

Plangg, Simon

Interdisziplinärer Mathematikunterricht mit programmierbaren Robotern

Nagele, Fabio [Hrsg.]; Greiner, Ulrike [Hrsg.]; Ivanova, Mishela [Hrsg.]; Windischbauer, Elfriede [Hrsg.]: Salzburger Bildungslabore. Konzepte und Innovationen an der Schnittstelle Lehrer:innenbildung und Praxisfeld Schule. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 231-241



Quellenangabe/ Reference:

Plangg, Simon: Interdisziplinärer Mathematikunterricht mit programmierbaren Robotern - In: Nagele, Fabio [Hrsg.]; Greiner, Ulrike [Hrsg.]; Ivanova, Mishela [Hrsg.]; Windischbauer, Elfriede [Hrsg.]: Salzburger Bildungslabore. Konzepte und Innovationen an der Schnittstelle Lehrer:innenbildung und Praxisfeld Schule. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 231-241 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-330047 - DOI: 10.25656/01:33004; 10.35468/6163-14

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-330047>

<https://doi.org/10.25656/01:33004>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechtsinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Simon Plangg

Interdisziplinärer Mathematikunterricht mit programmierbaren Robotern

Zusammenfassung

Die Idee dieses Projekts ist es, den beteiligten Schüler:innen und Studierenden Interdisziplinarität erfahrbar zu machen, indem sie einen fahrbaren Roboter programmieren. Ausgehend von zumeist mathematischen Themen entwickeln Studierende im Rahmen einer fachdidaktischen Lehrveranstaltung des Lehramtsstudiums für das Unterrichtsfach Mathematik Aufgaben und Materialien für den Unterrichtseinsatz, die sodann nach Möglichkeit an einer Schule erprobt und evaluiert werden. Die Schüler:innen beteiligen sich, indem sie diese Lernumgebungen in Form von Projekttagen an der Schule nutzen. Zahlreiche Schulen, Schüler:innen und Studierende haben sich an diesem Projekt seit dem Start im Wintersemester 2019/20 beteiligt. Der vorliegende Beitrag zeigt neben beispielhaften Möglichkeiten interdisziplinärer Ansätze hinsichtlich des Lernens im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich auch erste Ergebnisse zur Ausgestaltung der Interdisziplinarität sowohl aus der Sicht der beteiligten Schüler:innen, als auch aus jener der Studierenden auf. Eine Auseinandersetzung mit Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Projekts bildet den Abschluss der Ausführungen.

1 Einleitung

Fortschreitender digitaler Wandel verändert die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt sowie die Anforderungen an eine vollständige Teilhabe in diesen Bereichen (Europäische Kommission, 2020). Im Bildungssystem ist daher ein besonderer Fokus auf den Erwerb von Wissen und die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) zu legen (Rat der Europäischen Union, 2018). Dabei ist es wichtig, die Verbindungen zwischen den genannten Fächern zu berücksichtigen und den Lernenden das Sammeln von Erfahrungen im Bereich der künstlichen Intelligenz oder im Umgang mit Robotern zu ermöglichen (European Commission, 2019). Die Verwendung von Robotern für unterrichtliche Zwecke – bekannt unter der Phrase „Educational Robotics“ (ER) – bezeichnet dabei einen Ansatz, welcher

dieser Forderung nachkommt und mehr und mehr – auch in der Forschung – an Bedeutung gewinnt. Der Umgang mit diesen Geräten, insbesondere das Programmieren von solchen, adressiert informatische Inhalte und Konzepte. Bildungspolitische Initiativen, die solche Konzepte in das Bildungssystem integrieren wollen, haben in den letzten Jahren an Dynamik gewonnen und in vielen Ländern zu Lehrplanreformen geführt (Hsu et al., 2019). Im österreichischen Schulsystem spiegelt sich diese Entwicklung im Bereich der Sekundarstufe im Lehrplan des Pflichtgegenstandes „Digitale Grundbildung“ wider. Im Rahmen des Kompetenzbereichs „Produktion“ geht es beispielsweise auch darum, Algorithmen zu entwerfen und zu programmieren (BMBWF, 2023). Das Ziel des Projekts ist es, den Beteiligten über einen fächerübergreifenden Zugang mathematische Begriffe und Sachverhalte erfahrbar zu machen. Dabei bearbeiten Schüler:innen im Rahmen eines problemorientierten Unterrichts Aufgaben, indem sie einen fahrbaren Roboter programmieren.

