17:

Warum haben Sie bisher Roboter noch nie pädagogisch eingesetzt?



Quelle:

eigene Grafik des Autors  3.0

zu schaffen (10 Nennungen) und frei verfügbares Unterrichtsmaterial sowie weiterführende Informationen im Internet zur Verfügung zu stellen (10 Nennungen). Robotik-Workshops durch externe Spezialistinnen bzw. Spezialisten außerhalb der Schule (10 Nennungen) und geeignete Fortbildungsmöglichkeiten in der Freizeit (15 Nennungen) wurden im Schnitt als *ziemlich wirksam* erachtet. Während eine persönliche Kompensation für einen eventuellen Mehraufwand in Form von Zulagen, Abschlagsstunden o. Ä. von 18 Befragten im Durchschnitt immerhin als *halbwegs wirksam* erachtet wurde, wäre ein Fächerwechsel nur *wenig wirksam* (45 Nennungen). Diese Einschätzung vertraten auch 57 Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Hinblick auf eine ausdrückliche Dienstanweisung seitens der Schulleitung.

Für die durch die Erhebung zu prüfenden Hypothese 2 (s. S. 73) heißt das, dass die als *wirksam* erachteten Treiber geeignet erscheinen, den Einsatz von Lernrobotern im Schulunterricht zumindest teilweise zu erklären. Auch wenn es sich bei Frage 19 nur um eine hypothetische handelt, dürften nach Einschätzung der Lehrpersonen Roboter im Schulunterricht tatsächlich häufiger genutzt werden, falls die Faktoren zutreffen bzw. erfüllt werden.

Das halboffene Fragenpaar 17 und 18 (s. S. 140) konnte aufgrund der automatischen Filterführung nur von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern beantwortet werden, die bei der Frage 4 (s. Abb. 5.5) bezüglich der eigenen Unterrichtserfahrungen angegeben hatten, selbst noch keine Roboter pädagogisch eingesetzt zu haben.

Wie die Abbildung 5.9 zeigt, wurde 80 Mal fehlendes Know-How der Lehrperson selbst für den Verzicht auf Lernroboter verantwortlich gemacht, gefolgt von zu geringen finanziellen Ressourcen für die Anschaffung und Instandhaltung der Geräte. 47 Befragte antworteten, der pädagogische Einsatz von Robotern sei in ihrem Unterricht ineffizient bzw. ineffektiv und 25 gaben an, dass der Einsatz von Lernrobotern mit den Bildungszielen ihres Unterrichts nicht vereinbar sei. 22 Mal wurde das Hindernis genannt, dass es an der Schule niemanden für die Verwahrung und Instandhaltung der Roboter gebe. Gar keine Nennung verzeichnete der Grund, wonach die Schülerinnen und Schüler den Einsatz der Roboter ablehnen würden.

Außerdem schilderten manche Teilnehmerinnen und Teilnehmer im offenen Teil (Frage 18) ihre individuellen Motive. Diese wurden anschließend thematisch in fünf Klassen zusammengefasst.

#### 1. *Know-How der Lehrperson:*

- „Keine Ahnung, wie ich das einsetzen soll.“
- „Keine Fortbildungsangebote diesbezüglich!“
- „[...] Workshops (mit mehreren Stunden hintereinander) wären sinnvoll!“

#### 2. *Aktualität des Themas:*

## 5. *Gegenwärtige Situation in der Praxis*

- „Ich habe mich damit noch nie beschäftigt.“
- „habe noch nie darüber nachgedacht/davon gewusst; bin leider selbst nicht sehr interessiert in diesem Gebiet/nicht sehr interessiert daran, mich damit auseinanderzusetzen“
- „Der Gedanke wäre mir noch nie gekommen“
- „Noch keine Befassung mit dem Thema“
- „Es war nie ein Thema, Roboter einzusetzen.“
- „Schlicht aus dem Grund, dass ich noch nie etwas davon gehört habe bzw auch nie Info diesbezüglich erhalten oder gesehen habe. So dürfte es aber auch meinen anderen 60 Kollegen gehen.“
- „Es hat sich bis jetzt nicht die Frage gestellt, sich überhaupt mit diesem Thema zu beschäftigen.“

### 3. *Verfügbarkeit von Ressourcen:*

- „Platzprobleme“
- „Das kostet Geld, Zeit und Platz. Die Schule hat doch von alldem nicht genug...“
- „Ich/ Wir wüssten nicht, wann wir dieses Thema auch noch im Unterricht unterbringen sollten. Es ist jetzt schon kaum genügend Zeit.“
- „Zeitmangel“
- „[...] Für den zielführenden Einsatz müsste man Infrastruktur und Ressourcen überdenken. (beides ist momentan nicht vorhanden).“
- „Zeitfrage“
- „relativ hoher Zeitaufwand für wenig output; zu wenig Wochenstunden in den Fächern, wo der Einsatz Sinn machen würde“
- „Es fehlt die Zeit (z.B: Informatik nur in der 5. Klasse...) bzw. sind die Gruppen teilweise einfach zu groß. [...]“
- „zu wenig Zeit im Unterricht, um Roboter einzubauen, für zusätzliche Stunden fehlt das Geld bzw. die Lehrer“
- „Wenig Zusammenarbeit mit InformatikkollegInnen, da aus Personalmangel deren Ressort ausgelastet ist, sowie der Einsatz neuer Technologien plus die Bereitschaft mit KollegInnen zusammenzuarbeiten deshalb kaum möglich ist. [...]“

### 4. *Tauglichkeit der Unterrichtsfächer:*

- „ungeeignete Unterrichtsfächer“

- „Die Roboter werden bei uns nur im Fachbereich Mechatronik verwendet, den ich nicht unterrichte.“
- „Ich unterrichte derzeit nicht die entsprechenden Fächer, in denen der Einsatz von Robotern möglich wäre.“
- „Unterrichtsfächer sind Deutsch und Philosophie/Psychologie - zumindest in ersterem erschließt sich mir der sinnvolle Einsatz von Robotern nicht“
- „Im Schwerpunktunterricht werden Roboter gebaut und programmiert.“
- „Ich habe noch nie etwas von Einsatz von Lernrobotern in meinen Unterrichtsfächern Deutsch und Französisch gehört.“
- „Für das Fach Deutsch ergibt sich der Nutzen nicht direkt [...]“
- „[...] Darüber hinaus haben Fächer wie Werken oder Bildnerische Erziehung zu wenig Akzeptanz als Schlüsselfächer in Erscheinung zu treten bzw. werden diese als Konkurrenz im Bereich Digitalisierung gesehen.“

#### 5. sonstige Gründe:

- „Als Schulleiter bin ich vom Unterricht befreit“
- „Die Schülerinnen und Schüler mit erhöhtem Förderbedarf sind meist nicht in der Lage mit Robotern zu arbeiten, sie benötigen basale Förderung“
- „Ich halte es grundsätzlich für keine Gute Idee Lernprozesse an Robotern zu übertragen.“
- „gerade in Planung, sowohl in VÜ Digitale Grundbildung als auch WPF Informatik“

Die Klasse 1 „Know-How der Lehrperson“ lässt sich bei Erweiterung um eine didaktische Komponente mit der Antwortkategorie „Ich kann Roboter selbst nicht angemessen bauen bzw. steuern.“ zusammenführen. So lässt sich auch die Klasse 4 „Tauglichkeit der Unterrichtsfächer“ unter „Der Einsatz von Lernrobotern ist mit den Bildungszielen meines Unterrichts nicht vereinbar.“ aus Frage 17 subsumieren. Die Klasse 3 „Verfügbarkeit von Ressourcen“ ähnelt zwar der Antwortmöglichkeit „Es fehlen die finanziellen Mittel, um die notwendige Hardware anzuschaffen und betriebsbereit zu halten.“, zielt aber hauptsächlich auf zeitliche, anstatt finanzielle Ressourcen ab. Die schwächsten Hindernisse stellen sicherlich Motive der Klasse 2 „Aktualität des Themas“ dar, die – ähnlich wie jene aus Klasse 1 – mit informativer Aufklärung überwunden werden könnten.

Bei den Fragen 6 und 7 (s. S. 137) wurden die Befragten, die geäußert hatten, Lernroboter früher zwar verwendet, in der Zwischenzeit aber deren Einsatz eingestellt zu haben, um die Nennung ihrer dafür verantwortlichen Motive gebeten.

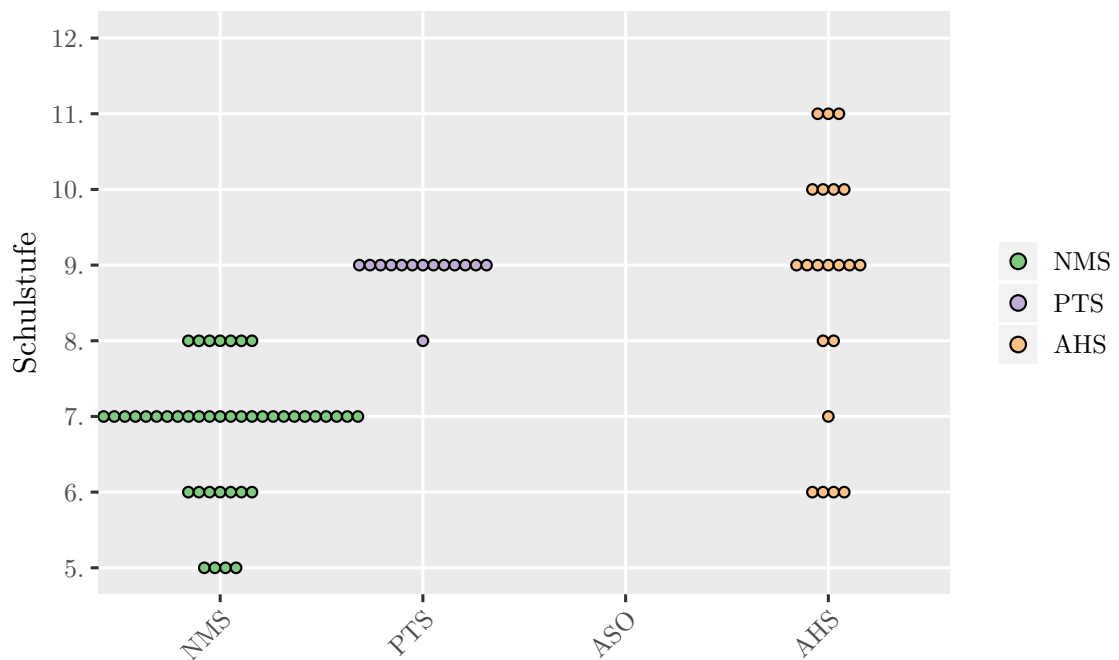
## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Zwei gaben an, dass ihnen die notwendige Hardware nicht mehr zur Verfügung stünde, zwei andere wiederum, dass sie mittlerweile andere Unterrichtsfächer bzw. auf einer anderen Schulstufe unterrichteten. Im offenen Teil schilderte eine Person: „Hardware ist überaltert, Fischertechnik, altes Interface“.

Abbildung 5.10.

### Frage 11:

Auf welcher Schulstufe setzten Sie Lernroboter (überwiegend) ein?



Quelle:

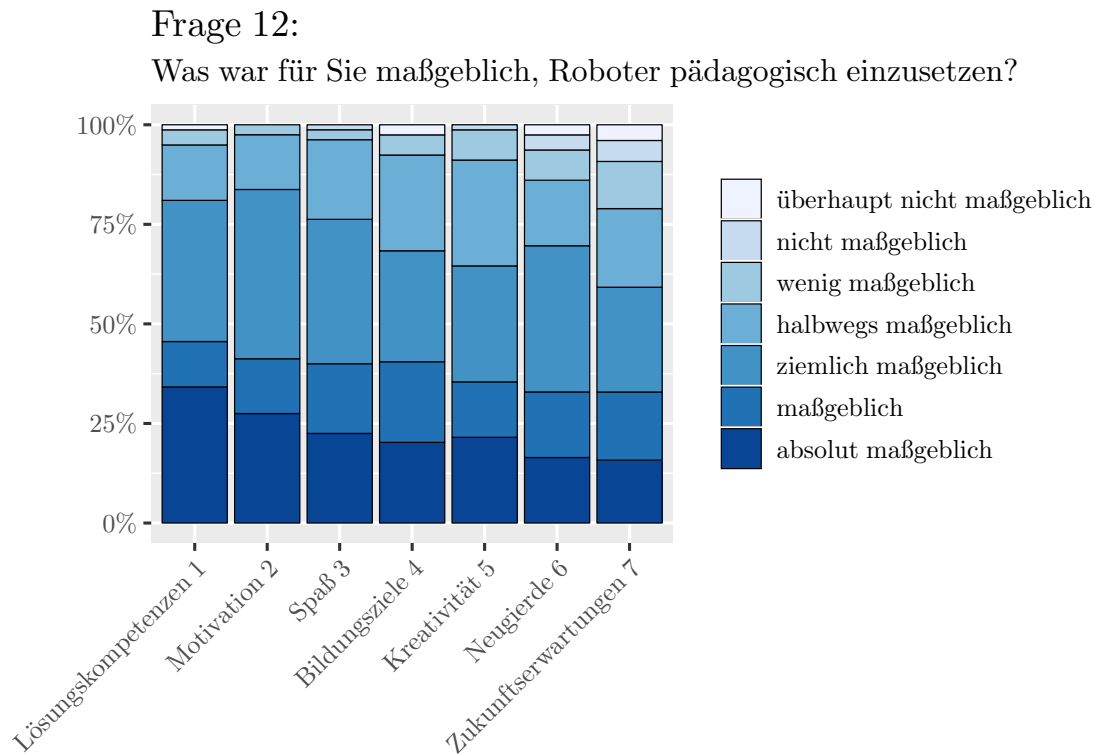
eigene Grafik des Autors 3.0

In Hinblick auf die Arbeitshypothese 2 (s. S. 73) lässt sich aus den Fragen 6, 7, 17 und 18 im Wesentlichen ableiten, dass Lehrpersonen besonders dann auf den pädagogischen Einsatz von Robotern im Schulunterricht verzichten, wenn

- die dafür notwendigen *finanziellen* Ressourcen nicht zur Verfügung stehen,
- die dafür notwendigen *zeitlichen* Ressourcen nicht zur Verfügung stehen,
- die dafür notwendigen *personalen* und *räumlichen* Ressourcen nicht zur Verfügung stehen,
- es der Lehrperson an Wissen um technische oder didaktische Möglichkeiten und Methoden fehlt oder

- Ziele und Inhalt des Unterrichtsgegenstandes bzw. der Schulform kaum einen Bezug zur Robotik aufweisen.

Abbildung 5.11.



Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Die Abbildung 5.10 auf der vorherigen Seite gibt auf Basis von 80 gültigen Antworten einen Überblick, auf welchen Schulstufen Lehrpersonen Roboter eingesetzt haben (s. Frage 11, S.138). Falls Befragte das gar nicht getan hatten, wurden sie automatisch zum letzten, soziostatistischen Abschnitt des Fragebogens weitergeleitet.

58 Mal waren die Geräte auf der 7.–9. Schulstufe genutzt worden (73 %), in der AHS zu zwei Drittel in der Oberstufe, in der NMS zu 60 % in der 3. Klasse. Die Nennungen der 8. Schulstufe im einjährigen Schultyp PTS dürfte darauf zurückzuführen sein, dass an Polytechnischen Schulen auch Jugendliche unterrichtet werden, die die 8. Schulstufe nicht erfolgreich abgeschlossen haben. Aus den Allgemeinen Sonderschulen liegen keine Antworten vor.

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Gleich anschließend (s. Frage 12 auf S. 139) wurde erhoben, was für den Entschluss der Lehrpersonen, Roboter pädagogischen zu verwenden, den Ausschlag gegeben hatte (s. Abb. 5.11).

Zur Erläuterung der abgekürzten Antwortmöglichkeiten in Abbildung 5.11 hier alle Optionen in Langform:

- 1 ... „Problemlösungskompetenzen lassen sich dadurch effektiv entwickeln.“
- 2 ... „Anhand von Robotern zeigen sich die Jugendlichen besonders motiviert, das Programmieren von Computern zu erlernen.“
- 3 ... „Die Schülerinnen und Schüler scheinen damit besonders viel Spaß zu haben.“
- 4 ... „Meine angestrebten Bildungsziele lassen sich dadurch effektiv und effizient erreichen.“
- 5 ... „Die Kreativität wird dabei besonders gefördert.“
- 6 ... „Ich war selbst neugierig und wollte es einfach einmal ausprobieren.“
- 7 ... „Angesichts der zu erwartenden Veränderungen wäre es verantwortungslos, Jugendliche heute nicht im Umgang mit Robotern zu schulen.“

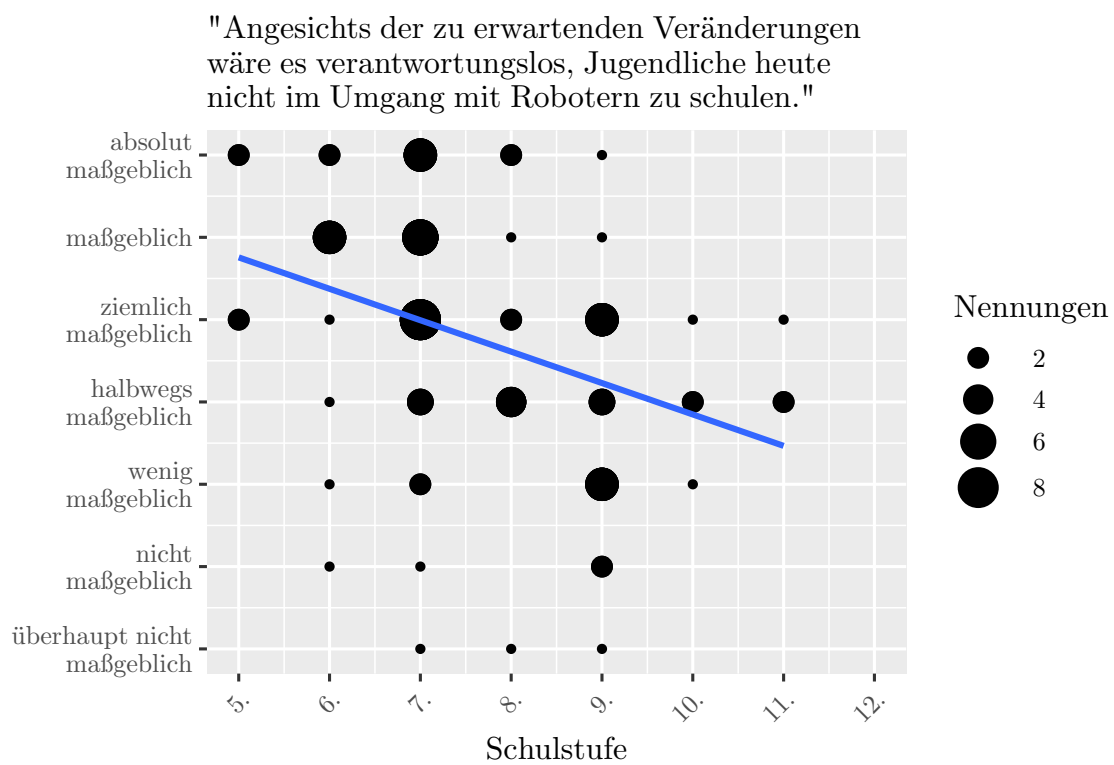
*Maßgeblich* waren für die Unterrichtenden die Möglichkeiten, durch den Roboter-einsatz Problemlösungskompetenzen effektiv zu entwickeln („Lösungskompetenzen 1“) und die Motivation der Jugendlichen zur Computerprogrammierung zu steigern („Motivation 2“). Alle anderen vorgeschlagenen Motive wurden durchschnittlich als *ziemlich maßgeblich* erachtet.

Nimmt man bei Antwort 2 „Anhand von Robotern zeigen sich die Jugendlichen besonders motiviert, das Programmieren von Computern zu erlernen.“ ein hohes Niveau an Lust und Freude der Jugendlichen an, folgten auch die befragten Lehrpersonen dem ersten Teil der Arbeitshypothese 3 (s. S. 73). Auch sie vertraten den Standpunkt, dass der Einsatz von Lernrobotern *maßgeblich* die Lust und Freude der Jugendlichen an der Teilnahme am Unterricht steigert.

Durch die offene Frage 13 konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Angaben bei Frage 12 noch um weitere Motive ergänzen. So erklärten zwei Befragte, dass sie mit ihren Klassen an der First Lego<sup>®</sup> League teilnahmen, ein vom dänischen Spielwarenproduzenten organisierter Robotikwettbewerb für Schulen (TECHNOLOGY E.V. 2019). Eine weitere Lehrperson gab an, sie setze Roboter in allen ihren Klassen gleichermaßen ein, d. h. 9. – 12. Schulstufe. Ebenfalls genannt wurden die Motive „Talentförderung technisch“ sowie „persönliche Weiterbildung“.

