

Christian Fridrich, Barbara Herzog-Punzenberger, Harald Knecht, Norbert Kraker, Peter Riegler, Gundula Wagner (Hg.)



# Forschungsperspektiven 15

Norbert Kraker: **Vorwort**

Christian Fridrich, Harald Knecht, Peter Riegler, Gundula Wagner: **Mehr Begeisterung für MINT-Fächer**

## *Grundlagen*

Monika Musilek, Alexander Lengauer: **MINT – Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung in Mathematik und Naturwissenschaften**

Gordan Varelija: **Instrumentarium der Reflexion  
Eine systematische Skizze, um Primarstufenmathematikunterricht mit einem konstitutiven Prinzip zu hinterfragen**

Thomas Strasser: **KI-basierte Bildgeneratoren in der Sprachlehrer\*innenbildung  
Eine unterrichtsentwicklerische Kurzbetrachtung mit Praxisbezug**

Anastasiya Savran-Wellscheid, Klaus Himpsl-Gutermann, Michael Steiner: **Didaktische Ansätze in der MINT-Bildung. Fächerverbindende Aspekte am Beispiel von Educational Robotics**

## *MINT in Schul- und Hochschulkontexten*

Monika Musilek, Sabine Apfler, Anita Summer: **Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo) in der Primarstufe**

Florian Budimaier, Martin Hopf: **Alternative Darstellungsformen des Teilchenmodells**

Benjamin Brandic: **Zukunftsfähige Themenbereiche in der Angewandten Informatik an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden**

Peter Pany, Florian David Meier, Michael Kiehn, Andrea Möller: **Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung von Plant Blindness**

## *Methodenbeiträge*

Gundula Wagner: **Wissenschaftstheoretische Spielregeln der Bildungsforschung**

Karin Scaria-Braunstein: **Gruppendiskussionen und Fokusgruppen**

Jeannette Hemmecke: **Repertory Grid-Technik**

Gundula Wagner: **Hypothesenprüfung**

Susanne Roßnagl: **Bivariate Korrelationen**

Pädagogische Hochschule Wien  
Christian Fridrich, Barbara Herzog-Punzenberger,  
Harald Knecht, Norbert Kraker,  
Peter Riegler, Gundula Wagner (Hg.)

Forschungsperspektiven 15

# PH Wien

Forschungsperspektiven

Band 15

---

LIT

Pädagogische Hochschule Wien  
Christian Fridrich, Barbara Herzog-Punzenberger,  
Harald Knecht, Norbert Kraker,  
Peter Riegler, Gundula Wagner (Hg.)

# Forschungsperspektiven 15

---

LIT

Die Verantwortung für die Beiträge liegt bei der jeweiligen Autorin bzw. beim jeweiligen Autor.

Die Fachbeiträge dieses Bandes haben ein Double Blind Peer Review durchlaufen.



Gedruckt auf alterungsbeständigem Werkdruckpapier entsprechend ANSI Z3948 DIN ISO 9706

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-643-51139-3 (br.)

ISBN 978-3-643-66139-5 (PDF)

ISSN 2412-799X

DOI <https://doi.org/10.52038/9783643511393>

© **LIT VERLAG** GmbH & Co. KG

Wien 2023

Garnisongasse 1/19

A-1090 Wien

Tel. +43 (0) 1-409 56 61 Fax +43 (0) 1-409 56 97

E-Mail: [wien@lit-verlag.at](mailto:wien@lit-verlag.at) <https://www.lit-verlag.at>

**Auslieferung:**

Deutschland: **LIT** Verlag, Fresnostr. 2, D-48159 Münster

Tel. +49 (0) 2 51-620 32 22, E-Mail: [vertrieb@lit-verlag.de](mailto:vertrieb@lit-verlag.de)

## Inhalt

Vorwort . . . . .	1
Norbert Kraker	

Mehr Begeisterung für MINT-Fächer . . . . .	3
Christian Fridrich, Harald Knecht, Peter Riegler, Gundula Wagner	

### Grundlagen

MINT – Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung in Mathematik und Naturwissenschaften . . . . .	11
Monika Musilek, Alexander Lengauer	

Instrumentarium der Reflexion. Eine systematische Skizze, um Primarstufenmathematikunterricht mit einem konstitutiven Prinzip zu hinterfragen . . . . .	25
Gordan Varelija	

KI-basierte Bildgeneratoren in der Sprachlehrer*innenbildung. Eine unterrichtsentwicklerische Kurzbetrachtung mit Praxisbezug . . . . .	41
Thomas Strasser	

Didaktische Ansätze in der MINT-Bildung. Fächerverbindende Aspekte am Beispiel von Educational Robotics . . . . .	55
Anastasiya Savran-Wellscheid, Klaus Himpl-Gutermann, Michael Steiner	

## MINT in Schul- und Hochschulkontexten

Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo) in der Primarstufe. Eine deskriptive Untersuchung zum fachlichen und methodisch-didaktischen Vorwissen von angehenden Lehrpersonen . . . 81  
Monika Musilek, Sabine Apfler, Anita Summer

Alternative Darstellungsformen des Teilchenmodells . . . . . 97  
Florian Budimaier & Martin Hopf

Zukunftsfach Informatik. Zukunftsfähige Themenbereiche in der Angewandten Informatik an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden 117  
Benjamin Brandic

Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung von Plant Blindness . . . 137  
Peter Pany, Florian David Meier, Michael Kiehn, Andrea Möller

## Methodenbeiträge

Wissenschaftstheoretische Spielregeln der Bildungsforschung verständlich erklärt . . . . . 155  
Gundula Wagner

Gruppendiskussionen und Fokusgruppen: Ein Diskurs von Erkenntnispotenzial bis Moderationsanspruch . . . . . 165  
Karin Scaria-Braunstein

Repertory Grid-Technik zwischen qualitativer und quantitativer Forschung: Eine Methode zur Erhebung impliziten Wissens . . . . . 179  
Jeannette Hemmecke

Die Hypothesenprüfung – Eine schrittweise Anleitung . . . . . 197  
Gundula Wagner

Bivariate Korrelationen – Unterschiedliche Methoden und deren Anwendung . . . . . 211  
Susanne Roßnagl

# Vorwort

Norbert Kraker

Wirtschaft und Gesellschaft befinden sich in einem Transformationsprozess, der durch Entwicklungen im MINT-Bereich wesentlich mitbestimmt wird. MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik – Fachbereiche, die nicht nur ein Fundament unseres modernen Lebens bilden, sondern auch eine Grundlage für Innovation, Fortschritt und die Lösung komplexer globaler Herausforderungen darstellen.

Damit kommt der Förderung *der* und die Begeisterung *für* MINT-Fächer eine entscheidende Rolle zu. Es ist wichtig, die Motivation von Kindern und Jugendlichen und ihr Interesse zu wecken, sie zu eigenen Experimenten, zum kritischen Hinterfragen und zur Diskussion der Ergebnisse anzuregen. Sie sind der Schlüssel zur Entfaltung individuellen Potenzials, zur Schaffung neuer Möglichkeiten und zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft.

Dem wird an der Pädagogischen Hochschule Wien durch die Schaffung eines neuen *Kompetenzzentrums für MINT und Digitalität* Rechnung getragen. In den vier Aktionsfeldern Forschung und Entwicklung, Lernorte und Lernwerkstatt, Beratung und Mentoring, Initiativen und Netzwerk werden ebenso wie im Bereich der Forschung Schwerpunkte für Methodik und Didaktik gesetzt. Dieser multidisziplinäre Ansatz soll an der Pädagogischen Hochschule Wien nachhaltig in die Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrer\*innen integriert und in weiterer Folge in Unterricht und Schule unter Einbeziehung von *Urban Diversity Education* umgesetzt werden.

Die Pädagogische Hochschule Wien präsentiert in der Reihe Forschungsperspektiven den nun bereits 15. Band mit dem Titel „*Mehr Begeisterung für MINT-Fächer*“.

Die Autor\*innen dieser Beiträge sind Expert\*innen auf ihren jeweiligen Gebieten. Ihre Arbeit gibt Einblicke in aktuelle Entwicklungen, beleuchtet Herausforderungen und präsentiert Lösungsansätze, die dazu beitragen kön-

nen, die Begeisterung für MINT-Fächer auf individueller, institutioneller und gesellschaftlicher Ebene zu steigern. Dabei werden sowohl erfolgreiche Initiativen als auch offene Fragen und zukünftige Forschungsrichtungen diskutiert.

Wir hoffen, dass dieser Band nicht nur dazu beiträgt, das Bewusstsein für die Bedeutung von MINT-Fächern zu stärken, sondern auch konkrete Anregungen und Impulse liefert, um die Begeisterung für diese Fachbereiche zu wecken und zu fördern. Denn nur durch eine breite Teilhabe und Begeisterung können wir die Chancen nutzen, die uns die MINT-Welt bietet, um gemeinsam eine bessere Zukunft zu gestalten.

Wir danken allen Autor\*innen für ihre engagierte Arbeit und hoffen, dass dieser Sammelband zur Inspiration und Reflexion anregt.

Norbert Kraker  
Vizerektor für Hochschulentwicklung,  
Forschung, Internationalisierung

# Mehr Begeisterung für MINT-Fächer

Christian Fridrich, Harald Knecht, Peter Riegler, Gundula Wagner

Rasante technologische Veränderungen in immer mehr Bereichen unseres Lebens machen es notwendig, Schüler\*innen auf die Anforderungen der modernen Arbeitswelt vorzubereiten, die zunehmend unter einem Arbeitskräftemangel vor allem oder gerade in Zukunftsbereichen wie Informatik, Data Analytics, Künstliche Intelligenz oder Softwareentwicklung leidet. Dies ist alarmierend, hängt doch der Innovationsgrad einer Gesellschaft maßgeblich davon ab, inwieweit es gelingt, digitale und technische Innovationen erfolgreich zu entwickeln und wirtschaftlich zu nutzen. Den MINT-Fächern, gemeint ist die inhaltliche Fokussierung auf Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technologie, kommt dabei eine Schlüsselrolle zu.

Ulber (2021) sieht vor allem die Schulen in der Verantwortung für MINT-Fächer zu begeistern, gerade weil der Freizeitbereich dies nicht in der gleichen Breite anbieten kann, wie er es im sportlichen, musischen oder sprachlichen Bereich leistet. „Die MINT-Fächer setzen hingegen vor allen Dingen eines Voraus: Eine Möglichkeit zum Experimentieren, zum Anfassen, Begreifen, Analysieren und Verstehen. [...] Ein experimenteller, im wahrsten Sinne des Wortes begreifbarer Unterricht weckt das Interesse und die Freude an den Natur- und Ingenieurwissenschaften“ (ebd., S. 147).

Thematisiert wird hier das *Inquiry Learning*, also das *forschende, entdeckende Lernen*, das als ein wesentlicher Puzzlestein gilt, wenn es darum geht, mehr Begeisterung für den MINT-Bereich zu wecken. Studienergebnisse zeigen, dass forschendes Lernen und eigenständiges Experimentieren gerade im Hinblick auf die Vermittlung von MINT-Fachwissen eine äußerst positive Wirkung entfalten (vgl. Allmendinger 2015, S. 92). Das impliziert einen Auftrag an die Lehrer\*innenbildung, damit angehende Lehrer\*innen forschendes Lernen lernwirksam anleiten können. Laut Egger et al. (2020, S. 170) gelingt dies am besten, wenn Studierende im Sinne des pädagogischen Doppeldeckers

forschende Lernprozesse selbst erleben und reflektieren. Ein konkretes Beispiel dazu findet sich im Beitrag von *Monika Musilek, Sabine Apfler* und *Anita Summer*. Studierende reflektieren hier im Rahmen von *Lesson Studies* – einer Form des *forschenden, entdeckenden Lernens* für Lehrer\*innen – ihre Einstellungen im MINT-Bereich.

Zunächst aber zeigen *Monika Musilek* und *Alexander Lengauer* in ihrem Grundlagenbeitrag *MINT – Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung in Mathematik und Naturwissenschaften* eine Möglichkeit auf, wie Studierende darauf vorbereitet werden können, MINT-Fächer erfolgreich zu vermitteln. Durch eine Umdeutung des Akronyms MINT wird bei Studierenden ein neuer Fokus auf Motivation und bei Schüler\*innen mithilfe des *Forschenden Lernens* auf Neugier gelegt. Im letzten Teil wird dann noch auf die Bedeutung des Aufzeigens und Förderns von Talenten eingegangen.

*Gordan Varelija* geht in seinem Beitrag *Instrumentarium der Reflexion. Eine systematische Skizze, um Primarstufenmathematikunterricht mit einem konstitutiven Prinzip zu hinterfragen* der Frage nach, welches *konstitutive Prinzip* geeignet erscheint, um Primarstufenmathematikunterricht pädagogisch reflektieren zu können. In einem ersten Teil dieser Arbeit wird auf regulative und konstitutive Prinzipien eingegangen, im zweiten Teil ein konstitutives Prinzip systematisch untersucht und im dritten Teil ein konstitutives Prinzip in Bezug zu drei Möglichkeitsformen von Primarstufenmathematikunterricht gesetzt.

In dem Beitrag *KI-basierte Bildgeneratoren in der Sprachlehrer\*innenbildung. Eine unterrichtsentwicklerische Kurzbetrachtung mit Praxisbezug* von *Thomas Strasser* wird die Rolle von Künstlicher Intelligenz (KI), abseits des bekannten Sprachbot ChatGPT, thematisiert. Schwache KIs und KI-basierte Bildgeneratoren werden dabei vor allem auf ihre didaktische und pädagogische Perspektive im Sinne des Erlernens einer Sprache betrachtet. Anhand eines praktischen Unterrichtsbeispiels aus einem Fachdidaktikseminar Anglistik soll gezeigt werden, dass der Einsatz von Künstlicher Intelligenz mit einem ausgewogenen Verhältnis von Technologie und gesellschaftlichen Aspekten für Unterrichtspraxis und Sprachlernperformanzen von Bedeutung ist.

In ihrem Beitrag *Didaktische Ansätze in der MINT-Bildung Fächerverbindende Aspekte am Beispiel von Educational Robotics* von *Anastasiya Savran-Wellscheid, Klaus Himpsl-Gutermann* und *Michael Steiner* wird den Fragen nachgegangen wie mehr junge Menschen, unabhängig von Geschlecht und sozioökonomischem Hintergrund, für MINT-Themen zu begeistern sind und

inwieweit MINT-Themen fächerverbindend unterrichtet werden können. Auf Grundlage des didaktischen Grundkonzeptes Computational Thinking und der Neuinterpretation des MINT-Akronyms von Musilek und Lengauer (in diesem Band) werden Rückschlüsse auf die Lehrer\*innenbildung im MINT-Bereich abgeleitet.

*Monika Musilek, Sabine Apfler und Anita Summer* zeigen in ihrem Beitrag *Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo) in der Primarstufe. Eine deskriptive Untersuchung zum fachlichen und methodisch-didaktischen Vorwissen von angehenden Lehrpersonen*, den notwendigen Aus- und Fortbildungsbedarf von (angehenden) Lehrpersonen zur Umsetzung von stochastischen Themenstellungen im Mathematikunterricht auf. Die Autorinnen reagieren mit ihrer Untersuchung dabei auf die Änderungen im Lehrplan für die Volksschule in Österreich, welche im Schuljahr 2023/24 in Kraft treten. Erste Ergebnisse der Studie zeigen, dass Studierende des Lehramts Primarstufe geringes Vorwissen in den Bereichen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik aufweisen.

Als einen zentralen Aspekt in der naturwissenschaftlichen Bildung sehen *Florian Budimaier* und *Martin Hopf* das Teilchenmodell an, welches aber häufig zu Lernschwierigkeiten bei Schülerinnen und Schülern führt. In ihrem Beitrag *Alternative Darstellungsformen des Teilchenmodells* verorten sie die Problematik in der Darstellungsform des Teilchenmodells. Im Rahmen ihrer qualitativen Studie versuchen sie mittels einer Akzeptanzbefragung von Schülerinnen und Schülern eine alternative Darstellungsform des Teilchenmodells zu ergründen. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die typografische Darstellung des Teilchenmodells in Schulbüchern einer kugelförmigen Darstellung vorzuziehen wäre.

Im Beitrag *Zukunftsfach Informatik. Zukunftsfähige Themenbereiche in der Angewandten Informatik an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden* ergründet *Benjamin Brandic* die Relevanz zukunftsfähiger Themenbereiche in IT-Gegenständen an Handelsakademien in Österreich. Als Themen der Lehrpersonen im Fach Informatik kristallisieren sich dabei die Tabellenkalkulation, Publikation und Kommunikation, Big Data und Cyber-Security sowie Kommunikation/Organisation und elektronische Amtswege heraus. Als Handlungsempfehlung für IT-Lehrpersonen verweist der Autor darauf, dass aktuelle Trends im Rahmen des Regellehrplans bereits aufgegriffen werden sollten.

*Peter Pany, Florian David Meier, Michael Kiehn und Andrea Möller* sehen in der Plant Blindness ein Problem, welches die Vermittlung botanischer Inhalte im Unterricht erschwert. Das Ignorieren von Pflanzen im Alltag sowie das Desinteresse an der Pflanzenvielfalt erschweren den Zugang zu biologischen Konzepten. Mit ihrem Beitrag *Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung von Plant Blindness* versuchen sie das Ausmaß der Plant Blindness zu messen. Erste Ergebnisse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 2 in Österreich zeigen, dass das Wissen über Pflanzen mangelhaft ist.

Unter dem Stichwort *forschendes, entdeckendes Lernen* für Lehrende lässt sich der Bogen zum dritten Schwerpunkt des Bandes, dem Serviceteil zu verschiedenen Forschungsmethoden, spannen. Methodenkompetenz ist eine wesentliche Komponente von Forschungskompetenz insgesamt (vgl. Thiem et al. 2020, S. 191), deren übergeordnetes Ziel im Rahmen der Lehrer\*innenbildung es ist, Theoriewissen für die Analyse und Gestaltung des Berufsfeldes nutzbar zu machen (Egger et al. 2020, S. 169).

Im Serviceteil des Bandes werden Einführungen zu unterschiedlichen Methoden der qualitativen und quantitativen Forschung gegeben. Es beginnt mit einem Beitrag von *Gundula Wagner*, in welchem sie wissenschaftstheoretische Grundbegriffe wie Empirie, Paradigma und praktisches versus wissenschaftliches Problem anschaulich erklärt. Es folgt ein Beitrag von *Karin Scaria-Braunstein*, die sich der Gruppendiskussion und den Fokusgruppen widmet, eine Form der Datenerhebung in qualitativen Studien, deren Bedeutung aufgrund ihrer Einsatzmöglichkeit im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung professioneller Lerngemeinschaften gerade im Steigen begriffen ist. *Jeannette Hemmecke* stellt in ihrem Beitrag die Methode des Repertory-Grids vor, das hilft, latente Bewertungsdispositionen aufzudecken und damit zur Begriffsbildung beizutragen. Auch diese Methode kann für zahlreiche Fragestellungen in der Schul- und Unterrichtsentwicklung herangezogen werden. Es folgt ein weiterer ein Beitrag von *Gundula Wagner* zur Hypothesenprüfung, die eine missbräuchliche Verwendung in deskriptiven Studien aufdeckt und die korrekte methodische Vorgehensweise in quantitativen Studien erklärt. Eine konkrete Form der Prüfung von Zusammenhangshypothesen sind Korrelationsanalysen, wie sie *Susanne Rosnagl* in ihrem Beitrag vorstellt und in dem sie verständlich erklärt, wie die Wahl der Methode von den jeweiligen *Voraussetzungen der Daten* abhängt.

- Allmendinger, J. (2015). Mehr Reputation für MINT. In Stiftung Jugend forscht e.V. (Hrsg.), *Passion Zukunft* (S. 90–92). Hamburg: Stiftung Jugend forscht e.V.
- Egger, C., Miczajka, V., Bertsch, C., Ottlinger, T. & Mathiszik, J. (2020). Lehrerselbstwirksamkeit von Primarstufenstudierenden im Anleiten Forschenden Lernens. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(2), S. 167–186.
- Thiem, J., Preetz, R. & Haberstroh, S. (2020). ‚Warum soll ich forschen?‘ – Wirkungen Forschenden Lernens bei Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 15(2), S. 187–207.
- Ulber, R. (2021). Die Zukunft der MINT-Bildung. *Chemie in unserer Zeit*, 55(3), S. 146–147.

Wir wünschen eine anregende Lektüre!

Christian Fridrich      Harald Knecht      Peter Riegler      Gundula Wagner

Christian Fridrich, Mag. Dr. habil.; Hochschulprofessor für Geographische und Sozioökonomische Bildung, Bereichsordinator für Forschung an der Pädagogischen Hochschule Wien, Lehrbeauftragter an der Universität Graz und an der Universität Wien. Mitherausgeber von wissenschaftlichen Reihen bei Springer und beim Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; Mitherausgeber der Reihe Forschungsperspektiven der Pädagogischen Hochschule Wien.

Kontakt: christian.fridrich@phwien.ac.at

Harald Knecht, BEd BA MA; Lehramt für Sekundarstufe, Studium der Politikwissenschaft und Politischen Bildung an der Universität Wien und Universität Linz, Studium des Angewandten Wissensmanagement an der Fachhochschule Eisenstadt, Lehre am Institut für allgemeine bildungswissenschaftliche Grundlagen und reflektierte Praxis der Pädagogischen Hochschule Wien; Mitherausgeber der Reihe Forschungsperspektiven der Pädagogischen Hochschule Wien.

Kontakt: harald.knecht@phwien.ac.at

Peter Riegler, Mag. Dr. BEd; Lehramt für Hauptschulen, Studium der Bildungswissenschaft, Lehre und Forschung am Institut für allgemeine bildungswissenschaftliche Grundlagen und reflektierte Praxis der Pädagogischen Hochschule Wien und im Lehramtsstudium Sekundarstufe Allgemeinbildung im Verbund Nord-Ost; Mitherausgeber der Reihe Forschungsperspektiven der Pädagogischen Hochschule Wien.

Kontakt: peter.riegler@phwien.ac.at

Gundula Wagner, Dr. MEd; Lehramt für die Primarstufe, Studium der Bildungswissenschaft an der University of Derby (UK) und der Universität Wien; Lehre und Forschung am Institut für Allgemeinbildung in der Sekundarstufe der Pädagogischen Hochschule Wien; Mitherausgeberin der Reihe Forschungsperspektiven der Pädagogischen Hochschule Wien.

Kontakt: [gundula.wagner@phwien.ac.at](mailto:gundula.wagner@phwien.ac.at)

# Grundlagen



# MINT – Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung in Mathematik und Naturwissenschaften

Monika Musilek, Alexander Lengauer

## Abstract Deutsch

MINT-Fächer sind für die berufliche und gesellschaftliche Teilhabe zentral. Daher braucht es gut ausgebildete Lehrpersonen. In diesem Beitrag werden verschiedene Ansätze, wie angehende Grundschullehrpersonen darauf vorbereitet werden können, um MINT-Fächer erfolgreich zu vermitteln, vorgestellt. Das Akronym MINT wird umgedeutet und steht für Motivation fördern, innovative Lernsettings gestalten, Neugier wecken und Talente aufzeigen. Die Motivation kann durch die Förderung von Selbstwirksamkeitserwartungen gestärkt werden. Mit dem Konzept des Forschenden Lernens lassen sich innovative Lehr- und Lernsettings gestalten und die Neugierde von Kindern mit Hilfe von Experimentalsettings nutzen. Möglichkeiten zur Talentförderung werden ebenso diskutiert.

## Schlüsselwörter

MINT-Didaktik, Lehrerinnenausbildung, Professionalisierung, Forschendes Lernen

## Abstract English

STEM subjects are central to professional and social participation. Therefore, well-trained teachers are needed. Various approaches to preparing prospective primary school teachers to successfully teach STEM subjects are presented. The acronym STEM is reinterpreted and stands for promoting motivation, designing innovative learning settings, stimulating curiosity and identifying talents. Motivation for STEM subjects can be strengthened, for example, by promoting expectations of self-efficacy. With the concept of inquiry-based learning, innovative teaching and learning settings can be designed and children's curiosity can be harnessed with the help of experimental settings. Finally, possibilities for promoting talent are discussed.

## Keywords

MINT didactics, teacher training, professionalisation, inquiry-based learning

## Zur Autorin/Zum Autor

Monika Musilek, Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup>, Pädagogische Hochschule Wien, Institut für übergreifende Bildungsschwerpunkte

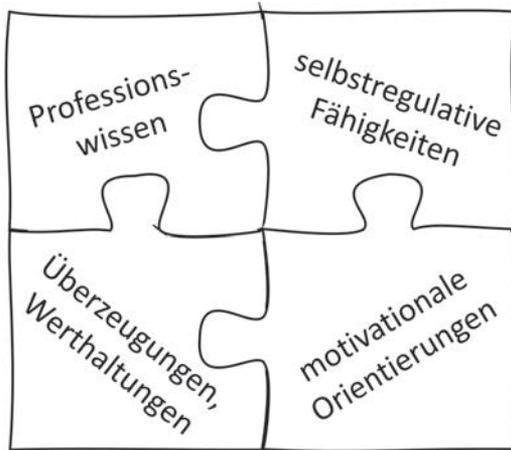
Kontakt: monika.musilek@phwien.ac.at

Alexander Lengauer, MA MEd, Pädagogische Hochschule Wien, Institut für übergreifende Bildungsschwerpunkte

Kontakt: alexander.lengauer@phwien.ac.at

## 1 Einleitung

Die Welt, in der wir leben, ist gefüllt mit Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik und Technik. Fertigkeiten in diesen Bereichen sind mittlerweile unverzichtbare Kompetenzen, um sowohl am Arbeitsmarkt als auch an der Gesellschaft teilhaben zu können (vgl. Pokorny 2019, S. 155; Schecker 2011, S. 2). Besonders die Wirtschaft klagt seit Jahren über fehlende Fachkräfte in MINT-verwandten Berufen (vgl. Ostermann 2021; Specht 2022). Dennoch entscheiden sich viele junge Menschen gegen eine Ausbildung im MINT-Bereich (vgl. Gaisch et al. 2023, S. 3). Grundsätzlich ist aber zu beobachten, dass Schülerinnen und Schüler in der Primarstufe im Allgemeinen sehr an naturwissenschaftlichen Themen interessiert sind (vgl. Voglhuber 2011, S. 246; Holub 2015, S. 808). Entsprechend wird von Grundschullehrkräften erwartet, dass sie „das Interesse und die Neugierde der Kinder bereits ab Schuleintritt für Natur und Technik“ (Holub 2011, S. 265) fördern. Damit also MINT-Ideen bei den Schülerinnen und Schülern ankommen und der Grundstein für lebenslanges Lernen gelegt wird, braucht es gut ausgebildete Lehrpersonen. Mittlerweile besteht ein breiter Konsens darüber, über welche professionellen Kompetenzen Lehrpersonen verfügen sollten. Professionswissen, also Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen gehören dazu, aber gerade auch Überzeugungen und Werthaltungen, selbstregulative Fähigkeiten und motivationale Orientierungen sind wichtige Aspekte (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 482).



Übersicht 1: Professionelle Kompetenz von Lehrpersonen (adaptiert nach Baumert & Kunter 2006, eigene Darstellung)

Diese fachlichen Kompetenzen im MINT-Bereich müssen auch im Rahmen des Studiums vermittelt werden. Studierenden muss die Möglichkeit geboten werden, ihr Wissen, ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten in diesem wichtigen Bereich aufzubauen, zu erweitern und zu vertiefen. Sie setzen sich dabei kritisch mit aktueller Forschung und Unterrichtspraxis im naturwissenschaftlich-mathematischen Grundschulunterricht auseinander und lernen altersgemäße Vermittlungsmethoden in den Bereichen Naturwissenschaften und Mathematik kennen. Die für MINT so wichtigen Vorgehensweisen, wie Fragen stellen, Hypothesen bilden, Daten interpretieren und Schlussfolgerungen ziehen, werden daher in den Lehrveranstaltungen aufgegriffen und im Kontext des Unterrichts erarbeitet.

Verschiedene Ansätze und Konzepte, wie angehende Grundschullehrer\*innen in der Ausbildung auf diese Aspekte vorbereitet werden können, um MINT-Fächer erfolgreich und nachhaltig zu vermitteln, werden in diesem Beitrag vorgestellt. Dabei soll die Abkürzung MINT, die traditionell für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik steht, eine neue, zusätzliche Bedeutung in Bezug auf die Lehrer\*innenbildung erhalten: M für Motivation fördern, I für innovative Lernsettings gestalten, N für Neugier wecken und T für Talente aufzeigen (siehe Übersicht 2).



Übersicht 2: Das Akronym MINT (Quelle: eigene Darstellung)

## 2 Motivation fördern

Motivationale Orientierungen wie Selbstwirksamkeitserwartungen und Interessen gelten als wichtige Faktoren für die Entwicklung professioneller Kompetenz und professionellen Handelns von Lehrpersonen. In Bezug auf die Handlungskompetenz von (angehenden) Grundschullehrkräften im MINT-Bereich deuten Studien jedoch auf Inkompetenzgefühle, geringe Interessen und niedrige Selbstwirksamkeitserwartungen in Bezug auf technische und naturwissenschaftliche Themen hin. Dies kann Auswirkungen auf den Unterricht haben, da Lehrpersonen, die sich nicht zutrauen, MINT-Inhalte zu unterrichten, versuchen, das Unterrichten von naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten zu vermeiden (vgl. Beudels, Schroeder & Preisfeld 2021, S. 189; Lengauer 2022, S. 184).

Aber wie können motivationale Orientierungen im MINT-Bereich bei angehenden Lehrpersonen gefördert werden?



Übersicht 3: Motivation fördern – Möglichkeiten in der Lehrerinnenbildung (Quelle: eigene Darstellung)

## 2.1 Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen

Die fachdidaktische Selbstwirksamkeitserwartung beschreibt das Vertrauen in die eigene Fähigkeit, fachliche Inhalte erfolgreich zu vermitteln und auf Probleme im Unterricht angemessen reagieren zu können. Nach Bandura (1993) gibt es vier Quellen für die Entwicklung von Selbstwirksamkeitserwartungen. Die stärkste Quelle sind eigene Erfolgserlebnisse, bei denen der Erfolg den eigenen Anstrengungen und Fähigkeiten zugeschrieben wird. Neben eigenen Erfahrungen kann die Selbstwirksamkeitserwartung auch durch stellvertretende Erfahrungen beeinflusst werden, indem die Person ein Verhaltensmodell beobachtet, das als nachahmenswert angesehen wird. Eine weitere Quelle sind verbale Überzeugungen, die der Person ihre Kompetenzen verdeutlichen, aber ohne Erfolgserlebnisse im Alltag nicht nachhaltig wirken. Schließlich kann auch die Wahrnehmung eigener Gefühle, z. B. Angst vor Anforderungssituationen, zu einer reduzierten Kompetenzerwartung führen.

Übertragen auf die Ausbildung bedeutet dies, dass Lernsituationen geschaffen werden müssen, in denen es möglich ist, die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden bei MINT-Themen zu stärken.

Einige Lehrveranstaltung im Bachelorstudium an der Pädagogischen Hochschule Wien haben unter anderem zum Ziel, den Studierenden einen ersten Einblick in das Forschende Lernen in den Naturwissenschaften und das Entdeckende Lernen im Mathematikunterricht zu geben. Dabei wird die Idee verfolgt, die oft negativ konnotierten Erfahrungen mit Naturwissenschaften und Mathematik durch positive Erfahrungen zu überlagern. Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Grundschulmathematik bieten beispielsweise Anlass, sich in einem ersten Schritt dem Entdeckenden Lernen zu nähern und über eine gute Reflexion der Lösungsprozesse, die fachdidaktische und fachliche Einordnung bietet, auch motivationale Aspekte anzusprechen und dann Schlussfolgerungen für den Transfer in den Unterricht zu ziehen. Das Bewusstsein, sich auf mathematische Entdeckungen einzulassen und dabei erfolgreich zu sein, ist ein wesentlicher Aspekt der Motivationsförderung in MINT und spiegelt sich in den Aussagen von Studierenden zu einem Lernsetting mit Fokus auf Entdeckendes Lernen in Mathematik wider:

<p>„Ich hatte Spaß daran, mich mit diesen Themen auseinander zu setzen und konnte wieder meine Lust für Mathematik entdecken. Einerseits war es teilweise eine kleine Herausforderung und andererseits war es spannend sich wieder mit der Materie zu befassen.“</p>	<p>„Anfangs dachte ich mir, dass es ganz einfach zu erledigen ist, aber merkte dann, dass es doch nicht der Fall ist. Dass man mit nur drei Rhomben und drei Dreiecken acht verschiedenen Dreiecke legen kann, hat mich beeindruckt. Ich bin der Meinung, dass mir dies am besten gelungen ist. Außerdem hat es mir große Freude bereitet.“</p>
--	---

Übersicht 4: Aussagen zur Selbstwirksamkeit (Quelle: eigene Darstellung)

## 2.2 Förderung eines Growth Mindset

Growth Mindset ist ein Ansatz, der davon ausgeht, dass die Denkweise für den Lernfortschritt wichtiger ist als die ursprünglichen Fähigkeiten. Lernende mit einem Growth Mindset sind überzeugt davon, dass Talente entwickelt und Fähigkeiten aufgebaut werden können. Sie sehen Fehler als Chance sich weiterzuentwickeln, glauben, dass der Wille zum Lernen zum Erfolg führt, und denken über die Art und Weise nach, wie sie lernen. Im Gegensatz dazu kann sich ein Fixed Mindset negativ auf den Kompetenzerwerb auswirken. Lernende lassen sich auf nichts ein, nehmen keine Herausforderungen an, wollen nur das tun, was sie schon können, haben Angst, Fehler zu machen. Gerade in der Ausbildung zur Grundschullehrperson ist es wichtig, selbst am Growth Mindset zu arbeiten, denn Einstellungen werden an die Schüler\*innen weitergegeben (vgl. Johnston-Wilder, Lee & Pimm 2017, S. 57ff.).

Studierenden muss im Rahmen von Lehrveranstaltungen die Möglichkeit geboten werden, selbst ein Growth Mindset in Bezug auf MINT-Themen zu entwickeln. Darüber hinaus muss erarbeitet werden, mit welchem didaktischen Handlungsrepertoire sie durch die Gestaltung von MINT-Unterricht ein Growth Mindset bei Kindern hervorrufen können.

Auch hier sind wieder Aussagen von Studierenden zu erwähnen, die auf ihren Prozess bei der Bearbeitung von Aufgaben zum Entdeckenden Lernen zurückblicken. In den Aussagen ist der Grundstein für die Entwicklung eines Growth Mindset zu erkennen.

<p>„Ich war von mir persönlich überrascht, dass mir das mathematische Erklären leichter fiel als gedacht. Da ich mir in diesem Bereich noch nicht sehr sicher bin.“</p>	<p>„Auch die Aufgabenstellungen ‚Wie bist du vorgegangen‘ waren neu für mich, da ich bis jetzt selten meinen ‚Vorgang‘ verschriftlicht habe. Dass muss ich noch über ...“</p>
---	---

Übersicht 5: Aussagen zum Growth Mindset (Quelle: eigene Darstellung)

## 2.3 Förderung des Enthusiasmus

Im Lehrberuf gibt es zwei Hauptdimensionen des Enthusiasmus: Enthusiasmus für das Fach und Enthusiasmus für das Unterrichten (des Faches) (vgl. Keller, Neumann & Fischer 2013, S. 247).

Beide Facetten von Enthusiasmus sind in der Lehrerausbildung in Bezug auf MINT zu fördern, da sie wesentlichen Einfluss auf die Leistungen der Schüler\*innen haben. MINT-Enthusiasmus kann durch hohe Expertise der Lehrenden gefördert werden, insbesondere durch die Art und Weise, wie sie innovative Lehr- Lernsettings für die Studierenden gestalten.

## 3 Innovative Lehr- und Lernsettings gestalten

Lehrpersonen müssen über ein breites Portfolio an Kompetenzen verfügen, um „interessante, herausfordernde und gleichzeitig aus fachlicher Perspektive ergiebige Lernanlässe [zu] gestalten.“ (Kleickmann 2015, S. 9) Gefordert sind innovative Lehr- und Lernsettings, welche den natürlichen Forschungsdrang von Kindern ansprechen und Lernenden die Möglichkeit geben, selbst am Prozess der Wissensgewinnung beteiligt zu sein, denn eine zentrale Aufgabe des MINT-Bereichs ist die Erziehung zum logischen Denken und die Förderung der Fähigkeit, komplexe mathematisch-naturwissenschaftliche Probleme durch induktives oder deduktives Vorgehen zu lösen (vgl. Sommer & Pfeifer 2018, 139ff.; Barke et al. 2018, S. 13ff.).

Ein Ansatz, der genau darauf abzielt, ist das Forschende Lernen. Den Kern des Forschenden Lernen fasst Holub (2018, S. 225) kompakt zusammen: „Beim forschenden Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht geht es darum, ähnlich wie beim wissenschaftlichen Forschen, Erkenntnisse und Antworten zu finden, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen [...]. Abstraktionsschritte sollen hier nicht vorgegeben sein, sondern von den Lernenden

selbst vollzogen werden [ . . . ].“ Forschendes Lernen sei weder mit dem „Nachkochen von Experimentieranleitungen“ (Bertsch et al. 2011, S. 240) noch mit „gänzlich selbstbestimmten oder nicht angeleiteten instruktionalen Zugängen“ (Hofer & Lembens 2021, S. 5) gleichzusetzen.

„Ein exklusiver Fokus auf hands-on Aktivitäten, ohne dass die eigenen Beobachtungen anschließend sinnstiftend interpretiert werden und gemeinsam altersgerechte und wissenschaftlich korrekte Erklärungen für die beobachteten Phänomene formuliert werden, fördert weder das Verständnis der SchülerInnen noch ist es Forschendes Lernen, da zentrale Aspekte, nämlich das Interpretieren von Daten oder das Ziehen von Schlussfolgerungen fehlen.“ (Bertsch 2019, S. 42)

Wie kann es gelingen, innovative Lehr-Lernsettings zu gestalten, in denen ein Zugang zu Forschendem Lernen geschaffen wird? Dem Ansatz von Blanchard et al. (2010, S. 581, nach Koliander 2020, S. 4) folgend kann Forschendes Lernen nur stufenweise vermittelt werden.

	Fragestellung entwickeln, Hypothesen formulieren	Datenerhebung planen und durchführen	Daten auswerten, Ergebnisse interpretieren und diskutieren
<b>Level 0</b> Bestätigendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor
<b>Level 1</b> Strukturiertes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor	Lernende bestimmen
<b>Level 2</b> Begleitendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen
<b>Level 3</b> Offenes Forschendes Lernen	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen

Übersicht 6: Levels des Forschenden Lernens (Blanchard et al, 2010, S. 581 nach Koliander 2020, S. 4; Quelle: eigene Darstellung)

Ausgehend vom Level 0 („bestätigend“), auf welchem Lernenden von der Fragestellung über die Untersuchungsmethode bis zur Auswertung und Interpretation alles vorgegeben wird, kann das Ausmaß, in welchem sich Kinder und

Jugendliche gestalterisch einbringen können, gesteigert werden. So wird bei Level 1 der letzte Schritt, die Datenauswertung und Interpretation der Ergebnisse, den Lernenden übertragen. Blanchard nennt dieses Level „strukturiert“. Beim Level 2 („geleitet“) wird nur noch die Fragestellung durch die Lehrperson vorgegeben. Das Level 3 („offen“) gibt Lernenden die Möglichkeit, eigenen Fragen nachzugehen (vgl. Koliander 2020, S. 4). Puddu (2021, S. 9) betont, dass jedes neue Level voraussetzt, dass die bisherigen Levels beherrscht werden. Sollte ein „neues Thema, neue Konzepte oder eine neue Arbeitsmethode“ eingeführt werden, müsste ein niedrigeres Level verwendet werden. Für die Wiederholung eines Inhalts würde sich hingegen ein Versuch auf Level 2 eignen. Auf Level 3 sei es wichtig, ausreichend Zeit dafür einzuplanen, dass Kinder Forschungsfragen formulieren dürfen (vgl. Koliander 2020, S. 4).

Dieses Konzept wird in verschiedenen Lehrveranstaltungen an der PH Wien aufgegriffen und kann als Leitfaden für das Heranführen von Studierenden an das Forschende Lernen verstanden werden. Dieses Modell kann aber auch als Grundlage für den Transfer in den Unterricht, zur Unterrichtsgestaltung in der Primarstufe, herangezogen werden.

Eine Möglichkeit dem Forschenden Lernen auch physisch Raum zu geben, bildet die Arbeit in Lernwerkstätten. Die Pädagogische Hochschule Wien verfügt über mehrere entsprechende Lernräume. Mit der *Lernwerkstatt NAWI* steht beispielsweise ein Raum zur Verfügung, um Studierende in der Erstausbildung als auch Schüler\*innen der angeschlossenen Praxisschulen mit verschiedenen Möglichkeiten des Forschenden Lernens vertraut zu machen. Im Sinne des Forschenden Lernens wurde der Raum bewusst offen gestaltet. Entsprechend soll die Lernwerkstatt NAWI ein Raum zum selbstständigen Arbeiten sein. Daher bietet dieser Raum auch keine fertig zusammengestellten Experimentierboxen. Vielmehr soll jenes Material den Kindern zur Verfügung gestellt werden, welches ein freies, selbstgeleitetes und eigenverantwortliches Arbeiten ermöglicht. Holub (2018, S. 225) definiert dementsprechend die Lernwerkstatt als einen „Ort der Selbstbildung“, wo Kinder eigene Forschungsfragen entwickeln und untersuchen können.

#### 4 Neugier wecken

Eine der wohl augenscheinlichsten Besonderheiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist das Experiment. Es bildet die sogenannte Phänomenebe-

ne oder „gegenständliche Ebene“ (Reiners 2017, S. 96), welche im Gegensatz zur Bild- oder Symbolebene tatsächlich beobachtbare Ereignisse beinhaltet. Zwar wurde bereits festgehalten, dass das Experimentieren allein noch kein Indikator für Forschendes Lernen ist, dennoch ist das Experiment ein zentrales Element des naturwissenschaftlich-forschenden Unterrichts (vgl. Holub 2015, S. 808). Das Experiment erfüllt in der Naturwissenschaft, also abseits des Schulunterrichts, eine Reihe von Funktionen. Es werden Hypothesen formuliert und durch Experimente überprüft, Daten durch Messungen gesammelt oder neue Substanzen durch Synthese erzeugt. All dies sind auch zentrale Aspekte des Forschenden Lernens. Experimentelle Forschung erfordert besondere Fertigkeiten im Umgang mit Labormaterial und spezifische Kenntnisse im Hinblick auf die verwendeten Substanzen und deren Entsorgung (vgl. Barke et al., 2018, S. 203). Dies trifft auch auf Lernende im forschenden Unterricht zu. Entsprechend müssen Lehrpersonen mit den Grundlagen des Experimentalunterrichts vertraut gemacht werden, um von ihnen erwarten zu können, Experimente im Rahmen des forschenden Lernens einzusetzen.

Im Zuge der Ausbildung ist ein Schwerpunkt auf experimentelle Fertigkeiten der Studierenden zu legen, um auch Freude am Experimentieren zu vermitteln. Dies dient erneut dazu ein positives Bild von den Naturwissenschaften an die angehenden Lehrpersonen weiterzugeben, wodurch in weiterer Folge auch Schüler\*innen profitieren werden. Durch das Experimentieren, durch das aktive Tun wird die Neugier geweckt, sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen zu beschäftigen.

## 5 Talente aufzeigen

Der MINT-Unterricht hat die Aufgabe, Talente von jungen Menschen aufzuzeigen und zu fördern. Unter Talenten muss dabei nicht notgedrungen an eine Hochbegabung gedacht werden. Vielmehr muss es das Ziel eines zeitgemäß gestalteten MINT-Unterrichts sein, Kinder und Jugendliche unabhängig von ihrer Herkunft oder ihrem Geschlecht darin zu unterstützen, ihr Potential abzurufen. Eine entsprechende Sensibilität der Lehrpersonen ist daher unabhängig von ihren Fächern erforderlich (vgl. Markic et al. 2020, S. 243).

Kinder mit Migrationsgeschichte oder einer anderen Erstsprache als Deutsch haben das Recht durch eine sensibilisierte Lehrperson in den MINT-Fächern unterrichtet zu werden. Derartige Kompetenzen werden unter dem

Schirmbegriff Diversitätskompetenz zusammengefasst: „Diversitätskompetenz beschreibt die Fähigkeit, bewusste und theoriegeleitete Analysen und systematische Reflexionen aus Diversitätsperspektive vornehmen zu können [...].“ (Mintschule 2021, S. 18). Tajmel (2021, S. 61) argumentiert auch abseits der ökonomischen Verwertbarkeit für das Menschenrecht auf naturwissenschaftliche Bildung für alle Kinder. Dies ist insofern relevant, als dass wie bereits beschrieben, naturwissenschaftliche Grundbildung als Grundlage für gesellschaftliche Teilhabe angesehen kann. Der Bedeutung dieses Gebiets wird an der PH Wien mit dem Studienjahr 2023/24 durch ein eigenes Institut zur Urban Diversity Education sichtbar.

Viele Förderinitiativen konzentrieren sich bei der Suche nach Talenten auf die Förderung von Mädchen in den MINT-Disziplinen. Stereotype Vorstellungen über die Rolle von Mädchen und Frauen in der Gesellschaft können ihr Interesse an Naturwissenschaften beeinflussen. Mädchen können das Gefühl haben, dass Naturwissenschaften „für Jungs“ sind und dass sie in diesem Bereich nicht erfolgreich sein können. Dazu tragen auch mangelnde Vorbilder bei. Der Mangel an weiblichen Vorbildern in der Wissenschaft kann dazu führen, dass Mädchen sich weniger mit dem Bereich identifizieren und sich weniger dazu ermutigt fühlen, eine Karriere in den Naturwissenschaften anzustreben (vgl. Kahlert 2022, S. 38f.). Das Projekt „Selma will's wissen“ des Vereins science2school entwickelte in Kooperation mit der PH Wien Unterrichtsmaterialien, in welchen gezielt Frauen als Forscherinnen auftreten (vgl. Science2School 2021). In Lehrveranstaltungen sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudium werden Studierende mit den Materialien vertraut gemacht und können mit diesem Wissen eigene Lernsettings gestalten, in denen Talente gezielt aufgezeigt und gefördert werden.

## 6 Resümee

Im Zuge dieses Beitrags wurde die große Bedeutung, welche MINT-Fähigkeiten in unserer Gesellschaft haben, dargelegt. Daraus lässt sich die Rolle, die Kompetenzen von angehenden Lehrpersonen im MINT-Unterricht der Grundschule haben müssen, ableiten.

Das Akronym MINT wurde mit neuen Bedeutungen versehen, um hervorzuheben, dass Lehrpersonen darin befähigt werden müssen, Kinder für den MINT-Unterricht zu begeistern. Im Hinblick auf die Motivation der angehen-

den Lehrpersonen im MINT-Bereich wurden Möglichkeiten zur Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen, des Growth Mindsets und des Enthusiasmus diskutiert. Innovative Lehr- und Lernsettings sollen den natürlichen Forschungsdrang von Kindern ansprechen und ihnen ermöglichen, selbst am Prozess der Wissensgewinnung beteiligt zu sein. Dies kann in der Ausbildung und im Unterricht durch das Konzept des Forschenden Lernens realisiert werden. Experimente können dazu dienen, Neugier zu wecken. Daher brauchen (angehende) Lehrpersonen fundierte Kenntnisse zum Experimentalunterricht. Talente im MINT-Unterricht aufzuzeigen und zu fördern, wurde als weiterer Baustein einer guten MINT-Didaktik vorgestellt. MINT-Unterricht berücksichtigt in seiner Gestaltung die Vielfalt, die Förderung von Mädchen und Buben gleichermaßen und unterstützt Kinder unabhängig von ihrem sozioökonomischen oder kulturellen Hintergrund.