Es zeigt sich, dass der Einsatz von Robotern im MINT-Bereich bei den Lernenden kognitive, affektive sowie psychomotorische Aspekte positiv beeinflussen kann (Darmawansah et al., 2023). Auch für den Bereich der Mathematik sind unter Verwendung derartiger technologischer Hilfsmittel bereits vielversprechende Ergebnisse dokumentiert, wie (a) das Verstehen von mathematischen Konzepten, beispielsweise Winkel, Funktionen, Proportionen, (b) die Veränderung von Einstellungen und Haltungen, beispielsweise ein gesteigertes Selbstvertrauen und höhere Motivation oder (c) das Entwickeln von Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie gesteigerte Problemlösefertigkeiten und metakognitive Fertigkeiten (Zhong & Xia, 2018). Für eine detailliertere Aufarbeitung des Forschungsstandes im Bereich ER siehe auch Plangg und Fuchs (2022).

Die verwendete Technologie in diesem Projekt ist der TI Innovator Rover von Texas Instruments, der sich mittels eines angeschlossenen Handhelds programmieren und steuern lässt (siehe Abbildung 1). Die verwendete Programmiersprache ist Python. Abbildung 1 (links) zeigt einen Ausschnitt einer Lernumgebung der Aufgabe „Hindernisse“, bei der Schüler:innen das zuvor erarbeitete Konzept der kartesischen Koordinaten zur Lösung einer Problemstellung anwenden und dabei den Rover vom Start- zum Zielpunkt an den eingezeichneten Hindernissen vorbei dirigieren müssen. Das damit adressierte informatische Konzept ist die sogenannte Sequenz (Schubert & Schwill, 2011).

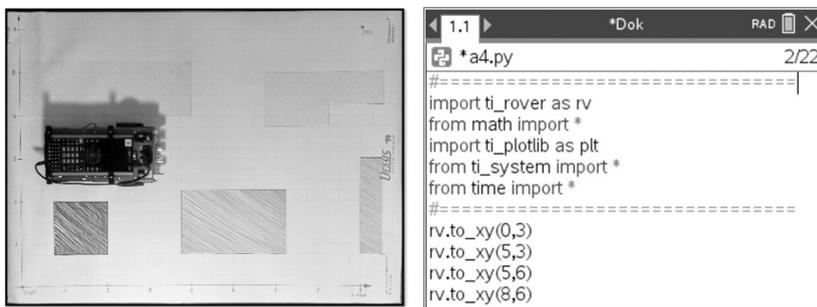


Abb. 1: TI Innovator Rover (links) und Programm (rechts) zur Lösung der Aufgabe „Hindernisse“ unter Verwendung kartesischer Koordinaten

2 Rolle der Studierenden und Schüler:innen

Als Beteiligte an diesem Bildungslaborprojekt können vor allem Schüler:innen bzw. Schulen der Sekundarstufe und auch Lehramtsstudierende des Unterrichtsfachs Mathematik näher betrachtet werden.

Lehramtsstudierende des Cluster Mitte¹ beteiligen sich auf verschiedene Weise an dem Projekt. Eine Möglichkeit besteht darin, im Rahmen der jährlich an der Pädagogischen Hochschule Salzburg angebotenen Lehrveranstaltung „Fachdidaktikwerkstatt“ Aufgaben und Einheiten für den Unterrichtseinsatz zu entwickeln. Bislang wurden seit dem Wintersemester 2019/20 zu folgenden Themen Unterrichtsmaterialien entwickelt: Konstruktion von Dreiecken, Merkwürdige Punkte im Dreieck, Kongruenzsätze im Dreieck, Ähnlichkeit von ebenen geometrischen Figuren, lineare Funktionen, funktionale Abhängigkeit, Satz des Pythagoras, Addition und Subtraktion ganzer Zahlen, Vektoren, Koordinatensystem und Koordinaten, Vierecke, Lineare Gleichungen und Gleichungssysteme, fotometrisches Grundgesetz und ausgewählte Inhalte zur Trigonometrie. Im Zuge dieser Tätigkeit sind auch sechs Bachelorarbeiten entstanden. Die Ergebnisse einer dieser Arbeiten wurden von der Verfasserin und einer weiteren Studierenden auch in Form eines Artikels veröffentlicht (siehe MacDonald & Hinterseer, 2020). Eine Erprobung und Evaluation einer Auswahl der entwickelten Materialien an einer Schule findet einerseits über die Absolvierung des kleinen Masterpraktikums im besagten Bildungslaborprojekt statt. Die in diese Praktika involvierten Studierenden führen die Materialentwicklung fort und planen darauf basierend und in Absprache mit beteiligten Lehrkräften an den Schulen konkrete Unterrichts-