Auffällig negativ korreliert sind die Angaben zur Antwortmöglichkeit 7 „Angesichts der zu erwartenden Veränderungen wäre es verantwortungslos, Jugendliche

Abbildung 5.12.: Zukunftsargument nach Schulstufe



Quelle:  
eigene Grafik des Autors © 2013 3.0

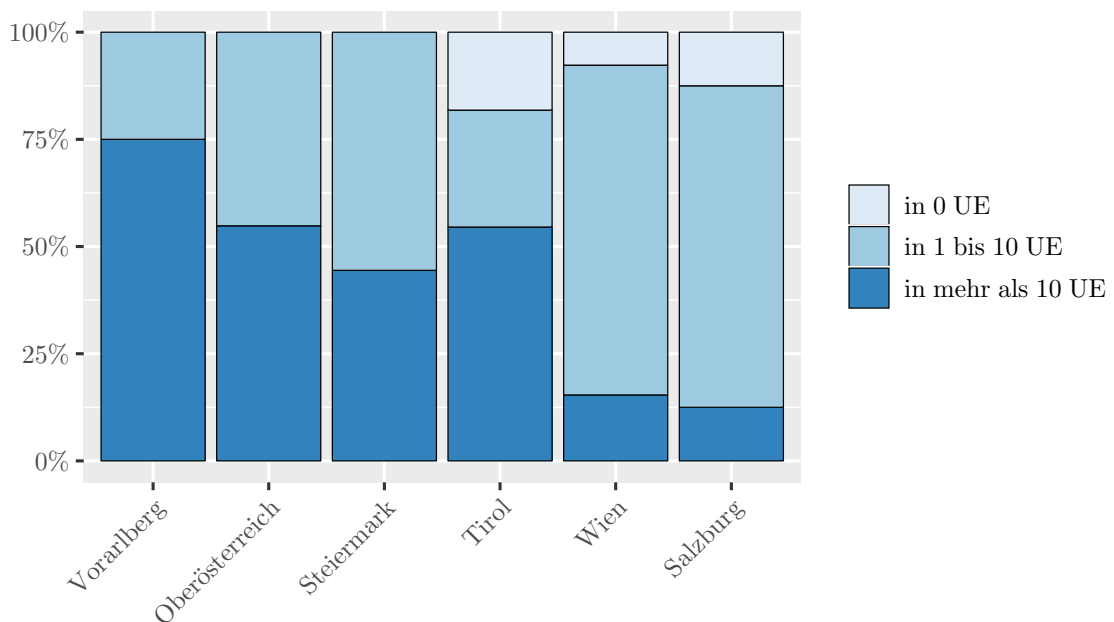
## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

heute nicht im Umgang mit Robotern zu schulen.“ mit der Schulstufe (s. Abb. 5.12). Der Test auf Rangkorrelation nach SPEARMAN ergibt bei einem hochsignifikanten p-Wert von 0,04 % einen Korrelationskoeffizienten  $\rho = -0,40$ . Mit zunehmender Schulstufe tritt also die Relevanz dieses Arguments nach Ermessen der Lehrpersonen in den Hintergrund. Das gilt besonders für die AHS. Bei isolierter Betrachtung der 9. Schulstufe erachten AHS-Lehrpersonen dieses Motiv 7 als *wenig maßgeblich*, ihre Kolleginnen und Kollegen in den PTS doch immerhin *halbwegs maßgeblich*.

Abbildung 5.13.

### Frage 5:

In wie vielen Unterrichtseinheiten (UE) nutzten Sie Lernroboter entweder im Schuljahr 2017/18 oder 2018/19?



Quelle:

eigene Grafik des Autors © 3.0

Während die Erfahrung mit Lernrobotern (s. Abb. 5.5) nicht signifikant mit dem Bundesland zusammenhängt, gilt dies nicht für den Umfang der Nutzung. Die Abbildung 5.13 visualisiert diesen Zusammenhang.

Der Kruskal-Wallis-Test (vgl. HANDL & KUHLENKASPER 2018, S. 458–460) berechnet für den zeitlichen Umfang des Robotereinsatzes und das Bundesland einen signifikanten p-Wert von 1,5 % und lässt somit auf einen stochastischen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen schließen. Ebenfalls wird bei einem Test auf Rangkorrelation nach SPEARMAN eine Beziehung zu der Größe des Lehr-

körpers sichtbar. Diese ist mit der Dauer der Roboternutzung mit  $\rho = -0,24$  bei einem p-Wert von 2,7 % korreliert, was bedeutet, dass Lernroboter im Unterricht an kleineren Schulen zeitlich länger eingesetzt werden als an größeren. In einem sehr ähnlichen Zusammenhang ( $\rho = -0,24$ ,  $p = 3,8\%$ ) steht die Nutzungsdauer auch mit der Größe der Gemeinde, in der die Schule liegt, da in den Bundesländern mit verhältnismäßig kleinen Gemeinden auch die Lehrkörper eher kleiner sind (vgl. STATISTIK AUSTRIA 2019b, vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG 2018d, S. 46).

Ferner dürfte die Dauer der Nutzung von Lernrobotern mit dem Grad korreliert sein, mit dem die Lehrpersonen die Motive von Frage 12 (s. Abb. 5.11) insgesamt für maßgeblich erachten. Der Test auf Rangkorrelation nach SPEARMAN bestätigt mit einem p-Wert von 0,4 % den Zusammenhang und schätzt diesen auf  $\rho = +0,32$ . Je überzeugender Lehrpersonen die Argumente von Frage 12 erachten, desto länger nutzen sie in ihrem Unterricht Roboter.

In Hinblick auf die Arbeitshypothese 2 (s. S. 73) lässt sich resümieren, dass auf den Einsatz von Lernrobotern besonders dann verzichtet wird, wenn (1) die Lehrperson nicht von den Motiven von Frage 12 (s. Abb. 5.11) überzeugt ist und (2) es sich um eine große Schule in einer stark besiedelten Gemeinde handelt.

Auf die Frage 8 (s. S. 138), welche Robotermodelle eingesetzt worden seien, antworteten die Lehrpersonen wie in Abbildung 5.14 ersichtlich. Wie schon NEPPEL (2014, S. 8) nahegelegt hat, dominieren die *Mindstorms EV3* vom Hersteller *Lego*® den Markt an österreichischen Schulen. Ihr Anteil an den gültigen Antworten beträgt 38 %. Hochgerechnet auf alle Lehrpersonen, die in diesem oder vergangenen Schuljahr Roboter pädagogisch eingesetzt haben, errechnet sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 5\%$  ein Konfidenzintervall von [30 %; 45 %]. Der Anteil eines älteren Modells vom gleichen Produzenten *Lego NXT* beläuft sich auf [7 %; 16 %], derjenige des Einplatinencomputers *BBC micro:bit* auf [7 %; 17 %]. Die auch in der Primarstufe eingesetzten *beeBots* wurden 15 Mal von insgesamt 164 Nennungen angeführt.

Bei den Fragen 9 und 10 des Fragebogens (s. S. 138) waren die Unterrichtsgegenstände anzugeben, in denen Roboter pädagogisch zum Einsatz gekommen waren. Mehrfachnennungen und offene Antworten waren dabei möglich.

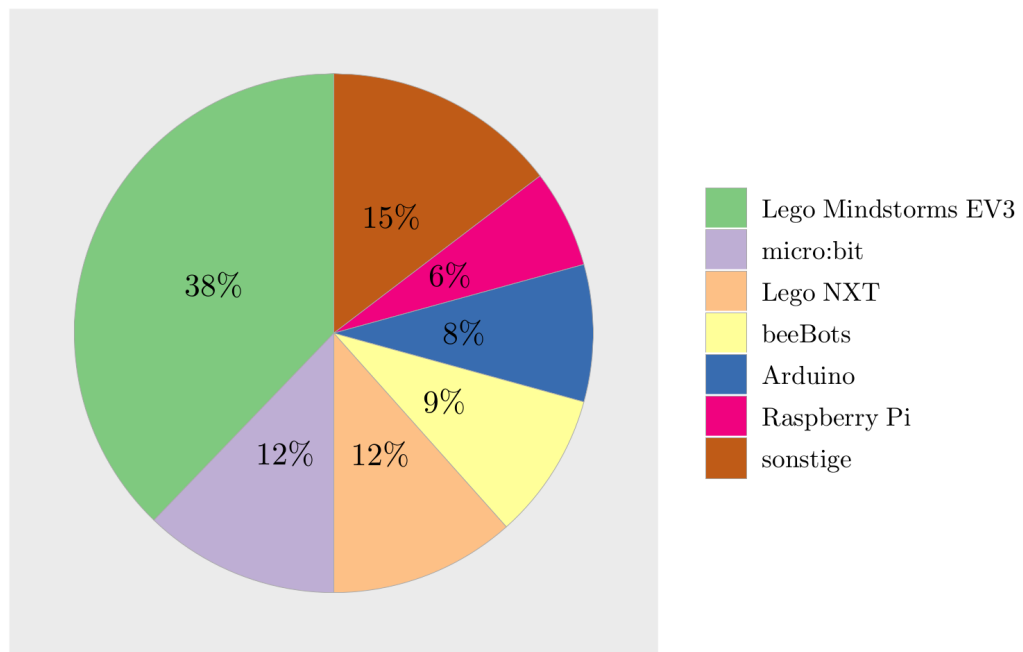
Die Abbildung 5.15 zeigt deutlich, dass Lernroboter vor allem in den Fächern *Digitale Grundbildung* und allen Variationen von *Informatik* zur Anwendung kamen. Ihr gemeinsamer Anteil belief sich auf  $47 \pm 8\%$  auf einem 95 %-Konfidenzniveau. Ebenfalls häufig genannt wurden *Technisches Werken*, *Computertechnik* und *Physik* mit Anteilen von jeweils etwa 10 %. Bemerkenswert breit zeigte sich das Spektrum an Fächern, wie die offene Frage 10 zu Tage brachte. Durch Wahlpflichtgegenstände und Unverbindliche Übungen wie z. B. „Textiles Werken mit Nährobotern“ setzen Schulen offenbar auch außergewöhnliche Schwerpunkte. Diese vereinzelt

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Abbildung 5.14.

Frage 8:

Welche Modelle setzten Sie ein?



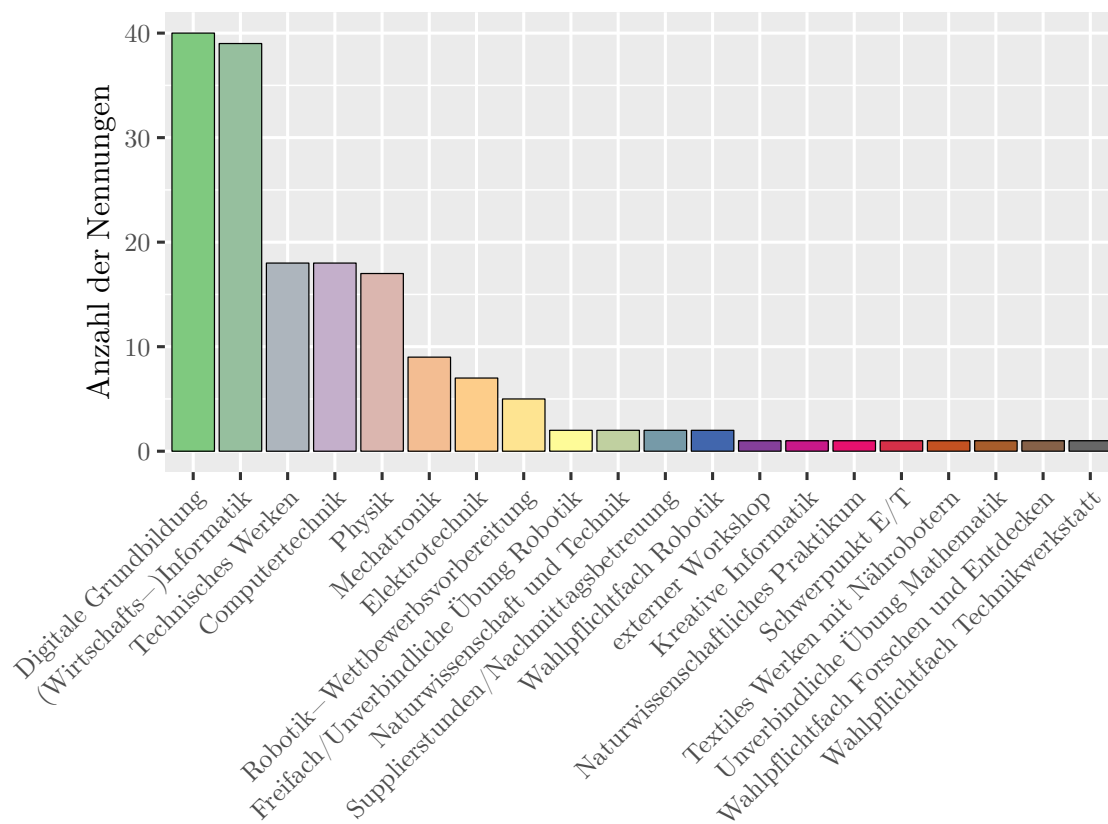
Quelle:

eigene Grafik des Autors  3.0

Abbildung 5.15.

Frage 9 und 10:

In welchen Unterrichtsfächern nutzten Sie die Roboter?  
 Falls "andere Gegenstände" angekreuzt,  
 nennen Sie bitte die Namen der Fächer!



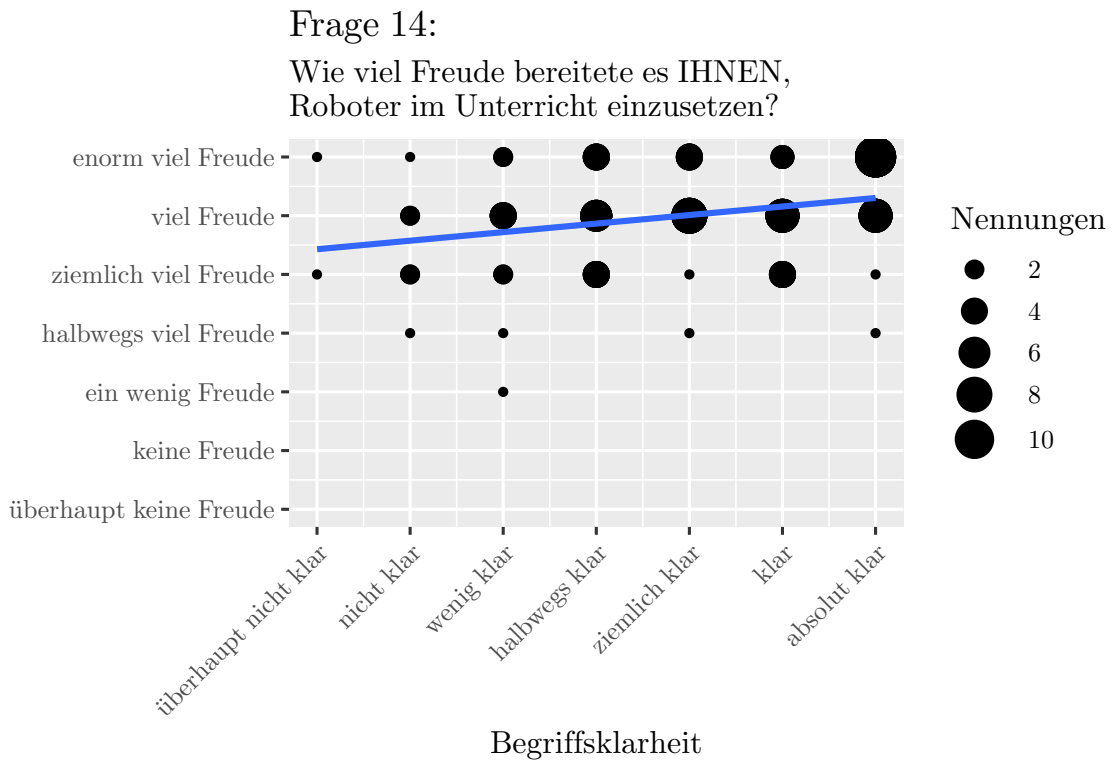
Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

angebotenen Bildungsmöglichkeiten eingeschlossen umfasst die Liste der Unterrichtsgegenstände, in denen bereits heute Roboter pädagogisch eingesetzt werden, 20 Fächer (s. S. 96).

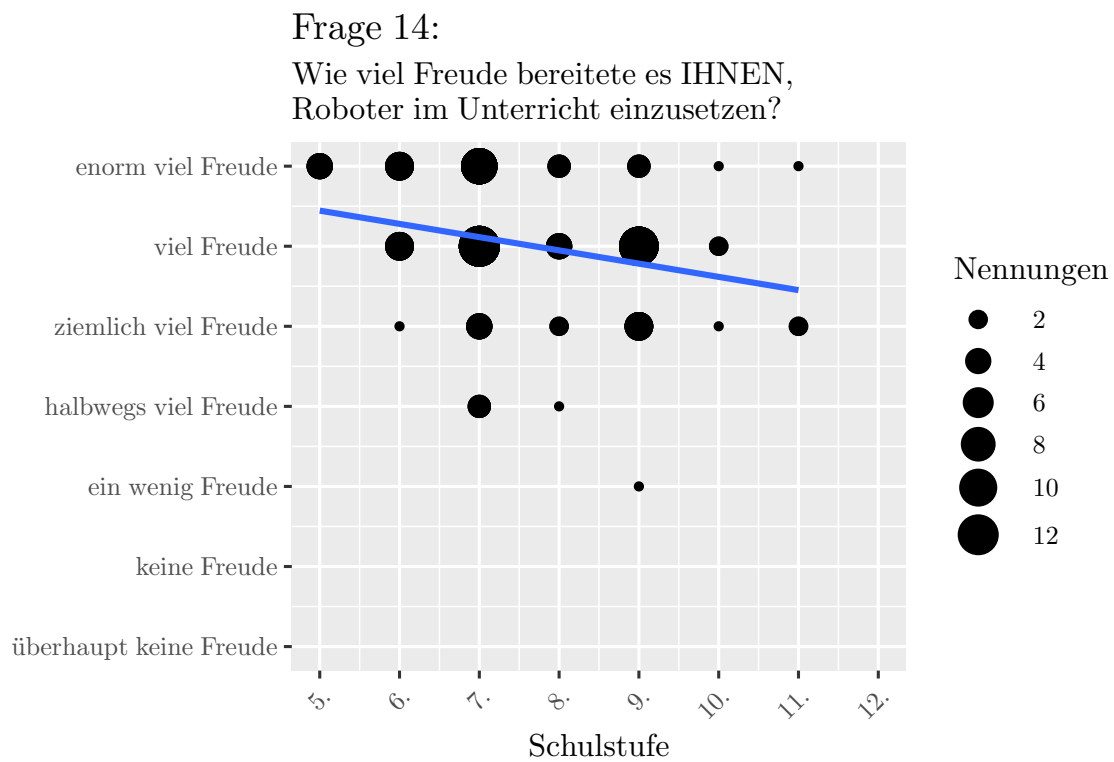
Abbildung 5.16.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors 3.0

Der Punkt 14 des Fragebogens (s. S. 139) fragte nach der Freude, die die Lehrpersonen durch den Einsatz von Lernrobotern in ihrem Unterricht selbst verspürt hatten. Bei metrischer Interpretation des Skalenniveaus sprachen die antwortenden 80 Pädagoginnen und Pädagogen durchschnittlich von *viel Freude*, wobei niemand *überhaupt keine Freude* oder *keine Freude* angab. Selbst die Kategorie *ein wenig Freude* wurde nur ein einziges Mal gewählt. Die Abbildung 5.16 schlüsselt dieses Merkmal nach dem Grad des Verständnisses der Begriffe „Lernroboter“ und „educational robotics“ (Frage 2) auf. Sie bringt eine deutliche, positive Korrelation zum Ausdruck: Je klarer eine Lehrperson jene Begriffe interpretieren kann, desto mehr Spaß macht ihr die Verwendung von Lernrobotern. Der Test auf Rangkorrelation nach SPEARMAN ergibt diesbezüglich bei einem p-Wert von 1,3 % einen signifikanten Zusammenhang in Höhe von  $\rho = +0,28$ .

Abbildung 5.17.

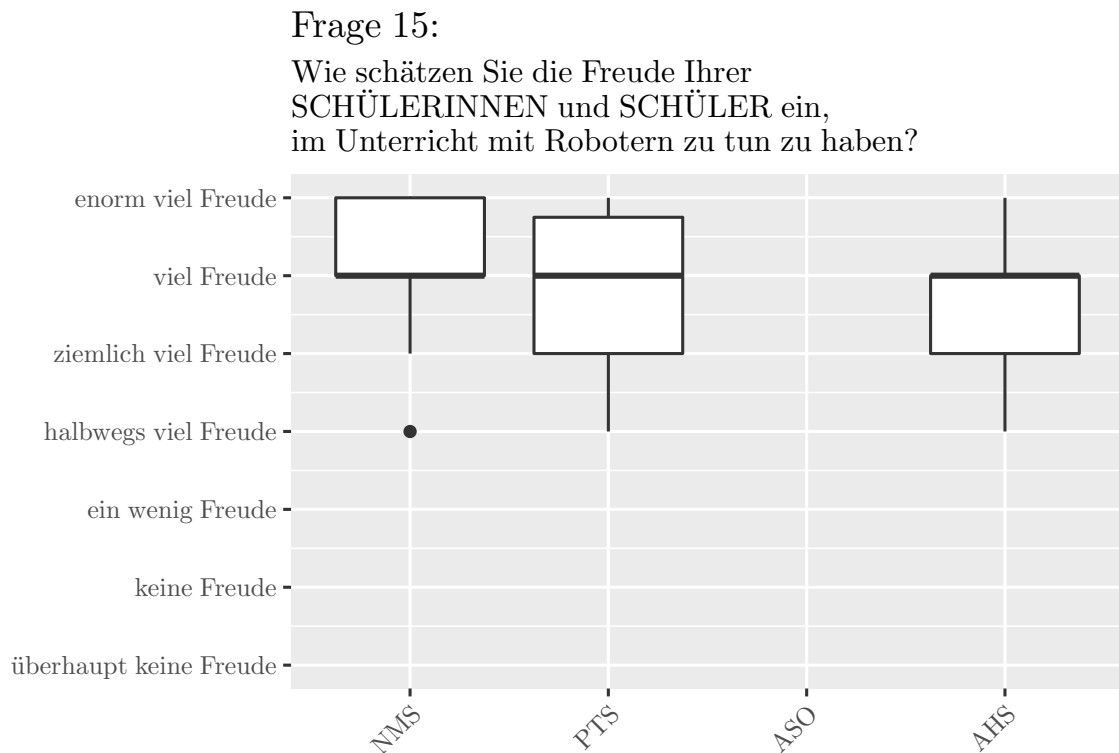


Quelle:  
eigene Grafik des Autors 3.0

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Die Abbildung 5.17 beleuchtet die Freude der Lehrpersonen gemeinsam mit der Schulstufe. Dabei zeigt sich ein anderer, bemerkenswerter Zusammenhang ( $p = 0,9\%$ ,  $\rho = -0,29$  nach SPEARMAN): Je höher die Schulstufe, desto weniger freudvoll empfindet die Lehrperson den Einsatz von Lernrobotern.