## Literatur

- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117–148. doi:10.1207/s15326985ep2802\_3.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), S. 469–520. doi:10.1007/s11618-006-0165-2.
- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger S., & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. 3. Aufl. Heidelberg: Springer.
- Bertsch, C., Unterbruner, U. & Kapelari, S. (2011). Vom Nachkochen von Experimentieranleitungen zum forschenden Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht am Übergang Primarstufe/Sekundarstufe. *Erziehung & Unterricht* 3-4 (161), S. 239–245.
- Bertsch, C. (2019). Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Österreich – eine kritische Reflexion des Status Quo. In: B. Neuböck-Hubinger, R. Steiner, B. Holub, & C. Egger (Hrsg.), *Sachunterricht in Bewegung. Einblicke und Ausblicke zur Situation der Sachunterrichtsdidaktik in Österreich* (S. 39–55). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Beudels, M., Schroeder, N. & Preisfeld, A. (2021). „Ich traue mir zu ...“. *Praxis-ForschungLehrer\*innenBildung. Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung*, 188–220. <https://doi.org/10.11576/PFLB-4845>.
- Gaisch, M.; Rammer, V.; Sterrer, S. & Takacs, C. (2023). Wie MINT gewinnt. Assoziationen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse österreichischer Schülerinnen in Be-

- zug auf eine Ausbildung in den MINT-Bereichen. Auftragsstudie für die MINTality Stiftung. Wien.
- Hofer, E. & Lembens, A. (2021). Forschendes Lernen: Eine Einführung. *Plus Lucis 1*, S. 4–7.
- Holub, B. (2011). Forschendes Lernen vom Anfang an. Die Forscherwerkstatt als Ausbildungsort für Studierende. *Erziehung & Unterricht 3-4* (161), S. 265–267.
- Holub, B. (2015). Experimentieren im Sachunterricht. Des einen Leid, des anderen Freud. *Erziehung & Unterricht 9-10* (165), S. 808–816.
- Holub, B. (2018). Lernwerkstatt als Herausforderung, Angebot und Chance. In: M. Peschel & M. Kelkel (Hrsg.), *Fachlichkeit in Lernwerkstätten: Kind und Sache in Lernwerkstätten* (213–226). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Johnston-Wilder, S., Lee, C. S., & Pimm, D. (Hrsg.). (2017). *Learning to teach mathematics in the secondary school: A companion to school experience* (4th edition). Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge.
- Kahlert, J. (2022). *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. 5. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Keller, M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2013). Teacher Enthusiasm and Student Learning. In J. Hattie & E. M. Anderman (Hrsg.), *International guide to student achievement* (S. 247–249). New York, NY: Routledge.
- Kleckmann, T. (2015). Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung 1*, S. 7–22.
- Koliander, B. (2020). Mit Forschendem Lernen Erkenntnisse gewinnen. In: B. Koliander & W. Knechtel (Hrsg.), *IMST-Newsletter*, 50, S. 2–5. Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität Klagenfurt.
- Krumbacher, C. (2009). „Harte“ Wissenschaften im Sachunterricht. Eine Diskussionsgrundlage. *Widerstreit Sachunterricht 13*, S. 1–6.
- Lengauer, A. (2022). Volksschullehrende und ihre professionelle Selbstwahrnehmung im physikalisch-chemischen Sachunterricht: Eine qualitative Studie. In: P. Neuhold, A. Pühringer, C. Rudloff & W. Weinlich (Hrsg.). *Journal für Elementar- und Primärpädagogik* (S. 182–190), Wien: Pädagogische Hochschule Wien.
- Markic, S., Rüschenpöhler, L. & Schneider, M. (2020). Chemie als „kulturfreie Zone“? Die Perspektive der Lehrpersonen. In: S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Wien 2019* (S. 242–245). Universität Duisburg-Essen.
- Mintschule.at (2021). *Auf dem Weg zum MINT-Schwerpunkt. Anregungen für Kindergärten und Schulen aus der Praxis für die Praxis*. Abrufbar unter: [mintschule.at\\_praxisleitfaden\\_21-07.pdf](https://mintschule.at/praxisleitfaden_21-07.pdf) (2023-07-23).

- Ostermann, G. (30. März 2021). Weniger Bewerber für MINT-Lehrstellen. Abrufbar unter: <https://www.derstandard.at/story/2000125384272/weniger-bewerber-fuer-mint-lehrstellen> (2023-05-22).
- Pokorny, B. (2019). Naturwissenschaftlicher Sachunterricht. Kontinuierlicher Kompetenzaufbau ausgehend von Elementarerfahrungen in der frühen Bildung. In: U. Fajtak & K. Schmidt-Hönig (Hrsg.), *Schuleingangsphase* (S. 153-168). Wien: LIT.
- Puddu, S. (2021). Zwei Beispiele für Gelingensbedingungen für Forschendes Lernen im Chemieunterricht. *Plus Lucis 1*, S. 8–11.
- Reiners, C. S. (2017). Auf dem Weg zum Chemieunterricht. In C. S. Reiners (Hrsg.), *Chemie vermitteln: Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen* (S. 91–110). Heidelberg: Springer.
- Schecker, H. (2011). Eröffnungsansprache. In D. Höttecke (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik – Jahrestagung in Potsdam 2010* (S. 2-6). Münster: LIT.
- Science2School (2021). *Selma will's wissen*. Abrufbar unter: [www.selmawillswissen.at](http://www.selmawillswissen.at) (2023-05-23).
- Specht, F. (2022). In MINT-Berufen verdienen Beschäftigte überdurchschnittlich – dennoch ist die Fachkräftelücke groß. Abrufbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/international/iw-studie-in-mint-berufen-verdienen-beschaeftigte-ueberdurchschnittlich-dennoch-ist-die-fachkraefteluecke-gross/28888786.html> (2023-05-22).
- Sommer K. & Pfeifer, P. (2018). Ziele des Chemieunterrichts und Chemiedidaktische Leitlinien. In K. Sommer, J. Wambach-Laicher & P. Pfeifer (Hrsg.), *Konkrete Fachdidaktik Chemie: Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht* (S. 139-174). Seelze: Aulis.
- Tajmel, T. (2021). Modelling the Human Rights Approach to Science Education. In: T. Tajmel, K. Starl & S. Spintig (Hrsg.), *The human rights-based approach to STEM education* (S. 61-78). Münster & New York: Waxmann.
- Voglhuber, H. (2011). Das Chemobil. Volksschulkinder experimentieren, ihre LehrerInnen profitieren. *Erziehung & Unterricht*, 3–4 (161), S. 246–251.

# Instrumentarium der Reflexion. Eine systematische Skizze, um Primarstufenmathematikunterricht mit einem konstitutiven Prinzip zu hinterfragen

Gordan Varelija

## Abstract Deutsch

Im pädagogischen Denken und Handeln werden regulative Prinzipien auf der eidetischen, teleologischen und methodischen Seite des pädagogischen Dreiecks wissenschaftlich untersucht. Aus regulativen können konstitutive Prinzipien abgeleitet werden. Für einen zeitgemäßen Primarstufenmathematikunterricht als Bestandteil eines MINT-Unterrichts gilt es in der vorliegenden Arbeit systematisch zu fragen, welches Prinzip als Instrumentarium der Reflexion von Möglichkeitsformen des Primarstufenmathematikunterrichts konzipiert werden kann.

## Schlüsselwörter

Konstitutive Prinzipien, gegenstandsorientierter Dialog, kleinschrittiges Vorgehen, Verstehensorientierung

## Abstract English

In pedagogical thinking and acting, regulative principles are scientifically examined on the eidetic, teleological and methodical side of the pedagogical triangle. Constitutive principles can be derived from regulatory principles. For a contemporary primary level mathematics lesson as part of a MINT lesson, the present work has to systematically ask which principle can be conceived as an instrument for reflecting on possible forms of primary level mathematics lessons.

## Keywords

Constitutive principles, object-oriented dialogue, step-by-step approach, orientation towards understanding

## Zum Autor

Gordan Varelija, Dr., Professor, Pädagogische Hochschule Wien

Kontakt: gordan.varelija@phwien.ac.at

*Der Mensch kann im Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden nicht hinter seinen jeweils erreichten Bildungsstand zurücktreten. Wenn jeder Akt, d.h. wenn jeder Geltungsanspruch die Bildung des Menschen zum Ausdruck bringt, dann ist jede Auseinandersetzung mit sich selbst, mit anderen und mit der Welt nur als gebildete Handlung vorstellbar – so sachlich, sittlich und ästhetisch unzureichend diese auch immer erscheinen mag. Hierin zeigt sich der Charakter der Bildung als eines konstitutiven Prinzips, weil in der Bildung die unhintergehbare pädagogische Maßgabe menschlichen Tuns vorgestellt werden muss.*

*Thomas Mikhail*

## 1 Einleitende Gedanken

Wenn der Primarstufenmathematikunterricht einerseits durch fachdidaktische Forschung und andererseits durch Erfahrungen in der schulischen Realität immer wieder einem Wandel unterzogen ist, so braucht es möglicherweise Bezugspunkte, um Entwicklungen reflektieren zu können (vgl. Padberg & Benz 2011, S. 27ff.; Schipper et al. 2015, S. 17ff.). Durch systematische Reflexionen sind reale Veränderungen im Unterrichtsgeschehen und theoretische Konzepte für Vergleiche, Weiterentwicklungen und neue bildende Erfahrungen zugänglich (vgl. Reusser & Pauly 2003, S. 4ff.; Gruschka 2013, S. 38ff.). Wird zum einen die Verstehensorientierung, welche auf der Grundlage, Mathematik als Wissenschaft von Mustern und Strukturen zu verstehen, basiert, als Leitfaden betrachtet, so gilt es zu fragen, woran man diese im Unterricht erkennen kann (vgl. Hirt & Wälti 2008, S. 15ff.; Leuders 2012, S. 28ff.). Wird zum anderen nach dem pädagogisch sinnvollen Einsatz von digitalen Medien im Primarstufenmathematikunterricht gesucht, so ist zu fragen, wodurch sich das Sinnvolle ergibt. Bezugspunkte der Reflexion sind ebenso notwendig, um Kompetenzzuschreibungen im Mathematikunterricht nicht als von pädagogischen

Grundüberlegungen unabhängige Lernerfolgsmessungen für Kompetenzraster zu betrachten, deren Evaluierungen sonst folglich nur schwer pädagogisch eingeordnet werden können (vgl. Reichenbach 2007a, S. 64ff.).

Im vorliegenden Text wird der Frage nachgegangen, welches konstitutive Prinzip geeignet erscheint, um Primarstufenmathematikunterricht pädagogisch reflektieren zu können. In einem ersten Teil dieser Arbeit wird auf regulative und konstitutive Prinzipien eingegangen, im zweiten Teil ein konstitutives Prinzip systematisch untersucht und im dritten Teil ein konstitutives Prinzip in Bezug zu drei Möglichkeitsformen von Primarstufenmathematikunterricht gesetzt.

## 2 Regulative und konstitutive Prinzipien

Prinzipien können Bezugspunkte sein, um sich als Lehrende im komplexen Feld von Unterrichtsgeschehen, erfolgreicher und verfehlter Wirkungen pädagogischen Denkens und Handelns, in theoretischen, neu entworfenen Unterrichtskonzepten und in entsprechender angebotener, analoger und digitaler Methodenvielfalt zu orientieren. Thomas Mikhail nähert sich der Frage nach geeigneten Prinzipien, indem er über eine Dreieckskonstellation nach Bedingungen für die Möglichkeit pädagogischen Denken und Handelns sucht. Mikhail (2016, S. 206f.) bezieht sich in einem ersten Schritt innerhalb dieser Dreieckskonstellation auf folgende drei regulative Prinzipien:

„[...] lassen sich Bildsamkeit, Selbstbestimmung und Dialogizität als unhintergehbare Prinzipien pädagogischen Handelns ausweisen. [...] Bildsamkeit, Selbstbestimmung und Dialogizität haben in erster Linie eine ordnungsstiftende Funktion. Sie ermöglichen zwar keine Erkenntnisse in der Frage, wie pädagogisch gehandelt werden soll, aber dennoch können wir unsere Erfahrung an diesen Ideen orientieren. [...] Denn, obgleich wir mithilfe der regulativen Prinzipien keine Erkenntnisse über pädagogisches Handeln gewinnen können, so sind Erkenntnisse über pädagogisches Handeln erst unter Voraussetzung der regulativen Prinzipien möglich.“ (Mikhail 2016, S. 206f.).

Die Produktivität regulativer Prinzipien erscheint zunächst auf einer Metaebene, wo diese möglicherweise nur in theoretischen Fragestellungen näher untersucht werden können. Mikhail relativiert diesen Gedanken:

„Wir wüssten nicht einmal, worauf sich unser pädagogisches Denken richten sollte, wenn wir nicht an der Bildsamkeit, Selbstbestimmung und Dialogizität Orientierung fänden. Durch die ordnungsstiftende Funktion dieser regulativen Prinzipien wird pädagogisches Handeln erst erfahrbar [...]“ (ebd.).

Auf der eidetischen Seite der erwähnten Dreieckskonstellation findet sich das regulative Prinzip der Bildsamkeit. Die Frage also nach dem Wer/Was ist der Mensch und wie ist der Mensch bestimmt für einen Bildungsprozess. Erst durch die Annahme der Bildsamkeit sind weitere Überlegungen im pädagogischen Denken und Handeln sinnvoll. Auf der teleologischen Seite ist die Selbstbestimmung zugeordnet. Das Ziel pädagogischen Handelns wird benannt, jenes Ziel wodurch sich Handeln als pädagogisches Handeln zu erkennen gibt und sich somit legitimiert. Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden der Lernenden sind das angestrebte Ziel im pädagogischen Kontext. Bildsamkeit und Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden, eidetische und teleologische Festlegungen benötigen eine entsprechende methodische Seite, die dritte Seite des Dreiecks. Diese wird durch die Dialogizität festgelegt. Erst durch das Prinzip der Dialogizität ergibt sich ein stimmiges Bild von eidetischer, teleologischer und methodischer Ansätze, die ineinandergreifen und isoliert kein sinnvolles Gefüge ergeben. Das pädagogische Handeln und die entsprechenden Erfahrungen sind in diesem Kontext durch eine systematische Unterteilung von regulativen und konstitutiven Prinzipien näher zu bestimmen (vgl. Gruschka 2011b, S. 101ff.). Mikhail (2016, S. 207) zeigt diese Differenz systematisch auf:

„Freilich folgt die Absteckung eines konkreten Erfahrungsbereichs nicht den regulativen, sondern vielmehr den konstitutiven Prinzipien, durch die dem Forscher tatsächlich pädagogische Situationen in der Anschauung gegeben werden. Individuallage, Bildung und das Argumentieren lassen sich widerspruchsfrei zu den regulativen Prinzipien bilden. Diese bedingen pädagogische Praxis dergestalt, das mit ihnen nicht bloß theoretische Vorstellung ermöglicht, sondern auch praktische Orientierungen gegeben werden können.“ (Mikhail 2016, S. 207).

Systematisch kann festgehalten werden:

- Individuallage auf der eidetischen Seite als entsprechendes konstitutives Prinzip abgeleitet vom regulativen Prinzip der Bildsamkeit.

- Bildung auf der teleologischen Seite als entsprechendes konstitutives Prinzip abgeleitet vom regulativen Prinzip der Selbstbestimmung.
- Argumentation auf der methodischen Seite als entsprechendes konstitutives Prinzip abgeleitet vom regulativen Prinzip der Dialogizität (vgl. dazu auch Koch 2015, S. 34ff.; Schirlbauer 2018, S. 9f.; Varelija 2018a, S. 171f.).

Die drei zugeordneten konstitutiven Prinzipien zeigen Bedingungen für die Möglichkeit pädagogischen Denkens und Handelns auf, in diesem speziellen Forschungsgegenstand, im pädagogischen Denken und Handeln im Primarstufenmathematikunterricht, wodurch erste Skizzen einer pädagogischen Reflexion von Unterricht möglich erscheinen. In einem zweiten Teil der Arbeit wird die Argumentation, das konstitutive Prinzip auf der methodischen Seite, untersucht.

### 3 Argumentation – der gegenstandsorientierte Dialog

Die Gegenstandsorientierung im Primarstufenmathematikunterricht, also die Orientierung am mathematischen Thema, welches unterrichtet wird, ist zentral für weitere Überlegungen in der Planung, Gestaltung und Reflexion des Unterrichts. Erst wenn klar ist, welches mathematische Thema mit den Lernenden näher betrachtet werden soll und was den Kern dieses Themas für die Vermittlung durch Lehrende und Aneignung durch Lernende darstellt, kann auch der Dialog gedacht werden. Der Kern des Themas hat eine fachspezifisch-mathematische Struktur, welche sich auch im Primarstufenmathematikunterricht wiederfinden soll, auch wenn durch die Individuallage der Lernenden in der Primarstufe zuerst nur erste Schritte im Verstehensprozess der Sache möglich erscheinen.

Durch den gegenstandorientierten Dialog von Lehrenden und Lernenden kann die Orientierung am mathematischen Thema in pädagogisches Handeln überführt werden. Wird das Thema von den Lehrenden für den Unterricht ausgewählt, so wird damit auch ein Teil der Kultur einer Gesellschaft für den Mathematikunterricht ausgewählt, d.h. zentrale mathematische Inhalte und die Fragen, die mit diesen Inhalten verbunden sind, werden für die Lernenden in einem Lernprozess zugänglich. Fragen, die mit diesen Inhalten verbunden sind und Fragen von den Lernenden in der Auseinandersetzung mit diesen Inhalten sind die Grundlage für den gegenstandorientierten Dialog, der, um

pädagogisches Handeln zu konstituieren von den Lehrenden angeleitet wird. Die Lernenden setzen sich selbst durch diese Wechselwirkung vom mathematischen Thema, Fragen im Lernprozess und dem Dialog mit Lehrenden dem Verständnis von Welt neu aus. Die Lernenden sind immer durch Bildung neu in der Welt gesetzt, unabhängig davon, wie tief sie im Verstehensprozess des mathematischen Themas eingedrungen sind. Jede bildende Erfahrung, sei sie auch durch Negativität gekennzeichnet, in der sich das Thema nicht vollständig den Lehrenden aufschließt, setzt die Lernenden neu in diese Welt (vgl. Reichenbach 2007b, S. 55f.; Heitger 2008, S. 39ff.; Gruschka 2011a, S. 37f.; Reichenbach 2011, S. 44ff.).

Alfred Petzelt (zit. nach Varelija 2018b, S. 618) zeigt diesen Wachstumsakt auf, wenn er sagt:

„Nach jeder neuen Wissenseinheit, die perzipiert wird, entsteht ein neues Ich. Dieses nimmt wiederum Neues auf und gliedert sich neu, wird also wiederum wieder anders. So wächst das Ich in seinen eigenen Akten.“ (Petzelt, zit. nach Varelija 2018b, S. 618).

Somit können sich die Lernenden neu ordnen, sie ordnen ihr bisheriges Wissen und können sich dabei prüfen, d.h. was war bis zu diesem Zeitpunkt inhaltlich richtig verstanden, was war nicht richtig strukturiert im Verstehensprozess. Der Lernende lernt sich zu bilden, pädagogisch betrachtet im gegenstandsorientierten Dialog mit dem Lehrenden. Die Lernenden können über den Dialog, über das Argumentieren, sich dem mathematischen Thema nähern, erste Vermutungen treffen, diese wieder verwerfen, sich Klarheit über die Argumente der Lehrenden zur Sache und der inneren logischen Richtigkeit des Themas verschaffen. Im Dialog mit den Lehrenden können Lernende eigene Denk-Rechenwege ausprobieren, eigenes Argumentieren auf Richtigkeit prüfen und so ins Verstehen und Werten des angelegten Unterrichtsthemas gelangen. Das Argumentieren der Lehrenden führt die Lernenden vom Nicht-Wissen zum Wissen, vom Fremddenken zum Selberdenken, vom Fremdwerten zum Selberwerten und vom Fremdentscheiden zum Selberentscheiden. An dieser Stelle wird das pädagogische Momentum ersichtlich, welches durch den pädagogisch geführten Dialog möglich wird. Argumente der Lehrenden aber eben auch der Lernenden zur mathematischen Bearbeitung des Themas sind an Geltungsansprüchen somit an mathematische Gesetzmäßigkeiten gebunden, d.h. daran können sie geprüft und übernommen oder verworfen werden.

Geltungsansprüche und Dialog sind nach Mikhail (2016, S. 195) für pädagogisches Handeln notwendige Elemente:

„Dialogizität als pädagogisches Prinzip ist zunächst frei von ethischen Implikationen. [...] Allein, dass Dialogizität immer schon vorausgesetzt wird, wo Menschen pädagogisch interagieren, ist kein frommer Wunsch oder eine wohlwollende Forderung, sondern die Bedingung der Möglichkeit der Aufforderung zur Prüfung von Geltungsansprüchen.“ (Mikhail 2016, S. 195).

Durch Argumente versuchen Lehrende und Lernende der inneren Logik des mathematischen Themas zu folgen und sich dadurch den Kern des mathematischen Themas zu erschließen. Bei einem mathematischen Thema kann die Verstehensorientierung im Dialog zwischen Lehrenden und Lernenden fachspezifisch eine andere Denkstruktur aufzeigen als bei anderen Unterrichtsfächern. Dieser fachspezifischen Struktur in der Verstehensorientierung gilt es zu folgen, wenn Lernenden mathematisches Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden ermöglicht werden soll. Marian Heitger (2008, S. 156) hat aus pädagogischer Sicht auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht:

„Die Argumentation wandelt sich nach den verschiedenen Geltungsgebieten bzw. Unterrichtsfächern und Gegenständen ab. Der Lehrer hat dem Begriff der Methode zu gehorchen, die als spezifische Ordnung dieses Gegenstandsbereiches das dialogische Auseinandertreten von Lehrer und Schüler fordert. [...] So wird gerade im Begriff der Methode die Notwendigkeit des Dialogischen für den Unterrichtsprozess deutlich, denn sie fordert gegenstandsgemäße Auseinandersetzung und Argumentation. Wo diese fehlt, hat der Schüler eigentlich nicht gelernt, allenfalls werden Wissensbestände reproduziert, ohne dass ihnen eigene Einsicht entspricht.“ (Heitger 2008, S. 156).

Die spezielle Bedeutung der Lehrenden im gegenstandsorientierten Dialog, die sich durch das pädagogisch-reflexive Momentum des Wissens der Lehrenden und zugleich des Denken und Handelns zeigt, das notwendig erscheint, damit Lernende sich dieses Wissen aneignen können. Alfred Schirlbauer (2005, S. 55) verweist auf diesen besonderen Zugang:

„Lehrer sind also nicht nur Wissende oder Könner, sondern zugleich Wissende ihres Wissens und Könnens. Sie wissen auch, wieso sie das wissen, was sie wissen, wieso die Sache so gemacht wird, d.h. sie verstehen sich auf den Weg, der zum Ziel führt, auf eine Art und Weise, die es ihnen ermöglicht, diesen Weg

nicht nur selbst zu gehen, sondern auch anderen zu weisen.“ (Schirlbauer 2005, S. 55).

Der gegenstandsorientierte Dialog im Primarstufenmathematikunterricht zeichnet sich durch die Verstehensorientierung aus. Das Verstehen wird dabei gelehrt und es werden Bedingungen für die Möglichkeit des Verstehens gedacht und den Lernenden angeboten, damit sie beim Lernen ins Verstehen kommen. Die Lernenden lernen in der Verstehensorientierung verständig vorzugehen, nicht nur einer Intuition folgend, sie sind nicht an unreflektierte, unverstandene mathematische Rezepte gebunden.

Systematisch kann festgehalten werden:

Die Argumentation als konstitutives Prinzip im Primarstufenmathematikunterricht ist im gegenstandsorientierten Dialog, wenn dieser pädagogisch gedacht ist, ein Instrumentarium der Reflexion. Welche Formen der Argumentation, des Dialogs, finden im jeweiligen Primarstufenmathematikunterricht statt? Können Lernende ihre Argumente auf Geltungsansprüche prüfen? Zeigen Lehrende in ihren Argumenten eine Verstehensorientierung in der Vermittlung auf? Steht der Gegenstand, das mathematische Thema im Mittelpunkt des Unterrichts, dem sich Lehrende und Lernende über ihre Argumente konstruktiv nähern? Kommen Lernende im Dialog in das Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden?

In einem nächsten Schritt wird systematisch untersucht, wie sich Argumentation in Möglichkeitsformen von Mathematikunterricht der Primarstufe abbilden kann.

#### 4 Instrumentarium der Reflexion – Primarstufenmathematikunterricht

Ein möglicher Lehr-Lernpfad im Primarstufenmathematikunterricht zeigt die Struktur eines rezeptartigen Unterrichts auf. Die Lehrenden planen in einem ersten Schritt einen eng begrenzten Lernstoff für den Unterricht. Durch die enge Begrenzung können operative Lernziele festgelegt werden und diese wiederum können in einem Lernziel- bzw. Kompetenzraster als Lernerfolge notiert werden. Diese enge Begrenzung scheint einen klaren Fokus auf einen Unterrichtsinhalt zu ermöglichen. Der Lehr-Lernpfad ist somit didaktisch-methodisch als kleinschrittig zu betrachten. Ein kleiner Schritt aus einem mög-

lichen größeren und ganzheitlicheren Thema wird isoliert für den Unterricht vorbereitet.

Ausgehend von diesem Fokus können Lehrende nun eine entsprechende Musteraufgabe planen und gestalten. Diese Musteraufgabe ist repräsentativ für den ausgewählten Inhalt, für den kleinen inhaltlichen Schritt. An dieser Musteraufgabe soll die Reorganisation des Wissens der Lernenden neu angeeignet werden können. Um die Musteraufgabe korrekt zu lösen, wird in einem weiteren Lehrschritt das entsprechende Rezept überlegt. Dieses Rezept hat eine streng vorgegebene Struktur, d.h. es ist in einzelne Schritte zerlegt, denen Lernende folgen müssen, um die Musteraufgabe mit den Lehrenden gemeinsam zu lösen. Wird Schritt eins des Rezeptes aufgeschrieben, so notieren die Lernenden diesen und warten auf den nächsten Schritt. Die Lehrenden zeigen nun Schritt zwei usw., bis das Rezept vollständig vorgegeben ist. Die richtige Lösung der Musteraufgabe legitimiert das entsprechende Rezept und wird somit als einziger Lösungsweg für die ausgewählte Musteraufgabe dargestellt. Da die Lernenden Schritt für Schritt das rezeptartige Lösen der Musteraufgabe notieren, kann dieser Prozess auch als gleichschrittiges Vorgehen bezeichnet werden. Weitere Aufgaben zu diesem Lerninhalt sollen von den Lernenden in Folge nach diesem einen vorgegebenen Weg gelöst werden. Abweichungen werden als Fehler erkannt, selbst wenn sie möglicherweise interessante eigene Denkwege aufzeigen könnten.

Welche Form von pädagogischem Dialog, vom Prüfen von Argumenten ist in diesem Lehr-Lernpfad vorstellbar? Systematisch werden einige mögliche Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden in diesem Unterrichtsszenarium festgehalten:

Lehrende:

- Habt ihr jeden Schritt des Lösungsweges genau abgeschrieben?
- Bitte haltet euch genau an diesen Weg, so kommt ihr zur richtigen Lösung.
- Euer Lösungsweg bei den kommenden Aufgaben muss klar ersichtlich sein, dem Vorgegeben entsprechen, den ich euch gezeigt habe.
- Ist an diesem Weg etwas unklar, versteht ihr wie man vom ersten Schritt zum zweiten kommt?
- Bei fehlerhaften Lösungen schaut, wo ihr abgewichen seid von der Vorgabe, so erkennt ihr den Fehler am schnellsten und könnt es korrigieren.

- Du hast so viele richtig und so viele falsch gelöst. Durch Üben des Weges kannst du die falschen bald auch richtig lösen.

Lernende:

- Ich denke, ich habe den ganzen Lösungsweg bei der Musteraufgabe abgeschrieben.
- Ich weiß nicht, wo mein Fehler liegt, ich dachte ich habe alle Schritte genau nachgemacht.
- Verstehen tu ich es nicht, aber es führt zur richtigen Lösung.
- Ich lerne diesen Weg und kann ihn dann bei der Hausübung und beim Test, mehr wird nicht verlangt.

Systematisch kann festgehalten werden:

Diese exemplarischen Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden zeigen eine Argumentation auf, die defizitorientiert erscheint, d. h. das Rezept führt zur richtigen Lösung und die Fragen/Hinweise sind auf die richtigen Lösungen bzw. die Fehler fokussiert. In den Fragen/Hinweisen wird ein fehlerfreies, operatives Beherrschen des klein-gleichschrittigen Vorgehens in den Mittelpunkt des Unterrichts gestellt. Fehler sind als Abweichungen vom Rezept gekennzeichnet und werden in der Argumentation als solche gekennzeichnet. Diese Form von Argumentation zeigt Möglichkeiten und Grenzen auf, die durch den rezeptartigen Unterricht, wie er hier in einer reduzierten Form skizziert ist, vorgegeben werden. Dieser geplante und durchgeführte Lehr-Lernpfad ermöglicht kaum weitere Argumente, kein weiteres Suchen und Prüfen von Selberwerten und Selberentscheiden. Was soll an einem klein- und gleichschrittigen Rezept von Lernenden hinterfragt, angezweifelt oder alternativ gelöst werden? Die Vorgabe erscheint als mathematisch einzig richtiger Denkweg, der als solcher unhinterfragt zu übernehmen ist. Warum dieser Weg so und nur so richtig ist, bleibt im Verborgenen, wenn die Argumentation im Unterricht diesem radikalen Szenarium entspricht. Gleichzeitig scheint die Argumentation als Instrumentarium der Reflexion an dieser Stelle geeignet, um Unterrichtsabläufe zu reflektieren, sie in ihrem Ablauf kritisch zu hinterfragen, ihre Bedingungen für die Möglichkeit von mathematischer Bildung zu prüfen.

Ein weiterer möglicher Lehr-Lernpfad im Primarstufenmathematikunterricht zeigt die Struktur eines Lernmaterial-lastigen Unterrichts auf. Die Lehrenden planen den Mathematikunterricht über das Lernmaterial. Welches

Material scheint geeignet zu sein, um den nächsten Lernschritt im mathematischen Thema zu ermöglichen? Die Lehrenden überlegen dabei, ob das Arbeiten mit dem Lernmaterial ermöglicht, dass Lernziele oder Kompetenzen erreicht werden können. Das Lernmaterial wird auch nach Kriterien wie dem Grad der Möglichkeit des selbständigen Lernens für die Lernenden geprüft bzw. ob es auch Kontrollmöglichkeiten für die mathematischen Aufgaben beinhaltet. Gegenwärtig wird auch die Entscheidung nach analogem oder digitalem Lernmaterial von Lehrenden in die Unterrichtsplanungen einbezogen. Durch das entsprechende Lernmaterial können in diesem Unterrichtsszenarium die Lernenden möglichst selbstorganisiert die einzelnen Schritte im mathematischen Thema bearbeiten. Die Lehrenden erklären in diesem Lehr-Lernpfad das Lernmaterial, wie es konzipiert ist, wie damit gelernt werden soll. Die Lernenden beginnen, sich dem mathematischen Thema mit dem Material zu nähern. Sie bekommen möglicherweise Feedback vom Lernmaterial, sei es in analoger Version durch Formen von analoger Selbstkontrolle, die beim Lernmaterial konzipiert ist, sei es in der digitalen Version durch das digitale Anzeigen von falschen und richtigen Lösungen. Die Lehrenden sind in dieser Phase des Unterrichts Lernbegleiter\*innen, d.h. sie begleiten die Lernenden im Bearbeiten des vorgegebenen Materials.

Wie ist die Suche nach Geltungsansprüchen in der Argumentation von Lehrenden und Lernenden in dieser Skizze von Mathematikunterricht vorstellbar? Systematisch werden einige mögliche Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden in diesem Unterrichtsszenarium festgehalten:

Lehrende:

- Habt ihr Fragen zum Lernspiel?
- Die Selbstkontrolle beim Lernmaterial zeigt euch, ob ihr richtig unterwegs seid.
- Wenn ihr Fragen zum Material habt, kommt zu mir.
- Wer fertig ist, kann sich weitere Aufgaben zum Bearbeiten holen.
- Versuche alle Beispiele richtig zu lösen, dann bekommst du schwierigere von mir.
- Zeig mir deine Lösungen, bei Problemen nimm dein Material und wir probieren es gemeinsam mit dem Material.
- Tragt eure Material in euren Freiarbeitsplan ein, so könnt ihr sehen welches ihr schon bearbeitet hab und welche euch noch fehlen.

Lernende:

- Wie arbeite ich mit dem Lernspiel?
- Wo sehe ich, ob meine Lösungen stimmen?
- Was mache ich, wenn ich es immer wieder falsch löse?
- Gibt es verschiedene Schwierigkeitslevels?
- Gibt es auch Lerntipps beim Material, wenn ich ein Beispiel nicht lösen kann?
- Können wir auch zu zweit an einem Lernspiel arbeiten?
- Müssen wir die Lösungen auch herzeigen oder reicht es, wenn wir selbst kontrollieren?

Systematisch kann festgehalten werden:

Diese exemplarischen Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden zeigen eine Argumentation auf, die Material-lastig erscheint, d.h. die Bearbeitung des Lernmaterials ist im Zentrum des Unterrichtsgeschehens. Sowohl der Fokus der Lernenden aber auch der Lehrenden liegt auf dem Material und dem dadurch vorgegebenen Lernpfad. Die Fragen/Hinweise beziehen sich immer wieder auf das Material und richtige bzw. falsche Lösungen der gestellten Aufgaben. Die Differenzierung ergibt sich durch die Vorgaben des analogen bzw. digitalen Materials, weniger durch die Lehrenden. Fragen und Hinweise deuten auf den Umgang mit Material, auf die Form des selbstorganisierten Lernens hin. Die Lehrenden in der Form der Lernbegleiter\*innen zeigen in ihrem pädagogischen Dialog auf, wie sie unterstützend den selbständigen Weg der Lernenden begleiten wollen und achten in ihrer Argumentation auf wenig inhaltliche Vorgaben im Lernprozess. Die Fragen/Hinweise zeichnen in dieser Skizze ein Lernmaterial-Management auf, wodurch sich der Dialog über das Material und die Selbstorganisation der Lernenden konstruiert. Ausgehend von einer zeitgemäßen Verstehensorientierung im Primarstufenmathematikunterricht kann an dieser Stelle kritisch-reflexiv mit Hilfe des konstitutiven Prinzips der Argumentation gefragt werden, ob sich im Lernmaterial möglicherweise auch kleinschrittiger-rezeptartiger Unterricht verbirgt, der durch den Schein eines Lernmaterials bzw. Lernspiels verborgen wird. Erst durch den Bezugspunkt eines konstitutiven Prinzips werden didaktisch-methodische Wege einer Reflexion zugänglich.

Ein weiterer möglicher Lehr-Lernpfad im Primarstufenmathematikunterricht zeigt die Struktur eines verstehensorientierten Unterrichts auf. Die

Lehrenden versuchen in der Planung und Durchführung des mathematischen Themas unter dem Aspekt der Verstehensorientierung, didaktisch-methodische Wege zu gestalten, bei denen sie das Hinführen zu eigenen Denk-Lösungswegen der Lernenden mitbedenken. Die Argumente für eigene Denk-Lösungswege von Lernenden sind ein grundlegender Bestandteil dieses Konzeptes. Die Lernenden sollen keine unhinterfragten Rezepte übernehmen, sondern mathematische Muster und Strukturen sowohl in der Erarbeitungsphase als auch in der Übungsphase entdecken und verstehen können. In Kommunikationsphasen mit Mitlernenden und Lehrenden können diese Lösungsansätze der Lernenden geprüft, vielleicht verworfen, neu überdacht und ausprobiert werden. Dem Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden wird ein entscheidender Moment im Unterrichtsgeschehen eingeräumt. Die Auswahl der Aufgabenstellungen unterliegt in diesem Konzept von Primarstufenunterricht ebenso der Verstehensorientierung. Die Aufgaben weisen mathematische Muster und Strukturen auf, die den Lernenden mathematische Gesetzmäßigkeiten aufzeigen und die als solche in der angebotenen Art und Weise auch entsprechend der Individuallage der Lernenden verstanden werden können. In mathematischen Konferenzen mit Lernenden, werden Zeit und Raum von den Lehrenden zur Verfügung gestellt, damit Lernende ihre Denk-Lösungswege und somit auch Argumente aufzeigen können und diese in der Diskussion mit Mitlernenden und Lehrenden geprüft werden können. Unterschiedliche Ansätze der Lernenden werden miteinander verglichen, darüber wird diskutiert, dazu können Fragen formuliert werden, Vermutungen zu Mustern und Strukturen werden festgehalten und überprüft. Lernende können voneinander lernen, Lösungsansätze übernehmen und ausprobieren.

Welche Form von pädagogischem Dialog, vom Prüfen von Argumenten ist in diesem Lehr-Lernpfad vorstellbar? Systematisch werden wieder einige mögliche Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden in diesem Unterrichtsszenarium festgehalten:

Lehrende:

- Versucht auf eurem Weg die Aufgabe zu lösen.
- Erklär mir deinen Lösungsweg.
- Vergleicht eure Ansätze und besprecht die Vorteile einzelner Rechenwege.
- Welches Muster fällt euch auf?
- Warum ändern sich die Ergebnisse in den Übungen so und nicht anders?

- Warum habt ihr euch für diesen Weg entschieden?
- Beschreibe Auffälligkeiten des mathematischen Musters.
- Kannst du es auch anders lösen?

Lernende:

- Ich rechne so, weil es mir am leichtesten fällt.
- So verstehe ich es.
- Ist dieses Muster richtig, welches ich gefunden habe?
- Ich habe mir gedacht, so geht es noch leichter.
- Mein erster Schritt war . . . , mein zweiter . . . dann habe ich es gehabt.

Systematisch kann festgehalten werden:

Diese exemplarischen Fragen/Hinweise von Lehrenden und Lernenden zeigen einen auf Argumentation aufbauenden Unterricht auf, bei dem Verstehen Lehren im Zentrum der Planung und Durchführung aufzeigt wird, d.h. das Instrumentarium der Reflexion, die Argumentation, zeigt in dieser Variante auf, wie stark die eigenen Denk-Lösungswege der Lernenden bedacht und eingebunden werden. Die Kommunikationsphasen sind ein wesentlicher Bestandteil dieses Primarstufenmathematikunterrichts. Die Lehrenden können sich in ihrer Reflexion des Unterrichts an den Fragen/Hinweisen, die sie gestellt haben, orientieren, wodurch sie zum Teil erkennen können, wie verstehensorientiert der Ablauf des Unterrichts tatsächlich war und zu interpretieren ist.

## 5 Abschließender Blick auf das Instrumentarium der Reflexion

Die drei skizzierten Möglichkeitsformen von Primarstufenmathematikunterricht (vgl. dazu auch Spiegel & Selter 2003, S. 15ff.; Wittmann 2017, S. 56f) in dieser Arbeit weisen keine vollständige Struktur auf und dienen der Konzeptualisierung eines Instrumentariums der Reflexion. Es sind weitere Varianten der vorgestellten Möglichkeitsformen denkbar. Es erscheint aber notwendig, sich in ersten Schritten einem Instrumentarium der Reflexion über Möglichkeitsformen zu nähern, da auf diese Weise Primarstufenmathematikunterricht für die didaktisch-methodische Forschung als Forschungsgegenstand einen Bezugspunkt erhält, sich der pädagogischen Erkenntnis und Erfahrung weiter aufschließt. Dadurch können auch neue Forschungsfragen mit Hilfe des In-

strumentariums in den Forschungsdiskurs eingebracht werden. Werden weitere neu gedachte Instrumentarien, Prinzipien entworfen, so stehen sie ausgehend von dieser Forschung im Dialog mit dem konstitutiven Prinzip der Argumentation.

Für die Praktiker\*innen bietet sich die Möglichkeit an, mit dem Instrumentarium realen, konkret praktizierten Unterricht zu hinterfragen, zu überdenken, neu auszuprobieren und weiterzuentwickeln.

Das Selberdenken, Selberwerten und Selberentscheiden kann in weiteren Schritten durch das hier vorgegebene Instrumentarium der Reflexion als Teil der mathematischen Bildung implementiert werden, auch wenn es grundsätzlich nie anders von Mathematiker\*innen, Didaktiker\*innen und Praktiker\*innen gedacht war und sich vielleicht im Forschungsgeschehen und der Methodenvielfalt im schulischen Alltag nicht mehr zu erkennen gab.

Mathematische Bildung, in der das Prüfen des eigenen Denkens und das Argumentieren einen didaktisch-methodischen geplanten und begründeten Stellenwert erhält, wird in Folge von Lernenden möglicherweise auch nicht mehr als rezeptartige und nicht zu verstehende Struktur betrachtet werden, sondern als kreativer Prozess, in dem man sich als Lernender mit seinen Gedanken, Lösungsansätzen und Argumenten einbringen kann.

## Literatur

- Gruschka, A. (2011a). *Verstehen lehren*. Stuttgart: Reclam.
- Gruschka, A. (2011b). *Didaktik. Das Kreuz mit der Vermittlung*. Frankfurt/M: Büchse der Pandora.
- Gruschka, A. (2013). *Unterrichten – eine pädagogische Theorie auf empirischer Basis*. Berlin: Budrich.
- Heitger, M. (2008). Das grundlegend Dialogische des Pädagogischen. In: T. Mikhail (Hrsg.). *Ich und Du. Der vergessene Dialog*. (S. 139-159). Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Hirt, U. & Wälti, B. (2008). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte*. Seelze: Kallmeyer.
- Koch, L. (2015). *Lehren und Lernen. Wege zum Wissen*. Paderborn: Schöningh.
- Leuders, T. (2012). *Erlebnis Arithmetik*. Heidelberg: Springer.
- Mikhail, T. (2016). *Pädagogisch handeln. Theorie für die Praxis*. Paderborn: Schöningh.
- Padberg, F. & Benz, C. (2011). *Didaktik der Arithmetik*. Heidelberg: Spektrum.

- Reichenbach, R. (2007a). Soft skills-destruktive Potentiale des Kompetenzdenkens. In: L. Pongratz, R. Reichenbach, M. Wimmer (Hrsg.) *Bildung-Wissen-Kompetenz*. (S. 64-81). Bielefeld: Janus.
- Reichenbach, R. (2007b). *Philosophie der Bildung und Erziehung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Reichenbach, R. (2011). *Pädagogische Autorität*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Reusser, K. & Pauly, C. (2003). *Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Ein Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie*. Universität Zürich.
- Schipper, W. & Ebeling, A. & Dröge, R. (2015). *Handbuch für den Mathematikunterricht*. 2.Schuljahr. Hannover: Schroedel.
- Schirlbauer, A. (2005). *Die Moralpredigt. Destruktive Beiträge zur Pädagogik und Bildungspolitik*. Wien: Sonderzahl.
- Schirlbauer, A. (2018). Schule des Fortschritts. In: A. Schirlbauer, H. Schopf, G. Varelija (Hrsg.). *Zeitgemäße Pädagogik. Verlust und Wiedergewinnung der einheimischen Begriffe*. (S. 9-24.) Wien: Löcker.
- Spiegel, H. & Selzer, Ch. (2003). *Kinder und Mathematik. Was Erwachsene wissen sollten*. Seelze: Kallmeyer.
- Varelija, G. (2018a). Lebensatelier oder Muße. In: A. Schirlbauer, H. Schopf, G. Varelija (Hrsg.) *Zeitgemäße Pädagogik. Verlust und Wiedergewinnung der einheimischen Begriffe*. (S. 171-189). Wien: Löcker.
- Varelija, G. (2018b). Der gegenstandsorientierte Dialog. In: *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Pädagogik*. Paderborn: Schöningh.
- Wittmann, E. & Müller, G. (2017). *Handbuch produktiver Rechenübungen*. Band 1 und Band 2. Stuttgart: Kallmeyer.

# KI-basierte Bildgeneratoren in der Sprachlehrer\*innenbildung. Eine unterrichtsentwicklerische Kurzbetrachtung mit Praxisbezug

Thomas Strasser

## Abstract Deutsch

Dieser Beitrag untersucht die Rolle von Künstlicher Intelligenz (KI), insbesondere von schwachen KIs und KI-basierten Bildgeneratoren, in der Sprachlehrer\*innenbildung. Der Fokus liegt dabei auf der praktischen Anwendung von KI-gestützten Bildgeneratoren, wie Midjourney und DALL-E, in einem Fachdidaktikseminar Anglistik im Verbundstudium Nord-Ost. Das Paper betont die Bedeutung der Integration von Technologie in die Lehrer\*innenausbildung, nicht nur aus technischer, sondern auch aus didaktischer und pädagogischer Perspektive. Es wird argumentiert, dass der fachspezifische und weniger technologie-determinierte Einsatz von KI-Tools den Lehrkräften helfen kann, ihre Unterrichtspraxis zu verbessern und ihre Schüler\*innen auf Sprachlernperformanzen vorwiegend im Bereich Wortschatzarbeit vorzubereiten. Der Aufsatz empfiehlt eine differenzierte Herangehensweise an den digital-gestützten Sprachunterricht, der sowohl technische als auch gesellschaftliche Aspekte berücksichtigt und für eine nachhaltige Lehrer\*innenausbildung von Bedeutung sein kann.

## Schlüsselwörter

KI, Bildgeneratoren, Lehrer\*innenbildung, Fachdidaktik, Englisch

## Abstract English

This paper examines the role of Artificial Intelligence (AI), particularly weak AIs and AI-based image generators, in language teacher education. The focus is on the practical application of AI-supported image generators, such as Midjourney and DALL-E, in an English

didactics seminar in the joint study program "Verbund Nord-Ost". The paper emphasizes the importance of integrating technology into teacher education, not only from a technical but also from a didactic and pedagogical perspective. It is argued that the subject-specific and less technology-determined use of AI tools helps teachers improve their teaching practice and prepare their students for language learning performances, especially in the area of vocabulary work. The paper recommends a differentiated approach to digital-supported language teaching, which considers both technical and societal aspects, and can thus be of significance for sustainable teacher education.

## Keywords

AI, image generators, pre-service teacher education, subject didactics, English

## Zum Autor

Thomas Strasser, Mag. Dr. Hochschulprofessor, Pädagogische Hochschule Wien

Kontakt: [thomas.strasser@phwien.ac.at](mailto:thomas.strasser@phwien.ac.at)

## 1 Ausgangslage

Mittlerweile ist das Thema Künstliche Intelligenz, vornehmlich ihr konzeptionelles Hyponym, nämlich der Sprachbot ChatGPT, auch im Kontext der Lehrer\*innenbildung wissenschaftstheoretisch und vor allem praxisorientiert angekommen (Sabzalieva & Valentini 2023, S. 13; Schneider 2022; Schönbacher et al. 2023, S. 2). Kaum ein digital-determiniertes Thema bekommt momentan so viel Aufmerksamkeit. Dennoch sei hier wichtig zu erwähnen, dass ChatGPT lediglich ein Puzzlestein in der gesamten KI-Bildungsdiskussion ist. Die große Herausforderung, wenn vermeintlich disruptive Technologien im großflächigen Bildungskontext kontroversiell diskutiert werden, besteht darin, dass es viele Meinungen, Positionen und Rezeptionen aus den unterschiedlichen Expert\*innendomänen gibt (Banerjee et al. 2020, S. 29; Romero 2023, S. 2).

Ziel dieses Aufsatzes ist es, weniger die Grundlagen von KIs generisch zu erörtern, sondern vielmehr anhand eines praktischen Unterrichtsbeispiels aus der Lehrer\*innenbildung zu zeigen, wie man bestimmte KI-Technologien abseits von ChatGPT zielgruppenspezifisch und curricular adäquat in einem Fachdidaktikseminar Anglistik einsetzen kann, um in Folge zukünftige Lehr-

kräfte für das Thema vorwiegend aus einer unterrichtsentwicklerischen Sicht zu sensibilisieren.

## 2 Schwache KIs im Fokus

Es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, die definitorische Breite des Spektrums KI abzugrenzen und sämtliche performative Facetten dieses sowohl generischen als auch sehr spezifischen Themas zu erörtern. Deshalb geht es folgend um eine kurze Beschreibung jener technologischen Domänen von KIs, die für den vorliegenden Beitrag von Relevanz sind.

Darunter fallen auch schwache Künstliche Intelligenzen. Unter schwachen KIs, sogenannten *narrow AIs*, versteht man hauptsächlich KI-gestützte Tools, Applikationen und Softwareanwendungen, die mithilfe eines Algorithmus in einem Handlungsfeld relativ gute und solide Ergebnisse produzieren. Beispiele hierfür wären:

- Sprachassistenten: Siri, Alexa und Google Assistant sind Beispiele für schwache KI. Sie können auf Sprachbefehle reagieren und bestimmte Aufgaben ausführen, wie das Abspielen von Musik, das Durchführen von Internetsuchen oder das Steuern von Smart-Home-Geräten, aber sie verstehen nicht wirklich die Bedeutung der Worte, die sie verarbeiten.
- Empfehlungssysteme: Die Algorithmen, die von Websites wie Amazon und Netflix verwendet werden, um Produkt- oder Filmempfehlungen basierend auf dem Verhalten der Benutzer zu generieren, sind ein weiteres Beispiel für schwache KI. Sie können Muster in großen Datenmengen erkennen und Vorhersagen treffen, aber sie haben kein Verständnis für die Produkte oder Filme, die sie empfehlen.
- Bilderkennungssysteme: Tools wie Google Fotos, die Bilder nach Inhalten kategorisieren können (z. B. Menschen, Tiere, Gebäude), verwenden schwache KI. Sie können bestimmte visuelle Muster erkennen, aber sie verstehen nicht die Bedeutung der Bilder, die sie verarbeiten.
- Bildgeneratoren: Tools wie Midjourney oder DALL-E generieren rekurrierend auf Datenbanken und Algorithmen Bilder, nachdem die User\*innen bestimmte Eingaben, sogenannte Prompts eingeben, wie z. B. „Generiere ein Bild mit einer Schulklasse, die einen Ausflug nach Berlin macht.“

- Chatbots: Viele Chatbots, wie z. B. ChatGPT, verwenden schwache KI. Sie können auf bestimmte Schlüsselwörter oder Phrasen reagieren und vorgefertigte Antworten liefern, aber sie können nicht wirklich eine Konversation führen oder komplexe Fragen beantworten (ChatGPT Plus 2023).