1 Der Cluster Mitte ist ein Entwicklungsverbund von sechs Universitäten und vier Pädagogischen Hochschulen in Salzburg und Oberösterreich, die gemeinsam die Ausbildung für Lehrer:innen der Sekundarstufe anbieten.

einheiten und setzen diese auch mit Schüler:innen um. Dies fand bislang in vier Fällen unter Beteiligung von fünf Studierenden statt. Begleitet wird dieser Prozess von fachdidaktischen Reflexionseinheiten an der Hochschule, um eine reflektierte Vor- und Nachbereitung sowohl auf unterrichtlicher als auch fachdidaktischer Ebene sicherzustellen.

Andererseits erfolgt diese Art der Beteiligung auch in Form fachdidaktischer Abschlussarbeiten. Bislang wurden in diesem Bereich eine Bachelorarbeit wie auch eine Masterarbeit abgeschlossen und fünf weitere Masterarbeiten begonnen. Eine dritte Möglichkeit der Beteiligung von Seiten der Lehramtsstudierenden besteht auch darin, im Rahmen der besagten Lehrveranstaltung Daten aus derartigen Erprobungsphasen zu prozessieren und anschließend im Zuge einer kleinen Projektarbeit zu analysieren. Hierfür werden ausgewählte Audioaufzeichnungen von Arbeitsphasen der Schüler:innen von den Studierenden transkribiert und anschließend mit qualitativen Methoden analysiert. Die Vorbereitung auf die Transkriptionsarbeit und die weitere Analyse und Reflexion findet im Rahmen der Lehrveranstaltung statt. Auch über diese Art der Beteiligung sind zudem zwei weitere Masterarbeiten in Bearbeitung. In Summe waren bislang mehr als 40 Lehramtsstudierende an diesem Projekt beteiligt.

Von Seiten der Schulen sind bzw. waren insgesamt fünf Schulen an diesem Projekt beteiligt, drei Mittelschulen und ein Gymnasium aus dem Bundesland Salzburg sowie eine Mittelschule aus Oberösterreich. Mit einer Mittelschule aus Salzburg wurde dabei über mehrere Jahre hinweg intensiv zusammengearbeitet. Schüler:innen der besagten Schulen nahmen bzw. nehmen an dem Projekt teil, indem sie an vereinbarten Projekttagen von Lehramtsstudierenden vorbereitete Lernumgebungen mit Aufgaben bearbeiten. Der Großteil der abgehaltenen Einheiten fand an den betreffenden Schulen statt, während zwei Einheiten an der Pädagogischen Hochschule abgehalten wurden. In Summe waren bislang mehr als 200 Schüler:innen aus den betroffenen Schulen an dem Projekt beteiligt.

3 Einbettung in die Salzburger Bildungslabore

Das wesentliche Charakteristikum dieses Projekts ist dessen Interdisziplinarität im Kontext der MINT-Bildung. Trotz der unbestrittenen Bedeutung der Mathematik im Kontext der weiteren MINT-Disziplinen ist die Mathematik stark unterrepräsentiert in Studien zum MINT-Unterricht (Martín-Páez et al., 2019). Mit dem Titel „The M in STEM what is it really?“ zeigt Lance Coad (2016) folgende Gefahren in diesem Kontext auf: Mathematik könnte zu einem reinen Werkzeug bzw. Datenrepräsentations- und Auswertungstool degradiert werden oder könnte in MINT-Aktivitäten auf eine Weise integriert werden, die weder ein Verstehen noch die substanzielle Anwendung von Mathematik erwartet. Eine solche Rolle