Abbildung 5.18.

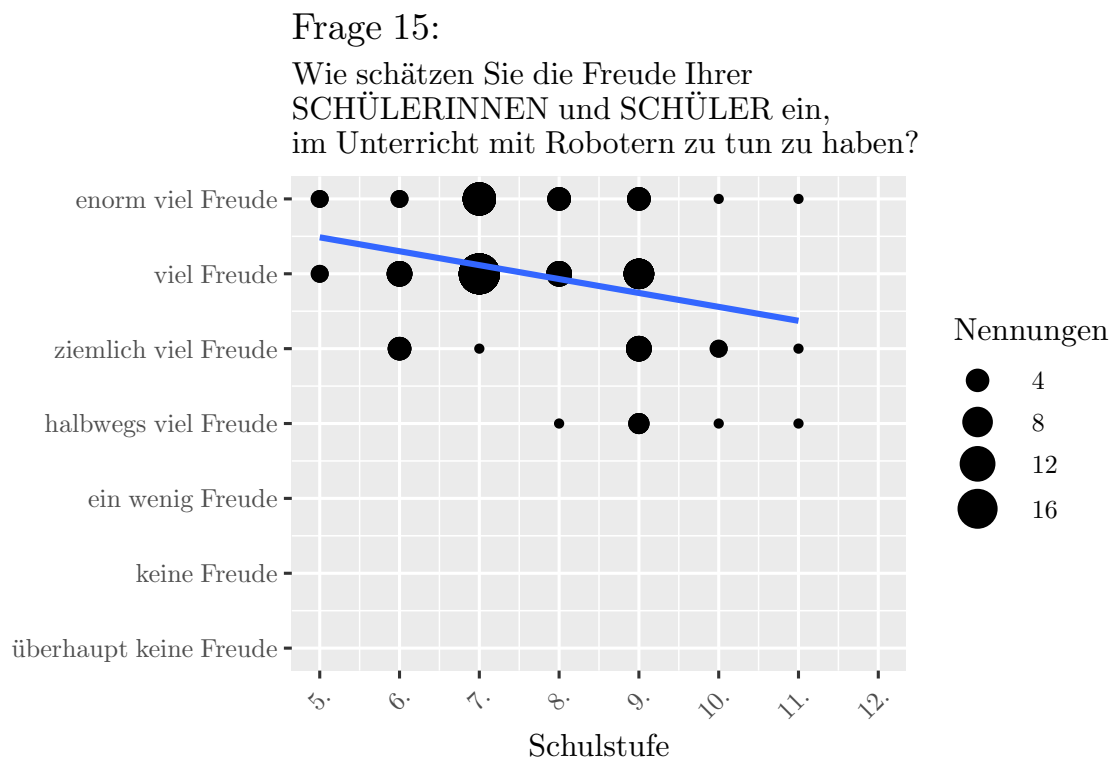


Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Die befragten Lehrpersonen schätzten nicht nur ihre eigenen Empfindung, sondern auch die erlebte Freude ihrer Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Lernroboter im Schulunterricht (s. Frage 15 auf S.139) ein. Dabei wurden die Kategorien *überhaupt keine Freude*, *keine Freude* und *ein wenig Freude* nie genannt, die durchschnittliche Bewertung *viel Freude* in 46 % der Fälle. Eine Differenzierung nach Schularten (s. Abb. 5.18) ergibt, dass nach Einschätzung ihrer Lehrpersonen im Umgang mit Lernrobotern die Schülerinnen und Schüler einer NMS mehr Freude verspüren als jene einer PTS oder AHS. Auch der Kruskal-Wallis-Test kommt bei einem p-Wert von 4,2 % zu diesem Ergebnis. Dieser Zusammenhang könnte auf einen signifikanten Umstand zurückzuführen sein, den die Abbildung 5.19 visualisiert.

Abbildung 5.19.

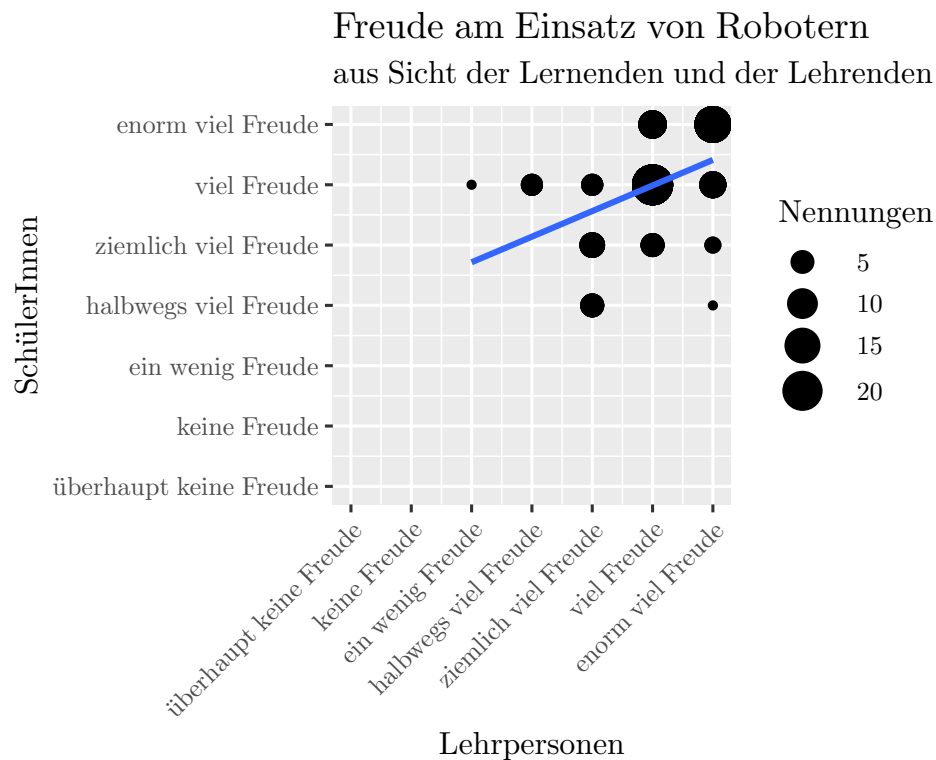


Quelle:  
eigene Grafik des Autors © 2019 3.0

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Analog zu ihrer selbst erlebten Freude schätzten die Lehrpersonen jene ihrer Schülerinnen und Schüler desto geringer ein, je höher die Schulstufe gewesen war ( $p = 3,8\%$ ,  $\rho = -0,23$  nach SPEARMAN).

Abbildung 5.20.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors 3.0

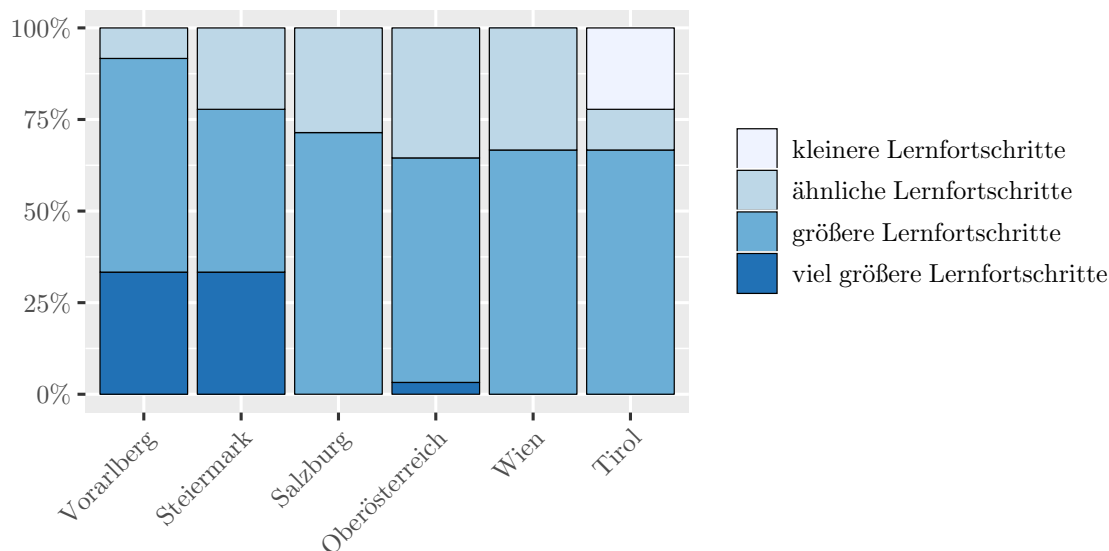
Ganz wesentlich dürfte allerdings der lineare Zusammenhang sein, den Abbildung 5.20 illustriert und den auch der entsprechende Test auf Produkt-Moment-Korrelation nach PEARSON mit einem p-Wert von  $4,2 \cdot 10^{-3} \%$  und einem Korrelationskoeffizient  $\rho = +0,44$  untermauert. Demnach verhält sich das Empfinden von Freude der Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit Lernrobotern analog zu demjenigen ihrer Lehrpersonen: Je mehr Freude die Lehrperson an ihrem Unterricht verspürt, desto größer ist sie auch seitens der Jugendlichen – und vice versa. Die Ursache dieser Korrelation kann unter diesem Forschungsdesign allerdings nicht identifiziert werden. Plausibel erscheint eine wechselwirkende Kausalität zwischen Jugendlichen und Lehrpersonen oder auch eine Abhängigkeit von Faktoren, die im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden.

Auf alle Fälle bestätigen die Antworten auf Frage 15 (s. Abb. 5.18) den ersten Teil der Arbeitshypothese 3 (s. S. 73), wonach der Einsatz von Lernrobotern tendenziell die Lust und Freude der Jugendlichen an der Teilnahme am Unterricht steigere. Das gilt offenbar im Sekundarbereich besonders für die niedrigeren Schulstufen (s. Abb. 5.19).

Abbildung 5.21.

## Frage 16:

Wie beurteilen Sie die sichtbaren Lernfortschritte  
Ihrer Schülerinnen und Schüler  
mit der Unterstützung durch Roboter  
im Vergleich zu anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln?



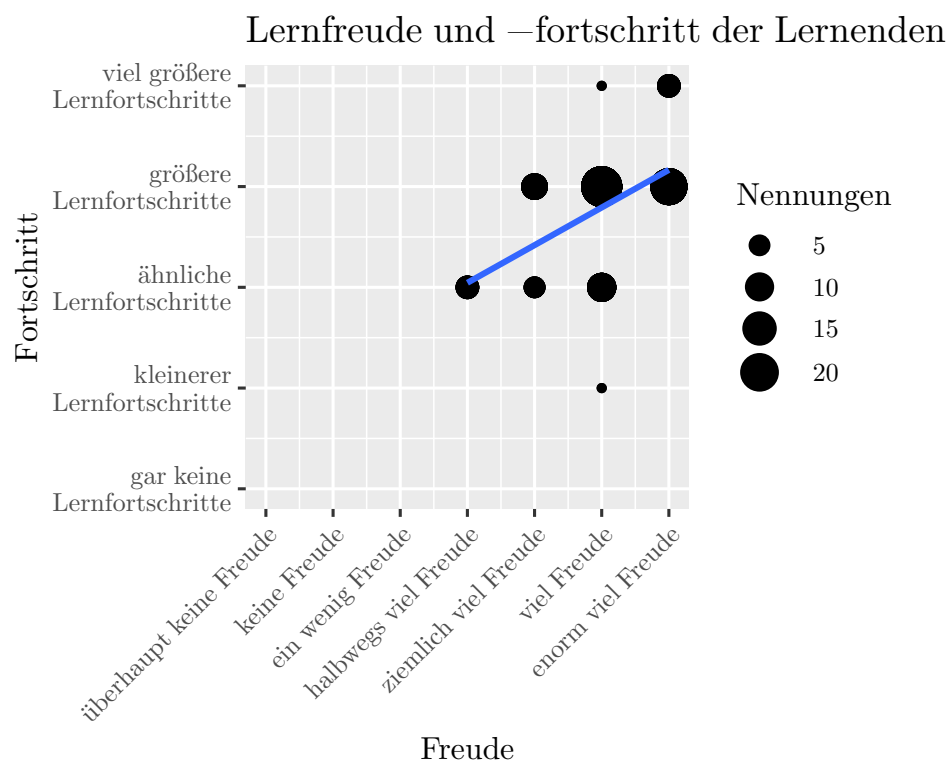
Quelle:

eigene Grafik des Autors 3.0

Auf die Frage 16, wie sie die sichtbaren Lernfortschritte ihrer Schülerinnen und Schüler bei pädagogischer Verwendung von Robotern beurteilen, schätzten nur zwei von 80 Lehrpersonen diese als gar nicht vorhanden oder *kleiner* als mit anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln ein. Im Durchschnitt wurden die Lernfortschritte *größer* als mit alternativen Mitteln erachtet. Die Abbildung 5.21 und eine Varianzanalyse (vgl. HANDL & KUHLENKASPER 2018, S. 451–462) lassen bei einem p-Wert von 2,7 % auf leicht unterschiedliche Lernfortschritte abhängig vom Bundesland ( $R^2 = 15,4\%$ ) schließen.

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

Abbildung 5.22.



Quelle:  
eigene Grafik des Autors 3.0

Relevanter dürfte allerdings die Korrelation ( $p = 3,9 \cdot 10^{-5} \%$ ,  $\rho = +0,53$  nach SPEARMAN) zwischen den Lernfortschritten und der Lernfreude der Schülerinnen und Schüler sein (s. Abb. 5.22).

Aus den hier gewonnenen Erkenntnissen lässt sich zwar nicht zwingend ableiten, dass der Einsatz von Lernrobotern *ursächlich* die Lernfreude der Jugendlichen und damit deren Lernfortschritte steigert, wie es die Arbeitshypothese 3 (s. S. 73) postuliert. Allerdings ließ sich zwischen diesen drei Faktoren deutlich ein *korrelativer* Zusammenhang nachweisen.

## 5.4. Interpretation der Resultate

### 5.4.1. Hypothese 1

*Lernroboter werden im Unterricht – unabhängig von der Schulform – kaum eingesetzt.*

Die Analyse des Rücklaufs der Befragung (s. Abschnitt 5.2) zeigte deutlich systematische Verzerrungen im Vergleich zur Grundgesamtheit. So waren Männer, Polytechnische Schulen und MINT-Fächer (teilweise hoch-)signifikant überrepräsentiert, was darauf hindeutet, dass vor allem die Personen an dieser Umfrage teilgenommen haben, die selbst an ihren Dienststellen mit Robotik zu tun haben. Da folglich nicht davon ausgegangen werden kann, dass der Anteil mit Robotikerfahrung unter den Respondents gleich dem der Non-Respondents läge, würde ein Inferenzschluss von der Stichprobe auf die Zielpopulation zu überhöhten, unwahrscheinlichen Werten führen. Denn: „Sind die Daten nicht repräsentativ, dann können, mit welchen statistischen Verfahren auch immer, keine allgemein gültigen Aussagen über die Grundgesamtheit gemacht werden.“ (BAUR & BLASIUŠ 2014b, S. 50) Vor allem in dieser konkreten Frage nach der eigenen Erfahrung mit Lernrobotern wird das grundsätzliche Problem der Selbstselektion beim Ziehen der Stichprobe virulent. Da sich diese offensichtlich klar von einer Zufallsstichprobe unterscheidet, kann auf Basis der Erhebung dieser Aspekt der Hypothese 1 nicht valide getestet werden.

Abhilfe schaffen würde ein Untersuchungsdesign, bei dem eine Identifikation der Befragten samt Zuordenbarkeit ihrer Antworten gewährleistet ist. Unter diesen Rahmenbedingungen könnte in einer zweiten Runde das interessierende Merkmal ausschließlich unter zuerst Non-Respondents erhoben werden, bei hinreichend großer Fallzahl des zweiten Durchgangs auf alle Non-Respondents der ersten Runde geschlossen werden und anschließend ein gewichteter Anteilswert für die Stichprobe und weiterer Folge für die Zielpopulation errechnet werden.

Noch mehr Kooperation seitens der Bildungsbehörden würde ein Design erfordern, das dadurch inferenzstatistische Gültigkeit gewährleistet, indem die Stichproben

## 5. Gegenwärtige Situation in der Praxis

aus einem aktuellen, gültigen Auswahlrahmen – zum Beispiel ein internes Register aller Lehrpersonen im Bildungsministerium – zufällig gezogen werden und die ausgewählten Lehrpersonen den Fragebogen beantworten *müssen*.

Obwohl alleine schon die Lehrpläne nahelegen, dass der Einsatz von Lernrobotern von der Schulform abhängt, konnte im Rahmen dieser Untersuchung trotzdem nicht empirisch nachgewiesen werden, dass Lehrpersonen abhängig von der Schulform öfters oder seltener Roboter pädagogisch einsetzten. Dieser Aspekt der Hypothese 1 kann daher nicht verworfen werden.

### 5.4.2. Hypothese 2

*Der Verzicht auf den Einsatz von Lernrobotern lässt sich größtenteils durch einige wenige Variablen erklären.*

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte empirisch nachgewiesen werden, dass besonders dann auf den Einsatz von Lernrobotern verzichtet wird, wenn

1. die Ziele und der Inhalt des Unterrichtsgegenstandes bzw. der Schulform wenig Bezug zur Robotik aufweisen,
2. der Unterricht eine andere Schulstufe als die 6. – 9. betrifft,
3. es sich um eine große Schule handelt,
4. die Schule in einer stark besiedelten Gemeinde gelegen ist,
5. nur geringe finanzielle Mittel für das notwendige Equipment zur Verfügung stehen,
6. nur geringe räumliche oder personale Ressourcen an der Schule verfügbar sind,
7. nur geringe zeitliche Ressourcen im Unterricht und außerhalb verfügbar sind,
8. die Lehrperson nur über wenig Wissen um technische oder didaktische Möglichkeiten und Methoden verfügt,
9. die Lehrperson nur über ein schlechtes Verständnis der Begriffe „Lernroboter“ bzw. „educational robotics“ verfügt,
10. die Lehrperson weiblich ist,
11. die Lehrperson nicht überzeugt ist von der effektiven Schulungsmöglichkeit der Lösungskompetenzen, von der Motivierungsfähigkeit oder vom Spaß durch Lernroboter,

12. die Lehrperson vor dem Jahr 1995 in den Beruf eingestiegen ist.

Die ursprüngliche Annahme, diese Untersuchung würde nur eine geringe Anzahl an Merkmalen, die mit dem Einsatz von Lernrobotern zusammenhängen, hervorbringen, trifft auf den ersten Blick nicht zu. Allerdings könnten weitere Forschungen kausale Beziehungen zum Vorschein bringen und dadurch die Liste der vielen, (über Drittvariablen) korrelierenden Faktoren auf eine knappe mit wenigen ursächlichen Variablen reduzieren. Dafür in Frage kämen beispielsweise experimentelle Untersuchungen (vgl. EIFLER 2014, S. 195–209) oder Panelstudien (vgl. SCHUPP 2014, S. 925).

### 5.4.3. Hypothese 3

*Der Einsatz von Lernrobotern steigert tendenziell die Lust und Freude der Jugendlichen an der Teilnahme am Unterricht und führt dadurch zu Lernerfolgen.*

Nach Angaben der befragten Lehrpersonen bereitet der Umgang mit Lernrobotern den Jugendlichen vor allem auf niedrigeren Schulstufen viel Freude. Diese erhöht nach allgemeiner Lehrmeinung (s. Abschnitt 4.1.1) den Anreizwert der Unterrichtssituation, damit die Motivation der Schülerinnen und Schüler sowie ihren Lernwillen, der darüber den Ausschlag gibt, inwieweit Lernangebote genutzt werden. Dieser Auffassung schloss sich ein Großteil der befragten Lehrpersonen an. Sie berichteten, dass für sie maßgeblich gewesen sei, durch den pädagogischen Robotereinsatz die Motivation der Jugendlichen zur Computerprogrammierung zu steigern. Außerdem schätzten sie die Lernfortschritte ihrer Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Robotern deutlich größer ein als mit alternativen Mitteln.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte die Hypothese 3 also keinesfalls widerlegt werden. Das Feedback der Lehrpersonen suggeriert viel mehr, dass der Einsatz von Lernrobotern sogar effektiver als zahlreiche andere Unterrichtsmittel sein dürfte. Empirische Evidenz für diese Erweiterung der Hypothese könnte im Rahmen einer experimentellen Untersuchung (vgl. EIFLER 2014, S. 195–209) gewonnen werden. Dabei wären zum Unterschied der Fremdeinschätzungen durch Lehrpersonen im Rahmen dieser Studie *Selbsteinschätzungen* der Jugendlichen wertvoll. Auch eine differenziertere Abgrenzung des Begriffs „Freude“ könnte sich als angemessen erweisen.