Im Folgenden werden vor allem schwache KIs, z. B. KI-gestützte Bildgeneratoren im Rahmen eines Fachdidaktikseminars Anglistik exemplifiziert und begründet, warum diese bestimmte didaktische Potenziale aufweisen.

### 3 Die Lehrveranstaltung im Zeichen der Digitalen Grundbildung

Beim Proseminar „Technology-Enhanced Language Learning (TELL)“ handelt es sich um eine Bachelor-Wahlpflichtveranstaltung aus dem Fachbereich Anglistik & Amerikanistik mit zwei Semesterwochenstunden, die im Rahmen des Verbundstudiums Nord-Ost von der Pädagogischen Hochschule Wien und der Universität Wien angeboten wird. Aus der curricularen Beschreibung kann generell entnommen werden, dass:

„das übergeordnete Ziel dieses praxisorientierten Kurses darin besteht, den Studierenden zu ermöglichen, technologiegestützte Sprachlernstrategien in Blended-Learning-Kontexten zu nutzen. Auf einer theoretischen Grundlage lernen die Studierenden, wie sie kohärente Online-Unterrichtssequenzen mit verschiedenen Bildungs-Apps sowie KI-gestützten Anwendungen in virtuellen Lernumgebungen gestalten können. Ferner werden die Studierenden mit Themen wie methodischen Gestaltungsprinzipien im digitalen Bereich, verschiedenen Möglichkeiten des Online-Feedbacks, Modellen des Instructional Designs, Taxonomien von Bildungszielen, digitalen Unterrichtsszenarien, Selbstorganisation in technologiegestützten Lern-/Unterrichtskontexten sowie methodischen Herausforderungen des digitalen Zeitalters vertraut gemacht.“ (übersetzt und adaptiert aus: <https://uspace.univie.ac.at>).

Die jeweiligen Module des Online-Kurses orientieren sich bewusst unter anderem stark an den Vorgaben des Hochschullehrgangs *Digitale Grundbildung* (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2022), um somit auch curriculare Synergieeffekte im jeweiligen fachdidaktischen Kontext (hier: Unterrichtsfach Englisch) herzustellen sowie das Thema der Digitalität als Querschnitt nachhaltiger zu platzieren (Stichwort: fachintegrierte Veran-

kerung der digitalen Grundbildung). Die Module der Lehrveranstaltung behandeln unter anderem

- die praktische Verortung von Lehrzieltaxonomien im Kontext der Digitalität und des Sprachenlernens
- den Einsatz kollaborativer, partizipativer Umfragetools (Audience Response Systeme)
- die KI-gestützte Gestaltung von mehrkanaligen und interaktiven Übungsblättern
- das didaktische Design von Lernumgebungen, wie z. B. Moodle, für den eigenen Sprachunterricht
- das KI-gestützte Präsentationsdesign für den eigenen Unterricht oder auch
- den Einsatz und die kritische Reflexion von aktuellen KI-Tools für den Englischunterricht.

Diese bewusst sehr fachdidaktisch-praxisorientiert designte Lehrveranstaltung orientiert sich wie oben erwähnt stark an den mediendidaktischen und weniger technokratischen Aspekten der digitalen Grundbildung und versucht somit bewusst als ein unterrichtsentwicklerischer Gegenpol zu dem teilweise schon überbordenden technologisch-determinierten Narrativ in der gesamten Digitalitätsdiskussion zu agieren, da die curricularen Kernpunkte der digitalen Grundbildung mit zugehöriger Creditsaufteilung teilweise immer noch einen sehr starken Fokus auf Technik und Informatik legen (Swertz et al. 2022, S. 3)<sup>1</sup>. Auch nach diversen Rückmeldungen der Expert\*innen, das Curriculum mehr an die gesellschaftsspezifischen Lebenswelten Jugendlicher anzupassen (Stichwort: mehr zu Internet-Popkultur, wie Influencer, Fake News, KI, Streamingculture und weniger zu Robotik, Programmieren und Netzwerktechnik), wurde aus Sicht der Medienbildner\*innen von den curricularen Entscheidungsträger\*innen weniger gehört. Dies ist in Anbetracht der Tatsache, dass der klassisch tech-determinierte Unterrichtsgegenstand Informatik zusätzlich zur digitalen Grundbildung in verschiedenen schulischen Kontexten unterrichtet wird, weniger zufriedenstellend. Der Eindruck einer curricularen

---

<sup>1</sup> Hierbei sei zu erwähnen, dass der curriculare Designprozess des Lehrganges Expertisen aus den Bereichen Informatik und Medienbildung einfließen ließ und somit die jeweiligen Vertreter\*innen den Fokus auf die jeweilige Disziplin platzieren wollten. Eine paradigmatische Tendenz hinsichtlich dieser Aussage ist somit nicht auszuschließen.

Schiefelage hauptsächlich für Praktiker\*innen im Kontext eines einstündigen Gegenstandes (Stichwort Überfrachtung) bleibt somit bestehen. Deshalb wurden für diese im Folgenden vorgestellte Anglistiklehrveranstaltung vor allem Aspekte der digitalen Grundbildung curricular fachspezifisch verankert, die vorrangig die lebensweltlichen und gesellschaftlichen Aspekte von Medienwandel aufweisen. Darunter fallen z. B. welche Möglichkeiten es gibt, die Themen Fake News, Influencer\*innen oder KI-Tools für den Englischunterricht zu didaktisieren.

#### 4 KI-gestützte Bildgeneratoren in der Lehrer\*innenbildung: Good Practice

Im Folgenden wird nun versucht, sogenannte KI-Bildgeneratoren zu definieren, um sie dann konkret im Setting eines Fachdidaktiseminars zu applizieren.

##### Konzeptionelle Schärfung: Bildgeneratoren für die Wortschatzarbeit

Mittlerweile gibt es bereits eine große Auswahl an sogenannten KI-Bildgeneratoren, d. h. Anwendungen, die es ermöglichen, ein Bild basierend auf bestimmten Eingaben der Nutzerin/des Nutzers zu generieren. Bei dieser gezielten Eingabeaufforderung sprechen wir vereinfacht ausgedrückt vom Prompt Engineering. Gerade im Kontext des Sprachunterrichts kann diese Performanz als sehr nützlich betrachtet werden, weil lexikalische Items auf relativ schnelle Art und Weise visualisiert bzw. kontextualisiert werden können (Alice Comi & Martin J. Eppler 2011, S. 1433; Hautopp & Buhl 2020, S. 238). Man spricht hier vielfach von Visual Facilitation (Strasser 2023b, S. 88). Hierbei handelt es sich um eine bewährte Strategie für Sprachlehrende. Beispielsweise hilft die kontextualisiert-visualisierte Verwendung von Bildern den Lernenden, die Bedeutung von Wörtern, Phrasen, Idiomen leichter zu rezipieren (vgl. Orav 2021). Somit können KI-gestützte Tools vollständig kohärente Sprachartefakte erzeugen. Für die Text-Bild-Generierung hat Oppenlaender (2022) eine allgemeine Taxonomie der sogenannten Prompt-Modifikatoren entwickelt, die sich wie folgt auf den Bereich des Fremdsprachenunterrichts anwenden lässt (Liste adaptiert aus Strasser 2023, S. 133, zitiert nach Oppenlaender 2022):

- **Subject Terms:** Wenn ein Bild generiert werden soll, wird ein Item eingegeben, das beschrieben werden soll. Zum Beispiel: „Ein Junge, der an

einem sonnigen Wintertag im Freien einen Schneemann baut.“ Das *Subject* ist hier das lexikalische oder curriculare Leitmotiv, das sprachliche Artefakt, das sozusagen im Zentrum der Bedeutung steht. In diesem Falle ist es eher der Junge.

- **Style Modifiers:** Diese können zu einem Prompt hinzugefügt werden, um Bilder in einem bestimmten Stil zu erzeugen. Der Modifier „Vintage“ erzeugt beispielsweise Bilder, die einen Vintage-Stil, also eher altmodisch oder klassisch, aufweisen. Ein weiteres Beispiel für diese Art von Modifiern ist die Verwendung von Adjektiven, die eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Umfeld ausdrücken (z. B. großes Fußballstadion, ausflippende Fans).
- **Repetition:** Die mehrmalige Eingabe eines bestimmten Wortes in semantisch passender Weise hilft dem System, zuverlässigere Ergebnisse zu erzielen. Ferner ist zu erkennen, dass z. B. die Eingabe „Eine sehr sehr sehr sehr schöne Gegend“ unter anderem ein aussagekräftigeres Bild erzeugt als eine Aufforderung ohne Wiederholungen.
- **Magic Terms:** Durch die Eingabe abstrakter lexikalischer Items kann die KI-gestützte Anwendung „überraschende Ergebnisse“ (Oppenlaender 2022, S. 8) produzieren. Beim Sprachenlernen kann die Eingabe solcher magischen Wörter ein Element der Unvorhersehbarkeit und Überraschung in die Sprachproduktion bringen und somit die Kreativität fördern.

### Konkreter Einsatz von KI-Generatoren im Seminar

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem erwähnten Proseminar um eine fachdidaktische Veranstaltung für angehende Englischlehrkräfte. Deshalb wird im Folgenden fachspezifisch dargestellt, wie die Studierenden lernen, Bildgeneratoren für ihren eigenen Unterricht zu didaktisieren.

#### Szenario 1: Lesetexte visualisieren lassen

Im Rahmen des LV-Moduls „Materials Design“, bei dem es darum geht, klassische Unterrichtsmaterialien vor allem digital-mehrkanalig und interaktiv zu konzipieren, wird den Studierenden dargelegt, wie man durch Einsatz von

Bildgeneratoren, den Schüler\*innen dabei helfen kann, bestimmte Lesetexte aus dem Kursbuch oder von authentischen Materialien (Zeitungsartikel etc.) besser bzw. kontextualisierter zu verstehen (Mayer 2014, S. 32). Dazu müssen die Schüler\*innen in sogenannten Reading-for-Gist-Szenarien (Grobverständnis des Textes) die für sie relevantesten Begriffe und Phrasen in Midjourney<sup>2</sup> eingeben, um in Folge eine zumindest generische Visualisierung des Lesetextes zu bekommen. Je genauer bzw. mehr Input sie geben, desto konziser könnte der Output sein. Ferner haben die Schüler\*innen die Möglichkeit, die von der KI vorgeschlagenen Bilder noch weiter zu adaptieren, modifizieren bzw. zu remixen.

### Szenario 2: Eigene Unterrichtsmaterialien „aufhübschen“ (Flick 2023)

Im Modul „Materials Design“ wird den Studierenden unter anderem gezeigt, wie man mit KI-Bildgeneratoren die eigenen Handouts (sowohl analog als auch digital) visuell aussagekräftiger darstellen kann. Oftmals ist es der Fall, dass es für bestimmte Regeln, Phrasen oder Merksätze im Sprachunterricht kaum die akkurat passenden Bildkontexte gibt (außer in den Kursbüchern, bei denen eigene Illustrator\*innen eingesetzt werden). Hier können KI-Bildgeneratoren verwendet werden, um nach konziser Prompteingabe das jeweilige Bild zum Übungsszenario zu generieren. Im untenstehenden Beispiel kann der Bildgenerator Dall-E<sup>3</sup> dafür eingesetzt werden, die *present tense progressive* (Gegenwartsform, die eine Handlung ausdrückt, die jetzt gerade passiert) zu visualisieren.

### Szenario 3: Bildgeschichten schreiben

Im Modul „Storytelling and Presentation Zen“ wird gemeinsam mit den Studierenden erörtert, wie man Storytelling und Präsentationstechniken (analog und digital) für den Englischunterricht einsetzen kann. Dabei werden eine Reihe an interaktiven und multimedialen Tools vorgestellt, die einen von den Schüler\*innen verfassten Text (z. B. Abenteuergeschichte) zusätzlich visualisieren können. Dies kann eine Comic-App wie Makebeliefscomix<sup>4</sup> oder eine Art

---

<sup>2</sup> Midjourney ist ein KI-gestützter Bildgenerator, der über die Messaginganwendung Discord betrieben wird.

<sup>3</sup> KI-gestützter Bildgenerator der Firma Openai.com

<sup>4</sup> Cartoonanwendung: [www.makebeliefscomix.com](http://www.makebeliefscomix.com)

Märchenbuchapp, wie der Book Creator<sup>5</sup>, oder ein KI-gestützter Bildgenerator, wie Midjourney oder Dall-E sein. Die Lehramtsstudierenden lernen dabei, wie sie im Unterricht eine klassische Textsortenerarbeitung durchführen. Diese umfasst unter anderem *Pre-Writing Tasks*, wie Bildimpulse zum Thema erarbeiten, lexikalische Vorentlastung durch *Flashcards*, die Erarbeitung und Aneignung von textsortenspezifischen Redemitteln (z. B. *Once upon a time there was ...*) und *Post-Writing-Aktivitäten*, wie z. B. Peerfeedback. Es ist wichtig, dass die Schüler\*innen die wichtigsten Phrasen und Passagen aus ihrer Geschichte auswählen, um diese dann als Prompt in den KI-Bildgenerator einspeisen zu können, um letztlich eine Bildgeschichte zu erhalten. Wenn es dabei zu inhaltlichen Abweichungen kommt, können die Schüler\*innen die Bilder durch die Variationen-Funktion (V1, V2, etc.) der jeweiligen KIs adaptieren.

### Das vereinende Element bei Bild-KIs im Sprachunterricht

Was alle drei Unterrichtsszenarien vereint, ist die Tatsache, dass die Outputs der Bild-KIs präziser und aussagekräftiger werden, wenn die Prompts konzise von den Lerner\*innen formuliert werden. Oppenlaender (2022) lieferte das konzeptionelle Fundament mit seinen *Prompt Modifiern*. Für den Sprachunterricht können diese Tokens unterstützend für die fremdsprachliche Performanz sein. Der *Subject Term* legt den Fokus auf das dominierende Subjekt, das Schlüsselkonzept, das es vom Lehrenden zu erkennen gilt. Die *Style Modifiers* verhelfen den Sprachlernenden kreativ-explorativ zu agieren, mit unterschiedlichen Stylen und Genres zu arbeiten, die ihnen gefallen und infolgedessen eine motivationale Funktion haben. Die *Repetition* sorgt für die fremdsprachliche Emphase in einem Satz bzw. in einer Phrase und verhilft den Lernenden wichtige Konzepte und Charakteristika eines fremdsprachigen Textes zu unterstreichen. Die *Magic Terms* bieten kreativen Raum für das Experimentieren, ein wichtiger Prozess beim Sprachenlernen.

## 5 Herausforderungen von Visualisierung-KIs

Die Ergebnisse von Bild-KI-Tools sind rasant besser geworden. Dennoch sind die Algorithmen der Tools noch nicht perfekt. Dies betrifft primär den Sprachunterricht. Eine der wohl evidentesten Herausforderungen ist die Tatsache,

---

<sup>5</sup> Anwendung zur Erstellung von interaktiven Flip-Books: [www.bookcreator.com](http://www.bookcreator.com)

dass Bildgeneratoren immer noch dem *Machine Bias* „zum Opfer fallen“ (Fabi & Hagendorff 2022, S. 2). Dies bedeutet, dass nach Eingabe bestimmter Prompts stark stereotypisierte Outcomes produziert werden. So entwirft die KI teilweise klassische Klischees bei Berufsbildern (Frau → Friseurin, Mann → Mechaniker) und Lebenswelten (Jungs → Computerspiele, Mädchen → Sprachen, Fashion). Die Schwäche der KI kann hier die Stärke der Lehrkraft sein, vor allem als medienethischer Facilitator zu agieren, um ganz im Sinne der digitalen Grundbildung in Medienbildung und Informationskompetenz didaktisch zu investieren, um in Folge ein transkulturell divergierend konnotiertes Thema wie jenes der Stereotypen zu behandeln und mit den Schüler\*innen innerhalb eines Digi-Narratives kritisch zu reflektieren.

## 6 Die Rolle der (Sprach)lehrkraft im Kontext von KI-gestützten Bildgeneratoren

Welche Rolle die Lehrkräfte im Kontext von KI-gestützten KI-Bildgeneratoren einnehmen können und wie das ACE-Modell dazu beiträgt, wird im Folgenden erläutert.

### Rollen und Deskriptoren

Das wohl prominenteste Tool im gesamten KI-Bildungsdiskurs ist ChatGPT. Der Chatbot ist aber nur ein Puzzlestein im so facettenreichen Spektrum von spannenden KI-Tools. Visualisierung-KIs sind sicherlich eine spannende Kategorie, den Sprachunterricht zu bereichern. Es gibt mittlerweile schon fundierte Konzepte, welche Rolle ChatGPT beim Unterrichten übernehmen könnte (Petriconi 2022; Romero 2023; Sabzalieva & Valentini 2023). Die Expert\*innen sind sich einig, dass die KI hauptsächlich unterstützend und ergänzend arbeitet. Einige dieser unterstützenden Rollen können auch für KI-basierte Bildgeneratoren verwendet werden (Sabzalieva & Valentini 2023):

- **Possibility Engine:** Die Bild-KI visualisiert Inputs auf unterschiedliche Art und Weise. Der „Sitting on the rooftop“ erzeugt eine Vielzahl an Möglichkeiten, was für den Sprachlernenden als Surprise-Effekt für „Spannung“ in der Sprachproduktion sorgt.
- **Co-Designer:** Die KI unterstützt während des Designprozesses. In einem Beispiel kann die KI mehrere Alternativen und Versionen erstellen, der Lernende wählt die für ihn passende aus.

- **Exploratorium:** Der Lernende kann mit der KI spielen und experimentieren. Beispiel: Mit der Upscaling und Variationen-Funktion kann man unterschiedliche Variationen, Bildschärfen, Styles des Bildes remixen.

## Das ACE-Modell

Abgesehen von den oben erwähnten fremdsprachendidaktischen Spezifika hinsichtlich des Einsatzes von KI-gestützten Bildgeneratoren, sei abschließend erwähnt, dass es für die Lehrkraft auch allgemeine KI-Kompetenzen bzw. KI-Rezeptionen abseits des Sprachunterrichts bedarf. Die Wissenschaft schlägt zahlreiche Konzepte und Herangehensweisen zu AI-literacies vor (Baker & Smith 2019; Goksel & Bozkurt 2019; Sabzalieva & Valentini 2023; Schmidt & Strasser 2022; UNESCO 2021), eine für die Lehrer\*innenbildung angepasste Variante wird hier kurz erörtert:

<b>A</b>	<b>C</b>	<b>E</b>
<b>ANNEHMEN</b>	<b>CRITICAL THINKING</b>	<b>ERKENNEN</b>
des wechselseitigen Mensch-Maschine-Diskurses	bzw. Kritisches Hinterfragen von Daten	der Erklärpotentiale von KI
Menschen integrieren mit der KI (u. a. ChatGPT) und reflektieren/produzieren digitale Artefakte	Von der KI produzierte digitale Artefakte können nicht automatisch für bare Münze genommen werden.	KI-basierte Dialogsysteme sowie Visualisierungs- und Schreibassistenten unterstützen bei Entscheidungsfindungsprozessen.
ChatGPT wird als dialogische und dynamische Anwendung im wechselseitigen Mensch-Maschine-Diskurs genutzt.	Allgemeine bzw. hinterfragenswerte Inhalte werden für die jeweilige Sequenz vom Lernenden angepasst und auf ethische Kompatibilität geprüft.	KI-Visualizern (u. a. Midjourney oder Chatbots werden eingesetzt, um Kontexte und komplexe Sachverhalte zu verstehen (in Anlehnung an Oppenlaender 2022).

Übersicht 1: ACE-Modell (Quelle: Strasser 2023c)

Das hier dargestellte Modell zielt darauf ab, drei grundlegende Handlungsstränge bzw. Haltungen zu entwickeln, die für den interdependenten Einsatz als Lehrkraft im Kontext einer vermeintlich disruptiven Technologie von Nut-

zen sein könnten. Selbstverständlich ist hierbei zu erwähnen, dass dieses Modell kein neuartiger Ansatz per se ist, sondern lediglich versucht, bestimmte, in der Literatur erwähnte KI-Kernkompetenzen auf die Lehrer\*innenbildung anzuwenden. Dabei geht es primär darum anzunehmen (A), dass es in Zukunft vermehrt einen Mensch-Maschinen-Diskurs geben wird, um vor allem kreative, mehrkanalige Bildungsinhalte (Handouts, Erklärvideos etc.) zu produzieren. Das Critical Thinking (C), also das kritische Denken, ist keine KI-spezifische Skill, sondern bezieht sich auf eine der ureigensten Skills der Informationskompetenz (Schönbächler et al., 2023), nämlich auf das kritische Reflektieren und Prüfen von Quellen. Diese Fähigkeit wird bei immer mehr erscheinenden generativen KIs von großer Bedeutung sein. Insbesondere die Domäne des Erkennens (E) ist vorrangig für KI-gestützte Bildgeneratoren von großer Bedeutung, da sie vor allem die visualisierten und kontextualisierten Erklärpotenziale dieser Technologien hervorhebt, die sowohl für Lehrende als auch Lernende im Unterricht von großem Vorteil sind.

## 7 Conclusio

KI-gestützte Bildgeneratoren bieten eine Vielzahl an didaktischen Einsatzszenarien für den Fremdsprachenunterricht. Gerade in Zeiten erhöhter Kritik am vermeintlich „zu technokratisch designtem Curriculum“ der digitalen Grundbildung muss in Zukunft explizit das Primat des jeweiligen Faches vermehrt in den Fokus des eigenen unterrichtlichen Handelns gelangen. Durch eine fachdidaktische Herangehensweise mittels oben beschriebenen Proseminaren in der Lehramtsausbildung, die weniger die stark technokratischen Spektren von KIs, sondern vielmehr curriculare Inhalte des jeweiligen Faches, in diesem Fall der Fremdsprachenunterricht, in interdependenter Manier didaktisieren, ist eine curricular nachhaltige und querschnittspezifische Lehramtsausbildung möglich, die auch disruptive Technologien wie jenen der KI geisteswissenschaftlich Rechnung trägt.

## Literatur

Alice Comi, & Martin J. Eppler. (2011). *Assessing the Impact of Visual Facilitation on Inter-Organizational Collaboration: An Experimental Study*. doi: 10.3217/JUCS-017-10-1430.

- Baker, T., & Smith, L. (2019). *Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. Nesta. Abrufbar unter: [https://media.nesta.org.uk/documents/Future\\_of\\_AI\\_and\\_education\\_v5\\_WEB.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf) (2023-07-31).
- Banerjee, A., Lamrani, I., Hossain, S., Paudyal, P., & Gupta, S. K. S. (2020). AI Enabled Tutor for Accessible Training. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Hrsg.), *Artificial Intelligence in Education* (S. 29–42). Springer International Publishing. Abrufbar unter: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-52237-7\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-52237-7_3) (2023-07-31).
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2022). Digitale Grundbildung. Pflichtgegenstand im Schuljahr 2022/23 in der Sekundarstufe I. *bmbwf.gv.at*. Abrufbar unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/dgb.html> (2023-07-31).
- ChatGPT Plus. (2023). *Prompt: „gib mir Beispiele von schwachen ki tools“*.
- Fabi, S., & Hagedorff, T. (2022). *Why we need biased AI -- How including cognitive and ethical machine biases can enhance AI systems*. doi: 10.48550/ARXIV.2203.09911.
- Flick, M. (2023). KI-Bilder im Unterricht: DALL-E 2, Midjourney & Co. Im Test [Blog]. *Manuel-flick.de*. Abrufbar unter: <https://www.manueelflick.de/blog/bild-ki> (2023-07-31).
- Goksel, N., & Bozkurt, A. (2019). Artificial Intelligence in Education: Current Insights and Future Perspectives. In S. Sisman-Ugur (Hrsg.), *Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism* (S. 224–236). Hershey PA: IGI Global.
- Häikiö, T. K. (2018). Cultural participation for, with and by children – Enhancing children’s agency through art pedagogy, visual knowledge-building and learning. *Nordic Journal of Art and Research*, 7(1), 19. doi: 10.7577/information.v7i1.2630.
- Hautopp, H., & Buhl, M. (2020). Teaching Visual Facilitation and Sketching for Digital Learning Design in Higher Education. *Proceedings of the 19th conference on E-learning*, 19, 235–242. doi: 10.34190/EEL.20.025
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2. Aufl., S. 43–71). Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9781139547369.005.
- Oppenlaender, J. (2022). A Taxonomy of Prompt Modifiers for Text-To-Image Generation. *Computer Science > Multimedia*. doi: 10.48550/ARXIV.2204.13988.
- Petriconi, L. (2022). Google is done. Here’s why OpenAI’s ChatGPT Will Be a Game Changer. *Medium*. Abrufbar unter: <https://medium.com/@lucapetriconi/google-is-done-heres-why-openai-s-chatgpt-will-be-a-game-changer-98ae591ad747> (2023-07-31).
- Romero, A. (2023, Jänner 31). 5 Practical Applications Where ChatGPT Shines [Newsletter]. *The Algorithmic Bridge*. Abrufbar unter: <https://thealgorithmic->

- bridge.substack.com/p/5-practical-applications-where-chatgpt?utm\_source=substack&utm\_medium=email (2023-07-31).
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). *ChatGPT and Artificial Intelligence in higher education. Quick start guide.* (The Global Education 2030 Agenda). UNESCO.
- Schmidt, T., & Strasser, T. (2022). Artificial Intelligence in Foreign Language Learning and Teaching. A CALL for Intelligent Practice. *Anglistik*, 33(1), 165–184. doi: 10.33675/ANGL/2022/1/14.
- Schneider, K. (2022, Dezember 14). *ChatGPT – „Bullshit-Generator“ oder das nächste große Ding?* [Podcast]. Abrufbar unter: <https://www.faz.net/podcasts/f-a-z-podcast-fuer-deutschland/chatgpt-bullshit-generator-oder-das-naechste-grosse-ding-18534427.html> (2023-07-31).
- Schönbächler, E., Himplsl-Gutermann, K., & Strasser, T. (2023). Vom Chat zum Check. Informationskompetenz mit ChatGPT steigern. *Medienimpulse*, 61(1), 51 Seiten. doi: 10.21243/mi-01-23-18.
- Strasser, T. (2023a). ELT in the Digital Age. We Have Come a Long Way. *AAA-Arbeiten aus Anglistik und Amerikanistik*, S. 121-136. Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag.
- Strasser, T. (2023b). Narrow AI-Powered Visualization Facilitation Tools in Foreign Language Learning: A Visual Approach Promoting Equal Opportunities in Foreign Language Grammar Teaching. In C. Burkholder, J. Schwab-Cartas, & F. Aladejebi (Hrsg.), *Facilitating Visual Socialities* (S. 85–98). Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-031-25259-4\_5.
- Strasser, T. (2023c). Not another Chat-GPT love song!? Warum der Chatbot nur ein Puzzleteil in der Diskussion ist. *ForumBD Magazin*. Abrufbar unter: <https://magazin.forumbd.de/lehren-und-lernen/not-another-chatgpt-love-song/> (2023-07-31).
- Swertz, C., Berger, C., Messner, S., Holubek, R., Pöyskö, A., & Pollek, M. (2022). Stellungnahme des Bundesverbands Medienbildung (BVMB) zum Entwurf des Lehrplans für Digitale Grundbildung vom 02.05.2022. *Medienimpulse*, 4 Seiten. doi: 10.21243/MI-03-22-11.
- UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Abrufbar unter: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137/PDF/381137eng.pdf.multi> (2023-07-31).
- Uospace Abrufbar unter: <https://uspace.univie.ac.at/web/lehre/lehveranstaltungdetail?lehveranstaltungId=934571.28> (2023-06-31)

# Didaktische Ansätze in der MINT-Bildung. Fächerverbindende Aspekte am Beispiel von Educational Robotics

Anastasiya Savran-Wellscheid, Klaus Himpsl-Gutermann,  
Michael Steiner

## Abstract Deutsch

Der Fachkräftemangel in den technisch-naturwissenschaftlichen Berufen und in der IT-Branche ist in Österreich aktueller denn je. Trotz vielfältiger und attraktiver Jobaussichten zeigt sich ein zu geringes Interesse an Lehrlingsausbildungen, Schulzweigen und Studiengängen. Die gleichzeitig hohen Dropout-Quoten im MINT-Ausbildungsbereich heben den dringenden Handlungsbedarf in der MINT-Bildung hervor. Ausgehend von dem EU-Projekt RoboCoop zeigen wir am Beispiel von Educational Robotics und dem didaktischen Grundprinzip des Computational Thinking, wie Schüler\*innen durch innovative, fächerübergreifende Lehr-/Lernsettings für MINT-Themen begeistert werden können und leiten Empfehlungen für die Lehrer\*innenbildung und deren Professionalisierung ab.

## Schlüsselwörter

MINT, Didaktik, Computational Thinking, Robotik, Lehrer\*innenausbildung, Professionalisierung

## Abstract English

The shortage of skilled workers in technical and scientific professions, including IT, is more topical than ever in Austria. Despite the best job prospects, interest in apprenticeships, school branches and degree programmes in this field is still low. The urgency for action in STEM education is thus highlighted by high dropout rates in STEM-apprenticeships and STEM-qualifications. Based on the EU project RoboCoop we use the example of Educational Robotics including the basic didactic principle of Computational Thinking to

indicate how pupils can be inspired for STEM topics through innovative, interdisciplinary teaching/learning settings, and derive recommendations for teacher training.

## Keywords

STEM, Didactics, Computational Thinking, Robotics, Teacher Education, Continuous Professional Development

## Zur Autorin/Zu den Autoren

Anastasiya Savran-Wellscheid, MEd, BEd, Pädagogische Hochschule Wien, Kompetenzzentrum für MINT und Digitalität

Kontakt: anastasiya.savran@phwien.ac.at

Klaus Himpsl-Gutermann, Dr. MSc, Pädagogische Hochschule Wien, Kompetenzzentrum für MINT und Digitalität

Kontakt: klaus.himpsl@phwien.ac.at

Michael Steiner, Mag. Pädagogische Hochschule Wien, Kompetenzzentrum für MINT und Digitalität

Kontakt: michael.steiner@phwien.ac.at

## 1 Einleitung

Der Fachkräftemangel in fast allen technisch-naturwissenschaftlichen Berufen bis hin zur IT scheint für die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der EU und von Österreich immer bedrohlicher zu werden<sup>1</sup>. Die Gründe sind vielschichtig und ziehen sich durch verschiedene Bildungsbereiche, von der Elementarbildung bis zu Fachhochschulstudiengängen: mangelndes Interesse von Lernenden, geringe Anmeldezahlen sowie gleichzeitig hohe Dropout-Quoten, in Studiengängen ebenso wie in der Lehrlingsausbildung sowie an verschiedenen Schultypen der Berufsbildung, beispielsweise an höheren technischen

---

<sup>1</sup> siehe beispielsweise die Bereiche Fachkräftesicherung und Fachkräftesicherung auf den Webseiten der Wirtschaftskammer Österreichs: <https://www.wko.at/service/unternehmensfuehrung-finanzierung-foerderungen/fachkraeftesicherung.html> sowie Presseaussendung Abrufbar unter: [https://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20230324\\_OTS0026/wk-wien-rez-ep-te-gegen-den-fachkraeftemangel-in-der-it](https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20230324_OTS0026/wk-wien-rez-ep-te-gegen-den-fachkraeftemangel-in-der-it) (2023-03-24)

Lehranstalten. Auch den Ruf nach mehr „Frauen in die Technik“ kennen wir bereits seit den 1970er Jahren. Trotz der geringfügigen Steigerungsraten ist der Frauenanteil im MINT-Fokusbereich noch immer bei nur 20 % (Universitäten) bis 23 % (Fachhochschulen). Dabei liegt die Attraktivität der Jobs in diesen Bereichen nominell sehr hoch, da die Beschäftigungsaussichten vielversprechend sind und überdurchschnittlich hohe Gehälter gezahlt werden. Wie kann die Attraktivität dieser Berufe gesteigert werden und welche Beiträge kann die MINT-Bildung dazu leisten? Diese Fragen beschäftigen die zuständigen Expert\*innen an der Pädagogischen Hochschule Wien, die seit September 2023 am *Kompetenzzentrum für MINT und Digitalität*<sup>2</sup> ihre Angebote in diesem Bereich bündelt.

Auf der Suche nach Lösungen für das „*MINT-Dilemma*“ knüpfen wir in unserem Beitrag an die Neuinterpretation des MINT-Akronyms von Musilek & Lengauer (in diesem Band) an (**M**otivation fördern, **I**nnovative Lehr- und Lernsettings gestalten, **N**eugier wecken, **T**alente aufzeigen). Wir berufen uns dabei vorwiegend auf aktuelle Erkenntnisse in der groß angelegten Studie des EU-Projekts RoboCoop<sup>3</sup>, bei der Educational Robots in Klassenworkshops zum Einsatz kamen. Dabei fokussieren wir folgende Fragen:

- Wie gelingt es, junge Menschen für MINT-Themen zu begeistern, unabhängig vom Geschlecht und sozioökonomischen Hintergrund?
- Wie können MINT-Themen vernetzt und fächerverbindend unterrichtet werden, um besonders lernförderliche MINT-Bildungsprozesse zu gestalten?

Um in diesen sehr breit angelegten Fragen den Rahmen dieses Artikels nicht zu sprengen, wählen wir mit *Educational Robotics* ein abgegrenztes Themenfeld, das innerhalb der MINT-Bildung zum Großteil der Informatik und Technik zuzuordnen ist. Diese Schwerpunktsetzung im deutschsprachigen Raum der Primarstufe ist insofern relevant, als traditionellerweise die Buchstaben M und N in Mathematik und Sachunterricht beziehungsweise deren Fachdidaktiken differenzierter entwickelt sind als jene im Bereich von I und T.<sup>4</sup> Dabei sind gerade die Phänomene aus der digital-vernetzten Welt besonders gut geeignet,

---

<sup>2</sup> # später einen Link auf dieses Zentrum einfügen (gibt es erst ab 1.9.23)

<sup>3</sup> <http://robocoop.eu/>

<sup>4</sup> Wenngleich es im neuen VS-Lehrplan in Österreich ab Herbst 2023 ein Fach „Technik und Design“ gibt, so sind die Medienbildung, digitale Grundbildung und Informatik dennoch nur geringfügig im Lehrplan verankert (siehe neuer Lehr-

Perspektiven aus verschiedenen Fachdisziplinen einzunehmen beziehungsweise fachübergreifend die Themen zu erarbeiten. Am Beispiel der Robotik soll gezeigt werden, wie ein ansprechender MINT-Unterricht bei komplexen Themenbereichen altersadäquat gestaltet werden kann, der auch die vier Zielsetzungen von Musilek und Lengauer in deren Akronym-Interpretation bedient.

Als Ausgangspunkt wird zunächst „Computational Thinking“ als didaktisches Grundkonzept erläutert. Anschließend werden zentrale Erkenntnisse aus RoboCoop zusammengefasst, um schließlich Rückschlüsse auf die Lehrer\*innenbildung im MINT-Bereich abzuleiten.

## 2 Computational Thinking als didaktisches Grundkonzept für Informatische Bildung

Das Hauptziel einer gelungenen MINT-Didaktik besteht darin, Schüler\*innen in aktive Lernerfahrungen einzubinden, die reale Herausforderungen widerspiegeln. Dabei sollen sie ermutigt werden, wissenschaftliche Prinzipien und mathematische Konzepte in praktischen Kontexten anzuwenden (vgl. Seidel et al. 2016, Steiner & Himpsl-Gutermann 2020). Der Schwerpunkt liegt auf praktischen Aktivitäten, forschungsbasiertem Lernen und gemeinschaftlichen Projekten, um das Verständnis der Schüler\*innen für MINT-Konzepte zu verbessern (ebd.).

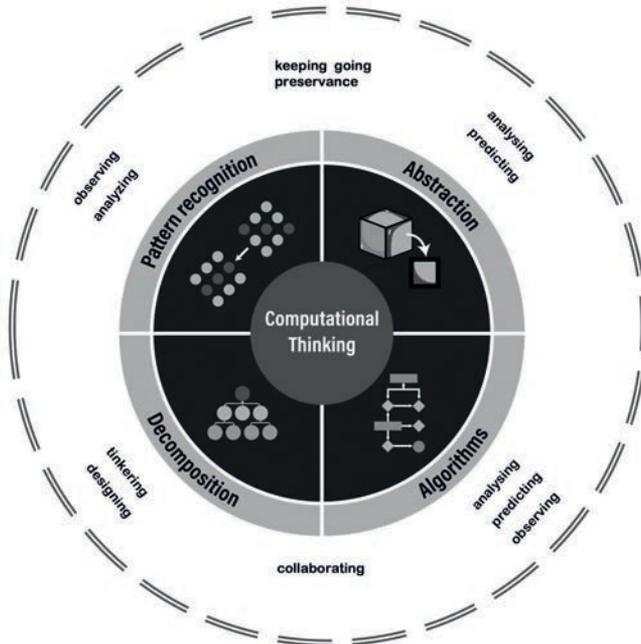
*Computational Thinking* (in weiterer Folge abgekürzt: CT) bezieht sich auf einen Problemlösungsansatz, der von Denkprozessen und Strategien der Informatik und des Programmierens inspiriert ist. Dabei werden komplexe Probleme in kleinere, überschaubare Teile zerlegt, Algorithmen und schrittweise Verfahren zur Lösung dieser Probleme formuliert sowie logisches und analytisches Denken eingesetzt, um effiziente Lösungen zu finden. CT wird nicht nur bei digitalen und computerbezogenen Aufgaben angewandt, sondern auch beim Problemlösen in unterschiedlichen Bereichen im realen Leben. Es umfasst dabei mehrere wesentliche Komponenten, wie sie in Übersicht 1 dargestellt sind:

Übersicht 1 verdeutlicht verschiedene Phasen und Stufen, in denen Lernprozesse eingeteilt werden. Dabei zeigen sich Überschneidungen mit anderen Ansätzen des forschend-entdeckenden Lernens (linke Spalte). Insbesondere in

---

plan: [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA\\_2023\\_II\\_1/Anlagen\\_000\\_2\\_32818FD5\\_0C63\\_4143\\_A2F3\\_2375A3C38556.pdf#sig](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_000_2_32818FD5_0C63_4143_A2F3_2375A3C38556.pdf#sig).

<sup>5</sup> <https://www.callysto.ca/computational-thinking-tests/>



Übersicht 1: Die wesentlichen Komponenten von Computational Thinking für die Primarstufe, erweiterte Darstellung<sup>9</sup> nach © Barefoot Computing

der Volksschule ist die Wahl kindgerechter Zugänge wichtig, die zur spielerischen Auseinandersetzung mit Computern anregen (rechte Spalte). Dies ist im Primarstufenalter besonders wichtig, da die Abstraktionsfähigkeiten der Schüler\*innen sich noch entwickelt (vgl. beispielsweise Wagner 2018, S. 12). Seymour Papert (1980) wird zugeschrieben, dass er CT bereits im Jahr 1980 konkretisierte, aber erst Jeannette Wing postulierte im Jahr 2006 CT als didaktisches Grundprinzip, welches über das reine Verständnis von algorithmischen Abläufen eines Computerprogramms hinausgeht. Vielmehr verfolgt es das Ziel, grundlegende informatische und handlungsorientierte Kompetenzen zu vermitteln, die allen Menschen offenstehen:

„It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use.“ (Wing 2006, S. 1).

Informatisches Denken inkludiert laut Wing deutlich mehr als reine Programmierfähigkeiten. Es erfordert Denken auf mehreren Abstraktionsebenen und

sei für Kinder eine Literacy, eine notwendige analytische Fähigkeit, so wie Lesen, Schreiben und Rechnen.

Wenngleich die Arbeiten von Wing bahnbrechend waren und im anglo-amerikanischen Raum breit rezipiert wurden, verbreitete sich CT im deutschsprachigen Raum nur langsam (vgl. Steiner & Himpsl-Gutermann 2020, S. 7). Außerdem ist CT als allgemeines und holistisches Gesamtkonzept zu verstehen, in dem es verschiedene Varianten und Modelle gibt, die je unterschiedliche Aspekte betonen. CT findet im engeren Sinn im Programmieren seine Anwendung. Die Fähigkeit von Schüler\*innen, eine Lösung für ein Problem zu programmieren, zeigt, dass sie Schlüsselkompetenzen von CT anwenden können, etwa die Problemzerlegung, das Abstrahieren, das algorithmische Denken (im Sinne von Lösungswegen finden und umsetzen) und die Mustererkennung. Steiner und Himpsl-Gutermann (2020, S. 19) plädieren dafür, CT kontextorientiert auf drei Ebenen zu unterscheiden:

1. Coding (CT im engeren Sinn)
2. Informatische Bildung (CT im erweiterten Sinn einer handlungsorientierten Informatik-Fachdidaktik)
3. Bildung in der digital-vernetzten Welt nach dem Modell des Frankfurt-Dreiecks (CT als phänomenorientierte Re-Konstruktion von Wirklichkeit)

Ein möglicher Kontext für ein erweitertes Verständnis informatischer Bildung ist der Einsatz von Robotik-Systemen, die mit entsprechend didaktisch aufbereiteten Aufgabenstellungen auch in der Primarstufe gut umsetzbar sind. Sogenannte Educational Robots wurden im vierjährigen EU-Projekt RoboCoop eingesetzt und systematisch evaluiert. Die wesentlichen Ergebnisse für eine gelungene MINT-Didaktik rund um CT werden im Folgenden kurz dargestellt.

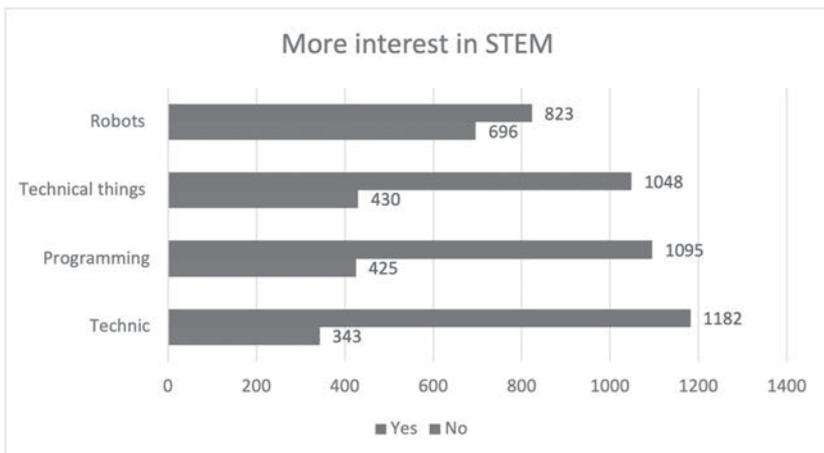
### 3 RoboCoop: EU-Projekt zur Evaluierung von Lernszenarien rund um Educational Robots

In der vierjährigen Studie RoboCoop (2018-2022) wurden an unterschiedlichen Schulen und Schulstufen insgesamt 188 Coding-und-Robotik-Workshops in Österreich und in der Slowakei durchgeführt, an denen insgesamt 2380 Schüler\*innen (1591 männlich, 789 weiblich) teilnahmen (vgl. Jäggle & Lepuschitz 2022, S. 9). Coronabedingt fanden 38,9 % der Workshops in einem Online-Setting statt; 61,1 % der Workshops wurden in Präsenz abgehalten. Durch einen *Mixed Methods Approach* wurden durch Prä-

und Post-Test-Erhebungen sowie durch Interviews zahlreiche Daten zum Einsatz von Educational Robotics in der MINT-Bildung evaluiert. Dabei wurden insgesamt sechs unterschiedliche Educational Robots<sup>6</sup> sowie sechs unterschiedliche Programmiersprachen<sup>7</sup> in den Klassenworkshops verwendet. Zum Abschluss des Projektes wurden zudem sechs in unterschiedlichen MINT-Bereichen tätige Expert\*innen mit dem Fokus auf informatische Bildung interviewt. Aus der Zusammenschau des finalen Projektberichts und der qualitativen Inhaltsanalyse der Interviews wurde ein Empfehlungspapier zur MINT-Bildung (vgl. Himpf-Gutermann et al. 2022) verfasst, dessen Erkenntnisse im Folgenden hinsichtlich der eingangs in diesem Beitrag gestellten Fragen übersichtlich zusammengefasst werden.

### 3.1 Methodisch-didaktische Erkenntnisse

Die RoboCoop-Studie zeigt, dass die durchgeführten Klassenworkshops das Interesse der Schüler\*innen für MINT steigern konnten. Die Mehrheit der teilnehmenden Schüler\*innen gab an, nach dem Workshop ein größeres Interesse an Technik, dem Programmieren, der Robotik sowie der Auseinandersetzung mit Technik im Allgemeinen entwickelt zu haben (siehe Übersicht 2).



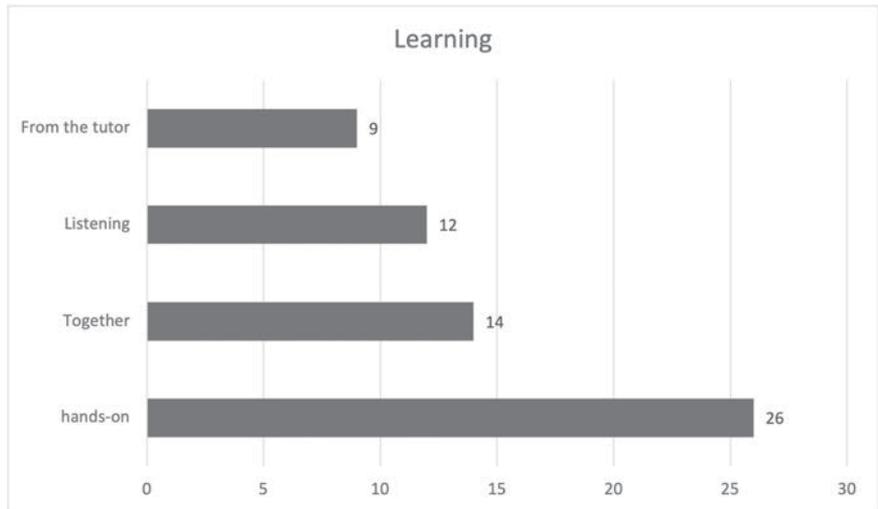
Übersicht 2: Mehr Interesse an MINT (Eigendarstellung angelehnt an: RoboCoop-Studie, Jäggle & Lepuschitz 2022, S. 14)

<sup>6</sup> Thymio, Kitronik, Hedgehog DIE, Thymio Suite, Lego Mindstorm, Arduino

<sup>7</sup> Blockly, VPL, Mural, Python, NXT-Logo, C

Auch die Selbsteinschätzung der Selbstwirksamkeit hinsichtlich Robotik mit dem entwickelten RSE-Tool<sup>8</sup> zeigte im Prä-Post-Setting sowohl eine Steigerung bei beiden Geschlechtern als auch in den beiden Altersstufen Sek I und Sek II (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 31). Im Vergleich des RSE-Scores bei den sechs verschiedenen Programmiersprachen (drei textbasiert, drei blockbasiert) konnte keine klare Tendenz erhoben werden, ebenso ergaben sich bei den sechs verschiedenen Robotiksystemen kaum wesentliche Unterschiede (ebd.).

Bei der Untersuchung der Aktivitäten der Lernenden (siehe Übersicht 3) zeigte sich, dass als vorherrschende Methoden des Lernens „Hands-on Activities in a Team“ und „Learning Together“ bevorzugt wurden (vgl. Jäggle & Lepuschitz 2022, S. 21).



Übersicht 3: Aktivitäten der Lernenden (Eigendarstellung angelehnt an: RoboCoop-Studie, Jäggle & Lepuschitz 2022, S. 21)

Des Weiteren profitierte der Großteil der teilnehmenden Schüler\*innen in Zusammenarbeit mit Peers. Neben „Spaß/Freude beim Lernen“ wurde auch die „Kommunikation“ oder „gegenseitige Unterstützung“ im Lernsetting als positiv bewertet.

<sup>8</sup> Für die Selbsteinschätzung der Selbstwirksamkeit wurde ein eigenes Assessment-Tool für Educational Robotics (RSE) entwickelt, das 10 Items mit einer fünfstufigen Likert-Skala enthält (vgl. Jäggle et al. 2020).

Sowohl in der Auswertung der RoboCoop-Klassenworkshops als auch bei den Expert\*inneninterviews zeigte sich, wie wichtig die Bedeutung der Lehrperson ist: Eine hohe Bewertung der Lehrperson korrelierte deutlich mit einer hohen Gesamtbewertung des Robotikworkshops beziehungsweise mit einer hohen Einschätzung der Selbstwirksamkeit in Bezug auf Problemlösefähigkeiten bei Schüler\*innen. Diese ist wiederum essenziell für die tatsächlichen Lernerfolge und die Motivation, eine Karriere im MINT-Bereich ins Auge zu fassen (vgl. Jäggle & Lepuschitz 2022 S. 19ff). Neben der klassischen Rolle des „Teachings“ (32,5 %) wurde zudem die Rolle „Lernbegleiter\*in“ genannt (Working with the group: 25,6 %; Support students: 20 %). Sowohl in den Expert\*inneninterviews als auch bei der Auswertung der Robotik-Workshops zeigten die Ergebnisse, dass die Gestaltung eines effektiven Lernsettings neben Methodenvielfalt, Belohnungs- und Motivationssystemen (Urkunde, MINT-Ausweis etc.) eine wertschätzende und motivationale Einstellung der Lehrperson gegenüber den zu vermittelnden Inhalten umfasst. Diese soll gezielt an Lerner\*innen weitergegeben werden. Coding und Educational Robotics sind vielseitig einsetzbar, wenn es um aktive Lernmethoden geht (beispielsweise projektbasiertes Lernen, Problemlösung, Gamification, kooperatives Lernen). Diese Methoden befähigen die Schüler\*innen zu eigenverantwortlichem Lernen in einer konstruktiven Lernatmosphäre (vgl. Lockwood & Mooney 2018). In den Expert\*inneninterviews wurde zudem betont, informatische Kompetenzen schon möglichst früh, etwa ab der Elementar- und Primarbildung, spielerisch erfahrbar zu machen (Himpsl-Gutermann et al 2022, S. 11). Förderlich dafür scheinen haptische, im physischen Raum erfahrbare, entdeckende und narrative Lernsettings. Altersbedingt ist in der Primarstufe der Einstieg durch blockbasierte Programmiersprachen den textbasierten eindeutig vorzuziehen. Ein weiterer Vorteil liegt bei Robotern in der Konstruktion als Verortung im physischen Raum und deren Haptik. In den Interviews wurde betont, dass „dieses Physical-Computing Vorbedingung für Coding mit einem höheren Abstraktionsgrad ist“ (Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 13).