der Mathematik ist natürlich weder zielführend noch wünschenswert. Vielmehr sollten altersadäquate Problemstellungen und Inhalte aus anderen (MINT)-Fächern, die sich auch mit mathematischen Methoden oder Verfahren bearbeiten lassen, auf eine Weise in den Unterricht einbezogen werden, welche auch die Wissenszüge der Mathematik mit ihren spezifischen Denk- und Arbeitsweisen für die Schüler:innen erfahrbar machen lässt (Siller & Weigand, 2023). Ein Punkt der nicht nur für die Mathematik, sondern für alle beteiligten Fächer an MINT-Aktivitäten gilt.

Diesen Aspekten folgend bedeutet Interdisziplinarität in diesem Projekt, dass die Beteiligten meist von einem mathematischen Thema ausgehend unter der substantiellen Verwendung des Rovers Brücken zur Informatik und teilweise auch zur Physik schlagen. Die Entwicklung und die Bearbeitung der Aufgaben machen mehrheitlich eine Auseinandersetzung mit Inhalten aus mindestens zwei der genannten Disziplinen notwendig.

Ein Beispiel, welches das Zusammenspiel von Mathematik und Informatik zeigt, ist die Aufgabe, den Rover ein regelmäßiges Vieleck zeichnen zu lassen. Eine Gruppe von Schüler:innen einer 6. Schulstufe hat sich dabei für ein Zwölfeck entschieden und das informatische Konzept der Wiederholung in Form einer sogenannten „For-Schleife“ genutzt, um einen Teil des Programmcodes zwölfmal wiederholen zu lassen (siehe Abbildung 2, links). Der resultierende Code wird dabei kürzer und übersichtlicher und lässt sich in dieser Form auch leichter adaptieren. Der Prozess der Codierung ist zudem weniger fehleranfällig. Während die Notwendigkeit dieses Konzepts bei einem Dreieck oder Viereck nicht zwangsläufig naheliegt, ergibt sich diese für viele Schüler:innen bei Vielecken mit mehr als vier Ecken kanonisch. Aus mathematischer Sicht werden damit regelmäßige Vielecke adressiert, aber auch Winkel und das Winkelmaß sowie Sachverhalte wie die konstante Summe der Außenwinkelmaße bei regelmäßigen Vielecken. Das informatische Konzept der Verzweigung kann bei der Veranschaulichung der Addition und Subtraktion ganzer Zahlen in Form von Bewegungen des Rovers am Zahlenstrahl zum Thema gemacht werden (MacDonald & Hinterseer, 2020). Abbildung 2 (rechts) zeigt ein Modul für die Addition von zwei ganzen Zahlen, wenn der Rover beim 1. Summanden positioniert wird und in Richtung positivem Abschnitt der Zahlengerade ausgerichtet ist. Der Rover bleibt nach Eingabe des 2. Summanden sodann beim Ergebnis der Addition stehen (siehe Abbildung 2, rechts). Bei der Subtraktion kann analog vorgegangen werden, nur dass hier dann am Ende eine Rückwärts- anstatt einer Vorwärtsbewegung folgt.

The image shows two side-by-side screenshots of a Python IDE window titled '*Dok'. The left window shows a file named '*a5.py' with 1/18 lines of code. The code is as follows:

```
# Rover Coding
#-----
import ti_rover as rv
from math import *
import ti_plotlib as plt
from ti_system import *
from time import *
#-----
for i in range(12):
    rv.forward(1)
    rv.left(30)
```

The right window shows a file named '*Addition.py' with 8/15 lines of code. The code is as follows:

```
from math import *
import ti_plotlib as plt
from ti_system import *
from time import *
#-----|
b=int(input("2.Summand: "))
if b>=0:
    rv.to_angle(0,"degrees")
else:
    rv.to_angle(180,"degrees")
rv.forward(abs(b))
```

Abb. 2: Programm zur Konstruktion eines regelmäßigen Zwölfecks (links) und zur Veranschaulichung der Addition von zwei ganzen Zahlen mit dem Rover (rechts)