## 6. Zusammenfassung

In Abschnitt 2.1 wurden *Lernroboter* als Roboter definiert, die durch ihre Beschaffenheit eine spielerische Vermittlung von Lerninhalten effektiv ermöglichen. Der Fokus liegt zum Unterschied zu Industrierobotern nicht auf dem durch das Gerät bearbeitete Produkt, sondern auf dem Lernprozess durch die Maschinensteuerung. Lernroboter werden von der Elementar- bis zur Tertiärstufe eingesetzt, oft auch zur Schulung der Programmierkompetenz (vgl. BENITTI 2012; vgl. BERS & ETTINGER 2012, S. 168; vgl. NELSON 2012, S. 72–84; vgl. GRAVEN & SAMUELSEN 2009; vgl. STERLING 2015; vgl. MAJOR et al. 2012; vgl. GRANDI et al. 2014).

Zu den *allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe* zählen in Österreich gemeinhin die Neue Mittelschule, die Polytechnische Schule, die Sonderschule sowie die Allgemeinbildende Höhere Schule.

Wie in Kapitel 3 ausführlich dargelegt wurde, erlauben zwar die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen den pädagogischen Einsatz von Robotern an österreichischen Schulen in zahlreichen Unterrichtsgegenständen oder legen ihn sogar teilweise nahe. Wie die im Rahmen dieser Forschungsarbeit durchgeführte Befragung von Lehrpersonen allerdings ergeben hat (s. Abschnitt 5.3), dürfte dieses Potenzial momentan noch nicht voll ausgeschöpft werden. Es konnte ferner gezeigt werden, dass gewisse Merkmale der Schule, des Unterrichtsgegenstandes und der Lehrperson Rückschlüsse auf das Ausmaß der Nutzung von Robotern zu Unterrichtszwecken zulassen und dass der Einsatz von Lernrobotern die Freude am Unterricht sowie die Bereitschaft zur Partizipation seitens der Schülerinnen und Schüler maßgeblich steigert.

Nachdem zu Beginn des Kapitels 4 anhand Theorien der Allgemeinen Didaktik und empirischer Evidenz der Lehr-/Lernforschung *effektive Unterrichtsmethoden, -mittel und -führung* diskutiert worden waren, wurde darauf aufbauend eine etwa zehnstündige Sequenz für den IT-Unterricht an Polytechnischen Schulen entwickelt und in weiterer Folge auch in die Praxis umgesetzt. Dieser einführende Programmierunterricht anhand Lego® Mindstorms® EV3-Roboter zeigte deutlich, dass der Umgang mit Robotern Schülerinnen und Schülern Spaß macht und diese zu motivieren vermag. Positiv erlebte Lernerfahrungen erhöhen die Bereitschaft, Widerstände bei Lernprozessen zu überwinden, schaffen die Grundlage für weitere Auseinandersetzungen auf diesem Gebiet (s. Abschnitt 4.1) und verbessern die Lernfortschritte. Dieser Schluss lässt sich auch aus der Analyse der Umfrage in Abschnitt 5.3 ziehen.

## 6. Zusammenfassung

Für Lehrpersonen kann dieser fachdidaktische Beitrag als wissenschaftlich fundierte Anleitung zur erfolgreichen Integration von Lernrobotern in den eigenen Unterricht dienen. Sie beschreibt die Möglichkeiten und Grenzen der pädagogischen Verwendung jener Unterrichtsmittel und demonstriert deren Einsatz darüber hinaus an einem konkreten Beispiel.

Auch wenn diesbezüglich noch tiefer gehende Ursachenforschung, die den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, nötig ist, scheint doch wahrscheinlich, dass durch geeignete, administrative Maßnahmen die pädagogische Nutzung von Robotern erhöht werden könnte und dadurch einerseits dem gesellschaftlichen Bildungsauftrag besser entsprochen werden könnte und andererseits weitere Lernerfolge von Schülerinnen und Schülern angebahnt werden könnten. Insofern liefert diese Arbeit potenziell auch bildungspolitischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern auf unterschiedlichen Ebenen nützliche Informationen.

# A. Anhang – Abstracts

## A.1. Abstract (deutsch)

*Lernroboter* bezeichnen Roboter, die durch ihre Beschaffenheit eine spielerische Vermittlung von Lerninhalten effektiv ermöglichen. Ihr Einsatz zielt auf die Lernprozesse ab, die durch die Steuerung der Maschine erst angestoßen werden.

Für die allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe in Österreich wird in dieser Arbeit der rechtliche Rahmen der Verwendung derartiger Geräte diskutiert und gezeigt, dass deren breites Potenzial an österreichischen Schulen noch nicht voll entfaltet wird. Eine unter 220 Lehrenden durchgeführte, standardisierte Umfrage zeigte weiters, dass gewisse Merkmale von Schulen, Unterrichtsfächern und Lehrpersonen mit dem Ausmaß der pädagogischen Verwendung von Robotern zusammenhängen. Außerdem bestätigte die Befragung die evidente positive Wirkung auf die Motivation und die Lernfortschritte der Jugendlichen im Umgang mit Lernrobotern.

Auf dem Fundament der Allgemeinen Didaktik und der Lehr-/Lernforschung wird weiters ein Beispiel für einen basalen Programmierunterricht mittels Lego® Mindstorms® EV3-Roboter gegeben, das an einer Wiener Polytechnischen Schule in die Praxis umgesetzt und anschließend evaluiert worden ist.

Diese Arbeit liefert somit Lehrpersonen, Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern sowie bildungspolitischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern nützliche Informationen.

## A.2. Abstract (English)

The notion “educational robotics” refers to robots whose design facilitates playful and effective transfer of knowledge. Their use aims at learning processes initiated by the control over the device.

This thesis scrutinizes the legal frame of the pedagogical use of robots in secondary, general education schools in Austria and reveals that the potential of such devices is not fully utilized yet. The conducted, standardized survey among 220 teachers also discovered numerous attributes of schools, subjects and teachers being correlated to the intensity of educational robotics in class. Furthermore, it confirms the

evident, positive impact of the pedagogical use of robots on motivation and school performance.

Based on theoretically and empirically proved principles in pedagogics, an example of an introductory programming course utilizing Lego<sup>®</sup> Mindstorms<sup>®</sup> EV3 robots is presented. It was put into practice in a polytechnic school in Vienna and finally evaluated.

Thus, this paper provides teachers, educational scientists and education policy-makers with valuable information.

## B. Anhang – Interview mit SQM Dr. Corazza

Interview mit Herrn Dr. Corazza, Schulqualitätsmanager für Inklusiv- und Sonderpädagogik in der Bildungsdirektion Wien, zum Thema *Lernroboter als Unterrichtsmittel für Sonder- und Integrationsschülerinnen und -schüler in Österreich*

Wien, 18. März 2019

LINDINGER: Während mit dem Schuljahr 2018/19 die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung flächendeckend an Neuen Mittelschulen und in der Unterstufe der Allgemeinbildenden Höheren Schulen eingeführt worden ist, wurde diese Maßnahme im Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule nicht gesetzt. Hätten Sie sich das*  
5 *Unterrichtsfach Digitale Grundbildung auch für die Sonderschulen gewünscht?*

CORAZZA: Tatsache ist, dass wir in den nächsten zwei, drei Jahren eine grundsätzliche Lehrplanreform haben, dass der Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule schon seit mehreren Jahren überfällig ist, neu adaptiert zu werden, und daher stört  
10 es mich nicht, dass es nicht explizit erwähnt wurde. Ich gehe davon aus, dass wir mit technischen Mitteln und mit digitalen Informationsmedien an den Sonderschulen genauso arbeiten, ob wir das jetzt im Lehrplan drinnen hätten oder nicht. Aber ich erwarte mir in zwei, drei Jahren einen Lehrplan, der selbstverständlich digitale Grundbildung wirklich eingearbeitet hat.

15

LINDINGER: *Es besteht also eine Notwendigkeit für die Schülerinnen und Schüler der Sonderschulen, auch später in ihrem Alltags- und Berufsleben darauf vorbereitet zu werden?*

20

CORAZZA: Selbstverständlich! Wobei wir bei der Arbeit mit digitalen Medien und digitalen Geräten und mit Computern und mit anderen Dingen eine große Unterstützung auch im Alltag haben können. Das sind technologische Produkte, die auch nach dem ICF [Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit der Weltgesundheitsorganisation – Anmerkung des Autors] durchaus eine Wirkung  
25 haben, um die Umwelt für die Schüler zu verbessern, Förderfaktoren, um Barrieren

abzubauen. Also so ziemlich die größten Erfolge mit dem Umgang mit digitalen Inhalten haben wir – sehr banal gesagt – mit Geräten der unterstützenden Kommunikation für Kinder, die aus verschiedenen Gründen in der Lautsprache beeinträchtigt sind, dann haben sie die Möglichkeit, sich trotzdem auszudrücken.

30

LINDINGER: *Meines Wissens sieht das ja auch der Lehrplan ausdrücklich vor, dass diese Geräte eingesetzt werden können.*

CORAZZA: Ja, aber da geht es um noch viel mehr, da geht es wirklich um  
35 technische Assistenzprodukte für die Bewältigung des Alltags und zur Partizipation am Unterricht.

LINDINGER: *Von der dritten bis zur achten Schulstufe kann nach dem Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule die unverbindliche Übung „Einführung in die  
40 Informatik“ angeboten werden, anschließend im Berufsvorbereitungsjahr der Freige-  
genstand „Angewandte Informatik“. Welche Rolle spielt in Österreich die digitale Bildung von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf?*

CORAZZA: Also zunächst einmal ist der größte Teil der Schülerinnen und Schüler  
45 mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Regelklassen, das heißt sie partizipieren am regulären Volks- und Mittelschulunterricht. Schwere Fälle und solche, die extra Kleinklassen erfordern, beschulen wir in Kleinklassen, und diese sind manchmal in inklusiven Schulzentren und manchmal an Sonderschulen, gemäß dem Lehrplan, je nachdem, in welcher Klasse sie sitzen. Ich habe leider keine Daten, in welchem  
50 Ausmaß die Übung eingesetzt wird und in welchem Ausmaß eine Lehrkraft das explizit als Übung verwendet und in welchem Ausmaß sie es in den allgemeinen Unterricht einbaut. Was ich ganz sicher annehme, ist, dass wir hier noch sehr viel Entwicklungsbedarf haben.

LINDINGER: *Aber der Umstand, dass es hier als unverbindliche Übung fixiert  
55 worden ist bzw. als Freifach, suggeriert, dass ihm nicht der höchste Stellenwert eingeräumt wird. Es ist ja doch relativ unverbindlich, im wahrsten Sinne des Wortes.*

CORAZZA: Bislang war es so, dass der Staat über Lehrpläne gesichert hat, welche  
60 Angebote unbedingt vorliegen müssen und welche fakultativ-wahlmäßig sein können. Für eine neue Steuerung müsste man sagen: was wird in Abschlussprüfungen explizit verlangt bzw. was ist nachzuweisen. Im alten System bestimmt das Angebot, was ist Pflicht, was ist Wahl. Das wäre das System Pflichtgegenstand – Unverbindliche Übung. Und eigentlich stehen wir an der Schwelle zu einem System, das sagt, diese  
65 Kompetenz erwarten wir von einem Schüler, so beobachten oder messen wir sie,

und dadurch würde man das alte System der einzelnen Unterrichtsgegenstände ein bisschen aushebeln. Dadurch würde man klar sagen, welche Fähigkeiten und Kompetenzen erwartet werden. An dieser Schwelle befinden wir uns, und es ist eine Entscheidung der nächsten Lehrplanreform, wie gut es gelingt. Das heißt, wenn ich  
70 es wirklich will, dass Schüler bestimmte Grundtechniken haben oder Kompetenzen können, dann müsste man neue Möglichkeiten der Sicherung schaffen, denn bloß auf Ebene des Angebots geht es nicht gut, denn es gibt so viele Wünsche der Umwelt, der Stakeholder, die Wünsche an die Schule äußern. Ich könnte die Stundentafel vervierfachen und selbst dann hätte ich noch immer nicht alle Wünsche erfüllt. Aber  
75 es ist ein Beweis, wenn es [das Fach *Einführung in die Informatik* – Anmerkung des Autors] eine unverbindliche Übung ist, dass es ein eher schwach geäußelter Wunsch ist, das ist kein starkes Indiz, denn sonst wäre es ein Unterrichtsgegenstand [mit Charakter eines Pflichtgegenstandes – Anmerkung des Autors]. Es kommt eine sehr wichtige Lehrplanreform. Wie auch den Expertinnen und Experten,  
80 dem Ministerium und den Bildungsdirektionen bekannt ist, ist der Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule einfach überarbeitungswürdig.

LINDINGER: *Die UN-Behindertenrechtskonvention wurde in Österreich im September 2008 ratifiziert. Wenige Monate zuvor war der Lehrplan der Allgemeinen*  
85 *Sonderschule novelliert worden und wurde seitdem nicht mehr geändert. Sie halten also den Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule aus dem Jahr 2008 für überarbeitungsbedürftig?*

CORAZZA: Genau! Die Ziele sind zu hoch. Der normale Lehrplan sagt, was  
90 muss ein Kind können im Lehrstoff. Der Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule führt beispielhaft an, was ein Kind können soll. Und der Witz ist, dass das, was als Beispiel angeführt ist, dem Inhalt dessen, was alle anderen können sollen, nahezu entspricht. Und dann hätte ich ja gleich nur den regulären Lehrplan der Volksschule oder Mittelschule nehmen und sagen können, dass Kinder mit  
95 Lernstörungen zielfähig unterrichtet würden – so machen es alle anderen Länder. Man hätte den Lehrplan in der Form nicht gebraucht. Und die UN-Konvention und den Lehrplan sehe ich nicht im Zusammenhang. Die UN-Konvention fordert auf sehr allgemeinem Niveau mit angemessenen Vorkehrungen (Artikel 2 – das wird oft vergessen) in Artikel 24 eine Bildung für alle. Aber wenn man sehr genau  
100 nachschaut, ist die UN-Konvention durch zwei Dokumente längst überholt – nicht inhaltlich überholt, aber besser ausgeführt. Eines seit 2015 ist die Agenda 2030. Sie gibt völlig klar die Zielrichtung weltweit vor, die auch wirklich alle Nationen betrifft. Agenda 2030 spricht im *Strategic Development Goal* (SDG 4.5) von einer „inklusiven Bildung für alle“, das schließt wirklich alle ein, was das genau bedeutet,  
105 kann man nicht genau ausführen. Aber in Kombination mit dem schon vor der

UN-Konvention eingeführten ICF-Systematik sieht man, dass es darum geht, wie kann man die Partizipation am Unterricht erhöhen und Barrieren abbauen. Die ICF-CY [Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen von der Weltgesundheitsorganisation –  
110 Anmerkung des Autors] ist die Form, wie man heute standardisiert bespricht, wie man die Unterrichtsaktivität so mit Förderfaktoren ändern kann, dass ein Kind daran teilnehmen kann. Und wenn ich im ICF-CY nachschaue, dann sehe ich, es gibt Funktionsbeeinträchtigungen in der Teilnahme am Unterricht, das würde ein 08/15-Lehrer mit stören, Lernstörungen oder Schwierigkeit aufzupassen meinen,  
115 und dann würde ich hier nachschauen, ob es Umweltfaktoren gibt, mit denen ich dieses Problem im Unterricht beseitigen kann, und dann sehe ich zum Beispiel unter den Umweltfaktoren, ich kann dem Kind entgegenkommen durch Hilfeleistungen durch sonderpädagogische Dienste des Bildungs- und Ausbildungswesens (e58.53). Das bedingt, dass ich dem Kind bestimmte Personen geben kann, die eine  
120 bestimmte Ausbildung haben, oder ich kann dem Kind entgegenkommen durch e58.54, wo ich sehe, dass ich Lehrpläne, Klassengröße oder Zahlen der Schulen einer Region verändern kann. Das heißt, ich stelle mit dem ICF fest, das Kind hat ein Problem an der Partizipation am Unterricht und diesbezüglich überlege ich dann, wie groß das Problem ausgeprägt ist und ob ich durch spezielle Dinge  
125 helfen kann. Und passend zu Ihrem Thema „Computer“: Sehr entscheidend ist e125 „Produkte und Technologien zur Kommunikation“, das heißt, ich gebe Menschen Hilfsprodukte zur Hand bei Schwierigkeiten, sich sprachlich auszudrücken. Bei Dyskalkulie ermöglicht man eine entsprechende Computerunterstützung, das ist hier in e125 und 130 drin. Das heißt, der Job von zukünftigen Sonderpädagogen,  
130 die allgemein ausgebildet sind, ist es zu überlegen, mit welchen Hilfsprodukten und welchen Systemen man helfen kann.

LINDINGER: *Und alles in einem rein inklusiven System?*

135 CORAZZA: Was ist ein inklusives System?

LINDINGER: *Keine separate Beschulung mehr.*

CORAZZA: Nein! Das sagen die Leute von der UN-Konvention. Ich sehe vor mir  
140 ein hochdifferenziertes Bild, wo es Kinder gibt, für die die Behörde die geeigneten Plätze ohne Diskriminierung finden muss. Es gibt Kinder, denen ist eine 25er-Klasse bei all ihren eigenen Problemen völlig egal und es gibt Kinder, die können maximal drei Leute in einem Raum aushalten. Das kann ich nicht beeinflussen. Wir müssen für jedes Kind überlegen, machen wir es besser in einer Kleinklasse, muss ich  
145 bis zur Einzelbetreuung gehen oder kann ich es in einer großen Klasse mitwirken

lassen. Wenn ich nicht flexibel bin, dann gehe ich sicherlich an den Bedürfnissen des Kindes vorbei. Also, diese Abschaffung der Sonderschule ist zu plakativ, aber alle Sonderschulen in Wien wurden vor vier Jahren auch für Kinder ohne sonderpädagogischen Förderbedarf geöffnet. Den sonderpädagogischen Förderbedarf  
150 brauche ich genau genommen nur dann, wenn ich einen Lehrplanwechsel machen muss. Wenn ich sehe, es geht nach dem Volks- oder Mittelschullehrplan gar nicht, dann muss ich. Dann gibt es zwei Möglichkeiten: das Kind fällt fünf Mal durch und endet mit der fünften Schulstufe nach neun Jahren oder wir machen die Strategie, dass wir einen sonderpädagogischen Förderbedarf machen, besondere Dienste  
155 des sonderpädagogischen Systems zulassen und durch einen Lehrplanwechsel Erfolgsmöglichkeiten bieten, die nach dem Regellehrplan nicht gehen.

LINDINGER: *Das, was Sie sagen, klingt ja schon sehr fundiert, obwohl der Umstand, dass mehr als zehn Jahre lang der Lehrplan für die Sonderschulen  
160 nicht geändert worden ist, eigentlich nahelegen würde, dass es in Österreich einen politischen Richtungsstreit geben könnte. Teilen Sie diesen Verdacht auch?*

CORAZZA: Nein, nicht wirklich! Wir haben in Wien vor drei Jahren begonnen mit dem Schulversuch „Lernzieldifferente Anwendung des Regelschullehrplans“, weil  
165 wir gesehen haben, dass Lehrpersonen den Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule nicht wirklich verwenden, dass sie bei einem integrativen Unterricht schauen, was unterrichtet die Lehrperson die Klasse und dann brechen sie die Klassenziele herunter für Kinder mit Lernstörungen und Lernschwierigkeiten. Und dieser Schulversuch ist damals im Rahmen von inklusiven Modellregionen in Wien platziert worden vor  
170 drei Jahren. Und das wäre eigentlich eine Antwort international. Es ist völlig klar, international hat man zielfferente Lehrpläne. Denn die Basisfähigkeiten, die alle Menschen zu erlernen haben, die allgemeinen Bildungsinhalte lassen sich nicht auf eine Schulart herunterbrechen.

LINDINGER: *Ich verstehe. Das heißt, da wurde der Lehrplan in der Praxis  
175 nicht mehr umgesetzt und daher bestand die Notwendigkeit, diesen Lehrplan zu adaptieren, zu aktualisieren?*

CORAZZA: Ein bisschen. Die größte Wirkung des Lehrplans ist eigentlich  
180 die Erzeugung von Schulbüchern und die gesetzliche Fundierung, um auf dem Lehrplan aufbauend Beurteilungskriterien für Jahresnoten oder ähnliches zu finden. Das heißt, der Lehrplan hat eigentlich eine versteckte Funktion, aber diese ist wichtig. Der Lehrplan war früher viel mehr mit Inhalten gefüllt bis etwa in die Sechzigerjahre. Dann ist man in den Siebzigerjahren in den Reformen nach  
185 Robinson, curricularen Reformen, dazu übergegangen, den Lehrplan in „Ich kann

...“-Beschreibungen bzw. Funktionen zu gestalten, und dieses „Ich kann ...“ ist dann als Kompetenz in den Neunzigerjahren noch einmal aufgekommen. Also eigentlich nicht so viel anders, nur ist man vom Können zu einem breiteren Bild gekommen. Der Lehrplan ist immer ein Produkt seiner Zeit, und sie sind leider auch immer  
190 größer als schlanker geworden – wie es man sich eigentlich gewünscht hätte. Sehr entscheidend sind sie insofern, als sie vorgeben, wie viele Stunden welcher Lehrer welches Fach bekommt, und das ist eine alte Steuerungstechnologie in Österreich. Andere Länder haben eine reine Outputfixierung. Wir machen es über Input, wir legen also bestimmte Stunden fest. Das heißt, für den Lehrplan ist wirksam die  
195 Stundentafel, welche Lehrer kann man wie viel wo anstellen. Er ist die Basis für die Schulbücher und er hat eine von Lehrern eher nicht oft zur Hand genommene Orientierungsfunktion, aber über die anderen Wirkungen ist er schon wirkungsmächtig.