### 3.2 Erkenntnisse zu Gender- und Inklusionsaspekten

Besonders herausfordernd für die MINT-Bildung ist der Gender-Gap, der spätestens ab der Sekundarstufe I, jedenfalls aber ab dem Eintrittsalter in die Pubertät deutlich zunimmt (vgl. Gaisch et al. 2023, S. 5; Eggers et al.

2021, S. 3). Auch in der Auswertung im RoboCoop-Projektbericht zeigt sich dieser Gender-Unterschied in der Datenanalyse deutlich. Obwohl die Zustimmung zu den Robotikworkshops insgesamt sehr hoch ausfiel, ist sie bei den Burschen im Schnitt noch einmal deutlicher höher: 4,33 von maximal 5 Sternen bei den Burschen, 4,12 bei den Mädchen (vgl. Jäggle & Lepuschitz 2022, S. 11).

Die RoboCoop-Studie belegt, wie wichtig die Rolle einer motivierenden Lehrperson ist, um Neugier und Begeisterung für die Auseinandersetzung mit MINT-Inhalten an Lerner\*innen weiterzugeben; zunächst ganz unabhängig von deren Geschlecht (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 27). In den Expert\*inneninterviews wurde betont, Frauen als Role-Models vermehrt als Wissenschaftlerinnen, Technikerinnen und als Führungskräfte in MINT-Bereichen sichtbar zu machen. Lernende sollen die „Gesichter hinter den Role-Models“ kennenlernen (bspw.: MINT steht nicht einer Familienplanung im Wege). Um eine Identifikation mit Frauen in MINT zu ermöglichen, ist es außerdem ausschlaggebend, weibliche Role-Models nachhaltig und regelmäßig im Unterricht zu behandeln, damit wiederum das stereotypische Bild der Frau als „High Achiever“ und der Eindruck „Das schaffe ich selbst nie!“ nicht entsteht.

Ein verbreitetes Problem in der MINT-Bildung ist die Tatsache, dass die Einschätzung der Selbstwirksamkeit und das Selbstbewusstsein von Mädchen hinsichtlich ihrer MINT-Fähigkeiten viel geringer ist als bei Burschen (vgl. Gaisch et al. 2023, S. 23). Dies zeigt sich beispielsweise auch dann, wenn die Problemlösefähigkeiten der Mädchen absolut gemessen nicht schlechter als jene der Burschen sind. Bei der Selbsteinschätzung der Selbstwirksamkeit im RoboCoop-Projekt zeigte sich erfreulicherweise bei beiden Geschlechtern eine Steigerung, allerdings sind die absoluten Werte bei *den Mädchen* (26,8 vorher/29,7 nachher) geringer als bei den Burschen (29,9/32,8) (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 28). Umgekehrt lässt sich daraus schließen, dass die Robotikworkshops keine negativen Auswirkungen hatten, also jedenfalls gendersensibel beziehungsweise genderneutral angelegt wurden. Zu ähnlichen Erkenntnissen kommt auch eine Studie zu MINT-Berufen von Drescher et al. (2020).

Ein interessantes Detail zeigte sich in der Online-Variante der RoboCoop-Workshops: im virtuellen Setting bevorzugten die Mädchen in den Arbeitsgruppen unter sich zu sein, wie sie in den Interviews artikulierten (vgl. Jäggle

& Lepuschitz 2022, S. 40). Die Tutor\*innen beobachteten zudem, dass die Mädchen auch in den Pausen den ZOOM-Raum nutzten, um ihre Zwischenergebnisse auszutauschen und weitere Strategien abzusprechen (ebd., S. 43). Beim Selbstwirksamkeitstest (RSE-Index-Score) konnten die Mädchen in diesem virtuellen Setting sogar die Burschen überholen (ebd., S. 44). Folglich sind je nach Gruppendynamik auch partiell geschlechtergetrennter Unterricht beziehungsweise ausschließlich für Mädchen konzipierte MINT-Projekte empfehlenswert, um deren Selbstbewusstsein und Selbstwirksamkeit zu fördern. Ein gelungenes Beispiel hierfür ist das Projekt RoboSDG<sup>9</sup>, in dem Mädchen Roboter zur Erreichung der Menschheitsziele selbst erfinden und bei einem Role-Model-Stammtisch Technikerinnen und Forscherinnen begegnen. Mädchen sind in der Regel an Technikangeboten mit einer unmittelbaren Verbindung zu sozialen, nachhaltigen, ökologischen oder inklusiven Aspekten mehr interessiert, welche durch Problemlösungen langfristig einen gesellschaftlichen Mehrwert stiften (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 30; Müller et al. 2018, S. 28; Gosch et al. 2020, S. 5).

Neben dem unterschiedlichen fachlichen Vorwissen ist im schulischen Unterricht insbesondere auf Mehrsprachigkeit Rücksicht zu nehmen. Hier zeigte sich im RoboCoop-Projekt ein deutlicher Unterschied zwischen der Slowakei und Österreich: während in der Slowakei nur knapp 7 % der Schüler\*innen einen Migrationshintergrund aufwiesen, waren es in Österreich rund 28 %. Programmierumgebungen bieten hier einen doppelten Vorteil: Zum einen gibt es die Möglichkeit, in der Software die Spracheinstellungen zu ändern. Zum anderen ist die Programmiersprache selbst mit ihrer eigenen Syntax eine eigene Sprache, die unabhängig von der Erstsprache von allen Schüler\*innen neu zu erlernen ist. Dies bietet Chancen für einen effektiven mehrsprachigen Dialog (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 22). Inklusion in der MINT-Bildung verfolgt zudem die Akzeptanz der Verschiedenartigkeit und die digitale Teilhabe aller Beteiligten. In diesem Sinne sind Materialien und Lernumgebungen zu etablieren, die ein multisensorisches Lern-Erleben ermöglichen, Peer-Learning forcieren und Fehler dezidiert zulassen. Ein Experte/eine Expertin aus einem der Interviews brachte dies folgendermaßen auf den Punkt (Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 23):

---

<sup>9</sup> <https://www.robosdg.at/>

„Sich wirklich nochmal die Zeit zu nehmen, solche Irrwege quasi zuzulassen, die aber dann total wichtig sind für die eigentlichen Lerneffekte: Sie lernen nämlich bei dem Prozess am meisten und sie lernen am meisten, wenn sie scheitern. Lernen findet ja dann statt, wenn man aus einem Fehler etwas lernt, und dann findet Lernen am effizientesten statt.“

Außerschulische Lernangebote wie Maker Spaces oder Robotik-Labs haben den zusätzlichen Vorteil, dass bei der Auseinandersetzung mit den Inhalten ein möglicher Stress durch Notendruck wegfällt.

## 4 Rückschlüsse auf Lehrer\*innenbildung und Professionalisierung

Die hohe Bedeutung der Vorbildwirkung durch die Lehrkraft ist in den vorherigen Kapiteln bereits hervorgehoben worden. Die Relevanz von Aus- und Weiterbildung von MINT-Lehrpersonen ist für einen gelungenen MINT-Unterricht zentral. Dies betonen auch Musilek & Lengauer (in diesem Band), in einer Neuinterpretation des MINT-Akronyms: **M**otivation fördern, **I**nnovative Lehr- und Lernsettings gestalten, **N**eugier wecken, **T**alente aufzeigen). Wir greifen diesen Ansatz auf und analysieren, inwieweit dessen vier Bereiche auch in der RoboCoop-Studie wiederzufinden sind.

### 4.1 Das MINT-Akronym nach Musilek & Lengauer

Lehrpersonen (vor allem in der Primarstufe) auf einen gelungenen MINT-Unterricht vorzubereiten, erweitern Musilek & Lengauer den MINT-Begriff, wie Übersicht 4 verdeutlicht:

Dabei wird neben dem benötigten Professions- und Fachwissen auch die motivationale Orientierung und Werthaltung der Lehrperson bei der Gestaltung von MINT-Lernprozessen betont. Für eine frühe, kontinuierliche und vor allem positive Auseinandersetzung mit MINT-Inhalten muss die Lehrperson folglich

- Motivation fördern,
- innovative Lehr- und Lernsettings gestalten,
- Neugier wecken
- und Talente aufzeigen.

Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, wird vor allem das Berücksichtigen der Schüler\*inneninteressen hervorgehoben. Als primäres Ziel gilt es,



Übersicht 4: Neuinterpretation des MINT-Akronyms nach Musilek und Lengauer (in diesem Band)

frühzeitig Neugier zu wecken und mit forschend-entdeckendem Lernen ein Grundverständnis von (komplexen) MINT-Themen zu erarbeiten.

#### 4.2 Analyse der RoboCoop-Projektergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem RoboCoop-Projekt, nämlich die Projektstudie nach Jäggle & Lepuschitz (2022) und das MINT-Empfehlungspapier nach Himpsl-Gutermann et al. (2022), entlang der „Umdeutung“ des MINT-Akronyms nach Musilek & Lengauer (in diesem Band) analysiert. Die vielfältigen Anknüpfungspunkte werden in die vier Bereiche in Tabellenform eingeordnet, wobei besonders auch ein Augenmerk auf die Rolle der Lehrperson gelegt wird.

<b>MINT-Akronym (Musilek &amp; Lengauer, 2023)</b>	<b>Technische-informatische Didaktik am Beispiel von Educational Robotics (RoboCoop, 2022)</b>	<b>Weitere Maßnahmen und Ansätze (RoboCoop, 2022)</b>
Motivation fördern	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Methodik:</li> <li>– Differenzierung mit Educational Robotics gut umsetzbar</li> <li>– Coding unplugged → blockbasierte Programmiersprache → textbasierte Programmiersprache</li> <li>– Lernen durch trial and error: Fehler als Ressource und Teil des Lernprozesses bei Codegenerierung und Codeoptimierung</li> <li>– Schüler*innen bevorzugen hands-on-activities bei Robotics</li> <li>– Methodenvielfalt korreliert positiv mit dem Zeitmanagement der Schüler*innen</li> <li>– Rolle der Lehrperson:</li> </ul>	Bei Wettbewerben und Veranstaltungen teilnehmen  Skalierung der Aufgabenstellungen: Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade  Zeitliche, räumliche und materielle Ressourcen zur Verfügung stellen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gestaltung der Lernumgebung und Lehr-/Lernatmosphäre: Fehlerkultur etablieren</li> <li>– Lehrperson wird von Schüler*innen als Lernbegleiter*in, Coach und Motivator*in bevorzugt</li> </ul>	Erfolge verankern, Urkunden, Ausstellungen, Fotos, Checklisten der Schüler*innenarbeiten

<p>Innovative Lehr- und Lernsettings</p>	<p>Methodik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analoge und digitale Materialien nutzen</li> <li>– Gruppenarbeiten, Austausch unter Peers, Teamwork beim Zusammenbau von Robotern und Codierung</li> <li>– Rolle der Lehrperson:</li> <li>– Methodisch-didaktische Vielfalt: unterschiedliche Schwerpunktsetzungen bei Lehr- und Lerninhalten</li> <li>– Ausweitung der Lehrpersonenexpertise: Werterhaltung</li> </ul>	<p>Außerschulische Lernumgebungen und Angebote nutzen: Labs, Maker Spaces, Ausstellungen, etc.</p> <p>Außerschulische Projekte und Wettbewerbe ohne Noten- und Leistungsdruck</p>
<p>Neugier wecken</p>	<p>Methodik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Auf Schüler*inneninteressen eingehen</li> <li>– Entdeckend-forschendes Lernen</li> <li>– Methodisch-didaktische Vielfalt: unterschiedliche Schwerpunktsetzungen bei Lehr- und Lerninhalten</li> <li>– Breites Feld an MINT-Berufen aufzeigen</li> <li>– Rolle der Lehrperson:</li> <li>– „Reale-Welt-Probleme“ als Unterrichtsthemen aufgreifen und vielfältige, fächerverbindende Anknüpfungspunkte schaffen</li> <li>– Fokus gender: gesellschaftliche Relevanz des Technikeinsatzes betonen</li> </ul>	<p>Expert*innen unterschiedlicher MINT-Bereiche und MINT-Berufe in die Schule einladen</p> <p>Soziale, nachhaltige oder musische Vielfalt in MINT-Berufen aufzeigen: virtuelle Netzwerke, Expert*innen, MINT-Initiativen für Mädchen und Frauen</p>

Talente aufzeigen	Methodik: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Neugier wecken, Motivation fördern, Selbstwirksamkeit verdeutlichen, Interessen der Schüler*innen berücksichtigen</li> <li>– Gendersensible Didaktik: partiell geschlechtergetrennter Unterricht, Selbstbewusstsein fördern</li> <li>– Rolle der Lehrperson:</li> <li>– Positiver Zuspruch („Ich kann etwas bewirken“)</li> </ul>	MINT-Initiativen: Wettbewerbe, außerschulische Ausstellungen und Präsentationen ohne Noten- und Leistungsdruck
-------------------	--	--

Übersicht 5: Analyse der RoboCoop-Studie entlang des MINT-Akronyms von Musilek &amp; Lengauer

### 4.3 Beispiele zum MINT-Akronym aus dem RoboCoop-Projekt

Im Folgenden werden einzelne Aspekte aus Übersicht 5 anhand von kurzen Beispielen erläutert.

#### 4.3.1 Motivation fördern: Coding Roboter und Konstruktionsroboter

Mit entsprechend simpel aufgebauten Robotern, wie etwa dem Cubetto, eignet sich bereits im Kindergarten der Einstieg in Informatische Bildung – das zeigen sowohl österreichische (vgl. Workshops an der PH Wien<sup>10</sup>) als auch internationale Erhebungen (vgl. Anzoategui et al. 2017). Bei den Workshops an der PH Wien bot die „Schalttafel“, auf der die Plastikkärtchen mit den einzelnen Befehlen in eine Programmabfolge gebracht werden, für junge Kinder eine wesentliche Hilfe. Mit dem „Einspeichern“ der Programmbefehle über Tasten beim BeeBot wird das Verständnis für den Programmablauf oder das Debugging bereits eine Spur schwieriger und abstrakter. Erweiterungen mit Teppichen, selbst gebastelten Unterlagen, Koordinatensystemen etc. bieten vielfältige, fächerverbindende Anknüpfungspunkte und neue Motivationsmöglichkeiten für Kinder. Digitale Erweiterungen des BeeBots am Tablet oder die Fortsetzung mit blockbasierten Programmiersprachen wie Scratch vertiefen die Kenntnisse im Coding (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2018, S. 11). Somit bieten Roboter in ihrer Konstruktion, den Grundlagen der Robotertechnik oder in der Programmierung ein differenziertes und breites Lehr- und Lernangebot;

<sup>10</sup> <https://zli.phwien.ac.at/robotik-workshop-mit-kindergartenkindern/>

Entdeckendes Lernen ist durch die Ausweitung der Aufgaben beziehungsweise durch eine Skalierung der Schwierigkeitsgrade im Unterricht vielfältig und gut umsetzbar. Hierbei die Rolle der Lehrperson hervorzuheben, die neben der Gestaltung einer lernförderlichen Atmosphäre die Etablierung einer Fehlerkultur zulässt, wodurch effektives Lernen durch *trial and error* bei *hands-on activities* ermöglicht wird. Des Weiteren sind Konstruktions-Roboter effektive Lernwerkzeuge für projektbasiertes Lernen, bei dem MINT-, Programmier-, Computer- und Ingenieursfähigkeiten in ein Projekt integriert werden (vgl. Greca Dufranc et al. 2020, S. 3). Es entstehen Lernsettings, die sich an der Maker-Szene orientieren. Dadurch können reale Weltprobleme der Kontext für themenzentrierte, MINT-verbindende Lernprozesse sein, wodurch das Computational Thinking von der rein problemorientierten Robotikebene auf die höhere Ebene einer nachhaltigen *Bildung in der digital-vernetzten Welt* gehoben wird<sup>11</sup>.

#### 4.3.2 Innovative Lehr-/Lernsettings in speziell ausgestatteten Lernräumen

Die Grundidee eines speziell ausgestatteten Lernraums (beispielsweise ein Physiksaal oder Chemielabor) hat sich in vielfacher Hinsicht bewährt und weiter ausdifferenziert: hier sind beispielsweise im Universitäts- beziehungsweise Hochschulkontext die Lernwerkstattcommunity (Holub et al. 2021) sowie das Konzept der MINT-Lehr/-Lernlabore in vielen deutschen Bundesländern (Priemer & Roth 2020) zu nennen. In Österreich haben sich seit 2016 an allen Pädagogischen Hochschulen die Education Innovation Studios (EIS) als Lernräume für Coding und Robotik etabliert<sup>12</sup>; 2019 wurde an der Universität Wien ein Lernlabor für Biologie und Informatik<sup>13</sup> eröffnet, 2023 eines für Computational Empowerment<sup>14</sup>. Neben der besonderen Ausstattung und dahinter liegender Lehr-/Lernkonzepte verstehen sich diese Lernräume auch als gemeinsame „Versuchslabore“ beziehungsweise Begegnungsorte. Das Erforschen der jeweiligen Disziplin und deren Fachdidaktik erfolgt dabei auf Augenhöhe zwischen Hochschullehrenden, Lehrer\*innen, Studierenden und

---

<sup>11</sup> Ein Beispiel hierzu wäre das Projekt Robo4Earth: <https://www.robo4earth.at/>.

<sup>12</sup> <https://eis.eeducation.at/>

<sup>13</sup> <https://aecbio.univie.ac.at/lehr-lern-labor/>

<sup>14</sup> <https://lehrerinnenbildung.univie.ac.at/arbeitsbereiche/digitalisierung-im-bildungsbereich/computational-empowerment-lab/>

Schüler\*innen. Eine bessere Theorie-Praxis-Verzahnung und die Vernetzung der Akteur\*innen als Schlüssel eines erfolgreichen Transfers (vom aktuellen Stand der Forschung in die Praxis und umgekehrt) sind gerade in den MINT-Fachdidaktiken zentrale Aspekte, um den Erkenntnisgewinn durch Forschendes Lernen, den interdisziplinären Dialog in der Lehrer\*innenbildung und die diagnostischen und reflexiven Fähigkeiten von Lehramtsstudierenden zu stärken (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 23). Außerdem bieten außerschulische Lernorte und Initiativen für Kinder und Jugendliche die Möglichkeit, abseits von Notendruck in innovativen Lernsettings Erfahrungen in Coding, Robotik und Making zu sammeln (ebd., S. 24) sowie geschlechtsstereotypische Denkmuster in Bezug auf MINT abzubauen (vgl. Drescher et al. 2020, S. 259).

#### 4.3.3 Neugier wecken: die Vielfalt an MINT-Berufen aufzeigen

Schüler\*innen zeigen eine begrenzte Vorstellung über die Vielfalt von MINT-Berufen am Arbeitsmarkt, weswegen das Fach „Technik und Design“, das in den neuen Lehrplänen<sup>15</sup> ab 2023 in Primar- und Sekundarstufe eingeführt wird, auch von den interviewten Expert\*innen in der RoboCoop-Befragung (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2022, S. 29) als positiv eingestuft wird. Auch Initiativen wie ein „Girls Day“ oder Besuche von Expert\*innen an den Schulen – beispielsweise im Zuge der Berufsorientierung – sind gute Möglichkeiten, um neue Narrative in der MINT-Bildung zu etablieren, „die nicht nur das Technik-Know-How und dessen hohe Bedeutung betonen, sondern gesellschaftliche, ethische, nachhaltige, soziale, künstlerisch-ästhetische Ziele und Werte formulieren und deren enge Verbindung mit einer entsprechenden Technologieentwicklung und -gestaltung betonen“ (ebd.). Als wichtigen Schritt zum Abbau von geschlechtsstereotypischem Denken wird zudem von unterschiedlichen Expert\*innen die Repräsentation von Frauen im virtuellen Raum genannt; ein Beispiel liefert die Plattform MINTyourfuture.at des FEMTechLab an der FH Oberösterreich, das neben Vernetzungsmöglichkeiten eine Übersicht diverser MINT-Berufe (insbesondere mit Fokus auf ästhetischen, künstlerischen und gesellschaftlichen Mehrwert) übersichtlich darstellt<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> <https://www.schule.at/bildungsnews/detail/neue-lehrplaene-gehen-in-begutachtung>

<sup>16</sup> <https://mintyourfuture.at/mint-berufsbilder/>

Auch der 2022 gestartete Schulversuch „MINT-Mittelschule“<sup>17</sup> ist hier ein Schritt in eine vielversprechende Richtung. Im Zentrum steht dabei die Erprobung eines neu entwickelten Lehrplans mit einem zusätzlichen Stundenkontingent von elf Wochenstunden, das für MINT-fächerübergreifende Themen in vier Bereichen vorgesehen ist:

1. Lebensräume und Kreisläufe
2. Phänomene in Natur, Umwelt und Technik
3. Ressourcen, Wirtschaft und Nachhaltigkeit
4. Arbeitswelt und Digitalisierung

Gerade hier bieten sich zahlreiche Möglichkeiten, die Neugier der Schüler\*innen zu wecken und die Vielfalt der MINT-Berufe sichtbar zu machen.

#### 4.3.4 Talente aufzeigen: Preise, Wettbewerbe und Ausstellungen

Bei Wettbewerben zu Coding und Robotik können Schüler\*innen ihre Talente unter Beweis stellen. Dabei führt dies häufig zu einer höheren Partizipation von Kindern und Jugendlichen, bei denen die Leistung in gängigen Unterrichtsformen weniger sichtbar ist. Eine lange Tradition in vielen Ländern hat die *First Lego League*<sup>18</sup>, bei der zuerst in regionalen Ausscheidungen und dann in einem Bundesfinale die besten Gruppen in zwei Wettbewerbskategorien (*Explore*: 6-10 Jahre; *Challenge*: 9-16 Jahre) gekürt werden. Neuere und etwas kleinere Wettbewerbe sind der *BeeBot-Cup Austria*<sup>19</sup> sowie verschiedene Hackathons, also Programmierwettbewerbe, die in block- oder textbasierten Programmierumgebungen zum kreativen Problemlösen aufrufen (z. B. der *Lehrlingshackathon* der WKO/Davincilab, *Hackathon 4 Good AI* an der TU Wien oder die *EU CodeWeek*). Werden die Wettbewerbe in einer positiven, lernförderlichen und spielerischen Atmosphäre geführt, so können Gamification-Elemente das Selbstbewusstsein der Schüler\*innen steigern. Zudem verankern Wettbewerb und Ausstellungen bei MINT-Projekten die Lernerfolge der Schüler\*innen; die Sichtbarkeit der Lernergebnisse und Lernprodukte führt wiederum zur Motivationssteigerung. Auch die Teilnahme an Projekten, bei denen beispielsweise gemeinsam mit Expert\*innen Museumsausstellungen durch Schulklassen mitgestaltet werden, können motivierende

---

<sup>17</sup> siehe interne Aussendung des BMBWF, Abt. I/5, (2021-01-11)

<sup>18</sup> <https://www.first-lego-league.org/>

<sup>19</sup> <https://baa.at/projekte/beebot-dlpl3/>

Erlebnisse für Kinder und Jugendliche sein, wie das aktuelle Projekt *Cultural Collisions* (vgl. Hoch 2023) aufzeigt.

## 5 Zusammenfassung

Ausgangspunkt unseres Beitrags waren zwei Grundfragen aus der MINT-Bildung, nämlich wie es einerseits gelingt, junge Menschen für MINT-Themen zu begeistern, und wie andererseits die Gestaltung von lernförderlichen MINT-Bildungsprozessen durch vernetzten und fächerübergreifenden Unterricht gelingt. Mit *Computational Thinking (CT)* haben wir ein didaktisches Grundprinzip gewählt, das in den vergangenen Jahren auch im deutschsprachigen Raum mehr an Bedeutung gewonnen hat. Als Form des problemlösend-entdeckenden Lernens war CT auch eine wichtige Grundlage des RoboCoop-Projekts, bei dem über vier Jahre 188 Klassenworkshops in Österreich und der Slowakei durchgeführt und systematisch evaluiert wurden. Neben dem finalen Projektbericht entstand zum Abschluss des Projektes auf Basis von Expert\*inneninterviews ein MINT-Empfehlungspapier. Das RoboCoop-Projekt zeigte, dass Educational Robotics vielfältige Möglichkeiten mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen und Schwierigkeitsgraden bietet, die Begeisterung für MINT sowie die Einschätzung der Selbstwirksamkeit bei Schüler\*innen zu steigern. Über die Problemlösefähigkeiten hinaus gibt es in der Robotik vielfältige Möglichkeiten, Gender- und Inklusionsaspekte einfließen zu lassen. Zur Reduzierung des *Gender Gap* im MINT-Bereich müssen vermehrt neue MINT-Narrative mit sozialem Bezug geschaffen werden, da vor allem Mädchen bei ihrer späteren Berufswahl nachhaltige und wertschöpfende Tätigkeiten bevorzugen. Eine unterschiedliche Schwerpunktsetzung ist außerdem notwendig, um die Vielfalt von MINT-Berufen für Schüler\*innen erfahrbar zu machen.

Für die Ausbildung von Lehramtsstudierenden sowie die weitere Professionalisierung von Lehrkräften an Schulen schlägt die Neu-Interpretation des MINT-Akronyms nach Musilek & Lengauer (in diesem Band) vor, die Motivation (M) der Schüler\*innen durch innovative (I) Lehr-/Lernsettings zu steigern, ihre Neugier (N) zu wecken und Talente (T) aufzuzeigen. Vor allem eine positive und motivierende Einstellung der Lehrperson gegenüber den zu vermittelnden Inhalten ist ausschlaggebend, um Neugier und Begeisterung bei Schüler\*innen zu wecken. Aus der Analyse der RoboCoop-

Abschlusspublikationen haben wir gezeigt, wie dies durch Educational Robotics gelingen und wertvolle Impulse für die MINT-Lehrer\*innenbildung liefern kann.

Zusammenfassend ermöglicht der Einsatz von Educational Robotics einen spielerischen und entdeckend-forschenden Lernansatz, der für Kinder im Primarstufenalter vermeintlich komplexe Themenfelder herunterbricht und eine altersadäquate Auseinandersetzung mit Informatik und Technik ermöglicht. Hierfür ist mit Ausblick auf die Zukunft vor allem die Relevanz einer kontinuierlichen Forschung zur verschränkten MINT-Didaktik in der Primarstufe beziehungsweise der kontinuierliche Ausbau von MINT-Materialien ausschlaggebend.

## Literatur

- Anzoategui, L. G. C., Pereira, M. I. A. R., & Jarrin, M. D. C. S. (2017). *Cubetto for preschoolers: Computer programming code to code*. International Symposium on Computers in Education 2017. 1–5. Lisbon. doi: 10.1109/SIIE.2017.8259649.
- Binder, D., Dibiasi, A., Schubert, N., & Zaussinger, S. (2021). *Entwicklungen im MINT-Bereich an Hochschulen und am Arbeitsmarkt* [Research Report]. Wien: Institut für Höhere Studien (IHS). Abrufbar unter: [https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:158c1c57-2e65-4842-9746-c727903e21bb/IHS\\_Entwicklungen\\_im\\_MINT-Bereich.pdf](https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:158c1c57-2e65-4842-9746-c727903e21bb/IHS_Entwicklungen_im_MINT-Bereich.pdf) (2023-07-14).
- Drescher, K., Häckl, S., & Schmieder, J. (2020). MINT-Berufe: Workshops mit Rollenvorbildern können Geschlechterstereotype abbauen. *DIW Wochenbericht*, 87(13), 252–260. doi: 10.18723/diw\_wb:2020-13-1.
- Eggers, J., Neuburger, R., Schmid, Y., & Till, V. (2021). *Wanted! Daniel:a Düsentrrieb. MINT oder nicht MINT? Das ist hier die Frage* [Ergebnisse der Aktion am Digitaltag 2021 des Arbeitskreises „Diversity Applied“ am 18. Juni 2021]. München: Münchner Kreis. Abrufbar unter: <https://epub.uni-regensburg.de/46285/1/M%C3%9CNCHNER%20KREIS%20-%20Daniela%20D%C3%BCsentrrieb.pdf> (2023-07-23).
- Gaisch, M., Rammer, V., Sterrer, S., & Takacs-Schwarzinger, C. (2023). *Wie MINT gewinnt. Vorstellungen, Interessen und Hemmnisse österreichischer Schülerinnen bezogen auf eine Ausbildung in den MINT-Bereichen*. Wien: MINTality-Stiftung. Abrufbar unter: [https://www.schule.at/fileadmin/schule.at/MINTality\\_Bericht\\_Wie\\_MINT\\_gewinnt\\_2023\\_Gaisch\\_et\\_al.pdf](https://www.schule.at/fileadmin/schule.at/MINTality_Bericht_Wie_MINT_gewinnt_2023_Gaisch_et_al.pdf) (2023-07-23).
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B., & Redfors, A. (2020). Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Fra-

- mework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01. doi: 10.20897/ejsteme/7948.
- Grosch, K., Häckl, S., Martin G., K., & Bauer, C. (2020). *MINT-Interesse bei Kindern steigern. Ein Feldexperiment an Volksschulen in Österreich* [Research Report]. Wien: Institut für Höhere Studien (IHS). Abrufbar unter: <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/5558/1/ihs-report-2020-grosch-haeckl-koche-r-bauer-mint-interesse-bei-kindern-steigern.pdf> (2023-07-14).
- Himpsl-Gutermann, K., Brandhofer, G., Frick, K., Fikisz, W., Steiner, M., Bachinger, A., ... Lechner, I. (2018). *Abschlussbericht im Projekt „Denken lernen – Probleme lösen (DLPL) Primarstufe“* [Projektbericht]. Wien: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Abrufbar unter: [https://www.bmbwf.gv.at/dam/bmbwfgvat/schule/zrp/dibi/dgb/dlpl/dlpl\\_pri-marstufe\\_abschlussbericht.pdf](https://www.bmbwf.gv.at/dam/bmbwfgvat/schule/zrp/dibi/dgb/dlpl/dlpl_pri-marstufe_abschlussbericht.pdf) (2023-07-14).
- Himpsl-Gutermann, K., Steiner, M., & Savran, A. (2022). *Empfehlungen zur Politikgestaltung beim Einsatz von Coding und Robotik in der MINT-Bildung. Zusammenfassung der Erkenntnisse aus dem EU-Interreg-Projekt RoboCoop SK-AT V212 (2018-2022)*. Wien: Europabüro der Bildungsdirektion für Wien. Abrufbar unter: [https://europabuero.wien/download/RoboCoop\\_Bericht\\_politische\\_Empfehlungen.pdf](https://europabuero.wien/download/RoboCoop_Bericht_politische_Empfehlungen.pdf) (2023-07-14).
- Hoch, M. (2023). Cultural Collisions Vienna: A SciArtEdu HUB for Vienna. *Medienimpulse*, 61(2), 37 Seiten. doi: 10.21243/mi-02-23-08
- Holub, B., Himpsl-Gutermann, K., Mittlböck, K., Musilek-Hofer, M., Varelja-Gerber, A., & Grünberger, N. (Hrsg.). (2021). *Lern.medien.werk.statt Hochschulernwerkstätten in der Digitalität*. Verlag Julius Klinkhardt. doi: 10.35468/5904.
- Jäggle, G., Lammer, L., Wiesner, J.-O., & Vincze, M. (2020). Towards a Robotics Self-Efficacy Test in Educational Robotics. *Proceedings of the 2020 Constructionism Conference*, 537–550. Abrufbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/341672333\\_Towards\\_a\\_Robotics\\_Self-Efficacy\\_Test\\_in\\_Educational\\_Robotics](https://www.researchgate.net/publication/341672333_Towards_a_Robotics_Self-Efficacy_Test_in_Educational_Robotics) (2023-07-14).
- Jäggle, G., Lepuschitz, W. (2022). Evaluation report about the effect of educational robotics activities at the RoboCoop project. Wien: RoboCoop Project.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Computational Thinking in Secondary Education: Where does it fit? A systematic literary review. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(1), 41–60. doi: 10.21585/ijcses.v2i1.26.
- Müller, R., Kreß-Ludwig, M., Mohaupt, F., von Drachenfels, M., Heitmann, A., & Gorsky, A. (2018). *Warum (nicht) MINT? Was beeinflusst die Ausbildungs- und Berufswahlentscheidung junger Menschen?* [Diskussionspapier des IÖW 69/18]. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Abrufbar unter: [https://www.ioew.de/fileadmin/user\\_upload/BILDER\\_und\\_Downloaddatei](https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddatei)

- en/Publikationen/2018/IOEW\_DP\_69-18\_Warum\_nicht\_MINT\_final.pdf (2023-07-14).
- Musilek, M., & Lengauer, A. (2023). MINT – Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung in Mathematik und Naturwissenschaften. In C. Fridrich, H. Knecht, P. Riegler, & E. Süß-Stepancik (Hrsg.), *MINT Mehr Begeisterung für MINT-Fächer*. Wien: LIT-Verlag.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Priemer, B., & Roth, J. (Hrsg.). (2020). *Lehr-Lern-Labore: Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*. Heidelberg: Springer Spektrum. doi: 10.1007/978-3-662-58913-7.
- Seidel, T., Reinhold, S., Holzberger, D., Mok, S. Y., Schiepe-Tiska, A., & Reiss, K. (2016). *Wie gelingen MINT-Schulen? Anregungen aus Forschung und Praxis*. Münster New York: Waxmann.
- Steiner, M., & Himpsl-Gutermann, K. (2020). Computational Thinking und Kontextorientierung. *Medienimpulse*, 58(1), 30 Seiten. doi: 10.21243/mi-01-20-21.
- Wagner, W. (2018). Erstes Algorithmisieren über die Darstellung von Bewegungen mittels grafischer Symbole: Vom eigenen Handeln zum Programmieren. *Medienimpulse*, 56(3), 23 Seiten. doi: 10.21243/mi-03-18-14.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. doi: 10.1145/1118178.111.



# MINT in Schul- und Hochschulkontexten



# Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo) in der Primarstufe. Eine deskriptive Untersuchung zum fachlichen und methodisch-didaktischen Vorwissen von angehenden Lehrpersonen

Monika Musilek, Sabine Apfler, Anita Summer

## Abstract Deutsch

Die Änderung des Lehrplans für die Volksschule macht eine Vorbereitung der (angehenden) Lehrpersonen auf die Themen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo) notwendig. Um für das Forschungsprojekt DaWaKo auf Grundlage einer Lesson Study ein geeignetes Lernsetting zu konzipieren, muss die Ausgangslage der (angehenden) Lehrpersonen ermittelt werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Studierenden in den drei genannten Bereichen ihr Vorwissen sehr gering einschätzen und dass sie nahezu keine unterrichtlichen Erfahrungen sammeln konnten. Es besteht daher dringender Aus- und Fortbildungsbedarf zur Erweiterung des methodischen und fachdidaktischen Repertoires, um die Umsetzung stochastischer Themenstellungen im Mathematikunterricht der Primarstufe zu realisieren.

## Schlüsselwörter

Lesson Study, Lernvoraussetzungen, Primarstufe Mathematik, Stochastik

## Abstract English

The change in the curriculum for primary school makes it necessary to prepare (prospective) teachers with the topics of data, probability and combinatorics. In order to design a suitable learning setting for the DaWaKo on the basis of a lesson study research project, the initial situation of the (prospective) teachers must be determined. First results show that the students' assessment in the three areas mentioned is very low and that they have gained almost no teaching experience and that there is an urgent need for further training

in order to realise the methodological and subject didactic repertoire in the implementation of stochastic topics in mathematics lessons at primary level.

## Keywords

Lesson Study, learning prerequisites, mathematics education, stochastic

## Zu den Autorinnen

Monika Musilek, Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup>; Pädagogische Hochschule Wien, Institut für übergreifende Bildungswissenschaften, Regionales Kompetenzzentrum für Naturwissenschaften und Mathematik.

Kontakt: monika.musilek@phwien.ac.at

Sabine Apfler, Dr.<sup>in</sup>; Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Zentrum für Primarstufe.

Kontakt: s.apfler@ph-noe.ac.at

Anita Summer, Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup>; KPH Wien/Krems, Institut für Ausbildung, Institut für Fort- und Weiterbildung.

Kontakt: anita.summer@kphvie.ac.at

## 1 Einleitung und Ausgangslage

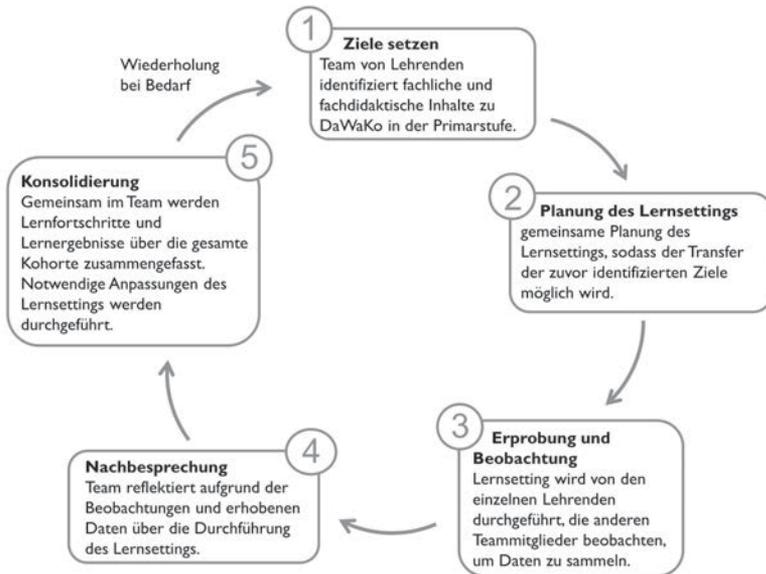
Stochastische Themenstellungen sind Inhalte, die bis zur Lehrplanreform 2023 nicht im österreichischen Lehrplan der Volksschule verankert waren. Sill und Kurtzmann (2019) betonen, dass viele Lehrpersonen im Bereich der Primarstufe aufgrund ihrer Ausbildung nicht über die notwendigen soliden Kenntnisse im Themenfeld „Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik“ (ebd., S. 3) verfügen. Die Vermutung liegt nahe, dass dies nicht nur Lehrpersonen, sondern auch Studierende in der Ausbildung zur Primarstufenpädagogik betrifft.

Das Forschungsprojekt DaWaKo der wissenschaftlichen Arbeitseinheit Primarpädagogik Mathematik im Verbund Nord-Ost in Österreich versucht aufgrund der Lehrplanänderung in einem ersten Schritt sinnvoll umsetzbare, elementare Themenbereiche der Stochastik für die Primarstufe zu extrahieren. Diese Inhalte werden zunächst für Studierende und in weiterer Folge in Form von Lehrer\*innenfortbildungen für den Mathematikunterricht in der Primar-

stufe aufbereitet. Ziel ist es, dass Studierende und Lehrpersonen ihr methodisches und didaktisches Repertoire erweitern, um es allen Kindern möglich zu machen, grundlegende Kompetenzen im Umgang mit *Daten*, *Wahrscheinlichkeit* und *Kombinatorik* zu erlangen.

Die zentrale Fragestellung lautet: „Wie verändert sich aufgrund eines *erlebten* Lernsettings das fachliche Wissen und das methodische und (fach-)didaktische Repertoire von (angehenden) Lehrpersonen bei der Umsetzung von stochastischen Themenstellungen im Mathematikunterricht der Primarstufe?“

Als Intervention zur Professionalisierung der Lehrpersonen im Bereich DaWaKo wird eine Lesson Study (vgl. Mewald & Rauscher 2019) umgesetzt, die wie in Übersicht 1 dargestellt, in einem zyklischen Prozess abläuft:



Übersicht 1: Lesson Study Cycle DaWaKo (adaptiert nach Lewis 2002, Quelle: eigene Darstellung)

Ein Lesson Study Cycle besteht aus fünf Phasen. In Phase 1 setzt sich das aus mehreren Hochschullehrenden bestehende Team gemeinsame Ziele. Im Fokus stehen dabei fachliche und fachdidaktische Inhalte und Lernprozesse der Lernenden. Aufgrund der dabei formulierten Ziele wird in Phase 2 gemeinsam ein Lernsetting geplant, welches in Phase 3 umgesetzt wird. Ein

Teammitglied führt den geplanten Unterricht durch, während die anderen Teammitglieder die Lernenden nach vorab definierten Kriterien beobachten. Sie sammeln Daten, die schlussendlich Auskunft über Motivation, Lernprozesse und Verhalten der Lernenden liefern sollen. Die Beobachtungen werden in Phase 4 besprochen und hinsichtlich der Erreichung der Ziele reflektiert. In Phase 5 werden Lernfortschritt sowohl der Lernenden als auch der Lesson-Study-Teammitglieder zusammengefasst und das Lernsetting bei Bedarf adaptiert. Es kann möglich sein, dass der Zyklus erneut durchlaufen wird, wenn noch nicht alle vereinbarten Ziele erreicht wurden.

Das Ziel des übergeordneten Gesamtprojekts ist demnach, ein Lernsetting für (angehende) Lehrpersonen zu entwickeln und evaluationsbasiert zu verbessern, um das fachliche Wissen sowie das methodische und (fach-)didaktische Repertoire bei der Umsetzung von stochastischen Themenstellungen im Mathematikunterricht der Primarstufe zu erweitern. Im Zentrum der Phase 1 steht die fachliche Klärung zu den Themenbereichen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik. Den Rahmen gibt der im Jänner 2023 verordnete Lehrplan der Volksschule vor (vgl. BMBWF 2023), in dem im Unterrichtsfach Mathematik *neue* Inhalte zu finden sind: Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik. Er beinhaltet auf den ersten beiden Schulstufen das Erfassen, Darstellen und Interpretieren von Daten und ab der dritten Schulstufe die Auseinandersetzung mit einfachen kombinatorischen Aufgabenstellungen sowie die Erarbeitung eines qualitativen Wahrscheinlichkeitsbegriffs.

Aus den Anregungen internationaler Fachliteratur (vgl. Engel 2011; Neubert 2019; Sill & Kurtzmann 2019) und Anpassungen an österreichische Vorgaben wurde versucht, wesentliche im Unterricht zu vermittelnde Fähigkeiten und Fertigkeiten zu extrahieren (siehe Übersicht 2). Fundiertes theoretisches fachliches Wissen zu haben, ist ebenso wesentlich, um guten Unterricht gestalten zu können (vgl. Shulmann 1986; Baumert & Kunter 2011). Daher wird die inhaltliche Basis für die drei Themengebiete ebenso in die Planung aufgenommen.

In Phase 2 geht es gemäß des Lesson Study Cycle um die konkrete Planung des Lernsettings. Die Grundlagen dafür bilden evidenzbasierte Kriterien für wirkungsvolle Lehrer\*innenfortbildung. Studien (vgl. Lipowsky 2016; Andreitz, Müller & Wieser 2017; Zehetmeier 2017) zeigen Gelingensbedingungen von Fortbildungen auf: Wovon hängt es ab, dass Lehrpersonen sich im Rahmen von Fortbildungen darauf einlassen, neue Inhalte zu ler-

Inhalte	Im Unterricht zu vermittelnde Fähigkeiten und Fertigkeiten	Inhaltliche Basis der Fortbildungsreihe
<b>Daten</b>	<p><b>Daten sammeln</b> Fragestellungen entwickeln, Daten aufgrund von Beobachtungen, Befragungen oder einfachen Experimenten sammeln</p> <p><b>Daten darstellen</b> Daten strukturieren und Diagramme erstellen</p> <p><b>Daten interpretieren</b> Darstellungsweisen vergleichen, Diagramme lesen, im Kontext bewerten</p>	Theoretische Basis ist die didaktische Perspektive auf die Entwicklung von Datenkompetenz bei Kindern. Betrachtet wird insbesondere der Datenanalyse-Zyklus, und die didaktische Umsetzung in der Primarstufe.
<b>Wahrscheinlichkeit</b>	<p><b>Begriffe kennen</b> Qualitative Vergleiche von Aussagen zur Wahrscheinlichkeit sprachlich äußern (wahrscheinlich, sicher, unmöglich, Zufall)</p> <p><b>Gewinnchance einschätzen</b> durch das Einordnen auf einer Skala, durch geometrische Überlegungen, durch den Vergleich von Gewinnregeln</p>	Der Wahrscheinlichkeitsbegriff wird mit mathematischen Mitteln beschrieben, insbesondere der frequentistische, kombinatorische und geometrische Zugang werden genutzt, um Wahrscheinlichkeiten einzuschätzen.
<b>Kombinatorik</b>	<b>Kombinatorische Aufgaben</b> probierend lösen, zunehmend systematisch lösen, Lösungswege sinnvoll dokumentieren	Die für die Kombinatorik besonders bedeutsamen Zählprinzipien werden erläutert. Für die Analyse von Lernprodukten der Kinder Lösungsstrategien von Kindern vorgestellt.

Übersicht 2: DaWaKo: Unterricht und inhaltliche Fundierung (vgl. Summer, Musilek & Apfler 2022, Quelle: eigene Darstellung)

nen, Kompetenzen erwerben und ihr Handeln im Unterricht so verändern, dass Schüler\*innen davon profitieren? Als wesentliche Aspekte wirksamer Lehrer\*innenfortbildung werden die Voraussetzungen der Fortzubildenden sowie die Art und Weise genannt, wie das Lernsetting konzipiert und durchgeführt wird (siehe Übersicht 3).

Lipowsky (2010) hebt „die Bedeutung des Anknüpfens an die Erfahrungen und die Lernbedürfnisse der Lehrpersonen“ (ebd., S. 56) hervor. Zehetmeier (2017) nennt als wichtige Voraussetzungen auf Seiten der Teilnehmer\*innen beispielsweise individuelle biographisch verankerte Faktoren, das Stadium ihrer beruflichen Entwicklung, das Vorwissen, Einstellungen und Beliefs, Erwartungen an die Gestaltung, Motivation und Volition sowie Ebenen der Aneignungen im Sinne von Transferebenen (vgl. ebd., S. 91).

Obwohl die Themen Daten, Kombinatorik und Wahrscheinlichkeit in Deutschland bereits seit längerer Zeit in den Lehrplänen abgebildet sind, ist die Forschungslage zu Voraussetzungen für wirksame Interventionen in Bezug



Übersicht 3: Einflussfaktoren (Quelle: eigene Darstellung)

auf diese Themenbereiche noch gering. Binner (2021) geht davon aus, „dass fachliche Unsicherheiten bei den Lehrpersonen bestehen, sodass [...] die Vorgaben des Rahmenlehrplans nicht in vollem Umfang durch alle Lehrpersonen im Unterricht realisiert werden“ (ebd., S. 104). Auch Eichholz (2018) stellt fest, dass das Vorwissen von Lehrpersonen im Bereich Daten, Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten geringer als bei anderen Themenbereichen ist (vgl. ebd., S. 133f.). Für österreichische Lehrpersonen sind keine Forschungsbefunde zum Vorwissen in den Bereichen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik bekannt.

Neben der inhaltlichen Planung des Lernsettings ist die Ausgangslage, d.h. die Vorerfahrungen und das Vorwissen der (angehenden) Lehrpersonen im geplanten Themenfeld, ein ganz wesentlicher Punkt für eine wirkungsvolle Intervention. Ziel dieser ersten Erhebung ist es, Voraussetzungen, mit denen Studierende in der Lehrveranstaltung den Inhaltsbereichen zu Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik begegnen, darzustellen und zu untersuchen. Daher gilt es, in diesem Beitrag eine Zusammenschau der Ergebnisse auf die folgenden Fragen zu bieten, welche in Phase 1 des Lesson Study Cycle geklärt werden sollten:

- Wie ist die Ausgangslage von (angehenden) Lehrpersonen in der Primarstufe zu Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik (DaWaKo)?
- Welche Einschätzungen haben Studierende des Lehramts Primarstufe in Bezug auf ihr Vorwissen?

- Welche Selbsteinschätzungen zum Mathematikunterricht in der Primarstufe haben die Studierenden?
- Wie weit sind sie in ihrer beruflichen Entwicklung sowie Erfahrung in diesem Wissensbereich?