Die Vernetzung von Mathematik und Physik ergibt sich in zahlreichen Aufgaben in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Zeit, Abstand oder zurückgelegter Strecke und Geschwindigkeit. Die Schüler:innen erheben Daten (mit den Sensoren des Rovers oder mit Hilfsmitteln wie einem Maßband oder einer Stoppuhr), variieren und experimentieren in Lernumgebungen mit den Maßzahlen zu diesen Größen und stellen beispielsweise funktionale Zusammenhänge tabellarisch, graphisch oder mittels einer Formel dar, berechnen die Durchschnittsgeschwindigkeit des Rovers und machen damit Vorhersagen, zum Beispiel wann ein Rover einen anderen etwas langsamer fahrenden Rover einholen wird. Aus mathematischer Sicht werden hierbei insbesondere Aspekte funktionalen Denkens (Vollrath, 1989) und der Umgang mit Größen adressiert. Für die 10. Schulstufe wurden auch Materialien zur Auseinandersetzung mit dem fotometrischen Grundgesetz aus dem Bereich der Physik entwickelt, welches besagt, dass die Beleuchtungsstärken umgekehrt proportional mit dem Quadrat der Entfernungen zur Lichtquelle abnehmen (Roth & Stahl, 2020), was beispielsweise in der Fotografie eine Rolle spielt. Der Versuchsaufbau umfasst dabei eine punktförmige Lichtquelle, von der sich der Rover sukzessive wegbewegt und dabei mittels Helligkeitssensor mehrfach Messungen durchführt und die entsprechenden Werte aufzeichnet, wobei das Ganze in einem dunklen Raum oder einer Schachtel stattfindet. Damit verknüpfbare mathematische Themen sind im Besonderen die allgemeine Potenzfunktion und die Regression. Mit der Erhebung von Messwerten bieten sich auch der Umgang mit fehlerbehafteten Daten und die Fehlerrechnung als weitere Themen an. Aus informatischer Sicht kommen dabei auch Variablen bzw. Vektoren zum Abspeichern von Messwerten und die For-Schleife zum wiederholten Messen zum Einsatz.

Da die von Sensoren ermittelten Werte oder die vom Roboter umgesetzten Bewegungen nie genau mit den tatsächlichen oder eingegebenen Werten übereinstim-

men und manchmal sogar eine erhebliche Diskrepanz zwischen der tatsächlichen Eingabe und der Ausführung des Roboters besteht, bildet auch das Zusammenspiel zwischen idealisiertem Modell und der konkreten Darstellung dieses Modells in der realen Welt einen wesentlichen Aspekt bei der Arbeit mit diesen Geräten. Eine laufende Masterarbeit widmet sich diesem Thema zu den speziellen Vierecken Quadrat, Rechteck, und Parallelogramm in einer 6. Schulstufe an einer Mittelschule in Salzburg.

4 Zentrale Erkenntnisse

Auswertungen zu mehreren Einheiten an einer Mittelschule mittels schriftlicher Reflexionsbögen (für Details siehe Plangg, 2023) zeigen auf, dass die Lernenden ($n = 25$) bei diesen Aktivitäten auch zahlreiche inhaltliche Erfahrungen in den dabei vorgesehenen Bereichen Programmieren und Mathematik machen. Während die Lernenden bis auf wenige Einzelfälle das Programmieren als positive Erfahrung wahrnehmen, sind negativ behaftete inhaltliche Rückmeldungen mehrheitlich auf mathematische Aspekte bezogen, insbesondere auf mathematische Tätigkeiten wie das Rechnen (Plangg, 2023). Dies spiegelt sich in folgenden Aussagen wider:

„S1: Ich habe gelernt, wie man richtig programmiert, ich finde das sehr interessant und spannend.“

„S2: Mir hat das ganze Rechnen nicht so gut gefallen.“

„S3: Ich würde etwas anderes machen als Mathematik.“

Einzelne Schüler:innen wünschen sich, dass der Rover künftig vermehrt eingesetzt wird, beispielsweise um sich weiteren mathematischen Themen zu nähern (z. B. das Thema Kreis) oder den Einsatz in anderen Fächern. Die allgemeinen Erfahrungen zu diesen Einheiten sind fast ausschließlich positiv geprägt, insbesondere auch jene, die auf den Roboter bezogen sind und das obwohl, vor allem zu Beginn, auch von Schwierigkeiten beim Erlernen des Umgangs mit dem Rover berichtet wird (Plangg, 2023).