LINDINGER: *Und wie schätzen Sie diese Wichtig- und Mächtigkeit in Zukunft ein? Es sollen ja immer mehr Schülerinnen und Schüler integrativ beschult werden unter dem Regellehrplan. Diese Funktionen, die Sie ansprechen, deuten allerdings darauf hin, dass der Lehrplan für Sonderschulen weiterhin wichtig sein wird.*  
200

CORAZZA: Nein, gar nicht! Denn wenn man den Lehrplan der Sonderschule demjenigen der Volksschule und der Mittelschule gegenüber stellt, stellt man fest, wenn ich bestimmte gesetzliche Anpassungsmöglichkeiten in der Leistungsbeurteilungsverordnung hätte und das alles rechtlich abgesichert wäre, dann würde ich auch mit dem Lehrplan einer Volksschule, Mittelschule oder Polytechnischen Schule auskommen. Ich müsste nur einen Weg finden bei Kindern, denen die volle  
210 Bandbreite nicht abprüfbar ist, was meiner Meinung nach durch zieldifferente Anwendung [des Regelschullehrplans – Anmerkung des Autors] ermöglicht wird. Ich muss nicht im Sonderschullehrplan die selben Worte finden wie im Regellehrplan mit der Überschrift im Sonderschullehrplan beispielhaft und im Regellehrplan vorgegeben. Und wenn man die allgemeinen Bildungsinhalte auf der Mittelstufe  
215 gegenüberstellt vom Regellehrplan zum Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule, dann stellt man fest, die sind zum einen wortident und zum anderen sind nur ganz wenige Sätze ausgelassen. Ich brauche also nicht extra Lehrpläne. Wo ich mehr Respekt habe, ist der Lehrplan für Kinder mit erhöhtem Förderbedarf, denn der ist grundsätzlich so anders gebaut. Jetzt kann man sagen, das ist ungerecht,  
220 dass diese Kinder einen so ganz anderen Lehrplan haben, muss aber zugeben, hier handelt es sich um eine Gruppe, die festgestellte medizinische Behinderung als intellektuelle Beeinträchtigung haben und dass diese Kinder sehr, sehr viel Zeit zur Lebensbewältigung haben. Würde ich einen Lehrplan konstruieren, der so allgemein gehalten ist, dass er auch für Menschen mit starker, mittlerer oder intellektueller  
225 Beeinträchtigung wirksam ist, wie es die Finnen und Schweden gemacht haben,

dann ist er eher nichtssagend. Dann ist er zu allgemein, dann schaut man schon wieder nicht hin.

LINDINGER: *Apropos „Anpassungen von Lehrplänen“: Welche Anpassungen der NMS- bzw. AHS-Lehrpläne halten Sie für sinnvoll, um den Einsatz von Lernrobotern an Regelschulen für Jugendliche mit sonderpädagogischem Förderbedarf noch effektiver zu machen?*

CORAZZA: Derzeit ist im Lehrplan zum Beispiel noch sehr altmodisch drinnen: „elektronische Hilfen verwenden“ im Mathematiklehrplan. Hier gehört explizit hineingeschrieben, welche technologischen Produkte, digitale Medien und so weiter wirklich geeignet sind. Die Frage ist, schreiben wir es explizit hinein, wenn nicht, dann braucht man Überbegriffe, die trotzdem zu so etwas führen. Es ist völlig klar, dass in der Zukunft nicht nur digitale Medien, sondern auch Produkte und Technologien eine extreme Rolle spielen werden, um Arbeiten zu bewältigen. Ich bin relativ unsicher über bestimmte Rollen, was beispielsweise in der Mathematik das Dividieren anbelangt, eine Kulturtechnik, von der man sagen muss, das muss jeder können. Wenn ich nachdenke, wer hat das nach der Schulzeit jemals aktiv am Papier benutzt, dann sage ich, das ist nun so ausgestorben wie das manuelle Wurzelziehen.

LINDINGER: *Kommen wir zur letzten Frage: Im Unterricht von Schülerinnen und Schülern mit erhöhtem Förderbedarf wird durch den Lehrplan der Einsatz von Computern unter anderem als Lernhilfsmittel oder als therapeutisches Hilfsmittel ermöglicht. Wo sehen Sie Anwendungsmöglichkeiten von Lernrobotern im Unterricht bei erhöhtem Förderbedarf?*

CORAZZA: Das umfasse ich folgendermaßen: Gerade bei Kindern mit unterstützter Kommunikation brauchen und haben wir technische Geräte, die manchmal nur mit Knöpfen bedient werden, mit Symbolen, mit Zeigern. Dann haben wir ziemlich viel Erfahrung im Umgang mit Tablets, die von Kindern als Kommunikationsmittel benutzt werden. Das haben wir zum Teil gar nicht in wirklich größerem Ausmaß. Für Kinder mit Autismus-Spektrum-Störung haben wir doch immer wieder den Auftrag nachzudenken, ob sie mit Computerprodukten besser partizipieren können am Unterricht, ob sie sich besser zurückziehen können, ob ihnen diese Art des Denkens besser liegt. Ich kann es zwar nicht mit Zahlen füllen, aber ich kann Ihnen garantieren, dass wir vor allen Dingen bei erhöhtem Förderbedarf Unterstützungstechnologien anwenden, soweit es der Finanzrahmen zulässt. Da gibt es keine Grenze nach oben. Das ist nur mehr eine Budgetfrage. Da gibt es wirklich tolle Erfolge. Wir haben auch Lehrpersonen, die zum Teil auf Apple-Produkte

sehr stark gesetzt haben, auch andere, die mit Android arbeiten. Ich glaube, dass Tablets für den Normalschüler unterbestimmt sind, in dem, was man kann. Ich glaube auch, dass die Mittelstufe komplett schon mit Notebooks arbeiten könnte. Aber im Volksschulbereich und im Bereich, wo die Tastatur und die Buchstaben  
270 mehr Schwierigkeiten bereiten – auch im sonderpädagogischen Bereich – halte ich Tablets für ziemlich geeignet mit der richtigen App.

LINDINGER: *Herr Dr. Corazza, von meiner Seite war's das. Haben wir noch irgendetwas vergessen? Wollen Sie noch irgendetwas hinzufügen?*

275

CORAZZA: Eigentlich wollte ich noch ein bisschen mehr über Lernroboter wissen. Ich kann mir Lernroboter noch nicht wirklich vorstellen.

LINDINGER: *Lernroboter sind im Grunde Spielzeugroboter, die man halt einsetzt, um gewisse Bildungsziele zu erreichen. Das soll heißen, man nimmt beispielsweise einen Spielzeugroboter, der programmierbar ist, und anhand dieses Roboters bringt man den Jugendlichen das Programmieren bei.*

280

CORAZZA: Wie etwa *Bee-Bots*?

285

LINDINGER: *Genau!*

CORAZZA: Und welche Modelle gibt es sonst noch auf dem Markt?

LINDINGER: *Ganz groß im Geschäft ist die Firma Lego®. Sie hat einige Typen für unterschiedliche Niveaus, für unterschiedliche Altersstufen. Es gibt Thymios, das sind sehr einfach programmierbare Roboter, im Grunde Spielzeugroboter, die allerdings tatsächlich auch bisschen komplexer programmiert werden können. Vor allem für Informatiklehrpersonen bietet es sich an, so das Programmieren zu unterrichten, wobei man das aber durchaus etwas breiter fassen könnte. Man könnte technische Bildung anhand dieser Roboter unterrichten, denn diese Spielzeugroboter sind schon sehr motivierend für die Jugendlichen, sie befassen sich gerne mit ihnen, und deswegen sind sie ein guter Aufhänger. Es gibt Evidenz dafür, dass Jugendliche durch den Einsatz von Spielzeugrobotern sehr motiviert sind.*

295

300

CORAZZA: Das beste, überzeugendste System, das ich bisher gesehen habe, ist von Christopher FRAUENBERGER an der Technischen Universität Wien das *littleBits*-System. Es ist nur leider viel teurer, als ich geglaubt habe, denn da kostet jedes Modul um die 30 Euro, aber die sind enorm gut gebaut. Kennen Sie sie?

305

LINDINGER: *Nein.*

CORAZZA: Einfach googeln! Kommt vom MIT, und es gibt auch jede Menge toller Projekte im Internet dazu. Frauenberger von der TU Wien hat einen kleinen  
310 Mitarbeiterstab, die sind so ausgebildet, dass sie sich mit Kindern zusammensetzen. Die Kinder erzählen ihnen, was sie sich wünschen und dann kann man mit littleBits sehr rasch ein sensorgesteuertes System oder ein Musiksysteem oder Dinge, die man elektronisch erzeugen kann, machen. Das lässt sich mit kaum einem anderen System so gut umsetzen. Und das Tolle ist, das kann man neben dem Kind  
315 zusammenstellen und -stecken. Das Kind lernt so die Basisfunktionen, und wenn man das große Set von littleBits hat, dann kann man ganz viel machen. Also ganz, ganz spannend! Es ist nur einen Hauch zu teuer. Das ist nämlich die Vorstufe zum Programmieren, und beim Programmieren habe ich doch einen bisschen höheren Abstraktionsgrad. Beim Programmieren sehr weit war meines Wissens der Claus  
320 ZÖCHLING mit seinem Raspberry Pi von der Schopenhauer [Polytechnische Schule Wien 18 in der Schopenhauerstraße 81 – Anmerkung des Autors].

LINDINGER: *Auch ich war vor Kurzem mit einer Schulklasse auf der TU Wien. Sie bieten dort auch regelmäßig Roboterworkshops für Jugendliche an. Bei meinen  
325 Schülerinnen und Schülern hat das eingeschlagen wie eine Bombe, die waren begeistert. Ich denke, dass diesbezüglich die TU Wien tatsächlich immer wieder recht attraktive Angebote stellt.*

CORAZZA: So gehört doch Schule gemacht!  
330

LINDINGER: *So ist es!*

CORAZZA: Ein bisschen erschreckt bin ich schon – das ist jetzt immerhin acht, neun Jahre her – als wir mitbekommen haben, dass Uruguay komplett umgestellt  
335 hat. Uganda hat einen ziemlich hohen Versorgungsgrad mit 100-Euro-Laptops, Estland ... Länder, denen man es nicht zutraut, mit Technologie Fortschritte machen! Für mich ist es nur eine Frage der Zeit, bis wir komplett von den Tigerstaaten [Südkorea, Taiwan, Singapur, Hongkong – Anmerkung des Autors] abhängig sind in diesem Bereich, wenn wir nicht viel schneller, viel radikaler  
340 eingreifen. Und es stellen sich mit der Computertechnologie noch ganz andere gesellschaftliche Zusatzfragen, die noch ziemlich tabu sind. Eine heißt: Wie viel ist die Handschrift wert? Ist es bei der Handschrift überhaupt noch die Schreibschrift? Ab wann soll ich die Fingertastatur wirklich beherrschen? Wie viel Zeit verlieren wir, wenn wir es nicht machen? Klavier spielen lerne ich auch mit fünf Jahren und

345 nicht mit fünfzehn! Das wird schon Auswirkungen haben.

LINDINGER: *Das ist ein sehr interessanter Punkt, den wir im Kollegium meistens recht kontroversiell diskutieren.*

350 CORAZZA: Wenn digitale Produkte auf Spielzeugstatus – Lego® ist toll und Bee-Bots sind auch toll – sind und wir nicht eine echt große Ausstattung haben und wenn man nicht weiß, was da anschlussfähig ist, dann würde ich auch mit Ihnen als Kollege diskutieren über den Wert der Handarbeit, über den Wert des Kopfrechnens des Kellners und so weiter. Wenn der Durchdringungsgrad  
355 der Technik nicht noch höher wird! Zum Beispiel verpassen wir ganz viel bei der Smartphonennutzung im Unterricht. Manche [Lehrpersonen – Anmerkung des Autors] glauben, es ist ganz witzig, wenn sie die Handys [der Schülerinnen und Schüler – Anmerkung des Autors] abdrehen. Es stimmt schon, dass viele damit nicht geschickt umgehen können, aber die Smartphones bieten inzwischen für jede Menge  
360 von Berufen derartig viele Anwendungen, dass wir da einfach etwas verpassen in der Ausbildung. Das Gerät, das Menschen am meisten in der Hand haben – unabhängig von ihrer Herkunft und ihrer Voraussetzungen – das unterrichten wir nicht. Beim Computer kann man noch reden, aber beim Handy geht es nicht. Das unterrichten wir nicht, gar nicht. Es gibt ein paar vereinzelte Personen, die  
365 mit Smartphones und so weiter arbeiten, aber in Wirklichkeit gehört das durchdacht.

LINDINGER: *Also mit der Zeit gehen ...*

CORAZZA: Apps programmieren lernen.

370

LINDINGER: *Auch Technikfolgen abschätzen können. Wir sollen ja die Jugend auf die kommenden drei, vier Jahrzehnte vorbereiten.*

CORAZZA: Genau! Und das Interessante dabei ist, dass wir für Berufe ausbilden,  
375 die wir nicht kennen. Hätte ich vor zwanzig Jahren irgendjemandem erklärt, wie heute ein durchschnittlich internetfähiger Jugendlicher seinen beruflichen Weg findet, sagen wir beispielsweise als Influencer – davon gibt es gar nicht so wenige – wäre ich verlacht worden. Niemand hätte geglaubt, dass man damit Geld verdient, sogar mehr als viele andere. Es gab keine Vorstellung in der Pädagogik,  
380 welche Berufe es in diesem Sektor gibt. Und wenn man sich anschaut, wie heute Bankmitarbeiter arbeiten, Sicherheitssysteme arbeiten müssen, was wir alles bedienen müssen, das passt ja gar nicht. Die Vorplanung hat in diesem Bereich überhaupt nicht funktioniert.

385 LINDINGER: *Das einzig Konstante ist die Variabilität, das einzig Sichere die Unsicherheit?*

CORAZZA: Naja, es gibt schon ein paar Konstante. Auf die hätte man sich wahrscheinlich pädagogisch stärker zurückziehen müssen. Konstant ist ein bestimmter kultureller Kanon, eine bestimmte Literatur, eine bestimmte Musikform, Kunstformen, konstant ist eine Geschichte der Physik, experimentelles Zuschauen und Thesen bilden. Da kann man einiges konstant erkennen. Nicht konstant sind natürlich die ganzen Anwendungssachen. Mathematische Verfahren werden viele ausgelagert werden. In Wirklichkeit könnte man ohne viel Aufwand Geräte so programmieren, dass sie einem Gleichungen lösen. Es wäre viel sinnvoller, nachzudenken, wie lässt man Geräte Gleichungen lösen oder Differenzierungen oder Integralrechnungen als sich selber durch komplexe, mit Fehlern behaftete Schwierigkeitswände durchzuschleusen. Wir müssen berücksichtigen, dass etwa sieben Prozent der Bevölkerung an Dyskalkulie oder Dyslexie leiden, und sobald diese Kinder über diese Papier-Bleistift-Unterrichtsmethode hinauskommen und Technologien verwenden können, sind diese Menschen in der Regel deutlich erleichtert. In der Mittelstufe poppt es am meisten auf: Wenn man mit Zahlen Schwierigkeiten hat, kommt man in der Oberstufe mit dem technischen Produkt oft besser durch. Bei Dysorthografie, also bei Schwierigkeiten, sich Wortbilder korrekt zu merken – mit oder ohne psychologischer Erklärung – braucht man lediglich Texte in einen Computer einarbeiten und die Autokorrekturfunktion erledigt den Rest – das war's, keine Peinlichkeit mehr! Und diese Tools funktionieren wirklich immer besser.

LINDINGER: *Dann hoffe ich, dass diese Lehrpläne bald kommen. Vielleicht wird der Raum für solche Maßnahmen größer, wenn der Lehrplan – so wie Sie angekündigt haben – in zwei, drei Jahren kommt.*

CORAZZA: Da muss schon die Behörde mitspielen und der gesellschaftliche Wille dazu bestehen. Und es bedarf einer großen digitalen Offensive in Österreich. Und dann darf man auch keinen Kulturkampf haben. Schauen wir uns Kulturkämpfe historisch einmal an: beispielsweise den der Sechzigerjahre, ob fernsehen verdimmt – da gab es jede Menge idiotischer und gescheiter Arbeiten dazu – oder den der Fünfzigerjahre im Bereich *Graphic Novels and Comics* [Comicromane, oft für Erwachsene – Anmerkung des Autors], ob Comics ihre Leser verdimmen – dazu habe ich wirklich interessante Studien, weil sie einfach so falsch angelegt waren. Diesen Kulturkampf um digitale Medien bräuchten wir uns eigentlich nicht leisten. Das müssten wir möglichst gut in den Schulunterricht integrieren. Aber dazu reicht nicht der Wille, ein Erlass oder eine unverbindliche Übung, es müsste eigentlich in den regulären Unterricht ziemlich selbstverständlich einfließen können. Und

*B. Anhang – Interview mit SQM Dr. Corazza*

425 damit ich das nutzen kann, behaupte ich, brauche ich ab dem zehnten Lebens-  
jahr eigentlich einen Laptop. Mit Tablets sind die Möglichkeiten weit unterbestimmt.

LINDINGER: *Wie reagiert man eigentlich am Minoritenplatz [im Bildungsminis-  
terium – Anmerkung des Autors] auf diese Ideen?*

430

CORAZZA: Das müssen Sie dort fragen! Der Minoritenplatz hat sicherlich Inter-  
esse am digitalen Ausbau. Schule ist ein etwas träges System, was den Vorteil hat,  
nicht auf alles sofort aufzuspringen. Hier ist es eine Mischung aus Ausbauplänen.  
Die Stadt Wien investiert sehr viel, aber ob das genug ist oder nicht, ist eine  
435 politische Frage.