## 2 Methodische Überlegungen

Im Rahmen des Projekts wird in einer ersten deskriptiven Teilstudie (gemäß Phase 1 im Lesson Study Cycle) die Ausgangslage, d.h. Vorerfahrungen und Vorwissen der (angehenden) Lehrpersonen, vor der ersten Intervention untersucht. Zur Beantwortung der genannten Fragestellungen wurde eine quantitative Erhebung mittels eines Fragebogens gewählt, welche es ermöglicht, eine große Zahl an Teilnehmer\*innen zu befragen.

### 2.1 Kontext und Stichprobe

Die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung bilden Teilnehmer\*innen von Lehrveranstaltungen im Bereich der Fachdidaktik Mathematik der Primarstufe an drei Pädagogischen Hochschulen in Wien und Niederösterreich. Grundidee bei der Auswahl war es, keine Studienanfänger\*innen zu wählen. Die Personen sollten bereits über grundlegendes fachdidaktisches Wissen verfügen, erste Erfahrungen im unterrichtlichen Handeln gesammelt haben und somit eher am Ende des Bachelorstudiums bzw. im Masterstudium Primarstufe stehen. Die Themengebiete, die in das zu konzipierende Lehr-Lernsetting aufgenommen werden, sind in der österreichischen Grundschulmathematik aufgrund der bisher fehlenden Lehrplanforderung wenig verankert. Um eine bessere Einordnung dieser *neuen* Themengebiete in das Gesamtspektrum der Lehramtsausbildung zu haben, wurden daher im Wintersemester 2022 Studierende aus den folgenden Lehrveranstaltungen ausgewählt:

KPH Wien/Krems: Fachliche Erweiterung aus Mathematik – Mathematische Problemlöseprozesse. Zielgruppe dieser Lehrveranstaltung sind Masterstudierende.

PH NÖ: Mathematik 1. Zielgruppe dieser Lehrveranstaltung sind Masterstudierende.

PH Wien: Vertiefung Forschendes und Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule. Zielgruppe dieser Lehrveranstaltung sind Bachelorstudierende im 7. Semester, die den Schwerpunkt Science & Health gewählt haben.

Die Erhebung fand im Zeitraum von November 2022 bis Dezember 2022 statt. Beteiligt waren 63 Studierende (weiblich: 58, männlich: 3, divers: 0) der vorhin genannten Lehrveranstaltungen des Studiums Lehramt Primarstufe der drei Hochschulen in Österreich im Verbund Nord-Ost.

## 2.2 Erhebungsinstrument

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde als Untersuchungsinstrument ein Online-Fragebogen konzipiert, bei dem in einem ersten Durchgang der Erhebung der Fokus auf drei Themenbereiche gelegt wurde, nämlich auf:

- Einschätzung des Vorwissens für die Lehre von Inhalten zu Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik,
- subjektive Einschätzungen der Handlungskompetenz in den wichtigsten Bereichen der Mathematik in der Primarstufe und
- das Stadium der beruflichen Erfahrung sowie Entwicklung.

Die Einschätzung des Vorwissens für die Lehre von Inhalten zu Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik wurde auf Basis der bekannten Notenskala (von „sehr gut“ bis „nicht genügend“) abgegeben. Für die subjektiven Einschätzungen der Handlungskompetenz wurde die Frage verwendet: „Welche Themengebiete der Primarstufenmathematik liegen Ihnen am meisten?“ Die Einschätzung zu jedem einzelnen Themengebiet der Primarstufenmathematik wird im Online-Fragebogen mittels einer vierstufigen Likert Skala erhoben.

Das Stadium der beruflichen Erfahrung sowie Entwicklung wurde durch Zuteilung in die Merkmalsausprägungen *berufsbegleitendes Studium* und *Vollzeitstudium* erhoben. Weiters wurden Daten gesammelt, inwiefern Studierende schon Unterrichtserfahrung im Hinblick auf die Vermittlung von DaWaKo gesammelt haben. Dies kann einerseits aufgrund von Hospitationen gegeben sein und andererseits aufgrund eigenen unterrichtlichen Handelns.

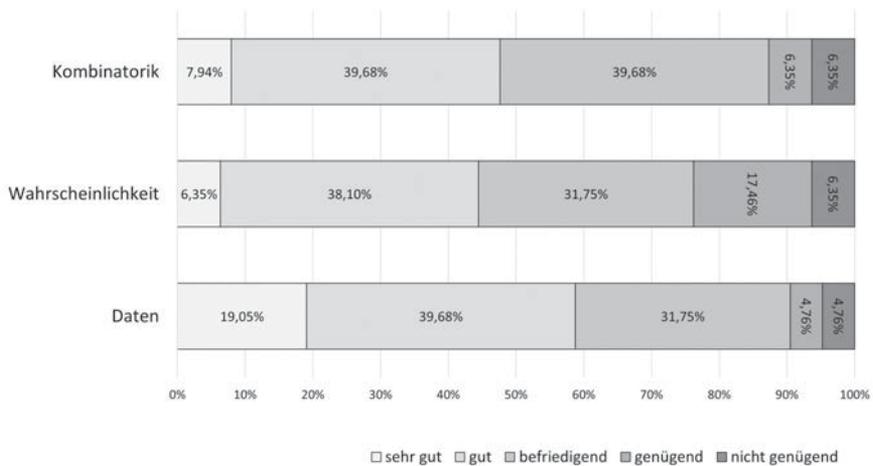
### 3 Analyse und Darstellung der Ergebnisse

Mittels des Statistikprogramms Jamovi wurden Häufigkeiten und Mittelwerte ausgewiesen und interpretativ zueinander in Beziehung gesetzt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragung dargestellt und anschließend Zusammenhänge zwischen diesen beschrieben.

#### 3.1 Einschätzung des Vorwissens

Die Einschätzung der Studierenden bezüglich ihres Vorwissens zu den Inhalten Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik ist in Übersicht 4 dargestellt.



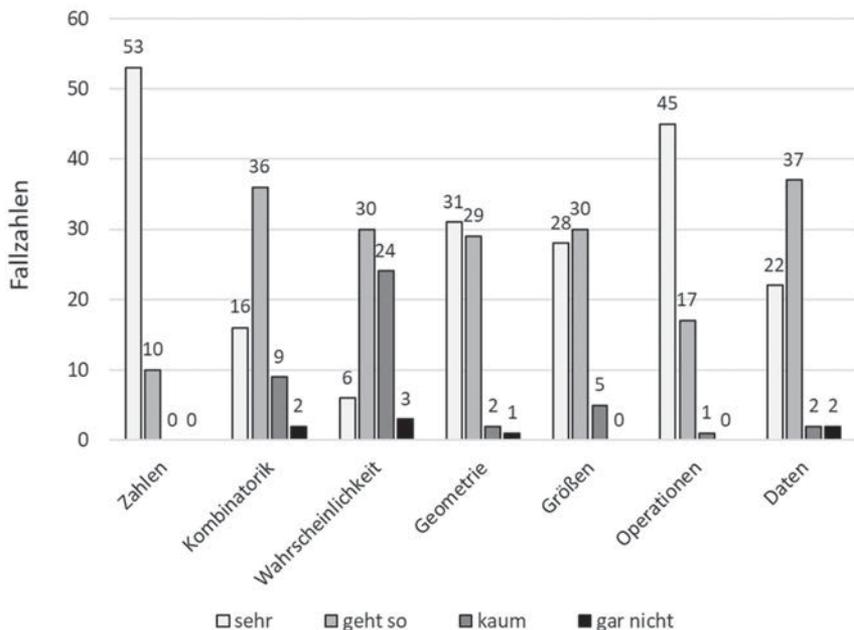
Übersicht 4: Einschätzung des Vorwissens zu den Inhalten DaWaKo (Quelle: eigene Darstellung)

Rund 50 % der Studierenden schätzen ihr Vorwissen in den drei Themenbereichen als sehr gut bzw. gut ein. Auffallend ist, dass im Bereich Wahrscheinlichkeit das Vorwissen generell weniger ausgeprägt zu sein scheint. Im Bereich Daten zeigt sich, dass fast 60 % der Studierenden ihr Vorwissen mit „sehr gut“ und „gut“ beschreiben. Diese Ergebnisse passen auch in jenes Bild, das man bei Betrachtung der subjektiven Einschätzungen der Handlungskompetenz in den wichtigsten Bereichen der Mathematik in der Primarstufe erhält.

### 3.2 Subjektive Einschätzungen der Handlungskompetenz

Die Studierenden gaben in den Themengebieten Zahlen und Operationen am häufigsten die höchste Bewertung ab. Bei den in diesem Forschungsprojekt betrachteten Themengebieten Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik wird das gesamte Spektrum der vierstufigen Likert-Skala ausgeschöpft, d.h. es gibt auch Nennungen, dass das Themengebiet Studierenden *gar nicht* liegt. Das passiert sonst nur noch im Themenbereich der Geometrie (siehe Übersicht 5).

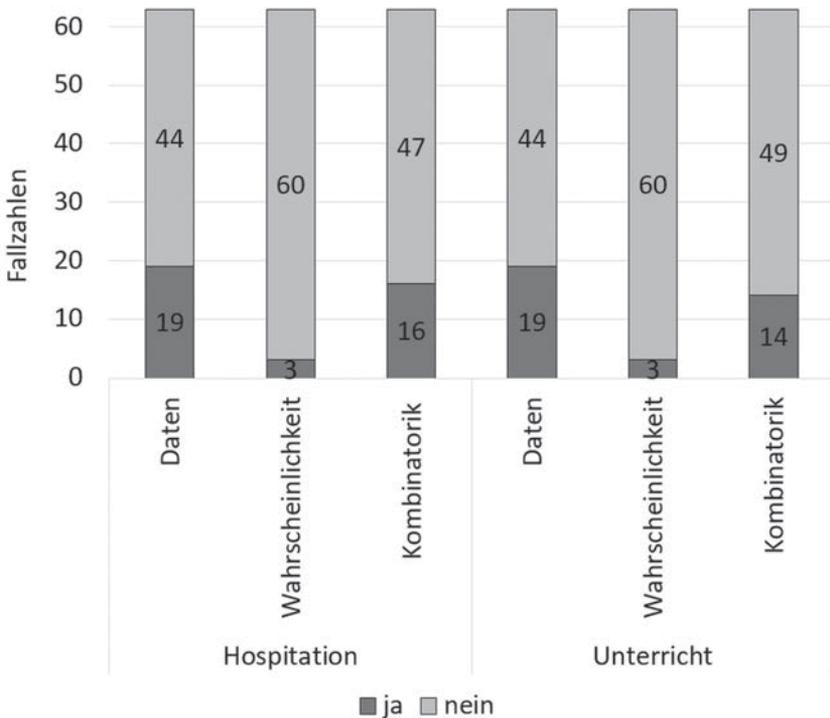
Reiht man die Nennungen der Auswahl entsprechend nach den Mittelwerten der Nennungen von groß nach klein, erhält man folgende Ordnung: Zahlen (3,84) – Operationen (3,70) – Geometrie (3,43) – Größen (3,37) – Daten (3,25) – Kombinatorik (3,05) – Wahrscheinlichkeit (2,62).



Übersicht 5: Subjektive Einschätzung (Quelle: eigene Darstellung)

### 3.3 Stadium der beruflichen Erfahrung sowie Entwicklung

In der Gesamtstichprobe betreiben rund die Hälfte der Studierenden ein Vollzeitstudium (33 Personen Vollzeit, 30 berufsbegleitend). In den Gruppen der Studierenden sowohl der PH NÖ als auch der PH Wien betreiben genau gleich viele Personen das Studium als Vollzeitstudium bzw. als berufsbegleitendes Studium. An der KPH Wien/Krems ist der Anteil der Vollzeitstudierenden geringfügig höher.



Übersicht 6: Gesammelte Erfahrungen in unterrichtlichen Situationen (Quelle: eigene Darstellung)

Um zu erfassen, ob die Studierenden in ihrer Unterrichtspraxis während der Ausbildung bereits Unterrichtseinheiten zu den genannten Themenbereichen beobachten konnten oder ob sie diese auch schon selbst unterrichtet hatten, wurden sie nach ihren Unterrichtserfahrungen befragt. Erfahrungen im eigenen Unterricht konnten bisher generell in allen drei Themengebieten nur wenige gesammelt werden (siehe Übersicht 6). Im Themengebiet Wahrschein-

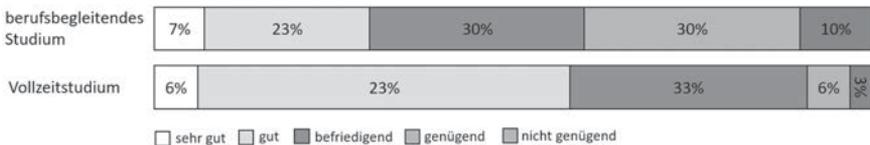
lichkeit gab es über die Gesamtkohorte die wenigsten Nennungen. Im Bereich Daten und Kombinatorik wurde nahezu in gleichen Anteilen hospitiert bzw. selbst unterrichtet.

Zusammenfassend zeigt sich, dass das Vorwissen der Studierenden in den Bereichen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik nicht besonders ausgeprägt ist. Sie konnten während des Studiums bzw. ihrer unterrichtlichen Tätigkeit so gut wie keine praktische Unterrichtserfahrung sammeln, weder beobachtend noch selbst aktiv. Vermutlich liegt hier die mangelnde subjektive Einschätzung der Handlungskompetenz in diesen Bereichen begründet.

Bei den nachfolgenden deskriptiven Analysen geht es darum, Unterschiede zwischen einzelnen Akteursgruppen aufzudecken. Insbesondere gilt es herauszufinden, ob bzw. welche Unterschiede zwischen Studierenden, die ihr Studium berufsbegleitend absolvieren und Vollzeitstudierenden beschrieben werden können.

Die Einschätzung der Studierenden bezüglich ihres Vorwissens für die Lehre zu den Inhalten liefert ein interessantes Bild, wenn sie nach Vollzeitstudierenden und berufsbegleitenden Studierenden gruppiert werden. Alle, die bereits im Schuldienst stehen, geben tendenziell schlechtere Bewertungen zu ihrer Einschätzung bezüglich des Vorwissens an. Besonders ausgeprägt ist diese Tatsache für den Themenbereich Wahrscheinlichkeit: nur 9 % der Vollzeitstudierenden geben *genügend* und *nicht genügend* an, bei den berufsbegleitenden Studierenden hingegen sind es rund 40 % (siehe Übersicht 7).

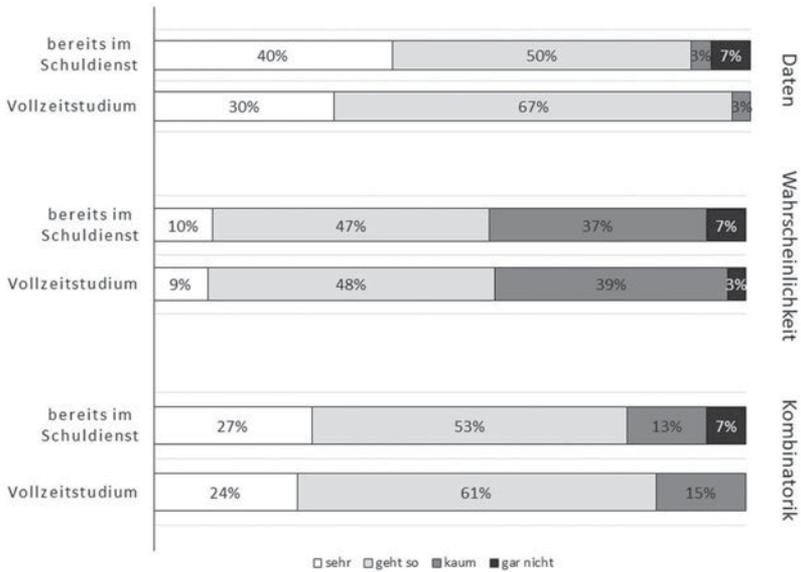
#### Einschätzung: Vorwissen Wahrscheinlichkeit



Übersicht 7: Gruppenvergleich: berufsbegleitendes Studium vs. Vollzeitstudium – Einschätzung des Vorwissens Wahrscheinlichkeit (Quelle: eigene Darstellung)

Die auffälligen Unterschiede zwischen Studierenden, die bereits im Dienst stehen mit einer geringen Einschätzung ihres Vorwissens zum Thema Wahrscheinlichkeit und anderen Studierendengruppen gibt Anlass, auch die subjektive Einschätzung zur Handlungskompetenz in den drei Bereichen mit dem Berufsstand in Verbindung zu bringen. Die subjektive Einschätzung der Handlungskompetenz in die für das Forschungsprojekt zentralen Themenbe-

reiche stellt sich folgendermaßen dar: Auch hier geben die Teilnehmenden an der Studie wieder tendenziell schlechtere Bewertungen ab, wenn sie bereits im Schuldienst stehen. Wahrscheinlichkeit – Kombinatorik – Daten ist das Ranking der Themengebiete (siehe Übersicht 8).



Übersicht 8: Gruppenvergleich: berufsbegleitendes Studium vs. Vollzeitstudium – Einschätzung des Vorwissens Handlungskompetenz (Quelle: eigene Darstellung)

Zusammenfassend zeigt sich, dass Studierende, die bereits im Dienst stehen und das Studium berufsbegleitend absolvieren, sowohl ihr Vorwissen als auch ihre Handlungskompetenz in den untersuchten Bereichen tendenziell schlechter bewerten als Studierende im Vollzeitstudium.

#### 4 Diskussion und Ausblick

Die durchgeführte Erhebung im Rahmen des Forschungsprojekts DaWaKo bestätigt die Notwendigkeit intensiver Lerninputs im Bereich der Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik in der Ausbildung angehender Lehrpersonen im Bereich der Primarstufe. Zwar schätzt zirka die Hälfte aller Proband\*innen ihr Vorwissen in diesem Bereich als gut oder sehr gut ein, die

bereits gesammelte Erfahrung in unterrichtlichen Situationen ist in diesen drei Bereichen aber noch äußerst dürftig. Studierende schätzen ihr Vorwissen, wenn sie bereits im Schuldienst stehen, generell niedriger ein als Vollzeitstudierende. Die berufliche Erfahrung sowie Entwicklung sind nur in einem sehr geringen Ausmaß gegeben. Es konnte weder bei Hospitationen noch bei eigenem unterrichtlichen Handeln Erfahrung in der Vermittlung von Fähigkeiten und Fertigkeiten in den Themenbereichen DaWaKo gesammelt werden.

Ein besonderer Aufholbedarf dürfte im Bereich der Wahrscheinlichkeit bestehen: Sowohl die Einschätzung des eigenen Vorwissens als auch der beruflichen Handlungskompetenz in diesem Bereich zeigt sich als sehr gering. Daher braucht es gerade in den Themengebieten Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik Unterstützung, den Transfer in den Unterricht anzuregen und Umsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Um sowohl das fachdidaktische Grundlagenwissen als auch die Handlungskompetenz der Studierenden hinsichtlich der Umsetzung des neuen Lehrplans für Mathematik in der Volksschule zu erhöhen, ist es notwendig, die Themenbereiche Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik bereits im Studium zu thematisieren.

Auf Basis der hier dargestellten gewonnenen Erkenntnisse über die Ausgangslage der Studierenden geht es daher in Phase 2 gemäß des Lesson Study Cycle um die konkrete Konzeption des Lernsettings. Ziel muss es sein, Wege aufzuzeigen, wie handlungsorientiert, mit geeigneten didaktischen Materialien, die Nachhaltigkeit des Erkenntnisgewinns der Lernenden in den Bereichen Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik gelingen kann. Wegen der kaum vorhandenen unterrichtlichen Erfahrungen der Studierenden ist es besonders wichtig, dass im Lernsetting Erfahrungswissen weitergegeben, reflektiert und diskutiert wird.

Die nächsten Phasen des Lesson Study Cycle lassen erwarten, dass sich aufgrund des *erlebten* Lernsettings das fachliche Wissen und das methodische und (fach-)didaktische Repertoire von (angehenden) Lehrpersonen bei der Umsetzung von stochastischen Themenstellungen im Mathematikunterricht der Primarstufe positiv verändert.

## Literatur

- Andreitz, I., Müller, F.H. & Wieser, M. (2017). Die Bedeutung der Motivation für die Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften. In I. Kreis & D. Unterköfler-Klatzer (Hrsg.), *Fortbildung Kompakt. Wissenschaftstheoretische und praktische Modelle zur wirksamen Lehrer/innenfortbildung* (S. 103–121). Innsbruck: Studienverlag.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Binner, E. (2021). Lernprozesse von qualifikationsheterogenen Grundschullehrkräften im Bereich der Stochastik – Studie zur Professionalisierung durch Fortbildung. Abrufbar unter: [https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/23289/dissertation\\_binner\\_elke.pdf?sequence=20&isAllowed=y](https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/23289/dissertation_binner_elke.pdf?sequence=20&isAllowed=y) (2023-02-25).
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) (2. Jänner 2023). *Lehrplan der Volksschule*. BGBl. II Nr. 1/2023, Anlage A zu Artikel 1. Wien.
- Eichholz, L. (2018). *Mathematik fachfremd unterrichten. Ein Fortbildungskurs für Lehrpersonen in der Primarstufe*. Dortmund: Springer Spektrum.
- Engel, J. (2011). Statistiklehren in der Schule: Herausforderungen für Unterricht und Ausbildung von Lehrpersonen. *Stochastik in der Schule 31* (3), S. 30–31.
- Lewis, C. (2002). *Lesson Study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen: Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–70). Münster, München, Berlin: Waxmann.
- Lipowsky, F. (2016). Wirksame Fortbildung. Interview von Elisabeth Mairhofer. *INFO – Zeitschrift des deutschen Bildungsressorts Südtirol*, Sept./Okt., S. 26. Bozen: Eigenverlag.
- Mewald, C. & Rauscher, E. (2019). *Lesson Study: das Handbuch für kollaborative Unterrichtsentwicklung und Lehrforschung*. Innsbruck, Wien, Bozen: Studien Verlag.
- Neubert, B. (2019). *Kombinatorik. Aufgabenbeispiele und Impulse für die Grundschule*. Offenburg: Mildenerberger.
- Sill, H.-D. & Kurtzmann, G. (2019). *Didaktik der Stochastik in der Primarstufe*. Berlin: Springer.
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), S. 4–14.
- Summer, A., Musilek, M. & Apfler, S. (2022). DaWaKo in der Primarstufe. Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik im Unterricht realisieren. *Jahresta-*

*gung zur Forschung 2022: Nachhaltig bilden und Entwicklungsschritte begleiten.*  
doi: 10.53349/resource.2022.iS22.a1017.

Zehetmeier, S. (2017). Theoretische und empirische Grundlagen für eine innovative und nachhaltige Lehrer/innenfortbildung. In I. Kreis & D. Unterköfler-Klatzer (Hrsg.), *Fortbildung Kompakt: wissenschaftstheoretische und praktische Modelle zur wirksamen Lehrer/innenfortbildung* (S. 80–103). Klagenfurter Beiträge zur Bildungsforschung und Entwicklung, Band 1. Innsbruck Wien Bozen: Studien Verlag.

# Alternative Darstellungsformen des Teilchenmodells

Florian Budimaier & Martin Hopf

## Abstract Deutsch

Das Teilchenmodell stellt einen zentralen Aspekt naturwissenschaftlicher Bildung dar, jedoch bereitet es Schülerinnen und Schülern häufig Lernschwierigkeiten. Insbesondere die Unterscheidung der Eigenschaften von makroskopischen Objekten und submikroskopischen Teilchen fällt ihnen schwer. Diese Problematik wird durch Abbildungen, welche Teilchen explizit makroskopische Eigenschaften zuordnen, noch verstärkt. Im Rahmen einer Studie mit 20 Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe wurde daher eine alternative Darstellungsform des Teilchenmodells untersucht. Die Ergebnisse legen nahe, dass typografische Darstellungen – insbesondere für leistungsstärkere Schüler\*innen – hilfreicher sind als die in Schulbüchern verbreiteten kugelförmigen Darstellungen.

## Schlüsselwörter

Akzeptanzbefragung, Qualitative Inhaltsanalyse, Teilchenmodell, Typografische Darstellungen

## Abstract English

The particle model is a central aspect of science education, but it often causes learning difficulties for students. In particular, they find it difficult to distinguish between the properties of macroscopic objects and submicroscopic particles. This problem is exacerbated by illustrations that explicitly assign macroscopic properties to particles. Therefore, an alternative representation of the particle model was investigated in a study with 20 secondary school students. The results suggest that typographic representations are more helpful than the spherical representations commonly found in textbooks, especially for high-achieving students.

## Keywords

particulate nature of matter, probing acceptance, qualitative content analysis typographic representations

## Zu den Autoren

Florian Budimaier, Mag.; Universität Wien, AECC Physik, Pädagogische Hochschule Wien.

Kontakt: [florian.budimaier@phwien.ac.at](mailto:florian.budimaier@phwien.ac.at)

Martin Hopf, Univ.-Prof. Dr.; Universität Wien, AECC Physik.

Kontakt: [martin.hopf@univie.ac.at](mailto:martin.hopf@univie.ac.at)

## 1 Ausgangslage

Das Teilchenmodell gilt als eines der zentralen Konzepte im naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. National Science Teaching Association 2017; OECD 2019). Nicht nur bildet es die Grundlage für ein Verständnis des Aufbaus der Materie, es ist auch ein zentrales Element für den Umgang mit vielen gesellschaftlich bedeutsamen Kontexten wie beispielsweise dem Klimawandel und der Energiewende. Auch im neuen österreichischen Lehrplan für Physik in der Sekundarstufe I zählt das Teilchenmodell zu den zentralen fachlichen Konzepten (vgl. BMBWF 2023, S. 2). Dabei wird betont, dass sich unter der Annahme alles besteht aus Teilchen, das Verhalten von physikalischen Systemen voraussagen lässt. Eine exaktere Definition des Teilchenmodells findet sich bei de Vos und Verdonk (1996, S. 659): „All matter consists of entities called particles. Individual particles are too small to be seen. They behave as hard, solid, and (except in chemical reactions) immutable objects. Their absolute dimensions and shape are usually irrelevant.“<sup>1</sup>

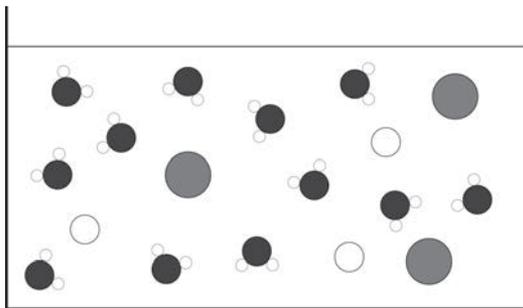
Eine Vielzahl an Forschungsarbeiten hat gezeigt, dass das Teilchenmodell zu den schwierigsten Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht gehört (vgl. Hadenfeldt, Liu & Neumann 2014, S. 182). Falsche Vorstellungen vieler

---

<sup>1</sup> De Vos und Verdonk (1996, S. 659) führen neben dieser noch sieben weitere Konzeptideen an, um die grundlegenden Eigenschaften des Teilchenmodells zu beschreiben. Dabei gehen sie unter anderem auf die Bewegung der Teilchen, ihre gegenseitige Anziehung sowie die Abstände zwischen den Teilchen in den drei Aggregatzuständen ein.

Schüler\*innen über das Teilchenmodell resultieren häufig daraus, dass sie wissenschaftliche Modelle nicht korrekt auf beobachtbare Phänomene anwenden können (vgl. Mikelskis-Seifert & Fischler 2003, S. 78). Dies führt dazu, dass Schüler\*innen Atomen und Molekülen dieselben Eigenschaften zuschreiben wie der Substanz, die sie aufbauen. Beispielsweise existieren Vorstellungen, wonach Atome eine Farbe haben (vgl. Albanese & Vicentini 1997, S. 253) oder sich die Größe von Wassermolekülen bei Phasenübergängen ändert (vgl. Griffiths & Preston 1992, S. 618f.; Lee et al. 1993, S. 261). Wenn diese Schüler\*innen – wie Grosslight et al. (1991, S. 804) vorschlagen – davon ausgehen, dass Modelle einfache Kopien der Realität sind, scheint es offensichtlich, dass in ihrem mentalen Modell ein Wassermolekül die gleichen Eigenschaften wie flüssiges Wasser hat. Daher würden sie argumentieren, dass das Wassermolekül blau ist wie der Ozean und sich ausdehnt, wenn das Wasser verdunstet, da Gase mehr Raum benötigen als Flüssigkeiten.

Harrison und Treagust (2006) argumentieren, dass diese fehlerhaften mentalen Modelle der Schüler\*innen oft aus den Darstellungen des Teilchenmodells in Lehrbüchern resultieren. Diese Darstellungen, wie beispielweise jene in Übersicht 1, lassen den falschen Schluss zu, dass sich Moleküle im Inneren einer Substanz befinden und dass sich immer etwas zwischen ihnen befindet (vgl. ebd., S. 60). Auch bezüglich der Abstände zwischen den Teilchen widersprechen Schulbücher öfters der wissenschaftlichen Lehrmeinung (vgl. Treagust et al. 2010, S. 144). Während das korrekte Verhältnis für die Abstände zwischen den Teilchen in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen etwa 1:1:10 beträgt (vgl. de Vos & Verdonk 1996, S. 660), gehen Darstellungen in Lehrbüchern meist von einer engeren Anordnung der Teilchen aus.



Übersicht 1: Teilchenmodell einer Flüssigkeit, welches impliziert, dass die Teilchen sich innerhalb einer Substanz befinden (adaptiert nach Harrison & Treagust 2006, S. 60, Quelle: eigene Darstellung)

Adbo und Taber (2009, S. 771) konnten zeigen, dass die mentalen Modelle schwedischer Schüler\*innen der Sekundarstufe II hinsichtlich der Struktur der Teilchen in den drei Aggregatzuständen häufig mit Darstellungen in Lehrbüchern übereinstimmen. Schüler\*innen nehmen daher in der Regel an, dass in Festkörpern die Teilchen miteinander in Kontakt stehen und zwischen zwei Teilchen in Flüssigkeiten etwa ein Teilchen und in Gasen etwa drei bis vier Teilchen Platz haben (vgl. Treagust et al. 2010, S. 144).

Sollte man in Anbetracht all dieser Schwierigkeiten modellhafte Darstellungen des Teilchenmodells im Unterricht verwenden? Aus der Theorie multimedialen Lernens geht hervor, dass Menschen nur eine begrenzte Menge an Information auf einmal über einen visuellen oder auditiven Kanal verarbeiten können (vgl. Mayer 2009, S. 66). Eine Kombination mehrerer unterschiedlicher Darstellungsformen kann daher das Physiklernen fördern, weil verschiedene Sinneskanäle gleichzeitig aktiviert werden, anstatt einen Kanal zu überlasten (vgl. Opfermann, Schmeck & Fischer 2017, S. 6). Wenn zum Beispiel eine mündliche Erklärung über das Teilchenmodell durch eine visuelle Darstellung (Diagramm, Grafik usw.) unterstützt wird, kann eine erfolgreiche konzeptionelle Veränderung erreicht werden (vgl. Adadan, Irving & Trundle 2009, S. 1765; Chiu & Chung 2013, S. 161). Da Atome und Moleküle nicht direkt beobachtet werden können, müssen sie entweder durch visuelle Modelle (z. B. Kugel-Stab-Modell) oder Symbole (z. B.  $\text{H}_2\text{O}$  für ein Wassermolekül) dargestellt werden (vgl. Gilbert & Treagust 2009, S. 4).

Wiener et al. (2015, S. 315) halten visuelle Modelle von Teilchen für sehr problematisch. Wie bereits erwähnt, kann die Darstellung von Atomen als kreisförmige, farbige Objekte zu zahlreichen Missverständnissen führen. Daher schlagen sie einen typografischen Ansatz vor, bei dem alle Teilchen durch Buchstaben oder Wörter dargestellt werden. Auf diese Weise sollte der Modellcharakter betont und die Übertragung von makroskopischen Eigenschaften auf submikroskopische Teilchen reduziert werden. In einer Studie mit 20 Schülerinnen und Schülern der zweiten Klasse einer allgemeinbildenden höheren Schule (AHS) haben Wiener et al. (2015, S. 320) festgestellt, dass ihre Idee in dieser Gruppe gut akzeptiert wurde und dabei falsche Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Teilchenmodell vermindert werden konnten.

## 2 Forschungsfragen und Ziele

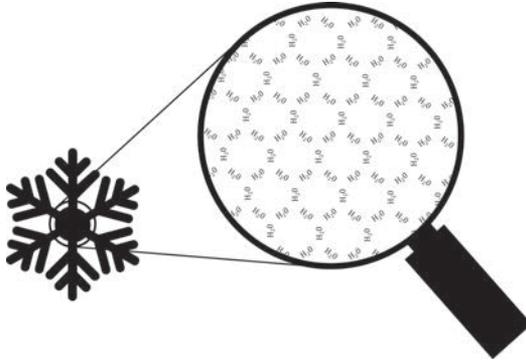
Anschließend an den soeben beschriebenen Forschungsstand konzentriert sich diese Studie auf die fachlich inkorrekten Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern im Zusammenhang mit Darstellungen in Schulbüchern. In der einfachsten Version des Teilchenmodells wird ein Atom als Kreis und ein Molekül als Summe kreisförmiger Objekte dargestellt (vgl. Bunce & Gabel 2002, S. 913). Um verschiedene Elemente oder Moleküle voneinander zu unterscheiden, werden sie mit unterschiedlichen Farben versehen oder in verschiedenen Größen gezeichnet. Manchmal wird auch Farbe verwendet, um bestimmte Eigenschaften hervorzuheben, zum Beispiel sind *heiße* Teilchen rot und *kalte* Teilchen blau. Diese Darstellungen können jedoch bei Schüler\*innen zur Annahme führen, Atome und Moleküle hätten eine beobachtbare Farbe oder Form.

Um derartige Vorstellungen zu vermeiden, wurde im Rahmen der Studie eine neue Art der Darstellung, basierend auf der Idee typografischer Darstellungen von Wiener et al. (2015, S. 315f.) entwickelt. In der Elementarteilchenphysik stellen Wiener et al. (2015, S. 316) Quarks, Gluonen und die aus diesen aufgebauten Teilchensysteme mit Buchstaben dar (z. B. *u* für up-Quark). Diese Idee wurde im Kontext des Teilchenmodells weiterentwickelt und Atome und Moleküle durch die jeweiligen chemischen Symbole dargestellt (z. B.  $H_2O$  für Wassermoleküle). Bei der Gestaltung der Darstellungen wurde auch darauf geachtet, dass sie mit physikalischen Erkenntnissen übereinstimmen. Beispielsweise beträgt das Verhältnis der Abstände zwischen den Teilchen in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen 1:1:10 (vgl. de Vos & Verdonk 1996, S. 660). Zudem bilden Wassermoleküle in Eis eine hexagonale Struktur<sup>2</sup> (vgl. Salzmann & Murray 2020, S. 586). Übersicht 2 zeigt ein Beispiel einer typografischen Darstellung, welches diese Erkenntnisse berücksichtigt.

Wie bei allen Formen grafischer Darstellungen gibt es jedoch auch hier Grenzen: Die meisten Stoffe des täglichen Lebens bestehen nicht nur aus einem Element oder einem einfachen Molekül wie  $H_2O$ . Während Wasser oder

---

<sup>2</sup> Tatsächlich bildet Eis verschiedene Strukturen. Friert Wasser bei normalem Druck (1 bar) und Temperaturen knapp unterhalb des Gefrierpunkts ( $0\text{ }^\circ\text{C}$ ) bildet sich Eis  $I_h$ , das eine hexagonale Struktur aufweist. Bei Temperaturen unterhalb von  $-22\text{ }^\circ\text{C}$  bilden sich auch kubische Strukturen (Eis  $I_c$ ). Nach Salzmann und Murray (2020, S. 586) sind insgesamt 18 verschiedene Kristallstrukturen von Eis bekannt.



Übersicht 2: Typografische Darstellung von Eis (Quelle: eigene Darstellung)

Luft leicht mit ihren chemischen Symbolen dargestellt werden können, ist dies bei anderen Stoffen wie Fett, Kunststoffen oder Holz nicht der Fall. Dies schränkt die Anzahl der möglichen Beispiele, die mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert werden können ein. Für die hier vorgestellte Studie wurde nur Wasser<sup>3</sup> verwendet, weil es für das tägliche Leben besonders relevant ist.

Wie soeben dargelegt, liegt das Forschungsinteresse der hier präsentierten Studie darin, die Funktionalität der entwickelten typografischen Darstellungen für den Unterricht über das Teilchenmodell zu überprüfen. Dementsprechend lautet die Forschungsfrage wie folgt:

*Wie beurteilen Schüler\*innen typografische Darstellungen im Vergleich zu anderen Darstellungen des Teilchenmodells?*

Basierend auf einer gemäßigt konstruktivistischen Betrachtung von Lernen wird hinsichtlich der Beantwortung der Fragestellung davon ausgegangen, dass Schüler\*innen nicht als *tabula rasa* in den Unterricht kommen (vgl. Haagen-Schützenhöfer 2016, S. 13). Vorerfahrungen und Vorwissen beeinflussen den

<sup>3</sup> Wasser verhält sich jedoch anders als fast alle anderen Stoffe, da es im flüssigen Zustand die höchste Dichte aufweist. Schüler\*innen müssen darauf aufmerksam gemacht werden, dass die meisten Stoffe beim Schmelzen an Volumen zunehmen, während Wasser dichter wird. Dieses Beispiel kann auch als Ausgangspunkt für einen kognitiven Konflikt genutzt werden, um einen Konzeptwechsel herbeizuführen (vgl. Posner et al. 1982, S. 214). Schüler\*innen gehen häufig davon aus, dass Teilchen in Flüssigkeiten größer sind als in Festkörpern (vgl. Griffiths & Preston 1992, S. 618f.). Dieses Beispiel zeigt aber, dass diese Annahme nicht stimmt und das Volumen eines Körpers nicht mit dem Volumen der Teilchen zusammenhängt.

Lernprozess. Es sollte daher untersucht werden, ob sich typografische Darstellungen hinsichtlich dieser Vorerfahrungen als anschlussfähig erweisen und welche Vorstellungen Schüler\*innen mit den einzelnen Darstellungsformen verbinden.

### 3 Untersuchungsdesign

Die soeben gestellte Forschungsfrage wurde im Rahmen einer Studie<sup>4</sup> zum Teilchenmodell untersucht. Das genaue Vorgehen wird im Weiteren beschrieben.

#### 3.1 Erhebungsmethoden

Die Untersuchung der typografischen Darstellungen wurde anhand von Interviews nach der Methode der Akzeptanzbefragung (vgl. Jung 1992, S. 278; Wiesner & Wodzinski 1996, S. 252) durchgeführt. Bei dieser Methode handelt es sich um eine Kombination aus einem Micro-Teaching und einem Einzelinterview mit dem Ziel, Lernschwierigkeiten zu eruieren. Anstatt den Schülerinnen und Schülern nur Fragen zu stellen, werden zentrale fachliche Konzepte, auch *Key Ideas* (vgl. Haagen-Schützenhöfer 2016, S. 21) genannt, vom Interviewenden erklärt. Nach der Erklärung werden die Schüler\*innen vom Interviewenden gefragt, ob diese für sie logisch und nachvollziehbar war. Im Anschluss sollten die Schüler\*innen die Erklärung noch einmal in eigenen Worten wiederholen. Durch diesen Schritt können mögliche Verständnisschwierigkeiten aufgedeckt werden. Abschließend sollten die Schüler\*innen noch mindestens eine Aufgabe lösen, um zu zeigen, dass sie die Erklärung auch in einem neuen Kontext anwenden können.

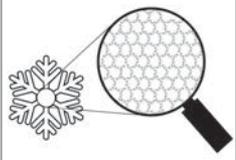
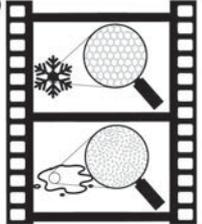
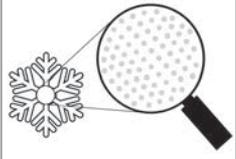
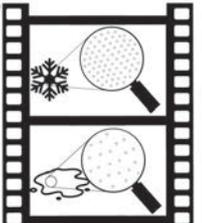
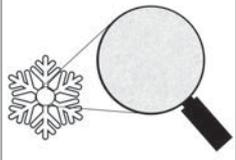
#### 3.2 Intervention

In der vorliegenden Studie wurden zwei Key Ideas untersucht. Dabei ging es um die Ideen, dass alles aus sehr kleinen, nicht-sichtbaren Bausteinen besteht sowie, dass das Verhalten all dieser Bausteine die Eigenschaften eines Stoffes bestimmt. Zu beiden Key Ideas gab es jeweils eine Aufgabe mit typografischen

---

<sup>4</sup> In diesem Artikel wird der Teil der erhobenen Daten präsentiert, der sich auf die typografischen Darstellungen bezieht. Weitere Ergebnisse der Studie sind bereits in Budimaier und Hopf (2022) und Hull et al. (2023) publiziert. Die vollständigen Transkripte der Interviews sind auf Anfrage bei Budimaier erhältlich.

Darstellungen. Dabei wurden diese noch mit zwei weiteren Darstellungen – einem kugelförmigen Teilchenmodell und einem kontinuierlichen Modell der Materie – ergänzt. Bei der ersten Aufgabe wurden die Schüler\*innen gefragt, welche der drei gezeigten Darstellungen ihrer Meinung nach am besten zeigt, wie eine Schneeflocke aufgebaut ist. In derselben Art und Weise sollten die Schüler\*innen bei der zweiten Aufgabe beurteilen, welche der drei gezeigten Darstellungen am besten das Schmelzen einer Schneeflocke veranschaulicht. Übersicht 3 zeigt alle verwendeten Darstellungen.

	Aufgabe 1	Aufgabe 2
typografische Darstellung	a) 	d) 
kugelförmige Darstellung	b) 	e) 
Kontinuums-Darstellung	c) 	f) 

Übersicht 3: Darstellungen aus der Akzeptanzbefragung (Quelle: eigene Darstellung)

Bei der Auswahl der Stichprobe wurden mehrere Faktoren berücksichtigt. In Österreich sieht der Physik-Lehrplan für die AHS das Teilchenmodell in der zweiten und sechsten Klasse vor. Da Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über die Teilchennatur der Materie auch in der Sekundarstufe II vorherrschen (vgl. Adbo & Taber 2009, S. 783; Treagust et al. 2010, S. 161),

war ein Vergleich zwischen der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II von Interesse.

Die Auswahl der Schüler\*innen wurde durch die Covid-19-Pandemie beeinflusst, die den Besuch von Schulen aufgrund der Beschränkungen durch die österreichische Bundesregierung unmöglich machte. Da der Erstautor jedoch Lehrer an einem Wiener Gymnasium ist, war es möglich, die Studie an dieser Schule durchzuführen. Die Schule befindet sich in einem Bezirk mit sehr hohem sozioökonomischem Status und die Schüler\*innen werden im Allgemeinen von ihren Eltern in ihrem Lernen stark unterstützt. Sowohl von der Direktion als auch von den Eltern der teilnehmenden Schüler\*innen wurde das Einverständnis eingeholt. Zwanzig Schüler\*innen<sup>5</sup> aus vier verschiedenen Klassen haben sich freiwillig zur Teilnahme an den Interviews bereit erklärt. Die Stichprobe war zu gleichen Teilen in Schüler\*innen der zweiten und sechsten Klasse AHS aufgeteilt. Die Schüler\*innen beider Gruppen hatten zuvor bereits im Physikunterricht etwas über das Teilchenmodell gelernt.

### 3.3 Auswertungsmethoden

Die Auswertung der Akzeptanzbefragungen erfolgte mittels evaluativer qualitativer Inhaltsanalyse (vgl. Kuckartz & Rädiker 2022, S. 157ff.). Hinsichtlich der Aufgaben wurden drei Codierungen verwendet, welche sich auf mentale Modelle zum Teilchenmodell nach Johnson (2006, S. 115f.) stützten. Entschieden sich die Schüler\*innen für die kontinuierliche Darstellung, erhielt ihre Antwort die Codierung *Kontinuumsmodell*. Die kugelförmige Darstellung, welche die Übertragung makroskopischer Eigenschaften auf Atome nahelegt, erhielt die Codierung *Hybridmodell*. Die typografische Darstellung, welche besonders den Modellcharakter betont, erhielt die Codierung *Teilchenmodell*. Alle Antworten wurden vom ersten Autor codiert, anhand von zwei Interviews wurde auch die Interrater-Reliabilität erhoben und  $\hat{I}^{\circ} = 0,74$  errechnet. Gemäß Landis und Koch (1977, S. 165) stellt dies eine erhebliche Übereinstimmung dar.

---

<sup>5</sup> 12 Schülerinnen und 8 Schüler.

## 4 Forschungsergebnisse

Mehr als die Hälfte der Schüler\*innen erachtete typografische Darstellungen als, im Vergleich zu den beiden anderen Darstellungen, besser geeignet, um den Aufbau der Materie zu veranschaulichen (siehe Übersicht 4). Dies ist bemerkenswert, weil die Darstellung als kugelförmiges Modell vielen Schülerinnen und Schülern bereits aus ihren Physiklehrbüchern vertraut war, wie folgende Aussage illustriert: „Die typischen Darstellungen sind die, weil Moleküle werden dargestellt als (.) eben als kleine Kügelchen auch im Physikbuch“ (M3:24)<sup>6</sup>. Es zeigen sich jedoch Unterschiede im Antwortverhalten, wenn die gesamte Leistung der Schüler\*innen in der Akzeptanzbefragung in die Analyse miteinbezogen wird. Jene Schüler\*innen, welche im Laufe der Akzeptanzbefragung ein größeres konzeptuelles Verständnis gezeigt hatten, wählten im Vergleich durchschnittlich doppelt so oft das typografische Modell. Demnach sind die typografischen Darstellungen besonders attraktiv für Schüler\*innen, welche bereits ein elaborierteres Verständnis des Teilchenmodells aufweisen. Dies ist unabhängig von Alter und Geschlecht der Schüler\*innen. Es konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen der zweiten und der sechsten Klasse AHS, sowie zwischen Schülerinnen und Schülern festgestellt werden.

	Typografische Darstellung	Kugelförmige Darstellung	Kontinuums-Darstellung
Schneeflocke	13	5	2
Schmelzen	10	8	2
Gesamt	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

Übersicht 4: Anzahl der Schüler\*innen, die eine bestimmte Darstellung bevorzugen (Quelle: eigene Darstellung)

Auf die Frage, warum sie das typografische Modell am überzeugendsten finden, argumentierten viele Schüler\*innen, dass die Darstellung gut zeigt, wie die Moleküle „vernetzt“ (M3:24), „verkettet“ (K6:20) oder „zusammengebunden“ (B3:38) sind. Es scheint somit, dass Schüler\*innen das typografische Modell als besonders gut geeignet für die Darstellung der Struktur von Festkörpern erachten. Um einen exemplarischen Einblick in die Überlegungen der

<sup>6</sup> Zur Anonymisierung der Teilnehmer\*innen wurde für jede Person eine Kurzbezeichnung erstellt (z. B. M3). Die Zahl nach dem Doppelpunkt kennzeichnet den Absatz im Transkript, dem das Zitat entnommen ist.

Schüler\*innen zu geben, werden im Folgenden zwei prototypische Antworten jeweils anhand eines Fallbeispiels dargestellt.

#### 4.1 Modellwechsel

Als letzte Frage zur ersten Key Idea sind den Schülerinnen und Schülern drei Zeichnungen gezeigt worden, welche die Struktur einer Schneeflocke darstellen sollen. Nummer eins stellte das typographische Modell dar, Nummer zwei ein kontinuierliches Modell und Nummer drei ein kugelförmiges Modell (siehe Übersicht 3a-c). Der Interviewende forderte die Schüler\*innen auf, aus diesen drei Darstellungen jene auszuwählen, welche ihrer Meinung nach am besten den Aufbau der Schneeflocke zeigt. Bob<sup>7</sup> begründete seine Wahl des typografischen Modells (siehe Übersicht 3a) dabei wie folgt:

„Also ich finde, dass es die Nummer eins am besten darstellt, weil wir, also weil die halt, weil es Bausteine sind und die nicht wie bei der Nummer drei also solche Abstände haben sie dann direkt zusammen sind und so halten. Und bei der Nummer zwei, also die Nummer zwei verstehe ich nicht ganz weil (.) also hier kann ich sehen, dass es kleine Teilchen sind, aber der Nummer zwei nicht“ (R2:30).

Demgemäß schien bei Bob die Vorstellung vorhanden zu sein, dass in einer festen Substanz die Teilchen miteinander in Kontakt stehen. Es ist jedoch fraglich, ob die Aktivierung dieser Vorstellung wissenschaftlich korrekte Vorstellungen über die atomare Bindung behindern könnte.

Am Ende der Diskussion von Key Idea Nummer zwei wurden den Schülerinnen und Schülern erneut drei Zeichnungen gezeigt. Diese stellten die Strukturveränderung der Materie beim Schmelzen einer Schneeflocke dar, wobei am Ende nur noch eine Wasserpfütze übrigbleibt. Dabei entsprach Nummer eins dem kontinuierlichen Modell, Nummer zwei dem typographischen Modell und Nummer drei dem kugelförmigen Modell (siehe Übersicht 3d-f). Der Interviewende forderte die Schüler\*innen wiederum auf, aus diesen drei Darstellungen jene auszuwählen, welche ihrer Meinung nach am besten den Schmelzvorgang zeigt. Bob entschied sich, im Gegensatz zu seiner Antwort auf die vorherige Frage, hier jedoch für das kugelförmige Modell (siehe Übersicht 3e):

---

<sup>7</sup> Alle Namen sind Pseudonyme.