Es zeigt sich folglich, dass zumindest bei diesen Einheiten eine interdisziplinäre Auseinandersetzung mit bestimmten Inhalten tendenziell weniger auf mathematische, sondern mehr auf den Roboter oder weitere Fächer bezogene Themen und Tätigkeiten aus der Sicht der Lernenden wünschenswert ist. Das Ziel eines robotergestützten und interdisziplinären Mathematikunterrichts wird es jedenfalls auch sein müssen, ein adäquates Bild von Mathematik zu transportieren, insbesondere auch in Form eines Modells zur abstrakten Beschreibung von Sachverhalten (Winter, 1995). Dies schließt aber auch Tätigkeiten mit ein, wie zum Beispiel mit Hilfe eines mathematischen Modells Vorhersagen für ein Verhalten des Roboters zu machen oder die Ergebnisse, die mit Hilfe des Roboters gewonnen wurden, mit

mathematischen Mitteln zu prüfen. D. h. es müssen substanzielle Übersetzungsschritte in die Mathematik bei der Problemlösung oder bei der Evaluation des Verhaltens des Roboters vollzogen werden. Die Herausforderung besteht folglich darin, die verschiedenen Inhalte so zu gewichten und zu verknüpfen, dass einerseits die Schüler:innen motiviert und interessiert bleiben und andererseits aber auch die Wesenszüge der Mathematik mit ihren spezifischen Denk- und Arbeitsweisen für die Schüler:innen erfahrbar sind. Inwieweit Schüler:innen mathematische Mittel für die Problemlösung einsetzen, wird auch im Rahmen einer laufenden Masterarbeit näher untersucht.

Aus der Sicht der teilnehmenden Studierenden und des Dozierenden der besagten Lehrveranstaltung ergibt sich auf Basis der Rückmeldungen in den Studienjahren 2020/21 und 2022/23 hinsichtlich der Frage nach der Förderung fachlicher Interdisziplinarität das folgende Bild: Die Studierenden geben in Bezug auf den persönlichen Stellenwert fachlicher Interdisziplinarität auf einer 5-stufigen Likertskala („stimmt gar nicht“ bis „voll und ganz“; Min = 1, Max = 5) im Mittel 3,20 ($s=1,14$) (2020/21) bzw. 2,33 ($s=1,53$) (2022/23), für die tatsächliche Umsetzung in der Lehrveranstaltung 2,80 ($s=0,92$) bzw. 3,00 ($s=1,73$) an. Es zeigt sich folglich ein diesbezüglicher mittelmäßiger Stellenwert und auch eine mittelmäßige Zustimmung bezüglich der Umsetzung in der Lehrveranstaltung. Offenbar sind die diesbezüglichen Erwartungen der Studierenden im Rahmen der Lehrveranstaltung im Wesentlichen erfüllt worden. Anders sieht es auf Seiten des Dozierenden aus. Der Wunsch und die Umsetzung fachlicher Interdisziplinarität liegen hier bei 5,00 und somit bei der höchsten Ausprägung. Es zeigt sich folglich eine Diskrepanz zwischen Studierenden und dem Dozierenden in dieser Hinsicht. Möglicherweise ist das Bewusstsein für die Bedeutung von fachlicher Interdisziplinarität bei den Studierenden nicht so vorhanden bzw. wird von anderen Aspekten gleichsam „überlagert“. Eine Erklärungsmöglichkeit besteht darin, dass gerade im Mathematikstudium diesem Aspekt kaum Bedeutung beigemessen wird und verstärkt eine formalistische Auffassung von Mathematik, die sich weitgehend auf mathematische Aspekte beschränkt und sie weitgehend von ihren Anwendungen isoliert (Wittmann, 1981), in Erscheinung tritt. Dass die Studierenden jedoch auch in der Umsetzung der besagten Lehrveranstaltung diese Interdisziplinarität nur in einer mittelmäßigen Ausprägung wahrnehmen, könnte auch an einem zu wenig expliziten Aufgreifen dieses Themas verortet werden. Eine Entwicklungsmöglichkeit besteht folglich auch darin, dieses Thema intensiver und gezielter im Rahmen der Lehrveranstaltung zu diskutieren. Dieses Ergebnis der Rückmeldungen muss zudem aber wahrscheinlich auch in Abhängigkeit der jeweiligen Beteiligungsform der Studierenden gesehen werden. Diejenigen Studierenden, welche sich beispielsweise an der Entwicklung und Erprobung von Unterrichtsmaterialien beteiligen, sehen die große Bedeutung fachlicher Interdisziplinarität vermutlich etwas deutlicher. So zeigen diesbezügliche Rückmeldungen aus der