LINDINGER: *Herr Dr. Corazza, ich danke Ihnen recht herzlich für dieses Ge-  
spräch!*

## C. Anhang – Web Scraping

```
5 PTS_URL = 'https://www.schule.at/schulfuehrer.html?tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BextensionName%5D=ChSolr&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BcontrollerName%5D=Frontend&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BactionName%5D=index&no_cache=1&contextSensitiveValues=5606%2C+5601%2C+5539%2C+115&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bmapping%5D%5D%5Btaxonomy_6004&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5D%5Bitems%5D%5B3%5D%5Bid%5D=6008&tx_chsolr_pi2%5Bsubmit%5D=filtern&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Blistsearchterm%5D=Suchbegriff+eingegeben+...'
```

```
PTS_KAT = 'PTS'
```

```
NMS_URL = 'https://www.schule.at/schulfuehrer.html?tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BextensionName%5D=ChSolr&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BcontrollerName%5D=Frontend&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BactionName%5D=index&no_cache=1&contextSensitiveValues=5606%2C+5601%2C+5539%2C+115&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bmapping%5D%5D%5Btaxonomy_6004&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5D%5Bitems%5D%5B1%5D%5Bid%5D=6006&tx_chsolr_pi2%5Bsubmit%5D=filtern&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Blistsearchterm%5D=Suchbegriff+eingegeben+...'
```

```
NMS_KAT = 'NMS'
```

```
10 AHS_URL = 'https://www.schule.at/schulfuehrer.html?tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BextensionName%5D=ChSolr&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BcontrollerName%5D=Frontend&tx_chsolr_pi2%5D%5B__referrer%5D%5BactionName%5D=index&no_cache=1&contextSensitiveValues=5606%2C+5601%2C+5539%2C+115&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bmapping%5D%5D%5Btaxonomy_6004&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5D%5Bitems%5D%5B5%5D%5Bid%5D=6009&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bitems%5D%5B6%5D%5Bid%5D=6010&tx_chsolr_pi2%
```

### C. Anhang – Web Scraping

```
%5Bsubmit%5D=filtern&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Blistsearchterm%5D=Suchbegriff+eingeben+...'
AHS_KAT = 'AHS'

ASO_URL = 'https://www.schule.at/schulfuehrer.html?tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BextensionName%5D=ChSolr&tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BcontrollerName%5D=Frontend&tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BactionName%5D=index&no_cache=1&contextSensitiveValues=5606%2C+5601%2C+5539%2C+115&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bmapping%5D=taxonomy_6004&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bitems%5D%5B2%5D%5Bbid%5D=6007&tx_chsolr_pi2%5Bsubmit%5D=filtern&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Blistsearchterm%5D=Suchbegriff+eingeben+...'
15 ASO_KAT = 'ASO'

AUS_URL = 'https://www.schule.at/schulfuehrer.html?tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BextensionName%5D=ChSolr&tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BcontrollerName%5D=Frontend&tx_chsolr_pi2%5B__referrer%5D%5BactionName%5D=index&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bmapping%5D=taxonomy_6004&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Bfacets%5D%5B0%5D%5Bitems%5D%5B16%5D%5Bbid%5D=6019&tx_chsolr_pi2%5Bfilter%5D%5Blistsearchterm%5D=Suchbegriff%20eingeben%20...&tx_chsolr_pi2%5Bsubmit%5D=filtern&tx_chsolr_pi2%5Bpage%5D=1&tx_chsolr_pi2%5Baction%5D=index&tx_chsolr_pi2%5Bcontroller%5D=Frontend&no_cache=1&contextSensitiveValues=5606%2C%205601%2C%205539%2C%20115&cHash=9cf41bbc2cd71cc0d5182c9863b67b71'
AUS_KAT = 'AUS'

20 zielUrl = AUS_URL          # die gewünschten Schulgruppen ...
   zielKategorie = AUS_KAT    # ... hier festlegen

   zielDateiName = 'linksZuDetails_' + zielKategorie + '.tsv'

25 NAECHSTE_SEITE_IDENTIFIER = 'next'
   SCHULLISTE_IDENTIFIER = 'list-rz'
   SCHULE_IDENTIFIER = 'text-wrap'
   DETAILANSICHT_IDENTIFIER_1 = 'more'
   DETAILANSICHT_IDENTIFIER_2 = 'Detailansicht'
```

```

30 MAX_SEITEN = 50
   FLD_NR = 1

   from selenium import webdriver
   import csv, re

35   browser = webdriver.Firefox()
   browser.get(zielUrl)
   print('\n' + zielUrl + ' geladen.\n')

40   zielDatei = open(zielDateiName, 'w', newline='', encoding='utf-8')
   zielDateiWriter = csv.writer(zielDatei, delimiter='\t')

   verfuegbareSchulenAlsString = browser.find_element_by_css_selector(
       ('div.results')).text
   verfuegbareSchulenRegex = re.compile('(\d)+')
45   verfuegbareSchulenAlsMatchObject = verfuegbareSchulenRegex.search(
       verfuegbareSchulenAlsString)
   verfuegbareSchulen = int(verfuegbareSchulenAlsMatchObject.group())
   print('Es sollten ' + str(verfuegbareSchulen) + ' Schulen verfü-
       gbar sein.\n')

   bearbeiteteSeiten = 0
50   while ((FLD_NR <= verfuegbareSchulen) and (bearbeiteteSeiten <
       MAX_SEITEN)):
       if FLD_NR != 1:
           allNexts = browser.find_elements_by_css_selector('a.' +
               NAECHSTE_SEITE_IDENTIFIER)
           allNexts[0].click()
           schulliste = browser.find_element_by_class_name(
               SCHULLISTE_IDENTIFIER)
55   schulen = schulliste.find_elements_by_class_name(
               SCHULE_IDENTIFIER)
       for schule in schulen:
           schulbeschreibung = schule.text
           sbInZeilen = schulbeschreibung.split("\n")
           detailLink = schule.find_element_by_class_name(
               DETAILANSICHT_IDENTIFIER_1).find_element_by_link_text(
               DETAILANSICHT_IDENTIFIER_2)
60   detailUrl = detailLink.get_attribute("href")

```

### *C. Anhang – Web Scraping*

```
        print(str(FLD_NR) + '\t' + zielKategorie + '\t' + sbInZeilen[0] + '\t' + sbInZeilen[3] + '\t' + detailUrl + '\n')
        zielDateiWriter.writerow([FLD_NR, zielKategorie, sbInZeilen[0], sbInZeilen[3], detailUrl])
        FLD_NR += 1
        bearbeiteteSeiten += 1
65
zielDatei.close()
browser.close()
```

# D. Anhang – Fragebogen

Der pädagogische Einsatz von Robotern

<https://docs.google.com/forms/d/1p8aNMpdETnaY841fYynv-RtAQL...>

## Der pädagogische Einsatz von Robotern

*\* Erforderlich*

**Vielen Dank, dass Sie diese Umfrage im Rahmen meiner Diplomarbeit mit 5 – 10 Minuten Ihrer Zeit unterstützen!**

Am Ende des Fragebogens können Sie Anmerkungen hinzufügen.  
Außerdem stehe ich Ihnen unter [a09851518univie@gmail.com](mailto:a09851518univie@gmail.com) zur Verfügung.

Thomas Lindinger

### 1. In welchem Schultyp unterrichten Sie? \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Neue Mittelschule/Hauptschule *Weiter mit Frage 2*  
☐ Polytechnische Schule *Weiter mit Frage 2*  
☐ Sonderschule *Weiter mit Frage 2*  
☐ Allgemeinbildende höhere Schule *Weiter mit Frage 2*  
☐ in einem anderen Schultyp *Weiter mit "Sie arbeiten in einem anderen als den genannten Schultypen, die diese Umfrage untersucht. Trotzdem danke ich Ihnen für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme!"*  
☐ in mehreren Schultypen *Weiter mit "Bitte beziehen Sie Ihre Angaben im Folgenden ausschließlich auf jenen Schultyp, in dem Sie überwiegend tätig sind!"*

**Sie arbeiten in einem anderen als den genannten Schultypen, die diese Umfrage untersucht. Trotzdem danke ich Ihnen für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme!**

*Ausfüllen dieses Formulars beenden*

**Bitte beziehen Sie Ihre Angaben im Folgenden ausschließlich auf jenen Schultyp, in dem Sie überwiegend tätig sind!**

*Weiter mit Frage 1*

### 2. Wie klar ist Ihre Vorstellung der Bedeutung von „Robotern als Lernunterstützung“ bzw. "educational robotics" im Englischen? \*

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ überhaupt nicht klar  
☐ nicht klar  
☐ wenig klar  
☐ halbwegs klar  
☐ ziemlich klar  
☐ klar  
☐ absolut klar

**Unter „Roboter zur Lernunterstützung“ bzw. "educational robotics" werden Spielzeugroboter, die pädagogisch eingesetzt werden, verstanden.**

## D. Anhang – Fragebogen

Der pädagogische Einsatz von Robotern

<https://docs.google.com/forms/d/1p8aNMpdETnaY841fYYnv-RtAQL...>



3. Für wie sinnvoll halten Sie einen Einsatz von Robotern zur Lernunterstützung in den folgenden Unterrichtsfächern:  
Markieren Sie nur ein Oval pro Zeile.

|                                                                                                                | überhaupt<br>nicht<br>sinnvoll | nicht<br>sinnvoll     | wenig<br>sinnvoll     | halbwegs<br>sinnvoll  | ziemlich<br>sinnvoll  | sinnvoll              | absolut<br>sinnvoll   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Digitale Grundbildung                                                                                          | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Technisches Werken                                                                                             | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Physik                                                                                                         | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Computertechnik                                                                                                | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Elektrotechnik                                                                                                 | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Mechatronik                                                                                                    | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Informatik<br>(Einführung in die<br>Informatik,<br>Angewandte<br>Informatik,<br>Wirtschaftsinformatik<br>etc.) | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| sonstige                                                                                                       | <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**4. Haben Sie selbst schon einmal Roboter als Unterrichtsmittel verwendet? \****Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ ja      Weiter mit Frage 5  
☐ nein      Weiter mit Frage 17

**5. In wie vielen Unterrichtseinheiten (UE) nutzten Sie Lernroboter? \****entweder im Schuljahr 2017/18 oder 2018/19**Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ in 0 UE      Weiter mit Frage 6  
☐ in 1 – 10 UE      Weiter mit Frage 8  
☐ in mehr als 10 UE      Weiter mit Frage 8

**Sie hatten früher bereits Roboter pädagogisch eingesetzt, aber in den vergangenen eineinhalb Jahren nicht mehr.**

---

**6. Warum?***Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.*

- ☐ Ich unterrichte mittlerweile andere Unterrichtsfächer bzw. auf einer anderen Schulstufe.  
☐ Die notwendige Hardware steht mir nicht mehr zur Verfügung.  
☐ Die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler sind nicht ausreichend groß gewesen.  
☐ Die Schülerinnen und Schüler lehnen den Einsatz von Robotern im Unterricht mittlerweile ab.  
☐ Die Schulleitung hat sich mittlerweile gegen einen Einsatz ausgesprochen.  
☐ Die Eltern der Jugendlichen haben sich mittlerweile gegen einen Einsatz ausgesprochen.

**7. Falls noch weitere Gründe maßgeblich waren, welche?**

---

---

---

---

---

*Weiter mit Frage 19***In den vergangenen eineinhalb Jahren nutzten Sie in Ihrem Unterricht Roboter als Lehr-/Lernmittel.**

---

## D. Anhang – Fragebogen

Der pädagogische Einsatz von Robotern

<https://docs.google.com/forms/d/1p8aNMpdETnaY841fYYnv-RtAQL...>

### 8. Welche Modelle setzten Sie ein?

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

|                     | wurde verwendet          |
|---------------------|--------------------------|
| Thymio              | <input type="checkbox"/> |
| Dot                 | <input type="checkbox"/> |
| Dash                | <input type="checkbox"/> |
| Lego Mindstorms EV3 | <input type="checkbox"/> |
| Lego Boost          | <input type="checkbox"/> |
| Lego WeDo           | <input type="checkbox"/> |
| Lego RCX            | <input type="checkbox"/> |
| Lego NXT            | <input type="checkbox"/> |
| mBot                | <input type="checkbox"/> |
| Sphero SPRK+        | <input type="checkbox"/> |
| beeBots             | <input type="checkbox"/> |
| Robo Wunderkind     | <input type="checkbox"/> |
| littleBits          | <input type="checkbox"/> |
| Ozobot              | <input type="checkbox"/> |
| Pro-Bot             | <input type="checkbox"/> |
| Banana Pi           | <input type="checkbox"/> |
| Raspberry Pi        | <input type="checkbox"/> |
| micro:bit           | <input type="checkbox"/> |
| Arduino             | <input type="checkbox"/> |

### 9. In welchen Unterrichtsfächern nutzen Sie die Roboter:

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

- ☐ Digitale Grundbildung
- ☐ Technisches Werken
- ☐ Physik
- ☐ Computertechnik
- ☐ Elektrotechnik
- ☐ Mechatronik
- ☐ Informatik (Einführung in die Informatik, Angewandte Informatik, Wirtschaftsinformatik etc.)
- ☐ andere Gegenstände

### 10. Falls „andere Gegenstände“ angekreuzt, nennen Sie bitte die Namen der Fächer!

---

---

---

---

---

### 11. Auf welcher Schulstufe setzten Sie die Lernroboter (überwiegend) ein? \*

---

**12. Was war für Sie maßgeblich, Roboter pädagogisch einzusetzen?***Markieren Sie nur ein Oval pro Zeile.*

|                                                                                                                                   | überhaupt<br>nicht<br>maßgeblich | nicht<br>maßgeblich   | wenig<br>maßgeblich   | halbwegs<br>maßgeblich | ziemlich<br>maßgeblich | maßgeblich            | absolut<br>maßgeblich |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Die Schülerinnen und Schüler scheinen damit besonders viel Spaß zu haben.                                                         | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Meine angestrebten Bildungsziele lassen sich dadurch effektiv und effizient erreichen.                                            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Problemlösungskompetenzen lassen sich dadurch effektiv entwickeln.                                                                | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Die Kreativität wird dabei besonders gefördert.                                                                                   | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Anhand von Robotern zeigen sich die Jugendlichen besonders motiviert, das Programmieren von Computern zu erlernen.                | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ich war selbst neugierig und wollte es einfach einmal ausprobieren.                                                               | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Angesichts der zu erwartenden Veränderungen wäre es verantwortungslos, Jugendliche heute nicht im Umgang mit Robotern zu schulen. | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**13. Falls noch weitere Gründe entscheidend waren, bitte ich Sie, sie hier zu nennen:**


---



---



---



---



---

**14. Wie viel Freude bereitete es IHNEN, Roboter im Unterricht einzusetzen? \****Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ überhaupt keine Freude  
☐ keine Freude  
☐ ein wenig Freude  
☐ halbwegs viel Freude  
☐ ziemlich viel Freude  
☐ viel Freude  
☐ enorm viel Freude

**15. Wie schätzen Sie die Freude Ihrer SCHÜLERINNEN und SCHÜLER ein, im Unterricht mit Robotern zu tun zu haben? \****Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ überhaupt keine Freude  
☐ keine Freude  
☐ ein wenig Freude  
☐ halbwegs viel Freude  
☐ ziemlich viel Freude  
☐ viel Freude  
☐ enorm viel Freude

## D. Anhang – Fragebogen

Der pädagogische Einsatz von Robotern

<https://docs.google.com/forms/d/1p8aNMpdETnaY841fYYnv-RtAQL...>

**16. Wie beurteilen Sie die sichtbaren Lernfortschritte Ihrer Schülerinnen und Schüler mit der Unterstützung durch Roboter? \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ gar keine Lernfortschritte
- ☐ kleinerer Lernfortschritt als mit anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln
- ☐ ähnliche Lernfortschritte wie mit anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln
- ☐ größere Lernfortschritte als mit anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln
- ☐ viel größere Lernfortschritte als mit anderen verfügbaren Unterrichtsmitteln

*Weiter mit Frage 19*

**17. Warum haben Sie bisher Roboter noch nie pädagogisch eingesetzt?**

*Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.*

- ☐ Es fehlen die finanziellen Mittel, um die notwendige Hardware anzuschaffen und betriebsbereit zu halten.
- ☐ An meiner Schule erklärt sich niemand dazu bereit, sich um die Verwahrung und Instandhaltung der Roboter zu kümmern.
- ☐ Ich kann Roboter selbst nicht angemessen bauen bzw. steuern.
- ☐ Meine Schülerinnen und Schüler lehnen den Einsatz von Robotern im Unterricht ab.
- ☐ Der Einsatz von Lernrobotern ist mit den Bildungszielen meines Unterrichts nicht vereinbar.
- ☐ Der pädagogische Einsatz von Robotern ist in meinem Unterricht ineffizient bzw. ineffektiv.

**18. Falls noch weitere Gründe maßgeblich waren, welche?**

---

---

---

---

---

*Weiter mit Frage 19*

**19. Welche Rahmenbedingungen würden für Sie dahingehend wirken, dass Sie Roboter als Lernunterstützung für Ihren Unterricht intensiver einsetzen?**

Markieren Sie nur ein Oval pro Zeile.

|                                                                                                            | überhaupt<br>nicht<br>wirksam | nicht<br>wirksam      | wenig<br>wirksam      | halbwegs<br>wirksam   | ziemlich<br>wirksam   | wirksam               | absolut<br>wirksam    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| frei verfügbares Unterrichtsmaterial und weiterführende Informationen im Internet                          | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Erhöhung des finanziellen Budgets für die Anschaffung und Instandhaltung der notwendigen Hardware          | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| eine persönliche Kompensation für einen eventuellen Mehraufwand in Form von Zulagen, Abschlagsstunden o.Ä. | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| geeignete Fortbildungsmöglichkeiten in der Freizeit                                                        | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| geeignete Fortbildungsmöglichkeiten während der Dienstzeit                                                 | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Robotik-Workshops durch externe ExpertInnen an Ihrer Schule                                                | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Robotik-Workshops durch externe ExpertInnen außerhalb Ihrer Schule                                         | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| eine ausdrückliche Dienstanweisung der Schulleitung                                                        | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Wechsel der Unterrichtsfächer                                                                              | <input type="radio"/>         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**20. Welche Gegenstände unterrichteten Sie in diesem oder im vergangenen Schuljahr?**

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus.

|                                                                                              | unterrichtet             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Digitale Grundbildung                                                                        | <input type="checkbox"/> |
| Technisches Werken                                                                           | <input type="checkbox"/> |
| Physik                                                                                       | <input type="checkbox"/> |
| Computertechnik                                                                              | <input type="checkbox"/> |
| Elektrotechnik                                                                               | <input type="checkbox"/> |
| Mechatronik                                                                                  | <input type="checkbox"/> |
| Informatik (Einführung in die Informatik, Angewandte Informatik, Wirtschaftsinformatik etc.) | <input type="checkbox"/> |
| sonstige Fächer                                                                              | <input type="checkbox"/> |

**21. Wie viel beträgt Ihre wöchentliche Lehrverpflichtung? \***

**22. Wie viele Personen in etwa umfasst der Lehrkörper Ihrer Schule? \***

**23. Ungefähr wie viele Personen wohnen in der (politischen) Gemeinde, in der Ihre Schule gelegen ist? \***

## D. Anhang – Fragebogen

Der pädagogische Einsatz von Robotern

<https://docs.google.com/forms/d/1p8aNMpdETnaY841fYYnv-RtAQL...>

**24. Bundesland: \***

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Burgenland
- ☐ Kärnten
- ☐ Niederösterreich
- ☐ Oberösterreich
- ☐ Salzburg
- ☐ Steiermark
- ☐ Tirol
- ☐ Vorarlberg
- ☐ Wien
- ☐ Ausland

**25. Seit wie vielen Jahren unterrichten Sie an einer Schule? \***

---

**26. Ihr Geschlecht:**

*Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ weiblich
- ☐ männlich

**27. Gerne informiere ich Sie nach der Auswertung über die Ergebnisse dieser Erhebung.**

E-Mail-Adresse:

---

**28. Gibt es Ihrerseits noch etwas, was Sie hinzufügen bzw. zu dieser Umfrage sagen möchten?**

---

---

---

---

---

---

Bereitgestellt von  
 Google Forms

# E. Anhang – Wiederholungsfragen im Robotikunterricht



Coding mit Lego Mindstorms EV3

Score: \_\_\_\_\_

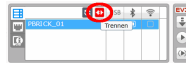
1. Wie nennt man die zentrale **Steuereinheit** eines **Lego-Mindstorms-EV3-Roboters**?  
(**Mehrfachnennungen** sind möglich bzw. notwendig!)

- ☐ A Stein
- ☐ B Hauptplatine
- ☐ C Brick
- ☐ D Sensomoto
- ☐ E Motherboard



2. Wie kann eine **Verbindung** zwischen dem **PC** und einem **Lego Mindstorm** hergestellt werden?

- ☐ A über WLAN
- ☐ B via Infrarot
- ☐ C mittels USB-Kabel
- ☐ D via Bluetooth
- ☐ E über das Stromnetz



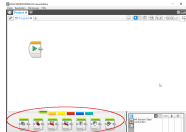
3. Ein **Programm** kann aus mehreren **Projekten** bestehen.

- ☐ A True
- ☐ B False



4. Wo befinden sich die zum **Coden** notwendigen **Programmierblöcke**?

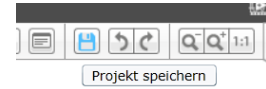
- ☐ A in der Lobby
- ☐ B in der Palette
- ☐ C in der Symbolleiste
- ☐ D auf der Hardware-Seite
- ☐ E in einer Rubrik



## E. Anhang – Wiederholungsfragen im Robotikunterricht

5. Die Lego-Mindstorms-EV3-Software am PC **speichert** alle Änderung im laufenden Projekt automatisch im Hintergrund.

- ☐ A True
- ☐ B False



6. Wie nennt man die **Schaltfläche** unten links, mit denen man fast alle Programmierblöcke einstellen ("konfigurieren") kann?

---

---

---

---



7. Welche **Tasten** gibt es nicht auf einem EV3-Stein?

- ☐ A Strg-Tasten
- ☐ B Mittlere Taste
- ☐ C Zurück-Taste
- ☐ D Shift-Taste
- ☐ E Nach-rechts-Taste



8. An **Anzeige**-Blöcke kann Text über **Datenleitungen** geschickt werden.

- ☐ A True
- ☐ B False



9. Wie viele **Zeilen** bzw. **Spalten** hat der Display eines EV3-Steins bei **normaler** Schriftgröße?

---



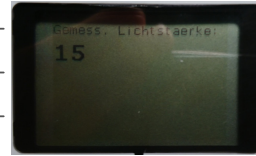
---



---

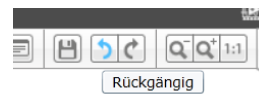


---



10. Auch bei der Lego-Mindstorms-EV3-Software kann man die Funktion **Rückgängig** verwenden, um den zuletzt ausgeführten Befehl zu widerrufen.

- ☐ A True
- ☐ B False



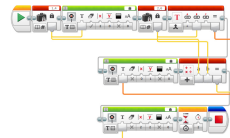
11. Wofür kann man **Konstanten** sinnvoll einsetzen?

- ☐ A für **veränderliche** Werte, die an **mehreren** Programmstellen verwendet werden
- ☐ B für **unveränderliche** Werte, die an **mehreren** Programmstellen verwendet werden
- ☐ C um **veränderliche** Werte leicht auffindbar am **Anfang** des Programms festzulegen
- ☐ D um **unveränderliche** Werte leicht auffindbar am **Anfang** des Programms festzulegen



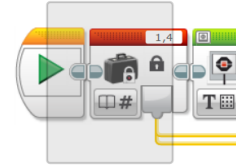
12. Programmierblöcke müssen **direkt nebeneinander** anliegen, damit sie alle ausgeführt werden.

- ☐ A True
- ☐ B False



13. Wie können in der EV3-Programmierungsumgebung mehrere Blöcke ausgewählt werden?

- (A) Mit der linken Maustaste lässt sich im *Auswählen*-Modus ein **Rechteck** über alle gewünschten Programmierblöcke spannen, die nach dem Loslassen der Maustaste ausgewählt sind.
- (B) Es kann immer **nur ein einziger** Programmierblock ausgewählt werden, mehrere gleichzeitig sind nicht möglich.
- (C) Bei gedrückter **Strg-Taste** lassen sich nacheinander alle Blöcke auswählen, indem auf sie mit der linken Maustaste geklickt wird.
- (D) Es kann immer nur der **gesamte Programmstrang** ausgewählt werden.