„**Bob:** Diesmal ist es die Abbildung Nummer drei.

**Interviewer:** Und kannst du mir auch begründen warum?

**B:** Weil man da einfach deutlich sieht, dass die Teilchen weiter auseinander sind. Also weil bei dem sieht man es schon ein bisschen, aber wenn wir jetzt nur so ganz kurz darauf könnte man das auch mit dem verwechseln.

**I:** Okay, weil die zwei Bilder bei zwei zu ähnlich sind.

**B:** Ja also halt während bei dem, da merkt man sofort, da sind weniger Teilchen und ein größerer Abstand ist da“ (R2:56-60).

Bob merkt deutlich an, dass ihm die Nummer drei am besten gefällt, weil man „deutlich sieht, dass die Teilchen weiter auseinander sind“ (R2:58). Auch dies deckt sich mit den Erkenntnissen aus der Literatur hinsichtlich der Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über die Abstände zwischen den Teilchen. Im Gegensatz zur naturwissenschaftlichen Sichtweise nimmt gemäß vieler Schüler\*innen der Abstand zwischen den Teilchen von fest zu flüssig zu.

## 4.2 Hierarchie der Modelle

Alice betrachtete die drei verschiedenen Darstellungen des Aufbaus der Materie als hierarchisch strukturiert, wie sich aus ihrer folgenden Aussage ablesen lässt:

„Ich würde jetzt auf jeden Fall sagen, dass das hier die realste, also Nummer zwei [kontinuierliche Darstellung, Anmerkung F.B. & M.H.] ist die realste Vorstellung, weil so sehen es wir. So könnte man, also Nummer drei [kugelförmige Darstellung, Anmerkung F.B. & M.H.] könnte man beschreiben, als die nächstkleinere Stufe, weil das besteht aus Teilchen, weil wir wissen alles besteht aus Teilchen und dann Nummer eins [typografische Darstellung, Anmerkung F.B. & M.H.] sehe ich jetzt hier schon die genaue chemische Zusammensetzung aus Wasser und das ist hier halt dann so ein Netz“ (F2:32).

Es scheint, dass für Alice der Modellcharakter dieser Darstellungen, trotz deutlicher Hinweise des Interviewers, nicht klar geworden ist. Sie sah die Darstellungen nicht als drei verschiedene Möglichkeiten, die Struktur der Materie zu veranschaulichen, sondern als Bilder der Realität, die auf verschiedenen Skalen zeigen, *wie es wirklich ist*.

Darüber hinaus gab es für Alice nicht nur eine Hierarchie zwischen den Darstellungen, sondern auch zwischen Teilchen auf der einen Seite und Atomen und Molekülen auf der anderen:

**„A:** Es ist vielleicht falsch gewählt gewesen dieses Vokabel, aber es ist eigentlich alles ein Teilchen, nur Teilchen sind für mich trotzdem größer, ich, oder molekular kann man sagen, auf jeden Fall noch nicht atomare Ebene.

**I:** Okay, also das heißt du würdest sagen ein Teilchen ist größer als ein Atom oder als ein Molekül, das ist eine größere Einheit.

**A:** Nein, theoretisch nicht, aber in meiner Vorstellung irgendwie schon“ (F2:66-68).

Dies zeigt, dass bei Alice eine Art Zwiespalt im Denken über das Teilchenmodell bestand. Obwohl sie die wissenschaftlichen Fakten bereits kannte und in der Lage war, sie anzuwenden, hatte sie immer noch Vorstellungen, die im Widerspruch zu ihrem Wissen standen.

Die beiden soeben exemplarisch aufgezeigten Erkenntnisse traten nicht nur bei Alice und Bob auf, sondern waren jeweils bei mehreren teilnehmenden Schülerinnen und Schülern zu beobachten. So wechselten insgesamt fünf Schüler\*innen von der ersten zur zweiten Frage vom typografischen zum kugelförmigen Modell. Außerdem erkannten insgesamt vier Schüler\*innen eine Hierarchie zwischen den drei vorgestellten Modellen. Drei davon gaben an, die typografische Darstellung sei am genauesten, gefolgt von der kugelförmigen Darstellung und der Kontinuums-Darstellung. Eine Person reihte jedoch die Kontinuums-Darstellung an erster Stelle, gefolgt von der typografischen und der kugelförmigen Darstellung.

## 5 Interpretation und Diskussion

In der hier vorgestellten Studie wurde die Nützlichkeit typografischer Darstellungen für Lernprozesse im Kontext des Teilchenmodells untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass die Mehrheit der befragten Schüler\*innen typografische Darstellungen als bessere Darstellung des Aufbaus der Materie erachtet haben als kugelförmige oder kontinuierliche Modelle. Leistungsstärkere Schüler\*innen wählten besonders häufig das typografische Modell. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Ezema et al. (2022, S. 203) wonach kognitive Fähig-

keiten einen positiven Einfluss auf den Konzeptwechsel beim Lernen über das Teilchenmodell haben.

Schüler\*innen dieser Studie bevorzugten das typografische Modell vor allem bei der Darstellung von Festkörpern, da es die Struktur der Moleküle und deren Bindung zeigt. Dies ist in Einklang mit den Ergebnissen von Treagust et al. (2010, S. 144), wonach in der Vorstellung vieler Schüler\*innen die Teilchen im Festkörper in Kontakt miteinander stehen. Ebenso konnte das Ergebnis von Treagust et al. (2010, S. 144) bestätigt werden, dass Schüler\*innen im Allgemeinen davon ausgehen, dass der Abstand der Teilchen zueinander beim Übergang vom festen in den flüssigen Zustand zunimmt.

Des Weiteren wurde die Schwierigkeit der Modellbildung von Schülerinnen und Schülern (vgl. Mikelskis-Seifert & Fischler 2003, S. 78) auch in dieser Studie deutlich. In der Annahme, dass es eine starke Korrelation zwischen ihren eigenen mentalen Modellen über die Teilchen und der Realität gibt (vgl. Harrison & Treagust 1996, S. 532) konstruierten manche Schüler\*innen eine Hierarchie zwischen den in der Studie vorgestellten Darstellungen des Aufbaus der Materie. Grund dafür könnte auch die generelle Unzufriedenheit mit Modellen von Schülerinnen und Schülern sein, verbunden mit dem Wunsch zu wissen, wie *es wirklich ist* (vgl. Fischler & Schecker 2018, S. 147ff.).

## 5.1 Einschränkungen

Hinsichtlich der Aussagekraft der erhobenen Daten muss angemerkt werden, dass alle Schüler\*innen, welche an der Studie teilgenommen haben, dieselbe Schule besucht haben und von derselben Physik-Lehrkraft unterrichtet wurden. Dieser Lehrkraft zufolge hatten die meisten der Schüler\*innen, die sich freiwillig zu einem Interview bereit erklärten, gute Noten und großes Interesse an Physik. Wären Schüler\*innen zufällig ausgewählt worden, hätten diese möglicherweise schlechtere Leistungen erbracht als jene in der untersuchten Stichprobe.

Des Weiteren wurden den Schülerinnen und Schülern drei verschiedene Darstellungen zum Aufbau der Materie vorgestellt, welche entsprechend den Erkenntnissen aus der Literatur erstellt wurden. Daraus lässt sich jedoch nicht zwangsläufig schließen, dass die von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Studie als beste Darstellung gewählte Form auch generell die beste Variante zur grafischen Darstellung des Teilchenmodells ist. Zudem zeigen

die Antworten der Schüler\*innen, dass die typografischen Darstellungen noch weiter verbessert werden sollten, um beispielsweise nicht den Eindruck zu vermitteln, die Teilchen wären miteinander in Kontakt.

Bei der Anwendung der typografischen Darstellungen ergibt sich das Problem, dass diese nur auf eine begrenzte Menge an Beispielen beschränkt sind, da die Summenformeln vieler Substanzen komplex sind. Eine mögliche Lösung wäre, sich zu Beginn auf einige alltägliche Stoffe mit einfacher Summenformel (z. B. Wasser oder Luft) zu beschränken. Mit fortschreitendem Wissen der Schüler\*innen aus dem Chemieunterricht könnten dann auch komplexere Beispiele verwendet werden.

## 6 Ausblick

Die Ergebnisse der hier präsentierten Studie legen nahe, dass typografische Darstellungen des Teilchenmodells im Unterricht verwendet werden können, da sie – innerhalb der hier untersuchten Stichprobe – auf breitere Akzeptanz stießen als die in Schulbüchern verbreiteten kugelförmigen Darstellungen. Entsprechend der Rückmeldungen der Schüler\*innen sollten jedoch noch kleinere Verbesserungen an den Darstellungen vorgenommen werden. So sollte immer ein deutlicher Abstand zwischen den Symbolen sein, damit nicht der Eindruck entsteht, diese würden einander berühren. Des Weiteren sollten Schüler\*innen explizit darauf hingewiesen werden, dass die Abstände zwischen den Bausteinen beim Schmelzen nicht merklich zunehmen. Im für den Alltag sehr wichtigen Beispiel Wasser nehmen die Abstände sogar ab, was mit der hexagonalen Struktur von Eis  $I_h$  zu tun hat. Die hier präsentierten typografischen Darstellungen ermöglichen es, diese Anomalie des Wassers darzustellen und mit Schülerinnen und Schülern zu diskutieren.

Abschließend wollen die Autoren dieses Beitrags Lehrkräfte und Fachdidaktiker\*innen der Naturwissenschaften dazu ermutigen, typografische Darstellungen in der schulischen Praxis sowie in weiteren Studien zu erproben. Aufgrund der Vielfalt an naturwissenschaftlichen Konzepten, welche mit dem Teilchenmodell in Verbindung stehen, sind verschiedene Anwendungsmöglichkeiten denkbar. Um nur einige zu nennen: Temperatur, Druck, Wärmetransport oder der Aufbau von Kristallen. Letzteres Thema wird von den Autoren in einer Folgestudie noch weiter untersucht werden. Darüber hinaus sollten die hier vorgestellten oder ähnliche Beispiele mit einer größeren Gruppe

von Schülerinnen und Schülern getestet werden. Ebenso können die Ergebnisse dieser und möglicher weiterer Studien für Autorinnen und Autoren von Physikschulbüchern von Bedeutung sein, insbesondere hinsichtlich der Implementierung des zentralen Konzepts *Teilchen* im neuen Lehrplan für Physik der Sekundarstufe I.

## Literatur

- Adadan, E., Irving, K. E. & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31(13), S. 1743–1775. <https://doi.org/10.1080/09500690802178628>.
- Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), S. 757–786. <https://doi.org/10.1080/09500690701799383>.
- Albanese, A. & Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science & Education*, 6(3), S. 251–261. <https://doi.org/10.1023/A:1017933500475>.
- Budimaier, F. & Hopf, M. (2022). Students' Ideas on Common Experiments About the Particulate Nature of Matter. *Journal of Baltic Science Education*, 21(3), S. 381–397. <https://doi.org/10.33225/jbse/jbse/22.21.381>.
- Bunce, D. M. & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of research in science teaching*, 39(10), S. 911–927. <https://doi.org/10.1002/tea.10056>.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2023). *Lehrplan PHYSIK (Sekundarstufe I)*. Abrufbar unter: <https://www.paedagogikpaket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/materialien-zu-den-unterrichtsgegenstaenden.html> (2023-05-05).
- Chiu, M.-H. & Chung, S.-L. (2013). The use of multiple perspectives of conceptual change to investigate students' mental models of gas particles. In G. Tsapralis (Hrsg.), *Concepts of Matter in Science Education* (19, S. 143–168). Dordrecht Heidelberg [u. a.]: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-5914-5_7).
- de Vos, W. & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. *Journal of research in science teaching*, 33(6), S. 657–664. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199608\)33:6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6).
- Ezema, M. J., Ugwuany, C. S., Okeke, C. I. & Orji, E. I. (2022). Influence of Cognitive Ability on Students Conceptual Change in Particulate Nature of Matter in Physics. *Journal of Turkish Science Education*. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.118>.

- Fischler, H. & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In T. Wilhelm, M. Hopf, R. Duit & H. Schecker (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 139–161). Berlin, Heidelberg.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Hrsg.), *Multiple representations in chemical education* (Models and Modeling in Science Education, Bd. 4, 1. Aufl., S. 1–8). Berlin: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_1).
- Griffiths, A. K. & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of research in science teaching*, 29(6), S. 611–628. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290609>.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of research in science teaching*, 28(9), S. 799–822. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280907>.
- Haagen-Schützenhöfer, C. (2016). *Lehr- und Lernprozesse im Anfangsoptikunterricht der Sekundarstufe I*. Habilitationsschrift. Universität Wien.
- Hadenfeldt, J. C., Liu, X. & Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: A review of previous research. *Studies in Science Education*, 50(2), S. 181–208. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.945829>.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), S. 509–534. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5).
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2006). Particles and matter: Problems in learning about the submicroscopic world. In H. Fischler (Hrsg.), *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht* (50, S. 53–76). Berlin: Logos-Verlag.
- Hull, M. M., Becker, M., Budimaier, F., Abe, H. & Funahashi, H. (2023). Uses for the HEC BB Bag in Physics Instruction. *The Physics Teacher*, 61(1), S. 26–30. <https://doi.org/10.1119/5.0087273>.
- Johnson, P. (2006). The development of students' understanding of the particle theory and its role in their conception of macroscopic phenomena. In H. Fischler (Hrsg.), *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht* (50, S. 109–144). Berlin: Logos-Verlag.
- Jung, W. (1992). Probing Acceptance: A technique for investigating learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & N. Hans (Hrsg.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. Proceedings of an international workshop held at the University of Bremen, March 4 – 8, 1991* (S. 278–295). Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.

- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (Grundlagentexte Methoden, 5. Auflage). Weinheim Basel, [Grünwald]: Beltz VerlagsgruppePreselect.media GmbH.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), S. 159. <https://doi.org/10.2307/2529310>.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of research in science teaching*, 30(3), S. 249–270. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300304>.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CB09780511811678>.
- Mikelskis-Seifert, S. & Fischler, H. (2003). Die Bedeutung des Denkens in Modellen bei der Entwicklung von Teilchenvorstellungen. Stand der Forschung und Entwurf einer Unterrichtskonzeption. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, S. 75–88.
- National Science Teaching Association. (2017). *Next Generation Science Standards*. Abrufbar unter: <https://static.nsta.org/ngss/AllTopic.pdf> (zuletzt geprüft am 15.10.2021).
- OECD. (2019). *PISA 2018 Science Framework*. Abrufbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/f30da688-en.pdf?expires=1634284373&id=id&acname=guest&checksum=FF000864620CBB32753AF736D220FEE3> (zuletzt geprüft am 15.10.2021).
- Opfermann, M., Schmeck, A. & Fischer, H. E. (2017). Multiple representations in physics and science education – Why should we use them? In D. F. Treagust, R. Duit & H. E. Fischer (Hrsg.), *Multiple Representations in Physics Education* (Models and Modeling in Science Education, Bd. 10, S. 1–22). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_1).
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), S. 211–227. <https://doi.org/10.1002/sci.3730660207>.
- Salzmann, C. G. & Murray, B. J. (2020). Ice goes fully cubic. *Nature Materials*, 19(6), S. 586–587. <https://doi.org/10.1038/s41563-020-0696-6>.
- Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Crowley, J., Yung, B. H. W., Cheong, I. P.-A. & Othman, J. (2010). Evaluating students' understanding of kinetic particle theory concepts relating to the states of matter, changes of state and diffusion: A cross-national study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), S. 141–164. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9166-y>.
- Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2015). Introducing 12 year-olds to elementary particles. *Physics Education*, 52(4), S. 313–322. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa6cfe>.

Wiesner, H. & Wodzinski, R. (1996). Akzeptanzbefragung als Methode zur Untersuchung von Lernschwierigkeiten und Lernverläufen. In R. Duit & Pädagogische Hochschule Ludwigsburg (Hrsg.), *Lernen in den Naturwissenschaften: Beiträge zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg* (151, S. 250–274). Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.



# Zukunftsfach Informatik. Zukunftsfähige Themenbereiche in der Angewandten Informatik an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden

Benjamin Brandic

## Abstract Deutsch

Im Rahmen der Pilotstudie „Zukunftsfach Informatik“ wurde die Relevanz zukunftsfähiger Themenbereiche in IT-Gegenständen an Handelsakademien aus Sicht der Lehrpersonen erhoben, um eine fundierte Basis für die anstehende Lehrplanarbeit zu bieten. Zu diesem Zweck wurde ein Fragebogen entwickelt und Lehrpersonen wurden im Fach Informatik an kaufmännischen Schulen in einer bundesweiten Erhebung zu IT-Trends befragt. Die Themen *Tabellenkalkulation*, *Publikation und Kommunikation*, *Big Data und Cyber-Security* sowie *Kommunikation/Organisation und elektronische Amtswege* werden dabei als besonders relevant eingestuft. Die zentrale Handlungsempfehlung für aktive IT-Lehrpersonen lautet, die aktuellen Trends bereits jetzt im Rahmen des Regellehrplans zu beachten und einzusetzen.

## Schlüsselwörter

Berufsbildung, Informationstechnologie, Trends, Lehrplan

## Abstract English

As part of the pilot study „Future Subject Informatics“, the relevance of future-oriented subject areas in IT subjects at business academies was surveyed from the perspective of teachers in order to provide a sound basis for the upcoming curriculum work. For this purpose, a questionnaire was developed and teachers in the subject of IT at business academies were interviewed in a nationwide survey on IT trends. The topics *Spreadsheets*, *Publication and Communication*, *Big Data and Cyber-Security* as well as *Communication/Organization and electronic official channels* were rated as particularly relevant. The

central recommendation for active IT teachers is to take the current trends into account and use them as part of the regular curriculum.

## Keywords

vocational education, information technology, trends, curriculum

## Zum Autor

Benjamin Brandic, BEd MEd; Wiener ARGE Leiter für Officemanagement und angewandte Informatik, Lehrer an der Handelsakademie Sacré Coeur Wien, wirtschaftlicher Vorstand Future Learning Lab Wien.

Kontakt: benjamin.brandic@bildung.gv.at

## 1 Ausgangslage und Problemstellung

Der vorliegende Beitrag bietet einen zusammenfassenden Auszug mit weiteren Ergänzungen der Masterarbeit „Zukunftsfach Informatik – Eine Pilotstudie über die Relevanz von zukunftsfähigen Themenbereichen in informatischen Gegenständen an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden“ (vgl. Brandic 2022). Wenn das Erscheinungsintervall der neuen Lehrpläne an kaufmännischen Schulen betrachtet wird, welches im Durchschnitt zehn Jahre beträgt, dann könnte schnell der Eindruck entstehen, dass Schüler\*innen die Themen und Inhalte *von gestern* anstatt die *von morgen* lernen. Insbesondere wenn dabei bedacht wird, dass die Informatik als Teil von *MINT* sehr schnelllebig und dynamisch ist. Dem Eindruck vom verstaubten Lehrplan steht entgegen, dass Lehrpersonen verpflichtet sind, ihren Unterricht dem Stand der Wissenschaft entsprechend zu vermitteln (vgl. Schulunterrichtsgesetz § 17) und ihre Inhalte den aktuellen Ereignissen anzupassen. In einer ohnehin technologisch rasanten Zeit trug die weltweite Pandemie rund um das Coronavirus nicht unbedingt zur Entspannung für Lehrpersonen bei.

Die Lehrer\*innen der informatischen Gegenstände OMAI (Officemanagement und angewandte Informatik) und WINF (Wirtschaftsinformatik) an Handelsakademien und Handelsschulen (HAK und HAS) sollen die zukünftigen Absolvent\*innen mit modernen IT-Techniken und praxisorientierten Aufgabenstellungen, auf die Berufswelt im gehobenen Beruf auf kaufmännischem

Gebiet vorbereiten (vgl. Lehrplan HAK 2014, S. 71). OMAI, vormals als Informations- und Officemanagement oder Textverarbeitung bezeichnet, behandelt in Handelsakademien vor allem die Inhalte aus den Bereichen Textverarbeitung, Bildbearbeitung, Desktop-Publishing und IT-Grundlagen. In Wirtschaftsinformatik (vormals gleicher Name) lernen die Schüler\*innen vor allem Inhalte aus den Bereichen der Tabellenkalkulation und Datenbanken. Schüler\*innen in österreichischen Handelsakademien und Handelsschulen machen einen Anteil von 25 % der berufsbildenden Vollzeitschulen aus (vgl. Statistik Austria 2021). Um die curricularen Ziele zu erreichen, wurden zuletzt 2014 die notwendigen Themenbereiche im Lehrplan verankert. Aufgrund des bereits länger zurückliegenden Lehrplans aus 2014, aber auch aufgrund des Unterrichtsgegenstands in der Sekundarstufe 1 *Digitale Grundbildung*, der an die Sekundarstufe 2 anschlussfähig sein soll, scheint eine Überarbeitung auf Basis der aktuellen technologischen Chancen und Herausforderungen dringend notwendig.

Eine vom österreichischen Bildungsministerium einberufene Expert\*innengruppe (Stakeholder aus Wirtschaft, BMBWF und Schule) berät über die zu erbringenden Bildungs- und Lehraufgaben im Lehrplan für kaufmännische Schulen und legt diese fest, ehe es mittels Bundesgesetzblattes beschlossen wird. Dabei vertreten die Arbeitsgemeinschaften (ARGE) die Interessen der Lehrenden der einzelnen Unterrichtsgegenstände. So wurden beispielsweise bereits 2014 die zwei Gegenstände OMAI und WINF in der HAS zu einem Unterrichtsfach fusioniert. Dieser Umstand ist deswegen bemerkenswert, da die Fusionierung in der HAK nicht erfolgt ist und dort nach wie vor die zwei Gegenstände WINF und OMAI unterrichtet werden. Für einen Hybridgegenstand (Fusionierung) spricht, dass es Ansätze dazu gibt, dass die Wirtschaftsinformatik ein Teilgebiet der Angewandten Informatik ist (vgl. Schubert & Schwill 2011, S. 8). Durch die Fusionierung in der HAS müssen also in der Pilotstudie sowohl *OMAI-* als auch *WINF-Themen* untersucht werden, da aufgrund der Erfahrungen aus 2014 die Möglichkeit besteht, dass die zwei Gegenstände auch in der HAK in Zukunft zusammengelegt werden. Das Gebiet der *angewandten Digitalisierung* und der daraus resultierenden möglichen neuen IT-Themenbereiche ist bereits ausreichend und vielerorts erforscht. Jedoch ist die Sicht der Informatik-Lehrenden an berufsbildenden Schulen im Hinblick auf die Relevanz der aktuellen und gegebenenfalls neuen IT-Themen für den bestmöglichen Einstieg ins Berufs-

leben noch nicht erhoben und somit unerforscht. Diese Pilotstudie soll diese Forschungslücke schließen. In der Zwischenzeit, seit 2014, wurden mehrere sogenannte Spezialisierungslehrpläne (z. B. HAK-Lehrplan für Wirtschaft und Recht, Europa-HAK etc.) erlassen. Die Themenbereiche in OMAI und WINF in diesen neuen Lehrplänen dienten für die Pilotstudie als Grundstein möglicher neuer IT-Trends.

Um den aktuellen Stand der Forschung gut abzubilden und die Basis für den Fragebogen zu legen, wurden die zukünftigen IT-Themenbereiche aus bedeutsamen deutschsprachigen Studien abgeleitet. In der Bildungsbedarfsanalyse der WKO Wien wurden die 1 000 beschäftigungsstärksten Wiener Unternehmen befragt. Da die 1 000 größten Wiener Betriebe einem Anteil von 15 % entspricht, erlaubt sich die WKO die Ergebnisse der Studie auf den gesamten Arbeits- und Bildungsmarkt abzuleiten (vgl. Wirtschaftskammer Wien 2019, S. 3f.). Beinahe jede\*r Dritte (29 %) in dieser Studie erwartet einen verstärkten Schwerpunkt in der Digitalisierung von den Schulen und gibt an, dass die Lehrer\*innen eine praxisnähere Ausbildung (33 %) benötigen. Interessant im Zusammenhang zu der geforderten Schwerpunktsetzung auf die Digitalisierung ist, dass nur zehn Prozent eine bessere technische Ausstattung als Verbesserungsvorschlag nennen. Die Unternehmen wurden auch befragt, welche Zukunftsaspekte für die Wirtschaft relevant sein werden. Dabei geben 85 % der Befragten an, dass die Informationsgenerierung und Datensicherheit (Big Data, Cyber Security) Auswirkungen auf ihr Unternehmen haben werden (vgl. ebd. S. 35).

Böcker (2021) veröffentlichte eine Studie zu IT-Trends in mittelständischen Unternehmen. Dazu wurden 200 IT-Verantwortliche aus verschiedenen Firmen und Branchen Anfang 2021 befragt und interviewt. Ziel der Studie war es zu zeigen, welche Trends zu erwarten sind und welche Anforderungen auf die IT-Abteilungen zukommen. Böcker (2021, S. 4) erklärt einleitend in der Studie, dass digitale Transformation und IT-Sicherheit für die Unternehmen untrennbar voneinander sind. Die Proband\*innen gaben ebenfalls Antworten auf die Frage, welche IT-Themen für die Unternehmen in den nächsten drei Jahren an Bedeutung gewinnen oder verlieren werden. Bei den Themen IT-Sicherheit, Digitale Transformation und Cloud gibt jede zweite befragte Person an, dass eine Zunahme in den nächsten drei Jahren zu erwarten ist. Fast alle restlichen Teilnehmer\*innen geben an, dass der Trend zumindest gleichbleibend sein wird. Die Hälfte der Befragten erwartet, dass die Prozess-

automatisierung in den nächsten drei Jahren nicht weiter an Relevanz gewinnt oder abnimmt, während 43 % eine Zunahme für realistisch halten. 40 % der Befragten erwarten sowohl in den Themenbereichen Big Data, IT-Betrieb in Eigenrealisation und Künstliche Intelligenz eine Zunahme in naher Zukunft, bemessen auf drei Jahre (vgl. ebd., S. 19). Die größte Bedrohung aber sehen die IT-Verantwortlichen ihres Unternehmens in möglicher Schadsoftware (72 %), die das IT-Netzwerk befallen (vgl. ebd., S. 33).

Da in der Vergangenheit in Besprechungen, Fachtagungen, Sitzungen und Gesprächen oft intensive Lehrplan-Diskussionen bei OMAI/WINF Fachkolleg\*innen beobachtet wurden, war offensichtlich, dass kein leicht zu treffender Konsens über die Zukunft der Themenbereiche innerhalb der Fachbereiche zu finden sein wird. Ohne einen Gesamtüberblick über das aktuelle Relevanzempfinden seitens der Lehrpersonen, war an einen vertiefenden (qualitativen) Blick in die Themenkomplexe nicht zu denken.

## 2 Ziel und Forschungsfrage

Da sich die Lehrplangestaltung laut BMBWF seit 2021 und auch weiterhin (Stand: Februar 2023, Vortrag, Fachtagung WINF/IT/OMAI) in der Themenfindung befindet, ist die Prüfung der aktuellen IT-Themen im Lehrplan auf Relevanz sowie die Themenfindung das Ziel der Pilotstudie. Die Formulierung von Gegenstandsnamen und die Aufteilung in der Stundentafel soll nicht erfolgen, da in dieser Phase der Lehrplanentwicklung (Themenfindung) der Blickwinkel nicht durch Gegenstandsnamen oder Stundenaufteilungen eingeschränkt werden sollte. In der Pilotstudie sollen nicht nur aktuelle, sondern auch zukünftige Themen benannt werden, die sich auf Basis der Literatur, Spezialisierungslehrplänen, Curricula der Studien bzw. den Trends dieses Fachbereichs (vgl. Kapitel 1) ergeben. Ziel der Pilotstudie ist es außerdem, Vorschläge für die neue Lehrplanentwicklung im Fachbereich OMAI/WINF zu formulieren. Die Beantwortung der Forschungsfragen soll (zukünftigen) Informatik-Lehrpersonen Handlungsempfehlungen für den aktuellen Unterricht bieten. Daraus ergibt sich die forschungsleitende Frage:

*„Welche IT-Kenntnisse werden aus Lehrendensicht von Absolvent\*innen einer Handelsakademie erwartet?“*

Um die Forschungsfrage weiter einzugrenzen und die vollständige Beantwortung mithilfe des Fragebogens zu gewährleisten, wurden zwei spezifische Forschungsfragen formuliert:

Frage 1: „Welche IT-Themenbereiche innerhalb der Bildungs- und Lehraufgaben müssen aus Lehrendensicht im neuen Lehrplan der Handelsakademien erhalten bleiben, um einen bestmöglichen Einstieg in den Beruf zu ermöglichen?“

Frage 2: „Welche IT-Themenbereiche innerhalb der Bildungs- und Lehraufgaben müssen aus Lehrendensicht in den neuen Lehrplan der Handelsakademien aufgenommen werden, um einen bestmöglichen Einstieg in den Beruf zu ermöglichen?“

### 3 Methodische Überlegungen

Im Zuge der Pilotstudie *Zukunftsfach Informatik* wurde ein Fragebogen als Erhebungsinstrument entwickelt, um aus den Ergebnissen Handlungsempfehlungen zu formulieren und eine fundierte Basis für zukünftige Forschungen in diesem Bereich zu bieten.

#### 3.1 Erhebungsinstrument

Der Online-Fragebogen wurde im Februar 2022 in einem Erhebungszeitraum von zwei Wochen über das Netzwerk der Bundes-Arbeitsgemeinschaft OMAI an die Fachgruppenleiter\*innen elektronisch verteilt, um mittels Multiplikator\*innenfunktion eine möglichst hohe Teilnehmer\*innenzahl zu erreichen. Im Rahmen der explanativen Studie werden verschiedene Aspekte des Untersuchungsgegenstands beleuchtet und anschließend erläutert (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 192). Die Grundgesamtheit ist bei IT-Lehrpersonen im kaufmännischen Bereich schwierig festzulegen, da es im Gegensatz zu OMAI-Lehrpersonen vergleichsweise wenige *vollbeschäftigte* WINF-Lehrpersonen gibt. Das bedeutet, dass Lehrpersonen (zumeist Wirtschaftspädagog\*innen), die den Unterrichtsgegenstand WINF lehren, meistens auch andere Unterrichtsgegenstände aus dem Cluster Wirtschaft unterrichten. Eine Annäherung kann anhand der Stundentafel der kaufmännischen Schulen geschehen. Der Anteil an IT-Unterrichtsgegenständen in der Stundentafel entspricht in etwa 10 %. Wenn selber Anteil für Vollzeitäquivalente im Bereich der IT-Lehrpersonen genutzt wird, wäre das eine geschätzte Grundgesamtheit von 530 Lehrpersonen. Die Online-Befragung wurde aufgrund des niederschwel-

ligen Zugangs (vgl. Steiner & Benesch 2021, S. 44f.) gewählt. Diese eignet sich deswegen, da Lehrpersonen bedingt durch das laufende Schuljahr und den dazugehörigen Pflichten schwer für eine Erhebung zu motivieren sein könnten. Ein positiver Faktor betreffend Mitwirkungsquote könnte der Umstand sein, dass der Lehrplan unmittelbar alle betrifft und mit der Erhebung die Möglichkeit geboten wird, ein Teil der Lehrplanentwicklung zu sein.

Der Aufbau des Fragebogens gliedert sich in sechs Abschnitte. Im ersten Teil werden allgemeine Informationen der Untersuchungsteilnehmer\*innen erhoben. Im zweiten Teil des Fragebogens folgen sogenannte *Eisbrecher- und Überzeugungsfragen* mit allgemeinen Fragen zum Bildungssystem, den Unterrichtsgegenständen und den persönlichen Präferenzen in der Lehre. Im dritten Teil werden Fragen zum Relevanzempfinden betreffend Themenbereiche im aktuellen Lehrplan gestellt. Dabei wird die Relevanz der erarbeiteten Spezifikationen innerhalb der fünf Themenbereiche aus den Unterrichtsgegenständen WINF und OMAI einzeln mittels einer fünfstufigen Likert-Skala erhoben.

Im vierten und fünften Abschnitt beantworteten die Teilnehmer\*innen Fragen zu ihrem Relevanzempfinden betreffend zukünftigen IT-Trends. Die Kategorien dieses Fragebogenteils wurden einerseits anhand aktueller IT-Trends der relevanten Studien und Erhebungen, unter anderem aus der Bildungsbedarfsanalyse WKO und der Telekom-Studie, erstellt, andererseits anhand neuer IT-Inhalte aus Spezialisierungslehrplänen (ab 2019) der Handelsakademien extrahiert.

Die erste spezifische Forschungsfrage hat im Fragebogen die Bildungs- und Lehraufgaben der aktuellen Lehrpläne im Fokus, während die zweite Frage beantwortet werden kann, indem im Fragebogen neue Themenbereiche evidenzbasiert aus aktuellen Studien (u. a. Böcker 2021) hergeleitet und formuliert wurden. Die Kategorien des Fragebogenteils zur Relevanz des aktuellen Lehrplans wurden demnach aus den Bildungs- und Lehraufgaben der aktuellen HAK- und HAS-Lehrpläne abgeleitet.

Dem Online-Fragebogen wurde ein Begleitschreiben beigelegt, welches Definitionen und Erläuterungen der genannten IT-Trends enthielt. Die Kategorien der IT-Trends sind außerdem nicht als voneinander völlig abgrenzend zu verstehen. So kann ein Themenbereich (z. B. Präsentationen) ursprünglich der Teilbereich eines anderen Themenbereichs (z. B. Textverarbeitung) gewesen sein, ehe es zu einem eigenen Themenbereich *aufgewertet* wird. Durch die *Aufwertung* als eigener Themenbereich, wird die Relevanz stärker hervorgeho-

ben. Um dies besser zu veranschaulichen, folgt ein Beispiel aus dem aktuellen HAK-Lehrplan (2014): Im ersten und zweiten Semester sind das Erstellen von einfachen Präsentationen Teil des Themenbereichs *Publikation und Kommunikation – Textverarbeitung* und ab dem dritten Semester wird daraus der eigenständige Themenbereich *Publikation und Kommunikation – Präsentation*. Um den Zukunftsbegriff näher einzugrenzen, wurde bei der Erhebung im Online-Fragebogen der Zeitraum von zehn Jahren als symbolische Zahl gewählt, in dessen Rhythmus in der Vergangenheit neue Lehrpläne entwickelt wurden.

### 3.2 Beschreibung der Stichprobe

Im ersten Teil des Fragebogens wurden die demographischen Daten erhoben. An der Umfrage haben 216 Teilnehmer\*innen teilgenommen. Am Fragebogen konnten alle Lehrpersonen teilnehmen, die der weitergeleiteten Umfrageeinladung durch eine Multiplikatorin bzw. einen Multiplikator Folge geleistet haben. Der Fragebogen wurde zu 63 % von Frauen ( $n = 136$ ) und zu 35 % von Männern ( $n = 75$ ) beantwortet. Außerdem hat eine Person die Option *divers* gewählt. Weitere vier Proband\*innen wollten keine Aussage zum Geschlecht treffen. Rund 9 % der Proband\*innen sind zwischen 25 und 30 Jahre alt, rund 18 % sind zwischen 31 und 40 Jahre alt und weitere 31 % geben ein Alter zwischen 41 und 50 Jahren an. Die 51- bis 60-Jährigen bilden mit 38 % die größte Altersgruppe. Elf Personen gaben an, älter als 60 Jahre alt zu sein.

Zunächst ist bei der Bundesländerverteilung anzumerken, dass sich in allen Bundesländern Proband\*innen bereit erklärt haben, an der bundesweiten Erhebung teilzunehmen. Im Burgenland haben sieben Personen, in Kärnten 23 Personen, in Niederösterreich 60 Personen, in Oberösterreich 14 Personen teilgenommen, in Salzburg sieben Personen, in der Steiermark 14 Personen, in Tirol zwei Personen, in Vorarlberg sechs Personen und in Wien haben 83 Personen die Umfrage vollständig abgeschlossen. 143 der 216 Teilnehmer\*innen unterrichten sowohl an einer HAK als auch an einer HAS. 70 Proband\*innen unterrichten ausschließlich in der HAK und weitere drei Personen ausschließlich in der HAS. Ihre Lehrbefähigung haben die meisten Personen ausschließlich an einer (Wirtschafts-)Universität (36 %), an einer Pädagogischen Hochschule (25 %) oder an einer (Berufs-)Pädagogischen Akademie (27 %) erhalten. Da eine Mehrfachauswahl möglich war, ergaben sich drei weitere Kombi-

nationen zwischen diesen Institutionen, die den restlichen Prozentsatz ausmachen.

## 4 Analyse und Darstellung der Ergebnisse

Die vorliegende Pilotstudie umfasste die Anwendung explorativer Datenanalyse und deskriptivstatistischer Methoden zur Auswertung der Ergebnisse. Ziel war es, die erhobenen Daten anhand ihrer Relevanz zu strukturieren und gegebenenfalls unerwartete Effekte zu identifizieren. Die Datensätze werden durch Kennwerte (Symbole) in Tabellen übersichtlich dargestellt, um Unterschiede sowie Zusammenhänge zwischen Variablen zu visualisieren (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 621)

### 4.1 Relevanz der Themen im aktuellen Lehrplan für HAK-Absolvent\*innen

Im dritten Abschnitt des Fragebogens wurde auf einer fünfstufigen Likert-Skala das Relevanzempfinden der Lehrpersonen zu Themenbereichen des aktuellen Lehrplans erfragt. Übersicht 1 zeigt die Auswertung der Ergebnisse in Form von Mittelwerten. Insgesamt wiesen die Mittelwerte eine große Streuung von 2,82 bis 4,73 auf.

<b>Aktueller Lehrplan HAK 2014</b>	<b>M</b>	<b>s</b>
<b>Themenbereich Informatiksysteme</b>		
Hardware, Netzwerk, Betriebssystem ( <i>O1, O2, W6</i> )	3,47	0,91
Kaufentscheidung, Fehleranalyse ( <i>W6</i> )	3,64	0,91
Netzwerkconfiguration, Netzwerkadministration ( <i>W8</i> )	2,82	1,00
<b>Themenbereich Tabellenkalkulation</b>		
Dateneingabe, Formatierung, Drucken ( <i>W4</i> )	4,61	0,65
Berechnungen ( <i>W4, W5</i> )	4,73	0,52
Diagramme ( <i>W4</i> )	4,46	0,69
Entscheidungsfunktionen ( <i>W5</i> )	4,42	0,74
Datenaustausch, Tabellenentwurf ( <i>W5</i> )	4,38	0,73
Datenauswertung ( <i>W5</i> )	4,56	0,66
<b>Themenbereich Informationstechnologie</b>		
Datensicherheit und Datenschutz ( <i>W6, W9</i> )	4,54	0,69
Recht ( <i>W9</i> )	4,16	0,89

<b>Themenbereich Datenbanken</b>		
Tabellen (W6)	3,91	1,00
Abfragen (W6, W7)	4,01	1,01
Formulare und Berichte (W6, W7)	3,58	1,11
Datenauswertung durch Abfragen (W7)	3,64	1,04
Datenbankmanagement, Import und Export (W7)	3,68	1,04
Modellierung (W8)	3,12	1,20
<b>Themenbereich Publikation und Kommunikation</b>		
Textverarbeitung (O1 bis O6)	4,63	0,68
Präsentation (O3, O5)	4,63	0,62
Internet (O3)	4,47	0,74
Datenverknüpfung und Seriendokumente (O4, O5)	4,16	0,95
Webpublishing (O6)	3,95	0,99

Übersicht 1: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (s) zum Relevanzempfinden der Themenbereiche im aktuellen Lehrplan. Die jeweilige Frage war auf einer Skala von 1-5 (1 gar nicht relevant, 5 außerordentlich relevant) zu beantworten; Unterrichtsgegenstand (O = OMAI, W = WINF) und Semester 1 bis 9 anbei.

Im Themenbereich der Bildungs- und Lehraufgaben *Informatiksysteme* ist das Relevanzempfinden seitens IT-Lehrpersonen an kaufmännischen Schulen insgesamt mäßig. Während die Spezifikationen *Hardware*, *Netzwerk*, *Betriebssystem* und *Kaufentscheidung*, *Fehleranalyse* zwischen mittelmäßig und eher relevant eingestuft werden, wird die Relevanz von Netzwerkkonfiguration und Netzwerkadministration für HAK-Absolvent\*innen am unbedeutsamsten im aktuellen Lehrplan eingeschätzt. Die größte Relevanz im aktuellen Lehrplan hat aus Sicht der Lehrpersonen die Spezifikation Berechnungen in Tabellenkalkulationen. Die Proband\*innen empfinden die Inhalte des Themenbereichs Tabellenkalkulationen als relevant und in größerem Ausmaß auch außerordentlich relevant. Im Themenbereich der Bildungs- und Lehraufgaben *Datenbanken* variiert der Grad der Zustimmung über die zukünftige Relevanz für HAK Absolvent\*innen nach der Spezifikation deutlich höher als in den zwei vorherigen Bereichen. Ähnlich wie die Themenbereiche Tabellenkalkulation und Informationstechnologie hat der Themenbereich Publikation und Kommunikation eine sehr hohe Relevanzrate bei den befragten Personen. Die Spezifikationen Textverarbeitung, Präsentation sowie Internet können als außerordentlich relevant mit einer geringen Standardabweichung eingestuft werden.

## 4.2 Relevanz der zukünftigen IT-Trends für HAK-Absolvent\*innen

Im vierten und fünften Abschnitt des Fragebogens wurde auf einer fünfstufigen Likert-Skala das Relevanzempfinden der Lehrpersonen zu zukünftigen IT-Trends für HAK Absolvent\*innen in den nächsten zehn Jahren erfragt. Übersicht 2 zeigt den ersten Teil der Auswertung der Ergebnisse. Die IT-Trends wurden zwecks Übersichtlichkeit in zwei Teile aufgeteilt.

<b>IT-Trends in den nächsten 10 Jahren (1)</b>	<b>M</b>	<b>s</b>
<b>Digitalisierung der Arbeitsprozesse/Industrie 4.0</b>		
Digitale Transformation	3,72	0,99
Prozessautomatisierung	3,60	0,97
Künstliche Intelligenz	3,54	1,03
Business Intelligence	3,72	1,01
<b>Big Data und Cyber Security</b>		
IT-Sicherheit	4,45	0,71
Schadsoftware	4,19	0,79
Cyber-Attacken	4,22	0,81
Wissensgenerierung durch Daten	4,09	0,81
<b>Cloud</b>		
IT Eigen- oder Fremdrealisation	3,87	0,79
Collaboration Tools	4,11	0,92
<b>Medieninformatik</b>		
Medienkunde	3,90	0,91
Bildbearbeitung	3,72	1,00
Fernseh- und Videobearbeitung	3,41	1,06
Typografie	3,60	1,08
Gestaltung von Printprodukten	3,93	1,00

Übersicht 2: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (s) zum Relevanzempfinden der zukünftigen IT-Trends. Teil 1. Die jeweilige Frage war auf einer Skala von 1-5 (1 gar nicht relevant, 5 außerordentlich relevant) zu beantworten.

Im zweiten Teil der IT-Trends in den nächsten zehn Jahren (Übersicht 3) ist die Streuung der Mittelwerte deutlich höher als im ersten Teil. Die Mittelwerte in diesem Abschnitt liegen zwischen 2,65 und 4,50. Die höchste Zustimmung über die Relevanz liegt im Themenbereich *Kommunikation, Organisation und elektronische Amtswege*. Am skeptischsten sind die IT-Lehrpersonen bei den In-

halten in der Kategorie *Netzwerkmanagement und Betriebssystem*. Die Inhalte der Kategorie *Internet, Social Media und Kommunikation* werden von den Proband\*innen als positiv und relevant für die Zukunft der Absolvent\*innen einer HAK eingeschätzt. Innerhalb des Themenbereichs *Netzwerkmanagement und Betriebssystem* gehen die Ansichten und das Empfinden über die Relevanz weit auseinander.

<b>IT-Trends in den nächsten 10 Jahren (2)</b>	<b>M</b>	<b>s</b>
<b>Internet, Social Media und Kommunikation</b>		
Internet und Social Media	4,24	0,87
Webdesign und Security	3,71	1,02
<b>Netzwerkmanagement und Betriebssystem</b>		
Netzwerke	3,22	1,00
Übertragungsprotokolle	2,81	0,98
Datensicherheit	4,11	0,85
Technologische Entwicklungen	3,64	0,92
Server-Installation und Konfiguration	2,65	1,03
Dokumentation	3,20	1,01
Betriebssysteme	2,95	1,00
<b>Kommunikation, Organisation, elektr. Amtswege</b>		
E-Mails	4,50	0,70
Elektronische Medien verwalten	4,29	0,73
Termine und Aufgaben	4,37	0,76
Plattformen für Amtswege	4,17	0,89
<b>Internet, Multimedia und Contentmanagement</b>		
Layout	3,93	0,91
Webserver und Domain	3,34	1,00
Fotografie	3,39	1,05
Grafische Benutzeroberfläche	3,50	0,98
Audio- und Videobearbeitung	3,45	1,07

Übersicht 3: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (s) zum Relevanzempfinden der zukünftigen IT-Trends. Teil 2. Die jeweilige Frage war auf einer Skala von 1-5 (1 gar nicht relevant, 5 außerordentlich relevant) zu beantworten.

### 4.3 Persönliche Überzeugungen der IT-Lehrpersonen

Noch zu Beginn des Fragebogens haben die Lehrpersonen im zweiten Abschnitt Angaben zu ihren persönlichen Überzeugungen in bildungspolitischen und alltäglichen Fragestellungen gemacht. In diesem Unterkapitel werden die wichtigsten Ergebnisse präsentiert. Die Hälfte der befragten Personen ist der Ansicht, dass der aktuelle HAK-Lehrplan den aktuellen Anforderungen der Berufswelt mittelmäßig bzw. eher schon entspricht. Bei der Frage, ob die Schüler\*innen IT-Kenntnisse aus der Unterstufe mitbringen, ist das Ergebnis deutlich. Der Mittelwert liegt bei 2,24 und wird daher ablehnend beantwortet. Beinahe zwei Drittel der Proband\*innen (134 Personen) geben an, dass aus ihrer Sicht die Vielfalt der Themen für zukünftige HAK Absolvent\*innen wichtiger ist, als bei weniger Themen entsprechend in die Tiefe zu gehen. Dieses Ergebnis ist zentral für die Analyse im Diskussionsteil.

## 5 Interpretation und Diskussion

Die hohe Teilnehmer\*innenzahl, mit 216 gültigen Fragebögen, könnte auf die Dringlichkeit des Themas und auf den Willen des Mitwirkens zurückzuführen sein. Die Geschlechtsverteilung mit überwiegend weiblichen Teilnehmerinnen entspricht dem Gesamtbild des österreichischen kaufmännischen Schulsystems und kann als repräsentativ eingestuft werden. Auch beim Alter der Proband\*innen gibt es keinen offensichtlichen Grund, die Repräsentativität der vorliegenden Daten anzuzweifeln. Eine Einschränkung der vorliegenden Pilotstudie ist die Repräsentativität in der Verteilung nach Bundesländern. Obwohl die Anzahl der HAK und HAS in jedem Bundesland zahlenmäßig variiert und eine gleichmäßige Aufteilung nicht repräsentativ wäre, ist trotzdem beim vorliegenden Fragebogen augenscheinlich Wien und Niederösterreich überrepräsentiert. Dies ist auf die außerordentlich gute Vernetzung dieser zwei Bundesländer zurückzuschließen, insbesondere deswegen, da die Pilotstudie in Wien konzipiert und gestartet wurde und offenbar nicht zuletzt eine Mund-zu-Mund Bewerbung stattgefunden hat. Durch das Appellieren des Bundes-ARGE-Leiters konnte schlussendlich ein zufriedenstellendes Ergebnis gewährleistet werden. Da das Ziel der Pilotstudie ohnehin nicht die Ausarbeitung der Unterschiede zwischen einzelnen Bundesländern ist, hat die geringe Anzahl in einzelnen Bundesländern keine negative Wirkung. Aufgrund der insgesamt

hohen Teilnehmer\*innenzahl kann auch davon ausgegangen werden, dass das Ergebnis dadurch nicht verfälscht wird.

### 5.1 IT-Themenbereiche, die im neuen Lehrplan erhalten bleiben sollten

Um eine einheitliche Vorgehensweise bei der Entscheidung, welche aktuellen Themenbereiche zukünftig im neuen Lehrplan erhalten bleiben sollen, vorzunehmen, empfiehlt es sich die Mittelwerte und Standardabweichungen deskriptiv auszuwerten und im aktuellen Abschnitt in Kategorien einzuteilen. So können Themenbereiche mit einem Mittelwert ab circa 4,5 als außerordentlich relevant, ab 3,6 als eher relevant, ab 3,0 als mittelmäßig relevant und darunter als eher weniger relevant eingestuft werden. Dabei werden die Standardabweichungen und die Zusammenhänge innerhalb eines Themenbereichs nicht außer Acht gelassen. Am Ende dieses Abschnitts wird mithilfe einer Tabelle, in der die Themenbereiche in Relevanzstufen eingeteilt werden, die erste spezifische Forschungsfrage beantwortet.