allgemeinen Evaluation dieser Lehrveranstaltung durch den Dozierenden, dass bezugnehmend auf die Frage nach der Sinnhaftigkeit des inhaltlichen Schwerpunkts der besagten Lehrveranstaltung sich diese Studierenden der Interdisziplinarität des Lehrveranstaltungsmodus durchaus bewusst sind. Ein prototypisches Zitat aus dem Studienjahr 2022/23 gibt einen Einblick dazu. Diese Evaluationen wurden mittels offener Fragen und anonym über das Umfragetool Microsoft Forms jeweils am Ende der Lehrveranstaltung durchgeführt.

S1: War sinnvoll aber neu, Rover teilweise schwierig weil keine informatische Grundbildung, Verknüpfung mit mathematischen Themen sehr spannend, Schwerpunkt vielleicht noch mehr in Richtung Mathematik verschieben.

Die Person S1 spricht in Bezug auf die Lehrveranstaltung zum besagten Bildungslaborprojekt von einer spannenden Verknüpfung des Rovers und der informatischen Grundbildung mit Themen der Mathematik. Dies bezeichnet die Grundidee des vorliegenden Projekts. Sowohl Studierende als auch Schüler:innen erfahren Mathematik als ein Fach, dessen Inhalte mit vielen weiteren Themen und Fächern in Verbindung stehen und damit verknüpft werden können. Interdisziplinarität wird den Beteiligten durch das Arbeiten mit und das Programmieren des Roboters geradezu aufgezwungen. Nichtsdestotrotz besteht auf Seiten der Entwicklung entsprechender Lernumgebungen die Herausforderung darin, die enthaltenen Schwerpunkte und Tätigkeiten so auszubalancieren, dass die Schüler:innen diese Verbindungen zu anderen Fächern und außermathematischen Themen oder Problemstellungen erleben und gleichzeitig Charakteristika der Mathematik mit ihren spezifischen Denk- und Arbeitsweisen für sie erfahrbar bleiben. Dies trifft auch auf die Studierenden zu. Die Aussage der studierenden Person S1 deutet mit dem Wunsch, den Schwerpunkt mehr in Richtung Mathematik zu verschieben, darauf hin, dass, obwohl im bewussten Zusammenspiel mit weiteren Fächern, der Hauptfokus auf die Mathematik nicht aus den Augen verloren werden darf.

5 Ausblick

Im Sinne einer Weiterentwicklung des diskutierten Bildungslaborprojekts rücken unter anderem zwei Aspekte in den Vordergrund, zum einen die Möglichkeit des erweiterten Einbezugs von unterschiedlichen Sichtweisen und zum anderen die stärkere Betonung der gesellschaftlichen Relevanz des Themas.

Um die Sozialität, vor allem die gemeinsame Auseinandersetzung von Studierenden und Schüler:innen, auch im Rahmen dieses Projekts weiterzudenken, könnten Schüler:innen in die Entwicklung derartiger Materialien eingebunden werden. Auf diese Weise würden Studierende und Schüler:innen nicht nur bei der eigentlichen Bearbeitung der erstellten Materialien im Unterricht aufeinandertreffen und sich austauschen, sondern es würde sich bereits im Vorfeld ein

vermutlich für beide Seiten fruchtbarer Austausch an Perspektiven im Rahmen der Entwicklungsphase ergeben. Ein Ansatz, der sich in der Fortführung dieses Projekts bereits in Planung befindet. Eine Integration derartiger Ansätze in die schulpraktisch-fachdidaktischen Anteile des Lehramtsstudiums würde demzufolge eine innovative Möglichkeit darstellen, eine höhere Qualität in der Praxisorientierung auf Basis einer stärkeren Kollaboration verschiedener Akteurinnen und Akteure zu erreichen.