14. Wie viel ist der Betrag von -6?

---



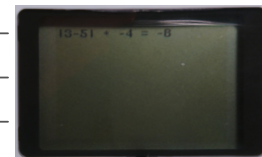
---



---

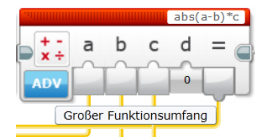


---



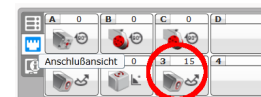
15. Welche Rechnungsarten beherrscht dein EV3-Stein?

- (A) Addition
- (B) Division
- (C) Wurzel ziehen
- (D) den Betrag einer Zahl berechnen



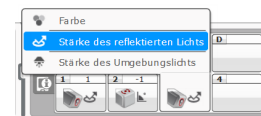
16. Wo lässt sich ablesen, welche Sensoren angeschlossen sind und welche Werte sie liefern?

- (A) in der Symbolleiste
- (B) im Programmierbereich
- (C) in der Lobby
- (D) unter der *Anschlussansicht* auf der Hardware-Seite
- (E) unter dem *Port View* auf dem EV3-Stein



17. Was kann ein Lichtsensor messen?

- (A) die **Stärke des reflektierten Lichts**
- (B) die **Stärke des Umgebungslichts**
- (C) den **Abstand** zum Untergrund
- (D) die **Farbe** des Untergrunds



18. Mit der Tastenkombination Linke Taste + Mittlere Taste + Zurück-Taste auf dem EV3-Stein lässt sich ein Neustart des Bricks erzwingen.

- ☐ A True
- ☐ B False



19. Welche **Kontrollstruktur** wird benötigt, wenn ein oder mehrere Programmierblöcke mehrmals hintereinander ausgeführt werden sollen?

---



---



---



---



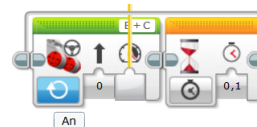
20. Was kann einen **Schleifenabbruch** bewirken?

- ☐ A bestimmte Werte eines **Sensors**
- ☐ B bestimmte Werte eines **Motors**
- ☐ C die **Zeit**
- ☐ D eine eingehende Datenleitung mit einem anliegenden **logischen** Wert
- ☐ E eine eingehende Datenleitung mit einem anliegenden **numerischen** Wert
- ☐ F der **Akkustand**
- ☐ G die **Stein-Tasten**



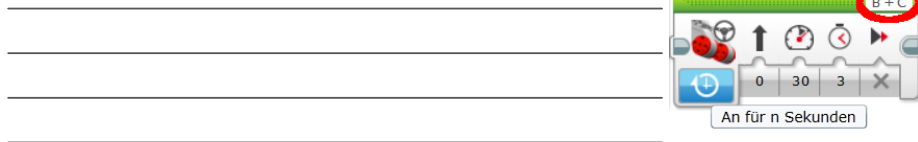
21. Die beiden **großen Motoren** für den Radantrieb deines Roboters lassen sich sowohl **getrennt** als auch **zusammen-koordiniert** steuern.

- ☐ A True
- ☐ B False

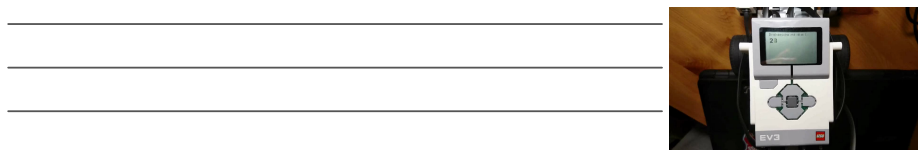


## E. Anhang – Wiederholungsfragen im Robotikunterricht

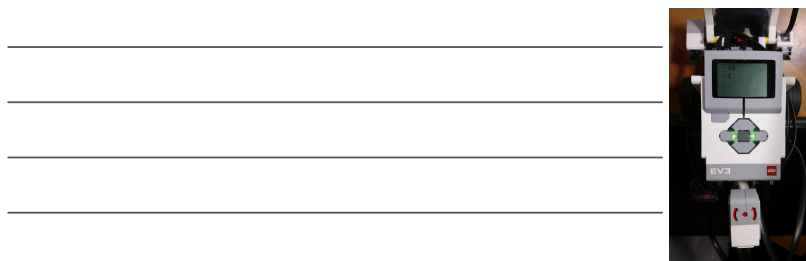
22. Wie heißt der Programmierblock, mit dem man beide Große Motoren **koordiniert** gemeinsam ansteuern kann?



23. Bei welchem Wert beschleunigt ein Motor **maximal nach vorne**?



24. Bei welchem Wert lenkt die Standardsteuerung **maximal nach links**?



25. Im Gegensatz zu Konstanten können **Variablen** jederzeit mit neuen Werten belegt werden.

- ☐ A True
- ☐ B False



26. Im Programmierbereich kann man rein- und rauszoomen.

- ☐ A True
- ☐ B False



27. Wie nennt man eine **Anmerkung zum Code**, der für einen selbst oder eine Kollegin bzw. einen Kollegen zu Informationszwecken bestimmt ist und beim Programmablauf ignoriert wird?

---



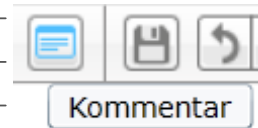
---



---



---



28. Sollen abhängig von einer Bedingung unterschiedliche Codeteile ausgeführt werden, verwendet man in Snap! eine **Fallunterscheidung**. Dein Mindstorm-Roboter nennt den entsprechenden Programmierblock ...

---



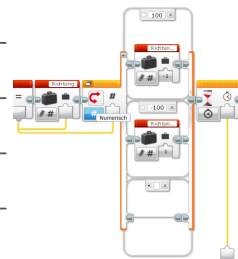
---



---

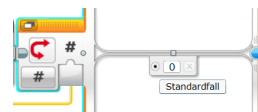


---



29. Bei einem Schalter wird der **Standardfall** genau dann ausgeführt, wenn keine andere Bedinungen zutrifft.

- ☐ A True
- ☐ B False



30. Wovon kann das Ergebnis von Fallunterscheidungen bei **Schaltern** abhängen?

- ☐ A von bestimmten Werten eines **Sensors**
- ☐ B von bestimmten Werten eines **Motors**
- ☐ C von der **Zeit**
- ☐ D von einem anliegenden **logischen** Wert
- ☐ E von einem anliegenden **logischen** Wert
- ☐ F vom der **Akkustand**
- ☐ G vom Status der **Stein-Tasten**





# Verwendete Literatur

## Hauptquellen

BAUR, Nina und Jörg BLASIUS (Hrsg.) (2014a): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2017): Verordnung des Bundesministers für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten über den Lehrplan der Polytechnischen Schule; BGBl II 236/1997 idF II 198/2017. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010046> (zuletzt abgerufen am 24.01.2019).

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018d): *Zahlenspiegel 2017*. URL: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/zahlenspiegel\\_2017.pdf?6mfso8](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/zahlenspiegel_2017.pdf?6mfso8) (zuletzt abgerufen am 03.07.2019).

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018e): Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur, mit der die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen erlassen und die Lehrpläne für den Religionsunterricht an den Neuen Mittelschulen bekannt gemacht werden; BGBl II 185/2012 idF II 230/2018. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850> (zuletzt abgerufen am 11.01.2019).

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018f): Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen; BGBl 88/1985 idF II 230/2018. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/Gelten deFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> (zuletzt abgerufen am 02.01.2019).

## Verwendete Literatur

- CORAZZA, Rupert (2019): Interview zum Thema Lernroboter als Unterrichtsmittel für Sonder- und Integrationsschülerinnen und -schüler in Österreich vom 18. März 2019. Eigene Transkription. Wien.
- GRIFFIN, Terry (2015): *Programmieren lernen mit EV3: Vom Einsteiger zum Meisterprogrammierer mit LEGO® MINDSTORMS® EV3*. Heidelberg: dpunkt.verlag.
- HANDL, Andreas und Torben KUHLENKASPER (2018): *Einführung in die Statistik – Theorie und Praxis mit R*. 3., überarb. dt.-sprachige Ausg. / besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Berlin: Springer Spektrum. DOI: 10.1007/978-3-662-56440-0.
- HATTIE, John (2015): *Lernen sichtbar machen*. 3., überarb. dt.-sprachige Ausg. / besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- HUBWIESER, Peter (2007): *Didaktik der Informatik - Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. 3. Aufl. Springer-Lehrbuch. Berlin [u.a.]: Springer.
- KOHLER, Judith-Eckle und Michael KOHLER (2017): *Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen*. 3., überarbeitete und ergänzte Auflage. Berlin: Springer Spektrum. DOI: 10.1007/978-3-662-54094-7.
- KUNTER, Mareike und Ulrich TRAUTWEIN (2013): *Psychologie des Unterrichts*. StandardWissen Lehramt. Paderborn: Verlag Ferdinand Schöningh.
- ÖSTERREICHISCHES PARLAMENT (Hrsg.) (2018a): Bundesgesetz über die Ordnung von Unterricht und Erziehung in den im Schulorganisationsgesetz geregelten Schulen (Schulunterrichtsgesetz), BGBl 472/1986 idF I 35/2018. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40196983/NOR40196983.html> (zuletzt abgerufen am 27.12.2018).
- ÖSTERREICHISCHES PARLAMENT (Hrsg.) (2018b): Bundesgesetz vom 25. Juli 1962 über die Schulorganisation (Schulorganisationsgesetz), BGBl 242/1962 idF I 35/2018. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009265> (zuletzt abgerufen am 27.12.2018).
- ROGERS, Carl. R. (1984): *Freiheit und Engagement: personenzentriertes Lehren und Lernen*. München: Kösel-Verlag.
- ROGERS, Carl. R. (1988): *Lernen in Freiheit – Zur inneren Reform von Schule und Universität*. Frankfurt/Main: Fischer Taschenbuch Verlag.

- SAUER, Sebastian (2019): *Moderne Datenanalyse mit R – Daten einlesen, aufbereiten, visualisieren, modellieren und kommunizieren*. Hrsg. v. FOM Hochschule für OEKONOMIE & MANAGEMENT. FOM-Edition. Wiesbaden: Springer Gabler. DOI: 10.1007/978-3-658-21587-3.
- SCHRÖDER, Hartwig (2010): *Lernen – Lehren – Unterricht*. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. Berlin: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- STADLER, Andreas (2016): *Mein LEGO®-EV3-Buch: Eigene Roboter bauen und programmieren mit LEGO® MINDSTORMS®*. München: Hanser Verlag.
- TULODZIECKI, Gerhard, Bardo HERZIG und Sigrid BLÖMEKE (2017): *Gestaltung von Unterricht – Eine Einführung in die Didaktik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- WIATER, Werner (2013): Theorie der Schule. In: *Studienbuch Schulpädagogik*. Hrsg. v. Ludwig HAAG, Sibylle RAHM, Jürgen APEL und Werner SACHER. 5. Aufl. Stuttgart Bad Heilbrunn: UTB GmbH Klinkhardt.

## Weitere Quellen

- ANKI (Hrsg.) (2019): *Cozmo*. URL: <https://www.anki.com/en-us/cozmo> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- ARDUINO (Hrsg.) (2019): *Arduino*. URL: <https://www.arduino.cc> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- BACH, Katja (Hrsg.) (2019): *B.O.B.3*. URL: <https://www.bob3.org/de> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- BALDEH, Ablavie und David BALDEH (Hrsg.) (2018): *Die besten Lernroboter im Vergleich*. URL: <https://mein-roboterfreund.de/lernroboter> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- BARANOVSKIY, Evgeny (2011): Methodik zur automatisierten Extraktion und Klassifikation semistrukturierter Produkt- und Adressdaten aus Webseiten. Diplomarbeit. Universität Stuttgart. URL: [ftp://ftp.informatik.uni-stuttgart.de/pub/library/medoc.ustuttgart\\_fi/DIP-3171/DIP-3171.pdf](ftp://ftp.informatik.uni-stuttgart.de/pub/library/medoc.ustuttgart_fi/DIP-3171/DIP-3171.pdf) (zuletzt abgerufen am 02.07.2019).

## Verwendete Literatur

- BARGAGNA, S, E CASTRO, F CECCHI, G CIONI, P DARIO, M DELL'OMO, MC DI LIETO, E INGUAGGIATO et al. (2019): Educational robotics in Down syndrome: A feasibility study. In: *Technology, Knowledge and Learning* 24.2, S. 315–323.
- BARKER, Bradley S., Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK (Hrsg.) (2012): *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. eng. Hershey: IGI Global.
- BAUR, Nina und Jörg BLASIUS (2014b): Methoden der empirischen Sozialforschung – Ein Überblick. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori (2012): Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. In: *Computers & Education* 58.3, S. 978–988. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.10.006. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511002508>.
- BERG, Tessa, Alexander SHARPE und Emma AITKIN (2018): Females in computing: Understanding stereotypes through collaborative picturing. eng. In: *Computers & Education* 126, S. 105–114.
- BERS, Marina Umaschi und Alyssa B. ETTINGER (2012): Programming Robots in Kindergarten to Express Identity: An Ethnographic Analysis. eng. In: *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. Hrsg. v. Bradley S. BARKER, Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK. Hershey: IGI Global.
- BEYWL, Wolfgang (Hrsg.) (2019): *Lernen sichtbar machen – 250+Faktorenliste*. URL: [https://www.lernensichtbarmachen.ch/wp-content/uploads/2018/11/Faktorenliste\\_Mai-2018.pdf](https://www.lernensichtbarmachen.ch/wp-content/uploads/2018/11/Faktorenliste_Mai-2018.pdf) (zuletzt abgerufen am 31.03.2019).
- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019a): *Ziele – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: <https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Ziele> (zuletzt abgerufen am 13.07.2019).
- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019b): *Computerunterstützung – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: <https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Computerunterst%C3%Bctzung> (zuletzt abgerufen am 13.07.2019).

- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019c): *Meta-kognitive Strategien – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: [https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Meta-kognitive\\_Strategien](https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Meta-kognitive_Strategien) (zuletzt abgerufen am 13.07.2019).
- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019d): *Lerntagebuch – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: <https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Lerntagebuch> (zuletzt abgerufen am 13.07.2019).
- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019e): *Aufgabenbezogenes Lernen in Kleingruppen – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: [https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Aufgabenbezogenes\\_Lernen\\_in\\_Kleingruppen](https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Aufgabenbezogenes_Lernen_in_Kleingruppen).
- BEYWL, Wolfgang und Klaus ZIERER (Hrsg.) (2019f): *Peer-Tutoring – Lernen Sichtbar Machen Wiki*. URL: <https://web.fhnw.ch/plattformen/hattie-wiki/begriffe/Peer-Tutoring> (zuletzt abgerufen am 15.07.2019).
- BILDUNGSDIREKTION WIEN (Hrsg.) (2019): *Lernzieldifferente Anwendung des Regelschullehrplans*. URL: <http://www.schulentwicklung.at/joomla/images/stories/Zieldifferente%20Anwendung%20des%20Regelschullehrplans/Schulversuchsbeschreibung.pdf> (zuletzt abgerufen am 19.07.2019).
- BLÖMEKE, Sigrid und Christiane MÜLLER (2009): Zum Zusammenhang von Allgemeiner Didaktik und Lehr-Lernforschung im Unterrichtsgeschehen. In: *Perspektiven der Didaktik – Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*. Hrsg. v. Meinert A. MEYER, Manfred PRENZEL und Stephanie HELLEKAMPS, S. 239–258. DOI: 10.1007/978-3-531-91775-7.
- BRANDHOFER, Gerhard, Peter BAUMGARTNER, Martin EBNER, Nina KÖBERER, Christine TRÜLTZSCH-WIJNEN und Christian WIESNER (2019): Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. In: *Nationaler Bildungsbericht 2018 – Band 2: Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen*. Hrsg. v. Simone BREIT, Ferdinand EDER, Konrad KRAINER, Claudia SCHREINER, Andrea SEEL und Christiane SPIEL. Graz: Leykam. DOI: 10.17888/nbb2018-2-8. (Zuletzt abgerufen am 30.03.2019).
- BRANDT, Mathias (2019a): *Infografik: 300.000 Arbeitsplätze in Deutschland durch Roboter bedroht*. URL: <https://de.statista.com/infografik/18549/stellenabbau-durch-moderne-robotertechnologie> (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).

## Verwendete Literatur

- BRANDT, Mathias (2019b): *Infografik: So viele Roboter kommen auf 10.000 Beschäftigte*. URL: <https://de.statista.com/infografik/13676/roboterdichte-in-der-fertigungsindustrie> (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- BREUER, Johannes (2010): *Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning*. Bd. 41. LfM-Dokumentation. Düsseldorf: Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen (LfM). URL: <https://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Publikationen-Download/Doku41-Spielend-Lernen.pdf> (zuletzt abgerufen am 16.02.2019).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG (Hrsg.) (2016): *Schulformensystematik 2016/17*. URL: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/schulformensystematik\\_201617.pdf?6kdmev](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/schulformensystematik_201617.pdf?6kdmev) (zuletzt abgerufen am 28.12.2018).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2016): Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 24. Juni 1974 über die Leistungsbeurteilung in Pflichtschulen sowie mittleren und höheren Schulen (Leistungsbeurteilungsverordnung); BGBl 371/1974 idF II 424/2016. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009375> (zuletzt abgerufen am 26.01.2019).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018a): *Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Allgemein bildende Schulen*. URL: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/abs/abs.html> (zuletzt abgerufen am 30.12.2018).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018b): *Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Unterricht und Schule*. URL: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/index.html> (zuletzt abgerufen am 02.01.2019).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2018c): *Das österreichische Bildungssystem*. URL: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/bildungswege2018\\_grafik.pdf?6g0eth](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/bw/ueberblick/bildungswege2018_grafik.pdf?6g0eth) (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (Hrsg.) (2019): *Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung: Österreichische Auslandsschulen*. URL: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schulen/ausland/oesterr\\_auslandsschulen.html](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schulen/ausland/oesterr_auslandsschulen.html) (zuletzt abgerufen am 04.07.2019).

- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, Wissenschaft und Forschung – Abteilung Sonderpädagogik und Inklusion (Hrsg.) (2019): *cisOnline :: Sonderschul- lehrpläne*. URL: <https://www.cisonline.at/sonderschullehrplaene> (zuletzt abgerufen am 19.07.2019).
- CALLIOPE (Hrsg.) (2019): *Calliope*. URL: <https://calliope.cc> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- ÇANKAYA, Serkan, Gürhan DURAK und Eyup YÜNKÜL (2017): Education on Programming with Robots: Examining Students’ Experiences and Views. In: *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry* 8, S. 428–445. DOI: 10.17569/tojqi.343218.
- ČAPEK, Karel (1933): O slově robot. In: *Lidové noviny* 24, S. 1213–1385.
- CHETTY, Jacqui (2015): The notion of Lego® Mindstorms as a powerful pedagogical tool : scaffolding learners through computational thinking and computer programming. eng. In: 10, S. 69–84. URL: [http://reference.sabinet.co.za/webx/access/electronic\\_journals/jitl1/jitl1\\_v10\\_a5.pdf](http://reference.sabinet.co.za/webx/access/electronic_journals/jitl1/jitl1_v10_a5.pdf).
- CLEMENTONI (Hrsg.) (2019): *Evolution Roboter*. URL: <https://www.clementoni.com/de/59031-evolution-roboter> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- DALAKOV, Georgi (2019): *The ROBOT of Karel Čapek*. URL: <http://history-computer.com/Dreamers/Capek.html> (zuletzt abgerufen am 16.02.2019).
- DALE, E (1954): *Cone of learning, Audio-Visual Methods in Teaching; revised*. Holt, Rinehart & Winston.
- DBAUMI (2013): *Erfahrungskegel nach Dale (1954)*. URL: <https://de.wikiversity.org/wiki/Datei:Dalekegel.png> (zuletzt abgerufen am 27.01.2019).
- DIETRICH, Georg (1972): Zur schulischen Leistungsmotivation im Altersbereich der Sekundarstufe. In: *Unterrichtspsychologie der Sekundarstufe*. Hrsg. v. Georg DIETRICH. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer, S. 42–64.
- DÜBENER, Saskia Uta, Anina Ambra MORGNER, Hans Felix HAUPT, Maximilian Hugo VOLK, Chiara Chantal FISCHER, Simon Konstantin LANGNER und Anton JACKER (2017): Gegenüberstellung von kostengünstigen Robotern als Lernobjekte für Schulen. In: *Informatik 2017, Chemnitz, Deutschland, 25.-29. September 2017. Proceedings*. Hrsg. v. Maximilian EIBL und Martin GAEDKE. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), S. 2461–2472. DOI: 10.18420/in2017\_250.