In Übersicht 4 werden die analytischen und deskriptiven Ergebnisse zusammengefasst. Aus Sicht der IT-Lehrpersonen sollen auf jeden Fall der Themenbereich Informatiksysteme und teilweise der Themenbereich Datenbanken überarbeitet werden, auch wenn hier schon deutlich positive Tendenzen erkennbar sind.

Ergebnis: Relevanz Aktueller Lehrplan HAK 2014	Relevanz
Themenbereich Informatiksysteme	○
Themenbereich Tabellenkalkulation	↑
Themenbereich Informationstechnologie	↗
Themenbereich Datenbanken	○ ↗
Themenbereich Publikation und Kommunikation	↑

Übersicht 4: Ergebnis über die Relevanz der IT-Themenbereiche im aktuellen HAK-Lehrplan aus Sicht der Lehrenden; Pfeil nach unten = keine Relevanz; Kreis = mittelmäßige Relevanz; Pfeil nach oben = hohe Relevanz

Der Themenbereich Informationstechnologie kann als die größte Überraschung angesehen werden, da trotz wenig Inhalt in den OMAI/WINF Lehrplänen den Spezifikationen eine hohe Relevanz zugesprochen wird. Das Kernstück einer informatischen Ausbildung in einer kaufmännischen Schule aus Sicht der Lehrenden bilden auf jeden Fall die Themenbereiche Tabellenkal-

kulation und Publikation/Kommunikation. Diese sollten in der Zukunft aus ihrer Sicht auf jeden Fall erhalten bleiben, um den Absolventinnen und Absolventen zukunftsfähige Kompetenzen mit auf den Weg zu geben.

Anhand der Relevanzprüfung der Inhalte im aktuellen Lehrplan kann unter anderem beobachtet werden, dass IT-Lehrpersonen eher Themenbereiche als höher relevant einstufen, die bereits seit längerer Zeit gelehrt werden. So sind es vor allem die Bereiche Tabellenkalkulation und Publikation/Kommunikation, dessen Inhalte bereits seit Jahrzehnten im Lehrplan stehen. Wenn die oben dargestellten Ergebnisse nun mit den Ergebnissen des Fragebogenteils *Persönlichen Überzeugungen der Lehrpersonen* in einen Kontext gesetzt werden, ergibt sich ein stimmiges Gesamtbild: Bei der Frage, ob die Lehrer\*innen in den IT-Gegenständen eher die Vielfalt oder die Vertiefung der Themen wünschen, äußerten sich beinahe zwei Drittel der Befragten klar für die Vielfalt. Die überwiegende Mehrheit der Lehrenden ist der Ansicht, dass eher mehr Themen unterrichtet werden sollen, als im Gegenzug weniger Themen vertiefend. Die spürbare Bevorzugung der Basics in diesem Teil des Fragebogens lässt sich sehr gut mit dem Bild der Lehrpersonen in Einklang bringen, was die mitgebrachten IT-Kenntnisse aus der Unterstufe der Schüler\*innen betrifft. Die Lehrenden könnten womöglich das Gefühl haben, dass die Grundlagen nicht vorhanden sind, ohne die es verständlicherweise wenig Sinn macht in die Tiefe zu gehen.

## 5.2 IT-Themenbereiche, die im neuen Lehrplan aufgenommen werden sollen

Auch in diesem Abschnitt wird anhand der Auswertungen des Mittelwerts und der Standardabweichungen eine Kategorisierung in Relevanzgruppen vorgenommen und diskutiert. Am Ende soll ebenfalls mithilfe einer Tabelle, in der die Themenbereiche in Relevanzstufen eingeteilt werden, die zweite spezifische Forschungsfrage beantwortet werden.

Der Themenbereich Digitalisierung der Arbeitsprozesse/Industrie 4.0 kann insgesamt als relevant für zukünftige Absolvent\*innen eingestuft werden. Die Zustimmung der Spezifikationen innerhalb dieses Themenbereichs ist ungefähr gleich verteilt und gegeben, aber die Beipflichtung ist durchaus, im Vergleich zu den anderen Bereichen, sehr reserviert. Auch wenn WINF und OMAI sowohl fachtheoretische als auch fachpraktische Unterrichtsgegenstän-

de sind, überwiegt in der Ausführung bzw. in der Formulierung der Kompetenzen innerhalb der Bildungs- und Lehraufgaben deutlich der praktische Anteil. Unter Bedachtnahme dieses Aspekts wird es dann bei der Lehrplangestaltung von Bedeutung sein, die Themen nicht nur theoretisch, sondern auch in der praktischen Anwendung zu umfassen. In der Studie von Böcker (vgl. 2021, S. 19) waren die Trends Digitale Transformation und Prozessautomatisierung im oberen Drittel, was die Bedeutung in den nächsten Jahren betrifft. Die Lehrpersonen teilen die Ansicht, dass es sich bei den Themen um relevante Inhalte handelt, jedoch sind andere Spezifikationen deutlich positiver bewertet worden. Big Data/Cyber Security gehören bei den erhobenen IT-Trends zu den Vorreitern unter den Lehrpersonen. Auch wenn alle Themenbereiche im Durchschnitt bei einem Relevanzempfinden unter 4,5 liegen, sind trotzdem alle Werte über 4 mit einer niedrigen Standardabweichung. Dieselbe Ansicht zur IT-Sicherheit teilen auch die 200 Teilnehmer\*innen der Studie von Böcker (2021), wo sie an erster Stelle im Relevanzranking ist.

Andererseits wird die Fernseh-/Videobearbeitung und die Typografie (aufgrund der sehr hohen Standardabweichung) nur mäßig relevant bewertet. Diese und nachfolgende IT-Trends sind abgeleitete Inhalte aus den Spezialisierungslehrplänen. Die mäßige Zustimmung könnte unter anderem auf die erhöhte Spezialisierung zurückgeführt werden bzw. auf die Tatsache, dass in den meisten Handelsakademien auch ein Medienschwerpunkt mit eventuell diesen Inhalten angeboten wird. Die Spezifikationen Internet sowie Webdesign und Security im Themenbereich *Internet, Social Media und Kommunikation* werden von den Lehrpersonen als relevant angesehen. Auch hier ist ersichtlich, dass das vertiefende Thema einen deutlich niedrigeren Zuspruch erhalten hat als die allgemein gehaltene Spezifikation Internet.

Der Themenbereich Netzwerkmanagement und Betriebssystem wurde von den IT-Lehrpersonen am schlechtesten hinsichtlich Relevanz für die kaufmännische Berufswelt bewertet. Übertragungsprotokolle, Server-Installationen/Konfigurationen und die Domäne Betriebssysteme sind im Durchschnitt sogar unter 3 gefallen und somit aus Sicht der Lehrer\*innen für zukünftige Absolvent\*innen eher nicht relevant. Dank der frühen Erkenntnis des Trends, dass vertiefende Inhalte eher schlechter bewertet werden (und bei der Frage zu den persönlichen Überzeugungen von zwei Drittel der Befragten auch klar so kommuniziert wurde), ergibt sich in diesem Abschnitt ein stimmiges Gesamtbild. Der Themenbereich *Kommunikation, Organisati-*

on, *elektronische Amtswege* wurde hingegen in der gesamten Befragung zu den zukünftigen IT-Trends (also ausgenommen aktueller Lehrplan) am positivsten beurteilt. E-Mails wurden im Durchschnitt als außerordentlich relevant eingestuft, elektronische Medien, Termine und Aufgaben sowie Plattformen für Amtswege als relevant. Grund für den deutlichen Zuspruch könnten neben der tatsächlichen Relevanz für die Wirtschaft ebenso der Umstand sein, dass die Spezifikationen mit Ausnahme der elektronischen Amtswege sich zurzeit auch im Regellehrplan innerhalb anderer Spezifikationen befinden. Übersicht 5 zeigt noch einmal die Antwort auf die zweite spezifische Forschungsfrage in zusammengefasster und mit Symbolen visualisierter Form.

<b>Ergebnis: Relevanz IT-Trends im nächsten Lehrplan</b>	<b>Relevanz</b>
Digitalisierung der Arbeitsprozesse/Industrie 4.0	○ ↗
Big Data und Cyber Security	↗ ↑
Cloud	↗
Medieninformatik	○ ↗
Internet, Social Media und Kommunikation	↗
Netzwerkmanagement und Betriebssystem	○ ↘
Kommunikation, Organisation, elektr. Amtswege	↗ ↑
Internet, Multimedia und Contentmanagement	○

Übersicht: Ergebnis über die Relevanz der IT-Trends für den zukünftigen Lehrplan aus Sicht der Lehrenden

Die Forschungsfrage „Welche IT-Kenntnisse werden aus Lehrendensicht von Absolvent\*innen einer Handelsakademie erwartet?“ kann anhand der Erhebungen in dieser Pilotstudie und unter Einbeziehung der Antworten auf die spezifischen Forschungsfragen wie folgt beantwortet werden: Die IT-Lehrpersonen bevorzugen eher mehr Inhalte, dafür sollen sie weniger vertiefend sein. Die wichtigsten IT-Kenntnisse für zukünftige Absolvent\*innen sind die Themenbereiche Tabellenkalkulation, Publikation/Kommunikation, Big Data/Cyber Security sowie Kommunikation/Organisation und elektronische Amtswege. Weitere relevante IT-Kenntnisse sind aus Lehrendensicht die Themenbereiche *Informationstechnologie*, *Cloud* sowie *Internet, Social Media und Kommunikation*. Inhalte und Themen für zukünftige Absolvent\*innen, die das Hintergrundwissen verstärken können, sind die Bereiche Datenbanken, Digitalisierung der Arbeitsprozesse/Industrie 4.0 sowie Medieninformatik.

## 6 Ausblick

Bei der Durchführung, Auswertung und Diskussion der Pilotstudie wurde schnell eines klar: Obwohl OMAI als auch WINF als zwei eigenständige Unterrichtsgegenstände in der Handelsakademie geführt werden, dies von einigen IT-Lehrpersonen oft auch so gefordert wird, verschwimmen die Inhalte und klaren Grenzen ineinander. Dies wird insbesondere bei den neuen IT-Trends sichtbar. Schon in der Vergangenheit, sind oft Inhalte (z. B. Informatiksysteme) von einem Unterrichtsgegenstand in den anderen verschoben worden. Es gibt aber sogenannte *Herzstücke*, die den Unterrichtsfächern eine eigene Identität geben und sowohl heute als auch in zehn Jahren relevant sein werden. Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen, dass die untersuchten IT-Lehrpersonen eher die Vielfalt, als die Vertiefung der Inhalte bevorzugen. Diese Überzeugung, die von den Lehrpersonen mit überwiegender Mehrheit getroffen wurde, wurde auch immer wieder bei der Beantwortung der Fragen hinsichtlich Relevanzempfinden beobachtet.

Die erwähnten *Herzstücke* der beiden Unterrichtsgegenstände sind definitiv die Themenbereiche Tabellenkalkulation sowie Publikation und Kommunikation innerhalb der Bildungs- und Lehraufgaben im Lehrplan. Als potenziell neue, außerordentlich relevante IT-Inhalte sehen die Lehrer\*innen die Themenbereiche Big Data und Cyber Security sowie Kommunikation, Organisation und elektronische Amtswege. Vor allem die Relevanzentscheidung über Big Data und Cyber Security ist, wenn man sich die IT-Studien im Theorieteil ansieht, keinesfalls eine Überraschung, da diese Themenbereiche auch von Stakeholdern aus der Wirtschaft als sehr wichtig eingestuft wurden. Außerdem wurden die IT-Trends Informationstechnologie, Cloud sowie Internet, Social Media und Kommunikation ebenso als relevant eingestuft. Inhalte aus dem aktuellen Lehrplan, auf die Lehrpersonen am ehesten verzichten könnten, sind die Spezifikationen Netzwerkkonfiguration, Netzwerkadministration, Modellierung sowie Hardware, Netzwerk und Betriebssystem. Der gegenwärtige Lehrplan bietet die Möglichkeit, aktuelle IT-Trends als Übergangslösung in die Kompetenzen innerhalb der Bildungs- und Lehraufgaben zu integrieren. Insbesondere im Hinblick auf die derzeitigen Entwicklungen in der Unterstufe (Unterrichtsgegenstand Digitale Grundbildung) soll seitens von IT-Lehrpersonen reflektiert werden, welche Inhalte reduziert werden können. Um den digitalen Fortschritt auch an den Schulen zu implementieren,

empfiehlt es sich jährlich innovative IT-Schwerpunkte innerhalb der Fachgruppe zu besprechen und den Fokus auf aktuelle Entwicklungen zu legen. Abschließend kann festgestellt werden, dass ein zeitgemäßer, zukunftsfähiger und fächerübergreifender Unterricht heute schon möglich ist, vorausgesetzt die IT-Community hält zusammen: der Einzelkampf hat ausgedient.

## Literatur

- Böcker, J. (2021). *IT-Trends im Mittelstand 2021*. Frankfurt am Main: Operational Services/Böcker Ziemer Eigenverlag.
- Brandic, B. (2022). *Zukunftsfach Informatik – Eine Pilotstudie über die Relevanz von zukunftsfähigen Themenbereichen in informatischen Gegenständen an Handelsakademien aus Sicht der Lehrenden*. Fachbereich Medienmanagement (Information und Kommunikation). Wien: Masterarbeit – Pädagogische Hochschule Wien.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Bd. V. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Lehrplan HAK (2014). Abrufbar unter: <https://www.hak.cc/unterricht/lehrplaene/handelsakademie-lehrplan-2014> (2021-11-17).
- Schubert, S. & Schwill, A. (2011). *Didaktik der Informatik*. Bd. 2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schulunterrichtsgesetz § 17 (2021). Abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009600&Artikel=&Paragraf=17&Anlage=&Uebergangsrecht> (2021-11-27).
- Statistik Austria (2021). Schülerinnen und Schüler im Schuljahr 2021 nach Bundesländern. Abrufbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bildung/schulbesuch/schuelerinnen> (2023-05-25).
- Steiner, E. & Benesch, M. (2021). *Der Fragebogen. Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*. 6. Aufl. Wien: facultas.
- Wirtschaftskammer Wien (2019). *Bildungsbedarfsanalyse*. Wien: MAKAM Research.



# Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung von Plant Blindness

Peter Pany, Florian David Meier, Michael Kiehn, Andrea Möller

## Abstract Deutsch

Die *Plant Blindness* ist ein Problem bei der Vermittlung botanischer Inhalte im Unterricht. Viele Menschen ignorieren Pflanzen im Alltag und interessieren sich wenig für ihre Vielfalt. Das erschwert den Zugang zu biologischen Konzepten und die Beurteilung globaler Herausforderungen. Um dem entgegenzuwirken, wurde ein Fragebogen entwickelt, um das Ausmaß der Plant Blindness zu messen. Es wurden Skalen für die Wahrnehmung von Pflanzen als Lebewesen und das Wissen über Pflanzenbiologie entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass Pflanzen weniger als Lebewesen wahrgenommen werden als Tiere und dass das Wissen über Pflanzen oft unzureichend ist. Das Ziel ist es, den Fragebogen weiterzuentwickeln, um die Plant Blindness umfassender zu untersuchen.

## Schlüsselwörter

Plant Blindness, Plant Awareness, Fragebogen, Botanik

## Abstract English

*Plant blindness* is the phenomenon of overlooking plants, limiting our understanding of nature and hindering awareness of their role in the carbon cycle and climate change. To address this issue, a questionnaire has been developed to measure plant blindness. It consists of four domains: visual perception, recognition of plants as living beings, knowledge of plant biology, and attitudes towards plants. The questionnaire reveals that plants are often seen as less alive than animals, and knowledge about plant biology is lacking. Further development of the questionnaire aims to calculate a composite score to evaluate plant blindness and measure the effectiveness of educational interventions.

## Keywords

Plant Blindness, Questionnaire, Plant Awareness

## Zur Autorin/ Zu den Autoren

Peter Pany, Mag. Dr.; Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie (AECC Biologie), Universität Wien, Pädagogische Hochschule Wien.

Kontakt: peter.pany@univie.ac.at

Florian David Meier, Mag.; Core-Facility Botanischer Garten, Universität Wien.

Kontakt: florian.david.meier@gmail.com

Michael Kiehn, Ao. Univ.-Prof. Dr.; Core-Facility Botanischer Garten, Universität Wien.

Kontakt: michael.kiehn@univie.ac.at

Andrea Möller, Univ.-Prof. Dr.; Universität Wien.

Kontakt: andrea.moeller@univie.ac.at

## 1 Einleitung<sup>1</sup>

Die Vermittlung botanischer Inhalte im Biologieunterricht an Schulen bis auf Universitätsniveau gilt seit Jahrzehnten als eine schwierige Aufgabe für Lehrende (vgl. Greenfield 1955). Mehrere Interessensstudien zeigten außerdem, dass innerhalb der biologischen Unterrichtsthemen botanische Inhalte für Schülerinnen und Schüler am wenigsten interessant sind (vgl. Tessartz & Scheersoi 2019; Elster 2007; Lindemann-Matthies 2005; Urhahne et al. 2004) und viele in erster Linie Tiere als interessant empfinden (vgl. Schreiner 2012). Während der Adoleszenz verschieben sich zudem die Interessen von zoologischen Inhalten in Richtung Humanbiologie und das Interesse an Pflanzen lässt erneut nach (vgl. Baram-Tsabari & Yarden 2009; Osborne & Collins 2001; Gardner & Tamir 1989).

Dies wirkt sich insbesondere auch auf die botanische Artenkenntnis aus: 6- bis 19-Jährige können im Schnitt nur ein Drittel häufiger Pflanzenarten (z. B. Löwenzahn *Taraxacum officinale* oder Brennnessel *Urtica dioica*) korrekt

---

<sup>1</sup> Wir danken Benno Dünser für die Mitarbeit bei der Literaturrecherche.

bestimmen und benennen (vgl. Kaasinen 2019). Sollen Lernende fünf Lebewesen nennen, kommen bei zwei Dritteln der Stichprobe nur eine oder gar keine Pflanze vor (vgl. Amprazis et al. 2019). Gras wird oft nicht als Pflanze angesehen, Hutpilze dagegen schon. Der Kohlenstoffkreislauf, der Stoffwechsel oder der Lebenszyklus von Pflanzen werden unvollständig verstanden (vgl. Barman et al. 2006). In diesem Zusammenhang ist die Tatsache als problematisch zu erachten, dass auch Lehrkräfte zoologische Themen im Unterricht bevorzugen. Dadurch kann es zu einer Unterrepräsentation botanischer Inhalte kommen (vgl. Clary & Wandersee 2011; Frisch et al. 2010). Dies ist inhaltlich nicht begründbar, da die im österreichischen Lehrplan verankerten Inhaltsfelder gleichermaßen auch anhand botanischer Themen behandelt werden könnten. Eine Studie von Harms (2020) zeigt jedoch, dass beispielsweise Mechanismen der Evolution fast ausschließlich durch Modelle aus dem Tierreich veranschaulicht werden (vgl. ebd.).

Für dieses Phänomen der erheblichen Unterrepräsentation von Pflanzen haben Wandersee und Schussler (2001) den Begriff der *Plant Blindness* geprägt. Dieser beschreibt die Tatsache, dass Pflanzen von den meisten Menschen in ihrem täglichen Leben übersehen bzw. ignoriert werden. Ursprünglich wurde *Plant Blindness* als die „Unfähigkeit, Pflanzen in meiner Umgebung zu sehen oder zu bemerken“ (Wandersee & Schussler 2001, S. 3) definiert. Wandersee & Schussler (2001, S. 3) postulierten, dass dies zur Folge hat, dass (1) die Rolle der Pflanzen in der Biosphäre einerseits, und im täglichen Leben der Menschen andererseits, nicht wahrgenommen wird. Weiters werden (2) Pflanzen als den Tieren untergeordnet wahrgenommen und (3) Menschen schätzen die Schönheit und Vielfalt pflanzlicher Organismen nicht (vgl. ebd.).

Aus fachdidaktischer Sicht erschien vor allem der erste dieser drei Punkte problematisch und ein bedeutendes Lernhindernis für botanische Lerninhalte bei Schülerinnen und Schülern darzustellen. Wohl aus diesem Grund konzentrierte sich ein Großteil der Folgestudien auf den Bereich des mangelnden Fachwissens bzw. die zugrundeliegenden Präkonzepte der Lernenden. Erkenntnisse dieser Forschung waren beispielsweise, dass:

- Schüler\*innen die Fotosynthese nur mangelhaft verstehen und nicht wissen, was eine Pflanze zum Wachsen benötigt (vgl. Barman et al. 2006; Marmaroti & Galanopoulou 2006; Özay & Öztaş 2003),

- Schüler\*innen die Rolle der Pflanzen im Kohlenstoffkreislauf nicht kennen und einordnen können (vgl. Lin & Hu 2003; Özay & Öztaş 2003),
- Schüler\*innen den Entwicklungszyklus einer Pflanze nicht ausreichend verstehen und fachferne Präkonzepte zu den basalen Fortpflanzungsmechanismen von Pflanzen besitzen (Lampert et al. 2019; Quinte 2016; Benkowitz & Lehnert 2009),
- Schüler\*innen nur wenige Pflanzen unterscheiden und benennen können (vgl. Kaasinen 2019; Frisch et al. 2010; Lindemann-Matthies 2006; Bebbington 2005).

Auch der zweite Punkt, dass Pflanzen gegenüber Tieren als untergeordnet oder als Hintergrund wahrgenommen werden, wurde ebenfalls bereits oft nachgewiesen (vgl. Balas & Momsen 2014; Link-Pèrez et al. 2010; Lindemann-Matthies 2005; Flannery 2002; Kinchin 1999; Wandersee 1986). Dies alles führt in vielen Fällen dazu, dass Schüler\*innen nur ein eingeschränktes Verständnis für biologische Konzepte (z. B. Evolution) entwickeln (vgl. Dillon et al. 2006), was das Verständnis für globale ökologische Zusammenhänge und aktuelle Krisen, wie z. B. dem Klimawandel oder dem Biodiversitätsverlust, maßgeblich erschwert. In den letzten 20 Jahren wurde am Konzept der Plant Blindness weiter geforscht und viele weitere Aspekte, mögliche Ursachen und Folgen untersucht (vgl. Pedrera et al. 2021; Chamovitz 2018; Uno 2018; Balasing & Williams 2016; Sanders et al. 2015; Nyberg & Sanders 2014).

Mittlerweile wird der Begriff *Plant Blindness* manchmal durch den Begriff der *Plant awareness disparity* (PAD) ersetzt (vgl. Parsley 2020). Hintergrund ist, dass die Gleichsetzung mit einer Sehbehinderung mittlerweile oft kritisch gesehen wird. Zudem könne die anfängliche Definition der Plant Blindness (vgl. Wandersee & Schussler 2001) die inzwischen bestehende Komplexität des Phänomens nicht mehr ausreichend beschreiben (vgl. Pedrera et al. 2021). Dies spiegelt sich auch in vielen Publikationen zum Thema wider, in denen selten Unterscheidungen zwischen Ursachen, Folgen und sozioökonomischen Einflüssen (Wohnort in der Stadt oder am Land, Verfügbarkeit eines Gartens, usw.) getroffen werden, sondern der Begriff inzwischen – fälschlicherweise – als selbsterklärend angenommen wird (vgl. beispielsweise Batke et al. 2020; Fančovičová & Prokop 2010). Da in diesem Bereich der Terminologie momentan Entwicklungen stattfinden, deren Endergebnis noch nicht abgeschätzt werden kann, haben wir uns in dem hier vorgestellten Forschungsprojekt je-

doch dazu entschieden, beim bisher gut eingeführten Begriff der *Plant Blindness* zu bleiben.

Erfreulicherweise zeigt die Forschung zu Plant Blindness aber auch, dass wenn man Schülerinnen und Schülern Pflanzen gezielt näherbringt, sie sich auch für diese Organismen begeistern können (vgl. Lindemann-Matthies 2005; Tessartz & Scheersoi in Druck). Nutzpflanzen bieten beispielsweise einen lebensweltlichen Bezug (vgl. Krüger & Burmester 2005), der den Einstieg in botanische Themen vereinfacht und ein gezieltes Vorgehen gegen Plant Blindness ermöglicht (vgl. Pany & Heidinger 2017; Hammann 2011).

Um jedoch den Erfolg von pädagogischen Interventionen zur Verringerung von Plant Blindness effektiv diagnostizieren zu können, wird ein Instrument benötigt, das es ermöglicht, das Phänomen der Plant Blindness bei Schülerinnen und Schülern zu erfassen. Ein solch umfassendes Instrument liegt bisher nicht vor. Es existieren stattdessen lediglich einzelne Items, welche die Einstellungen der Proband\*innen gegenüber Pflanzen erfassen, was aber eben nur eine Facette der Problematik beleuchtet (siehe dazu beispielsweise Amprazis et al. 2019; Fančovičová & Prokop 2010). Hier besteht ein Forschungsdesiderat, dem sich der vorliegende Beitrag widmet.

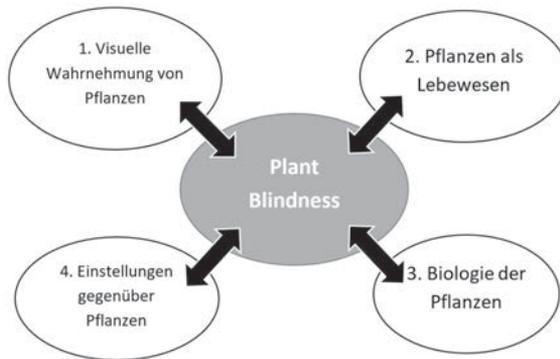
Vor dem Hintergrund des beschriebenen Forschungsstands ergibt sich das Ziel dieser Studie, einen Fragebogen zu entwickeln, der es ermöglicht, das Ausmaß von Plant Blindness bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1 und 2 quantitativ zu erfassen. Die entwickelte Skala soll künftig ermöglichen, die begonnene Modellierung von Plant Blindness weiter voranzutreiben sowie die Wirksamkeit von schulischen oder außerschulischen Interventionen zur Reduktion von Plant Blindness gezielt untersuchen zu können.

## 2 Material & Methoden

Um ein solches Instrument zu entwickeln, wurden aus der bisherigen Literatur vier Domänen von Plant Blindness herausgearbeitet (siehe Übersicht 1). Diese vier Domänen sind:

1. Visuelle Wahrnehmung von Pflanzen (vgl. Wandersee & Schussler 2001; Attenborough 1995): Pflanzen werden oft nicht als Individuen erkannt, sondern eher als homogene Masse.

2. Wahrnehmung von Pflanzen als Lebewesen (vgl. Balas & Momsen 2014; Wandersee & Schussler 2001; Darley 1990): Pflanzen werden oft nur als Hintergrund für Tiere wahrgenommen, nicht als eigenständige Lebewesen.
3. Kenntnisse der Biologie der Pflanzen (vgl. Lampert et al. 2019; Benkowitz & Lehnert 2009; Marmaroti & Galanopoulou 2006; Özay & Öztaş 2003): Selbst häufige Pflanzen können nicht benannt werden. Schüler\*innen kennen die zentrale Rolle nicht, die Pflanzen z. B. im Kohlestoffkreislauf spielen. Die Rolle, die Pflanzen als Nahrungsmittelproduzenten spielen, wird völlig übersehen. Schüler\*innen wissen nicht, wie sich Pflanzen fortpflanzen und was sie dazu benötigen.
4. Einstellungen gegenüber Pflanzen (vgl. Amprazis et al. 2019; Fančovičová & Prokop 2010): Pflanzen werden im Alltag nicht als wichtig wahrgenommen.



Übersicht 1: Die vier postulierten Domänen von Plant Blindness (Quelle: eigene Darstellung)

Diese vier Domänen stehen in kontinuierlicher Wechselwirkung mit den Ausprägungen von Plant Blindness und sind als solche immer zugleich Ursache und Auswirkung. Denn wenn man beispielsweise gezielt lernt, welche verschiedenen Pflanzen(teile) z. B. bei der Zubereitung von Speisen verwendet werden (Domäne 3: Biologie der Pflanzen), so hat dies vermutlich wiederum einen Einfluss darauf, ob man diese unterschiedlichen Pflanzenarten dann auch wahrnimmt (Domäne 1: visuelle Wahrnehmung von Pflanzen), wiedererkennt und wieder benennen kann.

In der Folge fokussierten wir uns bei der Entwicklung des Fragebogens in einem ersten Schritt auf die beiden Domänen *Wahrnehmung von Pflanzen als*

*Lebewesen* (Domäne 2) und *Kenntnisse der Biologie der Pflanzen* (Domäne 3). Die visuelle Wahrnehmung von Pflanzen und die Einstellungen gegenüber Pflanzen bleiben in der jetzigen Phase der Studie ausgeklammert, da die visuelle Wahrnehmung schwer über einen Fragebogen erfassbar ist und zu den Einstellungen gegenüber Pflanzen bereits Skalen entwickelt wurden (vgl. Amprazis et al. 2019, Fančovičová & Prokop 2010).

Zu diesem Zweck wurden für beide Domänen Items entwickelt, um sie zu erfassen. Übersicht 2 zeigt exemplarisch einen Auszug der Items:

*Wahrnehmung von Pflanzen als Lebewesen* (24 Items): Im Unterschied zu bisherigen Studien (Amprazis et al. 2019) wurden die Items nicht als Selbsteinschätzungitems mit mehrstufiger Likert-Skala konzipiert, sondern die Proband\*innen wurden z. B. aufgefordert, anzukreuzen, welche der Kennzeichen des Lebens auf die drei Gruppen *Pflanzen*, *Tiere* und *Bakterien* zutreffen (siehe Übersicht 2).

*Biologie der Pflanzen* (13 Items): Die Proband\*innen sollten z. B. bei Pflanzenteilen, die in der Küche verwendet werden, zuordnen, um welchen Teil der Pflanze es sich dabei handelt (z. B. Salat – Laubblatt, Melanzani/Aubergine – Frucht, Karotte – Wurzel, etc.). Außerdem sollten sie häufige Küchengewürzpflanzen aus einer Liste von Pflanzenarten heraussuchen. Da als erster Schritt zum Wissen über Pflanzen oft das Benennen steht, sollten die Schüler\*innen darüber hinaus häufige Pflanzenarten (z. B. Gänseblümchen *Bellis perennis*) anhand von Bildern korrekt benennen (siehe Übersicht 2). Außerdem sollten sie die Stationen des Lebenszyklus einer Pflanze in die richtige Reihenfolge bringen, die nötigen Stoffe für Pflanzenwachstum angeben oder Produzenten, Konsumenten und Reduzenten im Kohlenstoffkreislauf zuordnen. Zusätzlich wurden auch offene Itemformate gewählt, in welchen die Proband\*innen beispielsweise Pflanzen(teile) in ihrem Alltag aufzählen sollten (z. B. Möbel, Nahrungspflanzen, Vegetation am Schulweg, usw.).

Skala „Biologie der Pflanzen“	Skala „Pflanzen als Lebewesen“
Die Pflanze auf dem Bild [Bild von <i>Bellis perennis</i> ] ist ein/e. . .	Welche Aussagen treffen auf Pflanzen/ Tiere/Bakterien zu?
○ Gewöhnliches Gänseblümchen	○ können krank werden
○ Gewöhnliche Margerite	○ können sterben
○ Gewöhnlicher Löwenzahn	○ bewegen sich
○ Gewöhnlicher Wiesenklees/Rot-Klee	○ ernähren sich

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ bestehen aus Zellen</li> <li>○ pflanzen sich fort/vermehren sich</li> <li>○ wachsen</li> <li>○ reagieren auf ihre Umwelt (sind reizbar)</li> </ul>
--	---

Übersicht 2: Exemplarische Items der beiden Skalen

Die im Folgenden präsentierte Auswertung der Fragebogendaten inkludiert nur die geschlossenen Antwortformate. Für jede richtig gewählte Antwort wurde ein Punkt vergeben, für falsche Antworten 0 Punkte. Für die Skala *Wahrnehmung von Pflanzen als Lebewesen* wurden dann die Punkte der richtigen Antworten aufsummiert, sodass sich im Falle, dass alle Antworten richtig gewählt wurden, ein maximaler Summenwert von 8 ergibt. Die Items der Skala *Biologie der Pflanzen* wurden hingegen nicht gemeinsam verrechnet, sondern einzeln ausgewertet, da die Gewichtung der einzelnen Items in der Gesamtskala noch abzuklären ist.

Die Erhebung wurde online mit dem Tool SoSciSurvey (vgl. [soscisurvey.de](http://soscisurvey.de)) durchgeführt und nahm in etwa 20 Minuten Zeit in Anspruch. Um einen möglichst guten Überblick über Schüler\*innen der Sekundarstufe 2 unabhängig vom Schultyp zu gewinnen, nahmen 358 Schüler\*innen ( $M_{\text{Alter}} = 14,3 \pm 2,4$  Jahre, 60 % Mädchen und 40 % Buben) der Jahrgangsstufen 5 bis 13 an Gymnasien und Berufsbildenden Schulen im Osten Österreichs an der Erhebung teil.

### 3 Ergebnisse<sup>2</sup>

Die Analysen der Skala *Wahrnehmung von Pflanzen als Lebewesen* zeigen eine zufriedenstellende Reliabilität von 0,89 (siehe Übersicht 3). Die Daten der Items passen zu einem zweiparametrischen logistischen Modell nach Birnbaum (vgl. Moosbrugger 2012). Dies bedeutet, dass es zulässig ist, aus den Antworten auf die Items eine Gesamtpunktzahl zu errechnen, wobei allerdings in die Summe nicht jedes Item mit derselben Gewichtung eingeht. Die Auswertung des Vergleichs zwischen Tieren, Pflanzen und Bakterien zeigt in Übersicht 4, dass Tieren deutlich mehr Eigenschaften von Lebewesen zugesprochen werden

<sup>2</sup> Wir danken Takuya Yanagida für seine Unterstützung bei der Datenanalyse.

als Pflanzen und Bakterien (siehe Übersicht 4). Nur etwa 20 % der untersuchten Schüler\*innen meinen beispielsweise, dass Pflanzen sich bewegen können, nur ca. 40 % glauben, dass Pflanzen krank werden können.

Skala	Pflanzen als Lebewesen	Biologie der Pflanzen
Cronbach's $\alpha$	0,89	0,58
Anzahl der Items	24	13

Übersicht 3: Reliabilität (Cronbach's  $\alpha$ ) für die Skalen „Pflanzen als Lebewesen“ und „Biologie der Pflanzen“

Gruppe von Lebewesen	n	Mittelwert	Standardabweichung
Tiere	358	7,23	1,73
Pflanzen	358	5,51	2,18
Bakterien	358	4,45	2,24

Übersicht 4: Mittelwerte der Summenwerte für die Skala „Pflanzen als Lebewesen“ für die verschiedenen Gruppen von Lebewesen (Pflanzen, Tiere, Bakterien). Maximal sind hier 8 Punkte möglich. Je näher der Wert bei 8 liegt, desto eher wird die entsprechende Gruppe tatsächlich als *Lebewesen* gesehen. Alle Mittelwerte sind signifikant unterschiedlich voneinander ( $t = 16,31$ ;  $df = 357$ ;  $p < 0.05$ ).

Die Ergebnisse der Skala *Biologie der Pflanzen* zeigen, dass die Kenntnisse der untersuchten Schüler\*innen hier eher niedrig sind: nur 50 % der Schüler\*innen können die für Pflanzenwachstum notwendigen Stoffe identifizieren. Gravierende Fehlkonzepte gibt es beim Kohlenstoffkreislauf (60 % der Schüler\*innen ordnen Pflanzen richtig den Produzenten zu, Tiere werden den Konsumenten nur zu 40 % richtig zugeordnet, Bakterien und Pilze werden den Destruenten zu 40 % richtig zugeordnet) und der Kohlenstoffspeicherung in Pflanzen (nur etwa 12 % richtige Antworten). Auch der Lebenszyklus einer Pflanze stellt eine große Herausforderung dar (nur 17,3 % richtige Anordnung). Verwechslungsgefahr besteht ganz besonders bei Pollen und Samen.

Gängige Wiesenblumen anhand von Bildern korrekt zu benennen, fiel den Schülerinnen und Schülern dagegen leichter (Löwenzahn *Taraxacum officinale* – 86 % richtig benannt, Gänseblümchen *Bellis perennis* – 80,9 % richtig benannt), ebenso das korrekte Benennen häufiger Baumarten (z. B. Eiche *Quercus sp.* – 70 % richtig benannt). Bäume anhand ihres Habitus richtig zu benennen, war jedoch eine größere Herausforderung: nur 54 % der un-

tersuchten Schüler\*innen erkannten eine Fichte. Gewürzpflanzen sind besser bekannt als Heilpflanzen, jedoch werden beide im Schnitt nur von höchstens der Hälfte der Proband\*innen richtig erkannt. Bei den Pflanzen(teilen) im Alltag beziehen sich die meisten Nennungen auf Nahrung und die Pflanzen am Schulweg, die technische Nutzung von Pflanzen (z. B. für Möbel) wird nur selten genannt.

#### 4 Diskussion und Ausblick

Die mangelnde Pflanzenwahrnehmung (auch als *Plant Blindness* bekannt) ist ein ernsthaftes Hindernis, um die enorme Bedeutung von Pflanzen für das Leben auf diesem Planeten zu verstehen (insbesondere aufgrund ihrer Fähigkeit zur Photosynthese, welche die Grundlage vieler Nahrungsketten bildet und als Kohlenstoffsenken fungiert) und um eine integrierte Sichtweise der Natur zu entwickeln. Dies ist ein Grund für viele Probleme, die Schüler\*innen beim Verständnis und der Bewertung zukünftiger Herausforderungen wie dem Klimawandel oder der Nachhaltigkeit haben. Daher ist es entscheidend, Wege zu finden, wie Pädagog\*innen das Bewusstsein der Schüler\*innen für Pflanzen verbessern können.

Etlliche der Forschungsergebnisse dieser Studie decken sich mit der Literatur: Bestimmen fällt den Kindern und Jugendlichen tendenziell schwer, selbst Laub- und Nadelbäume werden verwechselt. Auch häufig verwendete Gewürz- und Heilpflanzen werden anhand ihres Aussehens kaum korrekt benannt, ebenso verhält es sich bei der Zuordnung genutzter Pflanzenteile zu ihren Organen. Pflanzen wird deutlich weniger der Status von Lebewesen zuerkannt als Tieren, aber immerhin noch mehr als Bakterien.

In einem weiteren Schritt sollen auf Basis der vorliegenden Ergebnisse die Items weiterentwickelt und modifiziert werden. Nachdem die Skala *Pflanzen als Lebewesen* bereits zufriedenstellende Kennwerte hat (siehe Übersicht 3), liegt der Schwerpunkt dabei nun auf den Items der Skala *Biologie der Pflanzen*. Ziel ist es, die Reliabilität noch zu verbessern und idealerweise eine Skala auf Basis der Item-Response-Theorie zu entwickeln. Die nächsten geplanten Arbeitsschritte zur Validierung sind einerseits die Auswertung von Think-Aloud-Protokollen sowie daraufbasierenden Follow-Up-Interviews. Sobald die Kennwerte der Items und der Skala zufriedenstellend sind, ist es außerdem unser Ziel, herauszufinden, inwieweit die Werte der Skala *Pflanzen als Lebewesen*

und *Biologie der Pflanzen* miteinander in Beziehung stehen. Ein Werkzeug, um die visuelle Wahrnehmung von Pflanzen (Domäne 1) zu untersuchen, befindet sich momentan ebenfalls in Entwicklung und soll die beiden Skalen noch ergänzen. Gemeinsam mit den bereits existierenden Skalen zu *Einstellungen gegenüber Pflanzen* soll es dann als finaler Schritt möglich sein, einen Gesamt-Score aus den Ergebnissen aller vorhandenen Skalen zu berechnen, der in Zukunft ermöglicht, die Effektivität von curricularen Maßnahmen oder Interventionen (vgl. Tessartz & Scheerso in Druck) hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zur Verringerung von Plant Blindness zu beurteilen.

Unser fertiggestellter Fragebogen zur Plant Blindness könnte auch dazu beitragen, bereits untersuchte, aber noch nicht ausreichend geklärte Fragen zu erhellen. Themen wie die Korrelationen zwischen Alter oder Geschlecht und Plant Blindness wurden von verschiedenen Wissenschaftler\*innen mit widersprüchlichen Ergebnissen untersucht. Das Gleiche gilt für den Grad der Plant Blindness in ländlichen Gebieten im Vergleich zu städtischen Umgebungen. Als nächster Schritt ermöglicht der Fragebogen Lehrpersonen eine einfache Bewertung der Plant Blindness im Unterricht. Wenn verschiedene Bereiche der Plant Blindness tatsächlich miteinander korrelieren, könnten sich Pädagog\*innen auf die am einfachsten zu bewertenden Bereiche konzentrieren und dennoch einen Eindruck davon bekommen, wie *plant blind* ihre Schüler\*innen sind. Basierend auf diesen Ergebnissen könnten Pädagog\*innen geeignete Interventionen für ihre Zielgruppe auswählen.

Die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, die Bedeutung von Pflanzen zu begreifen, ist ein wichtiges Ziel des Biologieunterrichts. Letztendlich ist eine bessere Wahrnehmung von Pflanzen die Voraussetzung für ein detaillierteres Wissen über Pflanzen und das Verständnis biologischer Systeme. Dies ist notwendig, um wichtige globale Ziele wie die nachhaltigen Entwicklungsziele zu erreichen. Durch die Entwicklung eines Fragebogens zur Plant Blindness möchten wir Pädagog\*innen dabei unterstützen, die Wahrnehmung bezüglich Pflanzen bei ihren Schülerinnen und Schülern zu fördern. Dies bringt uns dem Ziel, Plant Blindness als Lernhindernis im Biologieunterricht effektiv entgegenzutreten zu können, einen großen Schritt näher.

## Literatur

- Amprazis, A., Papadopoulou, P. & Malandrakis, G. (2019). Plant blindness and children's recognition of plants as living things: A research in the primary schools context. *Journal of Biological Education*, S. 1–16. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1667406>.
- Attenborough, D. (1995). *The private life of plants: A natural history of plant behaviour*. Princeton University Press. <http://press.princeton.edu/titles/5702.html>.
- Balas, B. & Momen, J. L. (2014). Attention “Blinks“ Differently for Plants and Animals. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), S. 437–443. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-05-0080>.
- Balding, M. & Williams, K. J. H. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), S. 1192–1199. <https://doi.org/10.1111/cobi.12738>.
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2009). Identifying meta-clusters of students' interest in science and their change with age. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), S. 999–1022. <https://doi.org/10.1002/tea.20294>.
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S. & Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants & plant growth. *The American Biology Teacher*, S. 73–79.
- Batke, S. P., Dallimore, T., & Bostock, J. (2020). Understanding Plant Blindness – Students' Inherent Interest of Plants in Higher Education. *Journal of Plant Sciences*, 8(4), S. 98–105. <https://doi.org/10.11648/j.jps.20200804.14>.
- Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education*, 39(2), S. 63–67. <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655963>.
- Benkowitz, D. & Lehnert, H.-J. (2009). Denken in Kreisläufen: Lernerperspektiven zum Entwicklungszyklus von Blütenpflanzen. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 17(1), S. 31–40. <https://doi.org/10.4119/UNIBI/zdb-v17-i1-186>.
- Chamovitz, D. (2018). Combating Plant Blindness. In *Big Botany: Conversations with the Plant World* (S. 228–229). University of Kansas Press. <https://indd.adobe.com/view/abf1ec41-5c41-4ce1-9096-757b03b75d66>.
- Clary, R. & Wandersee, J. (2011). Our human-plant connection. *Science Scope*, 34(8), S. 32–37.
- Darley, W. M. (1990). The Essence of „Plantness“. *The American Biology Teacher*, 52(6), S. 354–357. <https://doi.org/10.2307/4449132>.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D. & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: Evidence from research in the UK and elsewhere. *School science review*, 87(320), S. 107–111.

- Elster, D. (2007). Student interests—The German and Austrian ROSE survey. *Journal of Biological Education*, 42(1), S. 5–10. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656100>.
- Fančovičová, J. & Prokop, P. (2010). Development and initial psychometric assessment of the plant attitude questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), S. 415–421.
- Flannery, M. C. (2002). Do Plants Have to Be Intelligent? *The American Biology Teacher*, 64(8), S. 628–633. <https://doi.org/10.2307/4451387>.
- Frisch, J. K., Unwin, M. M. & Saunders, G. W. (2010). *Name that plant! Overcoming plant blindness and developing a sense of place using science and environmental education*. Springer. [http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-9222-9\\_10](http://link.springer.com/10.1007/978-90-481-9222-9_10).
- Gardner, P. L. & Tamir, P. (1989). Interest in Biology. Part I: A multidimensional construct. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(5), S. 409–423.
- Greenfield, S. S. (1955). The challenge to botanists. *CHALLENGE*, 1(1). <https://secure.botany.org/plantsciencebulletin/psb-1955-01-1.php>.
- Hammann, M. (2011). Wie groß ist das Interesse von Schülern an Heilpflanzen? *Zeitschrift für Phytotherapie*, 32(01), S. 15–19.
- Harms, U. (Hrsg.) (2020). Pflanzenevolution. *Unterricht Biologie* 44(455). Seelze: Friedrich Verlag.
- Kaasinen, A. (2019). Plant Species Recognition Skills in Finnish Students and Teachers. *Education Sciences*, 9(2), S. 85–96. <https://doi.org/10.3390/educsci9020085>.
- Kinchin, I. M. (1999). Educational Research—Investigating secondary-school girls' preferences for animals or plants: A simple 'head-to-head' comparison using two unfamiliar organisms—A direct comparison of two. *Journal of Biological Education*, 33(2), S. 95–99.
- Krüger, D. & Burmester, A. (2005). Wie Schüler Pflanzen ordnen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, S. 85–102.
- Lampert, P., Scheuch, M., Pany, P., Müllner, B. & Kiehn, M. (2019). Understanding students' conceptions of plant reproduction to better teach plant biology in schools. *Plants, People, Planet*, 1(3), S. 248–260.
- Lin, C. & Hu, R. (2003). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *International Journal of Science Education*, 25(12), S. 1529–1544. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052045>.
- Lindemann-Matthies, P. (2005). „Loveable“ mammals and „lifeless“ plants: How children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature. *International Journal of Science Education*, 27(6), S. 655–677.

- Lindemann-Matthies, P. (2006). Investigating nature on the way to school: Responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28(8), S. 895–918.
- Link-Pérez, M. A., Dollo, V. H., Weber, K. M. & Schussler, E. E. (2010). What's in a Name: Differential labelling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series. *International Journal of Science Education*, 32(9), S. 1227–1242. <https://doi.org/10.1080/09500690903002818>.
- Marmaroti, P. & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), S. 383–403. <https://doi.org/10.1080/09500690500277805>.
- Moosbrugger, H. (2012). Item-Response-Theorie (IRT). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 227–274). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_10).
- Nyberg, E. & Sanders, D. (2014). Drawing attention to the 'green side of life'. *Journal of Biological Education*, 48(3), S. 142–153. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849282>.
- Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), S. 441–467.
- Özay, E. & Öztaş, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), S. 68–70. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655853>.
- Pany, P., & Heidinger, C. (2017). Useful Plants as Potential Flagship Species to Counteract Plant Blindness. In K. Hahl, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, & J. Lavonen (Hrsg.), *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research—Selected Papers from the ESERA 2015 Conference* (pp. 127–140). Springer.
- Parsley, K. M. (2020). Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness. *Plants, People, Planet*, 2(6), S. 598–601.
- Pedraza, O., Ortega, U., Ruiz-González, A., Díez, J. R. D. & Barrutia, O. (2021). Branches of plant blindness and their relationship with biodiversity conceptualisation among secondary students. *Journal of Biological Education*, S. 1–27.
- Quinte, J. (2016). Cycle de vie des plantes à fleurs—Lebenszyklus der Blütenpflanzen. *Etude comparative des conceptions d'élèves en Alsace et au Baden-Württemberg*.
- Sanders, D., Nyberg, E., Eriksen, B. & Snæbjörnsdóttir, B. (2015). Plant blindness: Time to find a cure. *The Biologist: Royal Society of Biology*, 62(9).
- Schreiner, C. (2012). Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities. *Nordic Studies in Science Education*, 2(1), S. 93–95. <https://doi.org/10.5617/nordina.458>.
- Tessartz, A. & Scheersoi, A. (2019). Pflanzen? Wen interessiert's? *bildungsforschung*, 1.

- Tessartz, A. & Scheersoi, A. (2022). Plant Blindness begegnen—Pflanzen sichtbar machen. In U. Gebhard, A. Lude, A. Möller & A. Moormann (Hrsg.), *Naturerfahrung und Bildung* (S. 265–284). Springer VS.
- Uno, G. E. (2018). Plant blindness, science illiteracy, and the future of botany. *South African Journal of Botany*, 115, S. 277.
- Urhahne, D., Jeschke, J., Krombaß, A., & Harms, U. (2004). Die Validierung von Fragebogenerhebungen zum Interesse an Tieren und Pflanzen durch computer-gestützte Messdaten: The Validation of Questionnaire Data on Interest in Animals and Plants with Log Files. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 18(3/4), S. 213–219.
- Wandersee, J. H. (1986). Plants or animals – Which do junior high school students prefer to study? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(5), S. 415–426.
- Wandersee, J. H. & Schussler, E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), S. 2–9.