Die gesellschaftliche Bedeutung der Auseinandersetzung mit Robotern ergibt sich zwangsläufig aus der Tatsache, dass solche Geräte sowohl für die Gesellschaft als auch in unserem täglichen Leben sukzessive an Bedeutung gewinnen. Dadurch ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten und Chancen, aber auch damit einhergehende Risiken und Gefahren. Eine Reflexion auf dieser Ebene würde eine Erweiterung des Projekts in Richtung philosophisch-ethischer Fragen nahelegen. Die Berücksichtigung dieser Aspekte ist im Rahmen der Integration dieses Bildungs-laborprojekts in die Projektschiene „INTER-DI-KO“ (Interdisziplinär, digital, kooperativ)² angedacht. Nichtsdestotrotz ist für die Reflexion auf dieser Ebene auch ein gewisses Ausmaß an operativem Wissen (Fischer, 2013) notwendig, das zunächst entwickelt werden muss. Gerade diese Entwicklung wird im Rahmen des vorliegenden Bildungslaborprojekts gleichermaßen für mathematische als auch informatische Themen bei den Beteiligten versucht zu initiieren und aufrecht zu erhalten.

Literatur

- BMBWF. (2023). *Lehrpläne der Allgemeinbildenden höheren Schulen*. Fassung vom 20.05.2023. https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp/lp_ahs.html
- Coad, L. (2016). The M in STEM: What is it really? *The Australian Mathematics Teacher*, 72(2), 4–6.
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 1–24.
- Europäische Kommission. (2020). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Digital Education Action Plan 2021–2027. Resetting education and training for the digital age*. Europäische Kommission.
- Fischer, R. (2013). Entscheidungs-Bildung und Mathematik. In M. Rathgeb, M. Helmerich, R. Krömer, K. Lengnink, & G. Nickel (Hrsg.), *Mathematik im Prozess: Philosophische, historische und didaktische Perspektiven* (S. 335–345). Springer Fachmedien.
- Hsu, Y.-C., Irie, N. R., & Ching, Y.-H. (2019). Computational thinking educational policy initiatives (CTEPI) across the globe. *TechTrends*, 63(3), 260–270.
- MacDonald, C., & Hinterseer, A.-L. (2020). Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht: Mit Robotik zu den negativen Zahlen. *Mathematik im Unterricht*, 11, 57–69.

2 <https://www.inter-di-ko.net/>

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822.
- Plangg, S. (2023). Lernen mathematischer Ideen mit programmierbaren Robotern aus der Perspektive der Lernenden. *F & E Edition*, 29, 28–43.
- Plangg, S., & Fuchs, K. J. (2022). A gender-related analysis of a robots' math class. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 29(3), 143–163.
- Rat der Europäische Union. (2018). Empfehlung des Rates vom 22. Mai 2018 zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen. *Amtsblatt der European Union C 189/01*, 61. Jahrgang. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2018.189.01.0001.01.DEU&toc=OJ%3AC%3A2018%3A189%3AFULL
- Roth, S., & Stahl, A. (2019). *Optik: Experimentalphysik – anschaulich erklärt*. Springer.
- Schubert, S., & Schwill, A. (2011). *Didaktik der Informatik* (2. Aufl.). Spektrum Akademischer Verlag.
- Siller, H.-S., & Weigand, H.-G. (2023). Ohne Mathe geht es nicht: MINT-Bildung: Chancen für den Mathematikunterricht. *mathematik lehren*, 237, 2–7.
- Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 10(1), 3–37.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 37–46.
- Wittmann, E. (1981). *Grundfragen des Mathematikunterrichts* (6. Aufl.). Vieweg.
- Zhong, B., & Xia, L. (2018). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79–101.

Autor

Plangg, Simon, HS-Prof. Mag. Dr.

<https://orcid.org/0009-0004-1655-5200>

Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Digitale Werkzeuge, mathematisches Denken, algorithmisches Denken, elementare Algebra

Simon.plangg@phsalzburg.at