## Verwendete Literatur

- ECKARDT, Georg (2010): *Kernprobleme in der Geschichte der Psychologie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- ECO, Umberto (1990): *Wie man eine wissenschaftliche Abschlußarbeit schreibt – Doktor-, Diplom- u. Magisterarbeit in d. Geistes- u. Sozialwiss.* 3., durchgesehen Aufl. d. deutschen Ausg. Heidelberg: C. F. Müller Juristischer Verlag GmbH.
- EDER, Ferdinand und Franz HOFMANN (2012): Überfachliche Kompetenzen in der österreichischen Schule: Bestandsaufnahme, Implikationen, Entwicklungsperspektiven. In: *Nationaler Bildungsbericht 2012 – Band 2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen*. Hrsg. v. Barbara HERZOG-PUNZENBERGER. Graz: Leykam. URL: [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/nbb\\_2012\\_b02\\_kapitel02\\_23886.pdf?61ecac](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/nbb_2012_b02_kapitel02_23886.pdf?61ecac) (zuletzt abgerufen am 26.01.2019).
- EGUCHI, Amy (2012): Education Robotics Theories and Practice: Tips for how to do it Right. eng. In: *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. Hrsg. v. Bradley S. BARKER, Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK. Hershey: IGI Global.
- EIFLER, Stefanie (2014): Experiment. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- EIMLER, Sabrina, Astrid VON DER PÜTTEN und Nicole KRÄMER (2010): Lernen zum Anfassen: Ein Lernroboter in der Schule. In: *i-com* 9.2, S. 38–45.
- ENGEL, Uwe und Björn Oliver SCHMIDT (2014): Unit- und Item-Nonresponse. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- FASSMANN, Heinz (2019): Frauen in Mint-Studien: Viel erreicht, noch viel zu tun. URL: <https://www.derstandard.at/story/2000101186949/frauen-in-mint-studien-viel-erreicht-noch-viel-zu-tun> (zuletzt abgerufen am 06.07.2019).
- FAULBAUM, Frank (2014): Total Survey Error. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.

- FRANZEN, Axel (2014): Antwortskalen in standardisierten Befragungen. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- FRASER, Barry J, Herbert J WALBERG, Wayne W WELCH und John A HATTIE (1987): Syntheses of educational productivity research. In: *International journal of educational research* 11.2, S. 147–252.
- FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTELLIGENTE ANALYSE- UND INFORMATIONSSYSTEME IAIS (Hrsg.) (2019): Roberta-Evaluation 2018. URL: [https://www.roberta-home.de/fileadmin/user\\_upload/News/Downloads/Roberta-Evaluation\\_2018.pdf](https://www.roberta-home.de/fileadmin/user_upload/News/Downloads/Roberta-Evaluation_2018.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- FRIEDRICHS, Jürgen (2014a): Ergebnispräsentation in der quantitativen Forschung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- FRIEDRICHS, Jürgen (2014b): Forschungsethik. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- GAUDIELLO, I. und E. ZIBETTI (2016): *Learning Robotics, with Robotics, by Robotics: Educational Robotics*. Bd. 3. Wiley Blackwell, S. 1–224.
- GOOGLE INC. (Hrsg.) (2019): *Google Ngram Viewer – educational robotics*. URL: [https://books.google.com/ngrams/graph?content=educational+robotics&year\\_start=1970&year\\_end=2008&corpus=15&smoothing=1&share=&direct\\_url=t1%3B%2Ceducational%20robotics%3B%2Cc0#t1%3B%2Ceducational%20robotics%3B%2Cc0](https://books.google.com/ngrams/graph?content=educational+robotics&year_start=1970&year_end=2008&corpus=15&smoothing=1&share=&direct_url=t1%3B%2Ceducational%20robotics%3B%2Cc0#t1%3B%2Ceducational%20robotics%3B%2Cc0) (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- GRANDGENETT, Neal, Elliott OSTLER, Neal TOPP und Robert GOEMAN (2012): Robotics and Problem-Based Learning in STEM Formal Educational Environments. eng. In: *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. Hrsg. v. Bradley S. BARKER, Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK. Hershey: IGI Global.
- GRANDI, Raffaele, Riccardo FALCONI und Claudio MELCHIORRI (2014): Robotic Competitions: Teaching Robotics and Real-Time Programming with LEGO Mindstorms. eng. In: *IFAC Proceedings Volumes* 47.3, S. 10598–10603.

## Verwendete Literatur

- GRAVEN, Olaf Hallan und Dag Andreas Hals SAMUELSEN (2009): Low Cost Robots as Target System for Students Training Using Java. eng. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)* 5.4, S. 30–35. DOI: 10.3991/ijoe.v5i4.1120. URL: <https://doaj.org/article/c7fc7721663e410e9b4231a3b8e1d85a>.
- GRODDECK, Norbert (2002): *Carl Rogers – Wegbereiter der modernen Psychotherapie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgemeinschaft.
- GUEORGUIEV, I, C TODOROVA, P VARBANOV, P SHARKOV, G SHARKOV, C GIRVAN, N YIANNOUTSOU und M GRIZIOTI (2018): Educational robotics for communication, collaboration and digital fluency. eng. In: *Lepuschitz*. Springer. URL: [http://discovery.ucl.ac.uk/10065206/1/Girvan\\_Educational%2520Robotics%2520for%2520Creativity%2520Communication%2520Collaboration%2520and%2520Digital%2520Fluency-revised.pdf](http://discovery.ucl.ac.uk/10065206/1/Girvan_Educational%2520Robotics%2520for%2520Creativity%2520Communication%2520Collaboration%2520and%2520Digital%2520Fluency-revised.pdf).
- HÄDER, Michael und Sabine HÄDER (2014): Stichprobenziehung in der quantitativen Sozialforschung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- HANSON ROBOTICS (Hrsg.) (2019): *Little Sophia*. URL: <https://www.hansonrobotics.com/little-sophia-2> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- HARTMANN, Werner, Michael NÄF und Raimond REICHERT (2006): *Informatikunterricht planen und durchführen*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer.
- HATTIE, John (2014): *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen*. 1., überarb. dt.-sprachige Ausg. / besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- HLAWATSCH, Anja und Tino KRICKL (2014): Einstellungen zu Befragungen. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- HORÁKOVÁ, Jana (2011): Looking backward at the robot. In: *Research and Education in Robotics-EUROBOT 2011: International Conference, Prague, Czech Republic, June 15-17, 2011. Proceedings*. Hrsg. v. David OBDRALEK und Achim GOTTSCHER. Bd. 161. Communications in Computer and Information Science. Springer Science & Business Media, S. 1–9. DOI: 10.1007/978-3-642-21975-7\_1.

- HUIJNEN, Claire A. G. J., Monique A. S. LEXIS, Rianne JANSSENS und Luc P. de WITTE (2016): Mapping Robots to Therapy and Educational Objectives for Children with Autism Spectrum Disorder. In: *Journal of Autism and Developmental Disorders* 46.6, S. 2100–2114. DOI: 10.1007/s10803-016-2740-6.
- HUMBERT, Ludger (2006): *Didaktik der Informatik*. 2. Aufl. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: Teubner Verlag.
- IGI GLOBAL (Hrsg.) (2019): *What is Educational Robotics*. URL: <https://www.igi-global.com/dictionary/educational-robotics/47284> (zuletzt abgerufen am 16.02.2019).
- IMHOF, Margarete (2013): *Psychologie für Lehramtsstudierende*. ger. 3., durchgesehene Auflage. Basiswissen Psychologie. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-531-19861-3.
- KELLER, John M. (1987): Strategies for stimulating the motivation to learn. In: *Performance + Instruction* 26.8, S. 1–7. DOI: 10.1002/pfi.4160260802. eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/pfi.4160260802>. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pfi.4160260802>.
- KIESL, Hans (2014): Gewichtung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- KINEMATICS (Hrsg.) (2019): *My First Robot*. URL: <https://www.tinkerbots.com/de/shop/my-first-robot> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- KISS INSTITUTE FOR PRACTICAL ROBOTICS (Hrsg.) (2019): *Botball*. URL: <https://www.kipr.org/botball> (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- KISS, G (2010): Using the Lego®-Mindstorm® kit in German Computer Science Education. eng. In: *2010 IEEE 8th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*. IEEE, S. 101–104.
- KLÖCKNER, Jennifer und Jürgen FRIEDRICHS (2014): Gesamtgestaltung des Fragebogens. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- KÜHNEL, Steffen und André DINGELSTEDT (2014): Kausalität. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS.

## Verwendete Literatur

- StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- LEISTIKOW, Daniela (2019): *Praxis-Test: Programmieren lernen mit dem Roboter Cue*. URL: <https://www.computerbild.de/artikel/cb-Tests-Internet-Praxis-Test-Cue-Programmieren-lernen-22938167.html> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- LÜCK, Detlev und Uta LANDROCK (2014): Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der quantitativen Sozialforschung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- MAIER, Helmut (2016): *Grundlagen der Robotik*. Berlin: VDE Verlag.
- MAJOR, L., T. KYRIACOU und O. P. BRERETON (2012): Systematic literature review: teaching novices programming using robots. In: *IET Software* 6.6, S. 502–513. DOI: 10.1049/iet-sen.2011.0125.
- MARGOLIUS, Ivan (2017): *The Robot of Prague*. URL: <https://czechfriends.net/images/RobotsMargoliusJul2017.pdf> (zuletzt abgerufen am 16.02.2019).
- MCGRATH, Elisabeth, Susan LOWES, Mercedes MYKAY, Jason SAYRES und Peiyi LIN (2012): Robots Underwater! Learning Science, Engineering and 21<sup>st</sup> Century Skills: The Evolution of Curricula, Professional Development and Research in Formal and Informal Contexts. eng. In: *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. Hrsg. v. Bradley S. BARKER, Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK. Hershey: IGI Global.
- MICRO:BIT-STIFTUNG (Hrsg.) (2019): *micro:bit*. URL: <https://www.microbit.org/de> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- MODROW, Eckart und Kerstin STRECKER (2016): *Didaktik der Informatik*. 1. Aufl. De Gruyter Studium. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.
- MOTSCHNIG, Renate und Ladislav NYKL (2014): *Person-centred communication: Theory, skills and practice*. McGraw-Hill Education. URL: <http://search-ebscohost-com.uaccess.univie.ac.at/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=524701&site=ehost-live>.
- MÜHLICHEN, Andreas (2014): Informationelle Selbstbestimmung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS.

- StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- MUNDO READER (Hrsg.) (2019): *Zowi*. URL: <https://www.bq.com/de/zowi> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- NANJING AVATAR MIND ROBOT TECHNOLOGY (Hrsg.) (2019): *iPal robots*. URL: <https://www.ipalrobot.com> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- NELSON, Carl A. (2012): Generating Transferable Skills in STEM through Educational Robotics. eng. In: *Robots in K-12 education: a new technology for learning*. Hrsg. v. Bradley S. BARKER, Gwen NUGENT, Neal GRANDGENETT und Viacheslav I. ADAMCHUK. Hershey: IGI Global.
- NEPPEL, Martin (2014): Robotereinsatz im Schulunterricht. Diplomarbeit. Technische Universität Graz. URL: <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=576a8705d3044&location=browse> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- NEUMANN, B. (1998): Roboter. In: *Lexikon Informatik und Datenverarbeitung*. Hrsg. v. Hans-Jochen SCHNEIDER. 4. Aufl. Berlin/Boston: De Gruyter Oldenbourg, S. 729.
- NEWELL, A. (1990): *Unified theories of cognition*. Englisch. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- ONLY, H. Peter und Karsten WEBER (2014): Informationsquellen und Informationsaustausch. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- ÖSTERREICHISCHER VERWALTUNGSGERICHTSHOF (Hrsg.) (2010): VwGH 25.02.2010, 2010/09/0002, Rechtssatz 1. URL: [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Vwgh/JWR\\_2010090002\\_20100225X01/JWR\\_2010090002\\_20100225X01.html](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Vwgh/JWR_2010090002_20100225X01/JWR_2010090002_20100225X01.html) (zuletzt abgerufen am 27.12.2018).
- PARK, I., D. KIM, J. OH, Y. JANG und K. LIM (2015): Learning effects of pedagogical robots with programming in elementary school environments in Korea. In: *Indian Journal of Science and Technology* 8.26.
- PETERS, Lina, Nick FAHRENDORFF, Dennis DEBEYE und Dennis ALT (2018): Nutzung von Robotern im Informatikunterricht – ein Lösungsvorschlag. Bonn. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Lina\\_Peters/publication/](https://www.researchgate.net/profile/Lina_Peters/publication/)

## Verwendete Literatur

- 328880952\_Nutzung\_von-Robotern\_im-Informatikunterricht\_-\_ein\_Losungsvorschlag/links/5be95e6092851c6b27b89b8b/Nutzung-von-Robotern-im-Informatikunterricht-ein-Loesungsvorschlag.pdf (zuletzt abgerufen am 16.02.2019).
- PHOTON ENTERTAINMENT (Hrsg.) (2019): *Photon robots*. URL: [https://photonrobot.com/?utm\\_source=Robots.nu](https://photonrobot.com/?utm_source=Robots.nu) (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- POLYTECHNISCHE SCHULE UND FACHMITTELSCHULE WIEN XXIII (Hrsg.) (2019): *Studenten- und Fachmittelschulen Wien*. URL: <http://www.fms-wien.eu/infos/infos.html> (zuletzt abgerufen am 25.01.2019).
- PORST, Rolf (2014): Frageformulierung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- PRACTICAL ROBOTIC INSTITUTE AUSTRIA und SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA (Hrsg.) (2019): *Conference on Robotics in Education – Conference on Robotics in Education*. URL: <http://rie2019.info> (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- PRACTICAL ROBOTICS INSTITUTE AUSTRIA (Hrsg.) (2019a): *ECER – PRIA*. URL: [https://pria.at/ecer/?noredirect=de\\_DE](https://pria.at/ecer/?noredirect=de_DE) (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- PRACTICAL ROBOTICS INSTITUTE AUSTRIA (2019b): *TIE - Technologies in Education*. URL: <https://tie.wien> (zuletzt abgerufen am 30.06.2019).
- RASPBERRY PI FOUNDATION (Hrsg.) (2019): *Raspberry Pi*. URL: <https://www.raspberrypi.org> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- REINECKE, Jost (2014): Grundlagen der standardisierten Befragung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- RIEDMANN-FLATZ, Sylvia (2015): *Gesamtschule: Acht Jahre (fast) gemeinsam lernen*. URL: [https://diepresse.com/home/bildung/schule/4892787/Gesamtschule\\_Acht-Jahre-fast-gemeinsam-lernen](https://diepresse.com/home/bildung/schule/4892787/Gesamtschule_Acht-Jahre-fast-gemeinsam-lernen) (zuletzt abgerufen am 30.12.2018).

- ROBOTICAL (Hrsg.) (2019): *Marty*. URL: <https://robotical.io> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- ROBOTXPERIENCE (Hrsg.) (2019a): *Lego® robotics*. URL: <https://robots.nu/en/brand/Lego-Robotics> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- ROBOTXPERIENCE (Hrsg.) (2019b): *Norby*. URL: <https://robots.nu/en/robot/norby> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- SCHRÖDER, Hartwig (2015): *Didaktisches Wörterbuch*. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- SCHUBERT, Sigrid und Andreas SCHWILL (2011): *Didaktik der Informatik*. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- SCHUPP, Jürgen (2014): Paneldaten für die Sozialforschung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- SHENZHEN LEMAKER TECHNOLOGY CO. (Hrsg.) (2019): *LeMakers – the Single Board Computers Community*. URL: <http://www.lemaker.org/> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- SOFTBANK ROBOTICS (Hrsg.) (2019): *Pepper and NAO in the service of Education and Research*. URL: <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/industries/education-and-research> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).
- STATISTIK AUSTRIA (2018): *Schulen im Schuljahr 2017/18 nach Schultypen*. URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bildung\\_und\\_kultur/formales\\_bildungswesen/schulen\\_schulbesuch/020953.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/020953.html) (zuletzt abgerufen am 30.12.2018).
- STATISTIK AUSTRIA (2019a): *Ein Blick auf die Gemeinde Gramais*. URL: <http://www.statistik.at/blickgem/G0201/g70812.pdf> (zuletzt abgerufen am 06.07.2019).
- STATISTIK AUSTRIA (2019b): *Gemeinden*. URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/klassifikationen/regionale\\_gliederungen/gemeinden/index.html](https://www.statistik.at/web_de/klassifikationen/regionale_gliederungen/gemeinden/index.html) (zuletzt abgerufen am 11.07.2019).

## Verwendete Literatur

- STEIN, Petra (2014): Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- STERLING, Leon (2015): *Five reasons to teach robotics in schools*. URL: <https://theconversation.com/five-reasons-to-teach-robotics-in-schools-49357> (zuletzt abgerufen am 28.07.2019).
- TECHNOLOGY E.V., HANDS on (Hrsg.) (2019): *Forschungs- und Roboterwettbewerb - FIRST LEGO® League*. URL: <https://www.first-lego-league.org/de> (zuletzt abgerufen am 11.07.2019).
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (1990): *Richtlinie 2860*. Industrienorm.
- VEREIN WIENER BILDUNGSSERVER (2018a): *Roboter-Überblickstabelle*. URL: <http://lehrerweb.wien/fileadmin/lehrerweb-redakteure/PDFs/RoboterUebersicht-neu.pdf> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- VEREIN WIENER BILDUNGSSERVER (2018b): *Roboter-Test*. URL: <https://lehrerweb.wien/praxis/roboter-test> (zuletzt abgerufen am 17.02.2019).
- VIELHABER, Christian (1999): Vermittlung und Interesse – Zwei Schlüsselkategorien fachdidaktischer Grundlagen im Geographieunterricht. In: *Geographiedidaktik kreuz und quer : vom Vermittlungsinteresse bis zum Methodenstreit – von der Spurensuche bis zum Raumverzicht*. Hrsg. v. Christian VIELHABER. Materialien zur Didaktik der Geographie und Wirtschaftskunde. Wien: Inst. für Geographie d. Univ. Wien.
- WAGNER, Pia und Linda HERING (2014): Online-Befragung. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- WEICHBOLD, Martin (2014): Pretest. In: *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Hrsg. v. Nina BAUR und Jörg BLASIUS. StandardWissen Lehramt. Wiesbaden: Springer Fachmedien. DOI: 10.1007/978-3-531-18939-0.
- WERKSCHULHEIM FELBERTAL (Hrsg.) (2019): *Gymnasium – Studentafel*. URL: <https://werkschulheim.at/studentafel-100.html> (zuletzt abgerufen am 15.03.2019).

WONDER WORKSHOP (Hrsg.) (2019): *Cue*. URL: <https://www.makewonder.de/cue> (zuletzt abgerufen am 18.02.2019).

WUNDT, W. (1897): *Grundriß der Psychologie*. 2. Aufl. Leipzig: Engelmann.



# Abbildungsverzeichnis

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1. Lernroboter im Überblick . . . . .                                    | 7   |
| 2.2. Übersicht über das österreichische Schulsystem . . . . .              | 9   |
| 4.1. Erfahrungskegel von DALE (1954) . . . . .                             | 45  |
| 4.2. Faktorenliste von “Visible Learning” . . . . .                        | 53  |
| 4.3. Angeleiteter Coding-Bereich der Lernwebsite . . . . .                 | 63  |
| 4.4. Anregungen zur Führung des Lerntagebuchs . . . . .                    | 64  |
| 5.1. Rücklauf nach Bundesländern . . . . .                                 | 80  |
| 5.2. Rücklauf nach Schulform und Geschlecht . . . . .                      | 82  |
| 5.3. Lehrfächerverteilung der Umfrageteilnehmerinnen und teilnehmer        | 84  |
| 5.4. Klarheit über die Begriffe „Lernroboter“ bzw. “educational robotics”  | 86  |
| 5.5. Erfolgreicher Einsatz von Lernrobotern . . . . .                      | 87  |
| 5.6. Robotikunterrichtserfahrung nach Dienstalter . . . . .                | 88  |
| 5.7. Einschätzung der Sinnhaftigkeit der Nutzung von Lernrobotern .        | 90  |
| 5.8. Treibende Faktoren für den Einsatz von Lernrobotern . . . . .         | 91  |
| 5.9. Bisherige Hindernisse der Roboterverwendung . . . . .                 | 92  |
| 5.10. Einsatz von Lernrobotern nach Schulstufen . . . . .                  | 96  |
| 5.11. Motive für den Einsatz von Lernrobotern . . . . .                    | 97  |
| 5.12. Zukunftsargument nach Schulstufe . . . . .                           | 99  |
| 5.13. Einsatz von Lernrobotern nach Bundesländern . . . . .                | 100 |
| 5.14. Verwendung nach Produkten und Typen . . . . .                        | 102 |
| 5.15. Unterrichtsfächer mit pädagogischem Einsatz von Robotern . . . .     | 103 |
| 5.16. Eigene Freude der Lehrpersonen aufgeschlüsselt nach Begriffsklarheit | 104 |
| 5.17. Eigene Freude der Lehrpersonen aufgeschlüsselt nach Schulstufen      | 105 |
| 5.18. Freude der Schülerinnen und Schüler nach Schultyp . . . . .          | 106 |
| 5.19. Freude der Schülerinnen und Schüler nach Schulstufe . . . . .        | 107 |
| 5.20. Freude der Jugendlichen und Lehrpersonen . . . . .                   | 108 |
| 5.21. Lernfortschritte nach Bundesländern . . . . .                        | 109 |
| 5.22. Lernfortschritte im Zusammenhang mit -freude . . . . .               | 110 |



# Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Anzahl der Schulen nach Schularten im Schuljahr 2017/18<br>österreichweit . . . . .                                 | 10 |
| 3.1. Für den Einsatz von Lernrobotern geeignete Unterrichtsfä-<br>cher an NMS . . . . .                                  | 20 |
| 3.2. Stundentafel der Unterstufe für den Pflichtgegenstand Tech-<br>nisches Werken bzw. Textiles Werken an AHS . . . . . | 31 |
| 3.3. Beiträge zu den Bildungsbereichen durch den Einsatz von<br>Lernrobotern im Unterrichtsfach Informatik . . . . .     | 33 |
| 5.1. Kontaktaufnahme zu Schulen . . . . .                                                                                | 77 |
| 5.2. Kontaktaufnahme zu Lehrpersonen . . . . .                                                                           | 79 |
| 5.3. Stichprobe nach Schulformen . . . . .                                                                               | 81 |