# Methodenbeiträge



# Wissenschaftstheoretische Spielregeln der Bildungsforschung verständlich erklärt

Gundula Wagner

## Zur Autorin

Gundula Wagner, Dr. MEd, Pädagogische Hochschule Wien

Kontakt: gundula.wagner@phwien.ac.at

## 1 Einleitung

Wissenschaftstheorien dienen, salopp formuliert, als *Spielregeln* des Wissenschaftsbetriebs, die festlegen, wann von wissenschaftlicher Erkenntnis gesprochen werden kann. Ähnlich den Regeln im „Mensch-ärgere-dich-nicht“, die das Zusammenspiel erst ermöglichen, bilden Wissenschaftstheorien die Basis eines gemeinsamen Verständnisses von Wissenschaftlichkeit. Die wichtigsten Regeln der jeweiligen Disziplinen gilt es sich anzueignen, will man im Wissenschaftsbetrieb mitspielen. Empirische Bildungsforschung orientiert sich dabei an den Spielregeln der empirischen Sozialwissenschaften (vgl. Gräsel 2015, S. 16).

Der vorliegende Beitrag enthält Beispiele wissenschaftstheoretischer Regelverstöße, so wie sie der Autorin im Laufe ihrer langjährigen Tätigkeit als Gutachterin immer wieder untergekommen sind. Ziel ist, die wichtigsten Spielregeln in Bezug auf Empirie, Theorie, Forschungsparadigma oder wissenschaftliche Problemstellung anschaulich und verständlich zu erklären.

## 2 Die Besonderheiten empirischer Daten und die Bedeutung der Theorie

„Empirische Sozialforschung umfasst jenen Bereich theoretischer Aussagen, die an *reale Erfahrungen* geknüpft werden können“ (Atteslander 2005, S. 4; Hervorhebung d. Autorin). Folge dessen lässt sich die Forschungsfrage, warum Lehrpersonen in ihrem Unterricht *keine* zweisprachigen Bilderbücher verwenden, empirisch nicht untersuchen. Haben Personen zu einem Sachverhalt keine Erfahrung, können sie darüber auch schwer berichten und ein dementsprechendes Interview wäre nach kürzester Zeit wieder zu Ende. Empirisch beantworten lässt sich dieses Phänomen daher nur über den Umweg, Lehrpersonen mit entsprechenden Erfahrungen über die von ihnen erlebten Schwierigkeiten im Unterricht zu befragen und daraus Rückschlüsse auf die Ursachen der seltenen Verwendung zu ziehen. Empirisch ebenfalls nicht zu beantworten wäre eine Forschungsfrage, die den Zusammenhang zwischen dem Rechtswissen von im Beruf stehenden Lehrpersonen mit dem österreichischen Schulrecht erkunden möchte. Hierbei handelt es sich um eine reine Wissensfrage, die mit einem Wissenstest überprüft werden kann. Zu einer Forschungsfrage wird sie erst, wenn das Rechtswissen mit den Erfahrungen der Lehrpersonen in Zusammenhang gebracht wird (z. B. In welchen Unterrichtssituationen erleben Lehrpersonen ihre Unsicherheit betreffend Rechtslage?).

Empirisch bedeutet also wortwörtlich *erfahrungsgemäß* und Erfahrungen machen wir in erster Linie mit unseren Sinnesorganen (vgl. Atteslander 2005, S. 4). Interviews, in denen die Befragten Spekulationen über künftige Ereignisse oder die Erfahrungen Dritter anstellen, sind für die empirische Forschung demnach weitgehend wertlos. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch die Übereinstimmung empirischer Daten mit dem Forschungsziel. So lässt sich die *Wirkung* einer schulischen Fördermaßnahme nicht erkunden, wenn hierzu Lehrpersonen interviewt werden. Hierfür braucht es eine Leistungsmessung an Schüler\*innen, erhoben im Rahmen eines Vorher-Nachher-Designs (= Lernerfahrungen der Schüler\*innen), oder es wird die Forschungsfrage in Richtung der *Meinung von Lehrpersonen über die Wirkung* der Maßnahme umformuliert (= Erfahrungen der Lehrpersonen durch Beobachtung der Schüler\*innen).

Empirische Daten, die ihrem Namen auch wirklich gerecht werden, sind also nicht immer so leicht zu erheben wie es zunächst vielleicht erscheint. Zudem bergen empirische Daten eine zweite Schwierigkeit in sich und die-

se erscheint etwas paradox in Zusammenhang mit der eben getätigten Aussage. Sie hat nämlich mit ihrer leichten Verfügbarkeit zu tun. Fragebögen sind schnell ausgeteilt und wieder eingesammelt, noch einfacher gestaltet sich die Datensammlung via Online-Tools. Im Zusammenhang mit den Möglichkeiten computergestützter Auswertung erweist sich das oft als fatal. Jedes Statistikprogramm korreliert uns die Anzahl der Störche im Burgenland mit der Geburtenrate, denn das Programm geht nicht inhaltlich, sondern rein mathematisch auf Basis von Zahlenwerten vor. Und so sind scheinbar wissenschaftliche Untersuchungen ohne jede theoretische Absicherung möglich. Das fiktive Beispiel mit den Störchen war bewusst provokant gewählt, näher an der bildungswissenschaftlichen Realität sind Lern-Apps mit integrierter Datensammlung zum Lernverhalten der Schüler\*innen, das sog. *learning analytics*. Gedacht als praxistaugliches Monitoring des Lernprozesses, haben diese Apps zumeist keine lerntheoretische Grundlage, aus der sich eine Forschungsfrage entwickeln ließe. Dennoch werden die Daten auch immer wieder zu Forschungszwecken herangezogen, frei nach dem Motto: Wer braucht schon eine Theorie, aus den Daten lässt sich sicher etwas herausholen! Ursache dieses *Empirismus*, also des Ignorierens von theoriegeleiteter Forschung, ist entweder Unwissenheit oder bewusster Missbrauch (vgl. Atteslander 2010, S. 6).

Den Versuchungen der Technik erliegen aber nicht nur quantitativ Forschende, auch in der qualitativen Forschung ist man davor nicht gefeit. Bei all den technischen Spielereien wie sie qualitative Auswertungsprogramme erlauben (z. B. Wörterwolken, Dokumenten-Portrait, Code-Matrix-Browser), wird mitunter zu wenig auf die Empirie der Daten geachtet. Vorsicht ist v. a. geboten, wenn die Daten aus bereits vorliegenden Textsorten und nicht aus selbst transkribierten Interviews stammen. In diesem Fall ist penibel darauf zu achten, dass nur Textsorten des alltäglichen Lebens (Tagebucheinträge, Chats etc.) kodiert werden. Bei der Kodierung wird laut Bortz und Döring (2006, S. 330) in einem *auf Erfahrungen beruhendem Datenmaterial* nach Mustern theoretischer Aussagen, den sog. Kategorien, gesucht. Werden hingegen z. B. zum Thema „Informelles Lernen von Berufseinsteiger\*innen“ keine Aussagen von interviewten Personen sondern Begriffsdefinitionen in entsprechenden wissenschaftlichen Artikeln kodiert, findet *keine* empirische Forschung statt. Darüber dürfen weder die im konkreten Fall eingesetzte qualitative Inhaltsanalyse noch die Visualisierung der „Ergebnisse“ hinwegtäuschen.

Diese Absage an eine irreführende Kodierung von wissenschaftlichen Artikeln darf nicht als Absage an ein klassisches Literaturstudium missverstanden werden, das zu den üblichen theoretischen Vorarbeiten jeder empirischen Studie gehört. Zu diesen Vorarbeiten zählt auch das Verfassen eines *Review-artikels*, in dem aktuelle Studienergebnisse zusammengefasst werden. Davon wiederum klar zu trennen sind *Metastudien*. Diese fassen den aktuellen Forschungsstand nicht inhaltlich zusammen, sondern aggregieren die empirischen Einzelergebnisse inhaltlich homogener Primärstudien statistisch zu einem neuen Forschungsergebnis (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 673). Das bekannteste Beispiel hierzu ist wahrscheinlich Hatties Studie *Visible learning* (Hattie 2008).

### 3 Qualitatives und quantitatives Forschungsparadigma

Mit der Frage, was ein Paradigma kennzeichnet, tauchen wir nun tief in die Thematik der Wissenschaftstheorie ein. Ein Paradigma bezeichnet nach Bortz und Döring (2006, S. 15) „das allgemein akzeptierte Vorgehen (Modus operandi) einer wissenschaftlichen Disziplin einschließlich eines gemeinsamen Verständnisses von ‚Wissenschaftlichkeit‘“. Nach Friedrichs (1980, S. 61) ist es ein „Muster zur Problemlösung“, verständlicher erscheint aber der Vergleich mit einer bestimmten Brille, durch die ich auf einen konkreten Gegenstand blicke. Ähnlich einer 3D-Brille erscheinen einige Aspekte des Gegenstands nun sichtbar, während andere unsichtbar bleiben. Wird die Brille, sprich das Paradigma, gewechselt, kommen neue Aspekte zum Vorschein.

Während das quantitative Paradigma seine Wurzeln im Kritischen Rationalismus nach Sir Karl Popper hat, ist die wissenschaftstheoretische Basis des qualitativen Paradigmas weit weniger eindeutig (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 302ff.). Allerdings lässt sich das qualitative Paradigma auch über die Abgrenzung zum Kritischen Rationalismus erklären. Bekannt ist hierzu Poppers Beispiel mit den Schwänen, in dem ich angesichts eines weißen Schwans, nach der Logik der Induktion, den Schluss ziehe, alle Schwäne seien weiß. Der *induktive Schluss*, auch als Verifikation bezeichnet, geht also vom Speziellen zum Allgemeinen und kennzeichnet maßgeblich das qualitative Paradigma. Das quantitative Paradigma charakterisiert sich hingegen v. a. durch den *deduktiven Schluss*, der vom Allgemeinen zum Speziellen führt und auch als Falsifikation bezeichnet wird. Hier prüfe ich die Annahme, dass Schwäne weiß sind, an jedem einzelnen Schwan und halte die Annahme so lange aufrecht, bis ich

auf einen andersfärbigen Schwan treffe. Aus diesem wissenschaftstheoretischen Beispiel ein Untersuchungsdesign abzuleiten, fällt Forschungsnoviz\*innen erfahrungsgemäß sehr schwer. Denn was ist nun genau das Spezielle und was das Allgemeine? Als Daumenregel gilt: Das Spezielle ist die Stichprobe, das Allgemeine ist die Theorie bzw. Hypothese. Die qualitative Forschung entwickelt also aus einem beobachteten Phänomen in der Stichprobe eine Hypothese, während die quantitative Forschung eine Hypothese an einer Stichprobe prüft. Einmal ist die Hypothese Resultat, einmal Ausgangspunkt der Untersuchung (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 31). Weil aber auch diese Daumenregel für den Entwurf eines Untersuchungsdesigns nach wie vor sehr abstrakt ist, folgen nun zwei anschauliche Beispiele für das qualitative und quantitative Forschungsparadigma, erklärt am Beispiel des Kochens.

Will ich gemäß des qualitativen Forschungsparadigmas für Gäste Pasta kochen, verschaffe ich mir in Kochbüchern zunächst einen Überblick über verschiedenen Pasta-Rezepte (= theoretische Eingrenzung des Untersuchungsgegenstands). Weil ich aber meine, dass ihnen keines der Rezepte so richtig zusagt, beginne ich meine Gäste (= Stichprobe) zu ihrem liebsten Pasta-Rezept zu befragen (= das Spezielle). Anhand der vorgefundenen Antworten erstelle ich (= subjektive Dateninterpretation) aus den Gemeinsamkeiten ein neues Pasta-Rezept (= neue Theorie; das Allgemeine), das nicht nur meinen Gästen sondern möglichst vielen Personen schmecken soll (= Hypothese) (vgl. Wagner 2019).

Dieses Vorgehen wird hypothesengenerierend oder auch theoriebildend genannt. In unserem Beispiel wird eine neue Theorie entwickelt, indem versucht wird, den gemeinsamen Geschmack der Personen einer Stichprobe *interpretativ zu verstehen* und in einem Rezept zu *beschreiben*. Darin versteckt sich auch eine Hypothese, nämlich dass das neue Rezept schmecken soll. Zweck qualitativer Forschung ist somit die *Beschreibung von Phänomenen*, aus denen eine Theorie bzw. Hypothese abgeleitet wird, niemals aber deren Prüfung (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 30f.). Das Kochen des Rezepts mit anschließender Geschmacksprüfung ist vergleichbar mit dem quantitativen Paradigma. Auch dies wird an einem anschaulichen Beispiel erklärt.

Gemäß des quantitativen Paradigmas will ich entweder das obige Rezept auf seine Tauglichkeit prüfen oder ich suche mir aus einem Kochbuch ein Rezept z. B. für „Spaghetti Bolognese“ heraus (= Theorie; das Allgemeine). Weil ich davon ausgehe, dass es schmeckt (= Hypothese), erstelle ich eine Einkaufsliste für

meinen Einkauf und koche genau nach diesem Rezept (= standardisierte Datenerhebung). Anschließend lasse ich von einer unabhängigen Jury (= Stichprobe) anhand vorgegebener Kriterien prüfen (= standardisierte Datenauswertung), ob mein Rezept aus dem Kochbuch bzw. das eigens entwickelte Rezept (= das Spezielle) tatsächlich geschmeckt hat (vgl. Wagner 2019).

Dieses Vorgehen wird hypothesen- oder theorieprüfend genannt. Im konkreten Beispiel wird nach vorgegebenen Kriterien *gemessen*, ob die Hypothese, nämlich dass das Rezept aus dem Kochbuch schmeckt, zutrifft. Es wird ein *Kausalzusammenhang* zwischen Rezept und Geschmackserlebnis hergestellt. Das Rezept wird ggf. als brauchbar *erklärt* und damit geprüft<sup>1</sup>. Zweck quantitativer Forschung ist also die *Prüfung einer Theorie bzw. Hypothese* an einer Stichprobe (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 30).

In Publikationen immer wieder zu beobachten ist nun die *Verwechslung* des quantitativen *Paradigmas* mit geschlossenen *Antwortformaten*<sup>2</sup>. Aus der Verwendung von Fragebögen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten wird vorschnell auf ein quantitatives Untersuchungsdesign geschlossen. Das ist wissenschaftstheoretisch so nicht korrekt, wie in den obigen Beispielen zu den Zielstellungen des qualitativen und quantitativen Paradigmas erläutert wurde. Nicht ein geschlossenes Antwortformat allein charakterisiert quantitative Forschung, in erster Linie ist es der Anspruch der Hypothesenprüfung<sup>1</sup>. Wird also in einer Untersuchung ein Fragebogen mit geschlossenen Antwortmöglichkeiten verwendet, in den Analysen beschränkt sich die Studie aber auf die Beschreibung der Stichprobe mittels deskriptiver Statistik (Häufigkeitsauszählungen, Mittelwerten etc.), kann nicht von einer quantitativen Untersuchung gesprochen werden. Hierbei handelt es sich um eine *deskriptive Studie*, deren Ziel die Beschreibung von Phänomenen ähnlich der Zielstellung einer qualitativen Studie ist (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 356). Da keine Hypothesenprüfung<sup>1</sup> durchgeführt wird, ist es auch obsolet, vorneweg Hypothesen zur Ursachenerklärung zu formulieren. Deskriptive Studien müssen sich mit qualitativen *Wie-Fragen* begnügen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass offene und geschlossene Antwortformate in ein und demselben Fragebogen auch nicht automatisch als

<sup>1</sup> Für eine detaillierte Erklärung der mathematisch statistischen Grundlage einer Hypothesenprüfung siehe den entsprechenden Beitrag von Wagner in diesem Band.

<sup>2</sup> Für weitere Erklärungen zu offenen und geschlossenen Antwortformaten siehe z. B. Atteslander (2015, S. 146ff.).

*Mixed-Method-Studie* bezeichnet werden können. Vielmehr handelt es sich dabei um eine Datentriangulation in einem Multi-Method-Design. Von einem sinnvollen Mix kann z. B. gesprochen werden, wenn eine qualitativ entwickelte Hypothese in derselben Studie auch gleich quantitativ geprüft wird (z. B. Rezept wird entwickelt und gekocht). Ebenso sinnvoll ist es, im Falle unerwarteter quantitativer Ergebnisse in derselben Studie zu Verständniszwecken qualitativ nachzuforschen (z. B. nachfragen, warum das Rezept nicht geschmeckt hat) (vgl. Cresswell & Plano Clark 2018, S. 8ff.).

#### 4 Unterschied praktisches und wissenschaftliches Problem

Wissenschaftstheoretisch wird zwischen der Grundlagenforschung und jener Forschung, die auf die Anwendung ihrer Ergebnisse ausgerichtet ist, unterschieden. Der Begriff der berufsfeldbezogenen Forschung taucht v. a. im Umfeld Pädagogischer Hochschulen in Österreich auf. Bortz und Döring (2006, S. 99) sprechen stattdessen von Evaluations- oder Begleitforschung in Abgrenzung zur Grundlagenforschung. Reinders et al. (2015, S. 260) wiederum nennen die reine Grundlagenforschung bzw. die *Anwendungsforschung* als zwei Pole auf einem Kontinuum von Zielsetzungen. Unabhängig welche Bezeichnung für praxisorientierte Forschung gewählt wird, hat sie allgemeinen wissenschaftlichen Kriterien zu genügen (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 98). Andernfalls handelt es sich um Praxisberichte, Unterrichtsreflexionen oder Fallarbeiten.

Worauf in den meisten Lehrbüchern zu empirischen Methoden allerdings vergessen wird, ist der wissenschaftstheoretische Hinweis, dass ein praktisches Problem, von dem die Anwendungsforschung ausgeht, und ein wissenschaftliches Problem in der Grundlagenforschung nicht ein und dasselbe sind. Vielmehr haben diese beiden Phänomene wenig miteinander zu tun und diese Tatsache lässt viele Forschungsnoviz\*innen beinahe verzweifeln. Es braucht mitunter einiges an Übung bis der – in der Anwendungsforschung notwendige – Wechsel vom praktischen zum wissenschaftlichen Problem gelingt.

Deshalb hier nochmals zur Erklärung: Ein praktisches Problem im Kontext von Schule entsteht, wenn z. B. im Unterricht etwas nicht oder nur mangelhaft funktioniert. Der praktische Anlass muss aber nicht unbedingt ein Problem darstellen, es kann auch einfach der Wunsch bestehen, die Effektivität einer Maßnahme im Sinne der Qualitätssicherung zu evaluieren. Praktisches Ziel der Anwendungsforschung ist in beiden Fällen die praktische Erkennt-

nis, wie die Maßnahme optimiert werden kann. Ein wissenschaftliches Problem hingegen ist eine Forschungslücke in Studien, d. h. es ist zu wenig über ein theoretisches Phänomen bekannt. Ziel der Grundlagenforschung ist, diese Forschungslücke zu schließen, also theoretische Erkenntnis zu gewinnen. Niemals will sie ein praktisches Problem lösen.

Unser Problem als Forschende, die wir Anwendungsforschung betreiben sollen, lautet nun: Wie kommen wir vom praktischen zum wissenschaftlichen Problem? Friedrichs spricht in diesem Zusammenhang von der *Konzeptualisierung* einer Studie, „inder [sic!] für den explizierten Entdeckungszusammenhang [= der praktische Anlass] und den weitgehend antizipierten Verwertungszusammenhang eines Problems [= erhoffter praktischer Nutzen] ein angemessener Begründungszusammenhang [= Einordnung in den Forschungsstand] entwickelt wird“ (1980, S. 113; Anm. d. Autorin). Mit anderen Worten: Wir müssen nach einer passenden Theorie zur wissenschaftlichen Erklärung des praktischen Problems Ausschau halten (siehe auch Kap. 1).

Hier nun ein konkretes Beispiel: Eine Schule tritt an uns heran und möchte evaluiert haben, ob die Eltern mit dem Förderangebot am Standort zufrieden sind. Ein rein praktisches Evaluationsvorhaben würde Eltern über ihre Zufriedenheit mit dem offensichtlichen Angebot befragen, vergleichbar mit einer Meinungsforschung. Anwendungsforschung, die wissenschaftlichen Kriterien entsprechen will, muss aber zuerst nach einem theoretischen Begründungszusammenhang suchen. Anbieten würde sich in unserem Fall die *Selbstbestimmungstheorie* von Ryan und Deci (2020), anhand derer sich eine fördernde Lernumgebung definieren lässt. Demnach sind das Erleben von Kompetenz und Autonomie sowie das Gefühl des Eingebundenseins maßgeblich für das Wohlbefinden in der Schule verantwortlich. Die Beschäftigung mit der Selbstbestimmungstheorie fördert dann auch eine Forschungslücke zu Tage, nämlich dass es keine Untersuchungen zu den Vorstellungen von Eltern über eine fördernde Lernumgebung gibt. Für unsere Studie bietet sich daher ein qualitatives Untersuchungsdesign zur Theorie- bzw. Hypothesenbildung über die Vorstellungen der Eltern an. Die Befragung der Eltern bzw. die Analyse der Antworten führt uns zur *wissenschaftlichen Erkenntnis*, dass sich die Vorstellungen der Eltern größtenteils mit der Selbstbestimmungstheorie decken, sie aber andererseits zu wenig wissen, was dazu in der Schule genau passiert. Unsere *praktische Empfehlung* lautet daher, dass die Schule deutlicher an die Eltern

kommunizieren sollte, wo und wie das Erleben von Kompetenz und Autonomie sowie das Gefühl des Eingebundenseins gefördert wird.

## 5 Schlussbemerkung

Wissenschaftstheorie ist ein sehr weites Themengebiet, von dem hier nur ein ganz kleiner Ausschnitt behandelt werden konnte. Die Autorin hofft dennoch, dass sie den Leser\*innen die eine oder andere wissenschaftstheoretische Spielregel näher erläutern konnte. Zum Abschluss soll nochmals auf den wichtigsten Punkt, nämlich auf den theoretischen Bezugsrahmen von empirischen Studien hingewiesen werden, dessen Bedeutung insbesondere in der Anwendungsforschung zum Tragen kommt.

## Literatur

- Atteslander, P. (2010). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Gräsel, C. (2015). Was ist Empirische Bildungsforschung? In H. Reinders, H. Ditton, Gräsel, C. & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Strukturen und Methoden* (S. 15–30). Wiesbaden: Springer.
- Cresswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Los Angeles: Sage.
- Friedrichs, J. (1980). *Methoden empirischer Sozialforschung*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Hattie, J. A. C. (2008). *Visible learning. A synthesis over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Reinders, H., Gräsel, C. & Ditton, H. (2015). Praxisbezug Empirischer Bildungsforschung. In H. Reinders, H. Ditton, Gräsel, C. & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Gegenstandsbereiche* (S. 259–272). Wiesbaden: Springer.
- Ryan, R. & Deci, E. (2020). Intrinsic and Extrinsic Motivation from a Self-Determination Theory Perspective: Definitions, Theory, Practices, and Future Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, S. 1–11.
- Wagner, G. (2019). *FQAs – Häufige Fragen* [nicht öffentlich zugängliche Mahara Lernplattform] Abrufbar unter: <https://mahara.ph-noe.ac.at/user/p-groissboeck/fqs-haeufige-fragen> (2023-0731).



# Gruppendiskussionen und Fokusgruppen: Ein Diskurs von Erkenntnispotenzial bis Moderationsanspruch

Karin Scaria-Braunstein

## Zur Autorin

Karin Scaria-Braunstein, BA MA, Universität Graz, Institut für Soziologie

Kontakt: karin.scaria-braunstein@uni-graz.at

## 1 Ein paar Bemerkungen vorweg

Dieser Beitrag soll zweierlei bewirken: einerseits die Potenziale von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen darlegen und andererseits anhand der vielfältigen Perspektiven und Auffassungen, den fortwährenden Weiterentwicklungen und Ausdifferenzierungen aufzeigen, dass die Beachtung ein paar zentraler Elemente die Auswahl der Methode und den Einsatz in der Praxis erleichtern können, ohne dabei eine tiefere methodische und methodologische Auseinandersetzung scheuen zu müssen. Beliebigkeit wäre beiden Methoden nicht angemessen, auch wenn nicht alles an ihnen glänzt.

Die Bezeichnungen Gruppendiskussion und Fokusgruppen werden oftmals synonym gebraucht, manchmal aber auch entschlossen voneinander abgegrenzt. Zur Unterscheidung von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen finden sich in einigen einschlägigen Methodenbeiträgen historische Nachzeichnungen (siehe u. a. Bogner & Leuthold 2002; Przyborski & Riegler 2010), diese müssen daher hier im Detail nicht nochmals aufgearbeitet werden. Grob lassen sich angelsächsische von deutschen Forschungstraditionen differenzieren. Die wesentliche Unterscheidungslinie kann demnach daran vermessen werden, dass sich Gruppendiskussionen im ursprünglichen Sinne des Frankfurter Instituts für Sozialforschung dadurch auszeichnen, latente Sinngehalte von Aussagen, die manifest vorliegen, zu ergründen. Fokusgrup-

pen hingegen, beruhend auf Merton et al. (1990), erschließen in der Grundausrichtung spezifische Muster zu Reaktionen und Einstellungen mittels eines Stimulus und werden oftmals (und durchaus als verkürzend kritisiert, etwa Przyborski & Riegler 2010, S. 436; Bogner & Leuthold 2002, S. 160) einem eher quantitativen Forschungsverständnis zugeordnet. Diese Unterscheidungslinien weichen jedoch im Zeitverlauf zusehends auf (vgl. Bogner & Leuthold 2002, S. 157ff.), die Weiterentwicklung der Methoden ist durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet.

Darüber, wann der „Boom“ sowohl von Fokusgruppen als auch von Gruppendiskussionen in der empirischen Sozialwissenschaft und in anderen Disziplinen eingesetzt hat, gibt es keine einheitliche Auffassung, eine zeitliche Marke ist schwer zu setzen. Dies mag vor allem daran liegen, dass der Einsatz der Methoden in verschiedenen Settings und in unterschiedlichen Disziplinen erfolgte und immer noch erfolgt. Zunächst aber erhielten beide Methoden in der Literatur wenig beziehungsweise unzureichende Aufmerksamkeit (vgl. Dreher & Dreher 1995, S. 186; Bogner & Leuthold 2002, S. 155). Heute findet sich eine schier unüberschaubare Anzahl an Publikationen, in denen Fokusgruppen und Gruppendiskussionen methodisch besprochen oder deren Einsatz in Forschungsprojekten dargelegt werden.

## 2 Erkenntnispotenziale und Erkenntnisinteressen

Die enorme Beliebtheit von Fokusgruppen und Gruppendiskussionen in der empirischen Forschung kann auf ein mannigfaltiges Erkenntnispotenzial zurückgeführt werden. Laut Kühn und Koschel (2011) eignen sich Gruppendiskussionen – ohne Abgrenzung zu Fokusgruppen – zum „a) Verstehen und [E]ntwickeln, b) [T]esten, [R]evidieren und [U]msetzen, c) [E]valuieren und [O]ptimieren“ (S. 34). Die Bandbreite des Erkenntnisinteresses umfasst damit das Explorieren und Aufdecken von Wahrnehmungen und den damit zusammenhängenden, latenten Sinnstrukturen in bislang weitgehend unerforschten Feldern, das Testen von bestehenden Prozessen oder Produkten sowie deren Bewertungen (vgl. Kühn & Koschel 2011, S. 34f.). Fokusgruppen, so arbeitet Schulz (2012) heraus, können u. a. in der Marktforschung für Zielgruppentestungen eingesetzt werden. Sie finden Anwendung in der Erkundung von Meinungen sozialer Gruppen für die Politikberatung, dienen in Mediations-

prozessen dem Ziel einer Konsensbildung, sind Mittel für die Akzeptanzanalyse und werden für Evaluierungen herangezogen (vgl. Schulz 2012, S. 10f.).

Mit dieser kurzen Übersicht sind die Erkenntnispotenziale von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen freilich keineswegs vollständig dargestellt. Die Erwähnung des Einsatzes der Methoden für partizipative Zugänge und politische Forschungsfelder sowie emotionale Problemzusammenhänge soll nicht ausbleiben (vgl. Bogner & Leuthold 2002, S. 155), wenngleich es gilt, Einschränkungen hinsichtlich besonders sensibler Themengebiete zu beachten, die etwa mit Stigmatisierungserfahrungen einhergehen könnten (vgl. Schulz 2012, S. 11f.). Für die Anwendung von Fokusgruppen in der partizipativen Forschung kann laut Bär et al. (2020) zukünftig ein noch breiteres Einsatzgebiet etwa für Präventionsmaßnahmen im Gesundheitsbereich erwartet werden, obwohl in diesem Forschungsgebiet der Umfang des Erkenntnispotenzials erst noch erschlossen werden muss (vgl. ebd., 228f.). Einige Forschungsarbeiten, etwa im Feld der Pädagogik sowie der Erziehungs- und Bildungswissenschaften, eruieren zudem fortwährend neue Erkenntnisoptionen mittels Methodenverbindungen oder Spezialisierungen. Dazu zählen u. a. methodologische Auseinandersetzungen (Geipel 2019) und methodische Erweiterungen (Bremer 2004).

Die vielfältigen Erkenntnismöglichkeiten durch Fokusgruppen und Gruppendiskussionen scheinen ein großer Gewinn für die empirische Forschung, die Potenziale immer noch nicht ausgeschöpft zu sein. Mit diesem bunten Potpourri an Verfahren geht aber auch eine Schwierigkeit für das Design von Forschungsprojekten einher: eine Entscheidung für einen methodischen Zugang überhaupt und sodann für einen spezifischen innerhalb der Methoden Fokusgruppen und Gruppendiskussion zu treffen. Primär festzulegen ist daher immer, welches konkrete Erkenntnisinteresse vorliegt. Das mag im wissenschaftlichen Kontext zunächst trivial erscheinen, ist aber – nicht nur für Nachwuchswissenschaftler\*innen – am Beginn einer Forschungsarbeit oftmals zunächst nicht so einfach und präzise zu benennen und entwickelt sich allenfalls erst im Verlauf der Ausarbeitung eines Forschungsthemas. Ist das Erkenntnisinteresse jedoch nicht eindeutig bestimmbar, kann keine fundierte Entscheidung für die Forschungsmethode – oder für ein Forschungsprogramm, im Zusammenhang mit Gruppendiskussionen und Fokusgruppen etwa die Dokumentarische Methode nach Ralf Bohnsack (Bohnsack 1999; Bohnsack 2007; Bohnsack et al. 2013) oder den Designed-Based Research Ansatz (u. a. Reimann 2011) – ge-

troffen werden. Das Problem eines unklaren Erkenntnisinteresses wird außerdem, wie Erfahrungen zeigen, spätestens in der Leitfadenzonzeption virulent. Dazu später mehr.

### 3 Einzel- oder Gruppensetting?

In der Praxis stellt sich häufig in der Auseinandersetzung mit der Methodenwahl schnell die nächste Frage: Ist ein Einzel- oder Gruppensetting im Rahmen von Befragungsmethoden zur Erreichung des Erkenntnisinteresses die richtige Wahl?

Einzelinterviews sollten laut Kühn und Koschel (2011, S. 53) immer dann gewählt werden, wenn der Scheinwerfer auf das Individuum gerichtet ist, Gruppendiskussion hingegen, wenn die Gruppe im Mittelpunkt steht. Ein eingängiger Merksatz der Autoren lautet: „Eine Gruppendiskussion sollte nicht als eine Art Parallelinterview begriffen werden, bei dem aus zeitökonomischen Gründen mehrere Einzelpersonen gleichzeitig befragt werden.“ (ebd.). Der ökonomische Aspekt, der insbesondere mit der Wahl einer Fokusgruppe einhergeht, ist gleichwohl ein viel diskutiertes Thema (siehe etwa Loos & Schäffer 2001; Bogner & Leuthold 2002; Schulz 2012), im Forschungsalltag und aufgrund oftmals begrenzter Ressourcen kann er nicht gänzlich unterschlagen werden. Gleichzeitig gilt es, Kühn und Koschel darin zu unterstützen, Gruppendiskussionen und Fokusgruppen nicht als Einzelinterviews in einem Gruppensetting misszuverstehen. Während Fokusgruppen also der Ruf nachhängt, als schnelle, ressourcensparende und oberflächliche Methode vor allem in Drittmittelprojekten einsetzbar zu sein (vgl. Schulz 2012, S. 9), belegt die vorliegende Literatur die Komplexität für Gruppensettings, dies gilt – wenn die Unterscheidung aufrechterhalten wird – sowohl für Gruppendiskussionen als auch für Fokusgruppen.

### 4 Interaktion, Prozess und Struktur

Diskussionen in einer Gruppe bewirken aufgrund der Interaktionen Vor- und Nachteile, wie auch Besonderheiten, die beachtet werden sollten. Loos und Schäffer (2001) eruieren genuine Unterscheidungen für die Bedeutung von Gruppensettings je nach Erkenntnisinteresse. Die Autoren differenzieren zwischen Prozess und Struktur sowie, damit verbunden, zwischen Emergenz

und Repräsentanz: Interessieren an einer Gruppendiskussion soziale Gemeinsamkeiten der Teilnehmer\*innen, also geteilte soziale Hintergründe (Klasse/Milieu, Generationszusammenhänge usw.), dann stehen diese Strukturen im Vordergrund, und die damit verbundenen Meinungen und Einstellungen dieser Gruppe, die als Stellvertretung zu behandeln sind (Repräsentanz). Liegt das Augenmerk hingegen (nur) auf dem Gruppenprozess in der Gruppendiskussion – Loos und Schäffer führen hierfür als Beispiel die Erfahrungen einer Lerngruppe an – dann ist das Aussage- und Interpretationspotenzial auf diese Gruppe und die spezifische Gruppendiskussion begrenzt (Emergenz) (vgl. ebd., S. 100). Laut Bogner und Leuthold (2002) ist allerdings die strikte Unterteilung in Prozess/Emergenz und Struktur/Repräsentanz für die Beleuchtung von Fokusgruppen mit Expert\*innen nicht einlösbar. Die Autoren plädieren dafür „[...] jenseits der beiden skizzierten Extreme von einem Interaktionsmodell auszugehen, das man als ‚weiches‘ – gewissermaßen interaktionistisch aufgeladenes – Repräsentationsmodell bezeichnen könnte“ (ebd., S. 162). Das Gruppensetting dient in diesem Verständnis „der *Produktion* und *Darstellung*, nicht aber der *Aushandlung* von Meinungen“ (Bogner & Leuthold 2002, S. 162), wenngleich die Interaktion im Rahmen der Fokusgruppe Einfluss auf die Formulierungen der Expert\*innen habe und Anpassungseffekte zu beobachten seien (ebd.). Vogl (2014) wiederum benennt als wesentlichen Vorteil der Gruppendiskussion – ohne Abgrenzung zu Fokusgruppen – die Sichtbarwerdung von Orientierungen im Prozess der Auseinandersetzung. Die gegenseitige Beeinflussung der Teilnehmer\*innen gleiche einer Alltagssituation, weit mehr als die Befragung in einem Einzelsetting. Und dennoch, so Vogl, weisen Gruppensettings u. a. das Problem der sozialen Erwünschtheit auf, auch sie verweist wie Bogner und Leuthold auf Anpassungsmechanismen in der Situation der Diskussion (vgl. ebd., S. 582). Eine Möglichkeit, diese Wirkungsweisen der gegenseitigen Beeinflussung fruchtbar zu machen, legen Dreher und Dreher (1995) anhand der „Bedingungen der kontrollierten Gruppendiskussion“ (ebd., S. 187f.) vor. Nach dem Austausch subjektiver Meinungen in der Gruppe, der der jeweiligen Standpunktbestimmung dienen soll, erfolgt die Diskussion, und die Veränderungen der ursprünglichen Meinungen sind dadurch belegbar, wobei die Grundvoraussetzung für diese Vorgehensweise ist, „[...] daß die Beteiligten die Erweiterung der eigenen Perspektive als Ziel der Diskussion anerkennen und nicht bei der Verteidigung des eigenen Standpunktes stehenbleiben“ (ebd., S. 188). Die Dokumentari-

sche Methode wiederum zielt (sehr verkürzt formuliert) auf die Rekonstruktion kollektiver Orientierungen ab, die in der Diskussion gemeinsam hervorgebracht werden sollen (vgl. Bohnsack 1999, S. 34).

Zusammengenommen gibt es eine lange Debatte über die Unterschiede von sowohl Einzel- und Gruppensettings im Allgemeinen als auch von der Bedeutung und Relevanz von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen im Besonderen, die hier nur auszugsweise dargestellt werden konnte. Diese unterschiedlichen Verständnisse und Deutungen mögen Verunsicherungen hervorrufen. Schließlich aber können sie als hilfreich angesehen werden, um in der Praxis reflektiert auf den Forschungsprozess, die Erkenntnismöglichkeiten und Interpretationspotenziale zu blicken. Kühn und Koschel (2011) attestieren, dass es aufgrund divergierender Auffassungen und der vielfältigen Einsatzgebiete wichtig ist, Qualitätskriterien für Gruppendiskussionen und Fokusgruppen zu bestimmen und offenzulegen, gerade weil „[...] es kein anerkanntes Rezept für das Design und die Auswertung einer Gruppendiskussion gibt“ (ebd. S. 16). Schulz (2012) ortet aufgrund dessen die Notwendigkeit für eine weitere methodologische Auseinandersetzung (ebd., S. 19) – und diese Forderung ist keineswegs neu (siehe etwa Morgan 1996).

## 5 Gruppenzusammensetzungen

Soweit nun geklärt ist, dass Fokusgruppen und Gruppendiskussionen in den Grundlagen nicht kurz und bündig zu definieren sind, aber die Methoden eine Bandbreite an Möglichkeiten bieten, kommen wir zum nächsten Punkt: der Gruppenzusammensetzung. Die Auswahl der Teilnehmer\*innen beruht u. a. auf einigen Faktoren, die bereits oben angeführt sind und womit vorweggenommen ist, dass es auch hierbei nicht den einen „richtigen“ Weg gibt.

Eine Zufallsauswahl der Fokusgruppenteilnehmer\*innen ist in der Praxis, so Schulz (2012) kaum realisierbar, müsste doch erst aufwendig die Zugehörigkeit der Personen zur Zielgruppe ermittelt werden. Eine gezielte Teilnehmer\*innenauswahl erfolgt laut Schulz daher zumeist anhand unterschiedlicher Kriterien, darunter fallen soziodemographische Merkmale und Gruppenmerkmale (vgl. ebd., S. 14). Loos und Schäffer (2001) bezeichnen die Zusammensetzung einer Gruppe anhand soziodemographischer Merkmale als „künstlich“ (ebd., S. 99), wohingegen die Auswahl anhand von geteilten „Sozialisationsgeschichten“ (ebd.) eine gänzlich andere Vorgehensweise begründe. Kühn und

Koschel (2011) holen für die Festlegung der Gruppenzusammensetzung weiter aus und erörtern die Aspekte der Homogenität und Heterogenität von Gruppen. Nicht die Repräsentativität, sondern die Betroffenheit sollte im Verständnis qualitativer Forschung das maßgebliche Auswahlkriterium bilden: „Bei der Bestimmung des richtigen Spannungsverhältnisses von Homogenität und Heterogenität kommt es nicht immer nur auf soziodemographische Merkmale oder den Bezug zu bestimmten Marken/Produkten an“ (ebd., S. 72). Werden mehrere Gruppendiskussionen oder Fokusgruppen mit Teilgruppen durchgeführt, so Kühn und Koschel, sollte diese Zusammenstellung wiederum möglichst mit dem primären Gesichtspunkt der Homogenität geschehen (etwa User\*innen/Nicht-User\*innen), die heterogenen Merkmale (etwa Geschlecht) hingegen nicht das zentrale Erkenntnisinteresse darstellen (vgl. ebd.).

Die Zusammensetzung der Gruppen sollte nach überlegten Kriterien erfolgen, die dem Erkenntnisinteresse entsprechen. Nicht immer aber ist es möglich, die gewünschte Gruppenzusammensetzung zu erzielen. Dann muss mit den Gegebenheiten umgegangen werden und die Bedingungen, die sich aus der Gruppenkonstitution ergeben, transparent und nachvollziehbar sein. Nicht auszuschließen ist, dass sich bis dahin unbeachtete Konstellationen ergeben, die neue Perspektiven eröffnen. Jedenfalls ist nicht alles verloren, wenn es nicht optimal nach Plan verläuft.

Hinsichtlich der Anzahl der Teilnehmer\*innen empfehlen Kühn und Koschel acht bis zehn Personen zu rekrutieren (ebd., S. 77), Schulz (2012) gibt eine Anzahl zwischen sechs bis zwölf Teilnehmer\*innen an (ebd., S. 13). Eine Gruppengröße in diesen Größenordnungen ist aus der Erfahrung für Gruppendiskussionen und Fokusgruppen bestens geeignet, sie ermöglicht sowohl Übersicht also auch Diskussionsbeteiligung. Dennoch soll nicht unterschlagen werden, dass die Rahmenbedingungen manchmal Abweichungen bewirken, dazu zählen nicht nur die gegebenen Raumoptionen.

## 6 Leitfaden – Wie beginnen, wo enden?

Die Konzeption des Leitfadens für Gruppendiskussionen und Fokusgruppen ist eine handwerkliche, wenn auch nicht zu unterschätzende Aufgabe, für die sich bereits zahlreiche Hilfestellungen in der Literatur finden lassen. Probleme in der Praxis ergeben sich oftmals aufgrund einer unklaren Fragestellung. Deren Auswirkung ist daran erkennbar, dass die Dimensionen für den Leitfa-

den nicht benennbar sind, die Konzeption kommt nicht auf den Boden. Eine weitere Schwierigkeit zeigt sich in einer adäquaten sprachlichen Formulierung der Fragen, die mitunter in der Forschungssprache verhaftet bleibt. Im denkbar schlechtesten Fall werden die Forschungsfragen direkt in den Leitfaden übertragen. Der Leitfaden wird sich vor allem dann als erfolgreiches Hilfsmittel erweisen, wenn eine umfassende Beschäftigung mit dem Forschungsthema im Vorfeld stattgefunden hat. Um die Ausführungen von oben noch einmal in diesen praktischen Arbeitsschritt zu übertragen, muss u. a. festgelegt bzw. geprüft werden: (1) ob sich ein Gruppensetting tatsächlich für die Beantwortung der Forschungsfrage(n) eignet, (2) ob kollektive Deutungen oder gemeinsame Ausverhandlungen von Interesse sind und (3) wie die Interaktionen und Dynamiken in der Gruppe erfasst werden.

Die Konzeption eines Leitfadens beinhaltet viele Schritte und Überlegungen, hier sollen nur ein paar wenige Aspekte aufgegriffen werden.

Grundsätzlich bietet die Ausgestaltung eines Leitfadens verschiedene Möglichkeiten, er kann konkret formulierte Fragen oder grobe Themenstellungen beinhalten, die in der Ausformulierung der Moderation überlassen sind (vgl. Mack & Tampe-Mai 2012, S. 67). Kühn und Koschel (2011) widmen sich ausgiebig der Bedeutung und dem Aufbau eines Leitfadens. Ein zentraler Befund dabei ist, dass der Leitfaden eine Linie vorgibt, die aber Offenheit zulassen muss: „Das bedeutet, dass eine Gruppendiskussion nie durch den Leitfaden derart vorbestimmt sein sollte, dass dadurch den Teilnehmern quasi die Luft abgeschnitten wird, eigene Impulse zu setzen“ (ebd., S. 93), der Leitfaden, so Schulz (2012), soll „[...] den Gesprächsverlauf nicht determinieren“ (ebd. S. 16). Je nach Strukturierungsgrad des Leitfadens und insbesondere bei konkreten Frageformulierungen, sollte er vor dem Feldeinsatz einer Vorabtestung unterzogen werden. Hierfür stehen unterschiedliche Testmethoden zur Verfügung, die auch in der Umfrageforschung Anwendung finden. Faulbaum et al. (2009) unterscheiden bei Pretestverfahren zwischen kognitiven Interviews und dem Testen des Erhebungsinstruments im Feld. In kognitiven Interviews werden beispielsweise Fragestellungen und verwendete Begrifflichkeiten auf ihre Verständlichkeit hin überprüft (vgl. ebd., S. 96f.). Für einen vollständigen Probedurchlauf von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen spricht sich etwa Prinzen (2020) aus, wobei nicht nur die Verständlichkeit und Vollständigkeit der Fragen, sondern auch Zeitmanagement, technische Modalitäten und der Einsatz von Stimuli gepretestet werden sollten (vgl. ebd., S. 311).

Für den Einstieg in eine Gruppendiskussion bzw. Fokusgruppe empfehlen Kühn und Koschel eine möglichst alltagsnahe Fragestellung, die die Erfahrungen der Teilnehmer\*innen anspricht (vgl. ebd. 2011, S. 93). Ein anderer Vorschlag lautet, für den Einstieg eine Frage zu formulieren, die faktische Wissensbestände adressiert (vgl. Mack & Tampe-Mai 2012, S. 68). Unterm Strich kann summiert werden, dass die Einstiegsfrage gründlich überdacht und mit dem Erkenntnisinteresse abgeglichen sein sollte – sie gibt die (erste) Richtung vor. Eine möglichst präzise Formulierung erleichtert den Teilnehmer\*innen den Diskussionseinstieg. Sollte die Einstiegsfrage im Setting der Gruppendiskussion oder der Fokusgruppe nicht den gewünschten Effekt bewirken, gilt es, darauf zu reagieren und die Frage umzuformulieren oder eine andere Frage zu stellen.

Der fertige Leitfaden sollte die Moderator\*innen unterstützen und entsprechend übersichtlich strukturiert sein. Maximal vier Themenblöcke schlagen Kühn und Koschel (2011, S. 104f.) für den Hauptteil vor, um der Diskussion möglichst viel Raum zu bieten. Der Abschluss kann in zweierlei Hinsicht genutzt werden: zum einen, um die Diskussion zusammenzufassen und Erkenntnisse zu konkludieren, zum anderen bietet dieser Teil der Diskussion für die Moderation auch die Möglichkeit für eine Intervention, beispielsweise zum Zweck der Zuspitzung oder zur Verdeutlichung von Widersprüchen (vgl. ebd., S. 113ff.).

Empfehlungen und Vorschläge für die Konzeption eines Leitfadens finden sich zahlreich (auch im erweiterten Feld qualitativer Interviews, etwa bei Helfferich 2011), darunter mancherlei Übereinstimmungen, beispielsweise hinsichtlich Offenheit und Ablauf. Gleichzeitig bietet die Konzeption eines Leitfadens auch einiges an Gestaltungsspielraum. Jedenfalls ist ein „guter“ Leitfaden nicht schnell zusammengestellt, er verlangt ausgiebige Beschäftigung, Überarbeitungsrunden und gewiss den Mut, zu kürzen.

## 7 Moderation

Die Anforderungen an die Moderator\*innen einer Fokusgruppe oder Gruppendiskussion könnten einen eigenständigen Methodenbeitrag füllen, so mannigfaltig, kaum bewältigbar erscheinen sie. Moderator\*innen sollten einen lebhaften und lockeren Diskussionsverlauf gewährleisten (vgl. Schulz 2012, S. 16; Kühn & Koschel 2011, S. 140), unabhängig, authentisch und objektiv sein,

selbstbewusst und empathisch agieren. Darüber hinaus kennzeichnet Moderator\*innen u. a. ein analytischer Blick mit beständiger Übersicht über den Gesprächsprozess (vgl. Kühn & Koschel 2011, S. 141ff.).

Für eine Diskussion verantwortlich zu zeichnen, bedeutet aber noch weitaus mehr. Zuallererst muss die Kenntnis über das Forschungsinteresse gewährleistet sein. Eine flexible Handhabung, die Anpassung der Fragestellungen und die Themenvertiefungen verfehlen sonst das Ziel. Den Moderator\*innen – die nicht zwingend in den restlichen Projektverlauf eingebunden sein müssen – sollte die Erwartung an die Rolle und damit zusammenhängende Moderationsstrategien klar vermittelt werden. Für die Leitung von Fokusgruppen mit Expert\*innen konstatieren Bogner und Leuthold (2002) den Anspruch an eine dezidiert engagierte Moderation, die sich durch umfangreiche Fachkenntnisse auszeichnet. Die Zielgruppe der Expert\*innen setze voraus, dass die moderierende Person in ihrer Rolle fachlich anerkannt wird. Die Methodenanforderungen an Moderator\*innen umschließt neben Diskussionsführungs Kompetenzen mitunter den simultanen Einsatz von Techniken für die Dokumentation und Ergebnisdarstellung (vgl. ebd., S. 170), wengleich für eine Diskussion auch mehrere Moderator\*innen beauftragt werden können.

Auch die gezielte Steuerung der Gruppendynamiken und Interaktionsprozessen unterliegt den Moderator\*innen (vgl. Benighaus & Benighaus 2012, S. 111). Der Moderation obliegt es, Kommunikationsregeln zu vermitteln und deren Einhaltung zu bewerkstelligen. Moderator\*innen sollten mit kritischen Situationen und schwierigen Teilnehmer\*innen in einer Diskussion umgehen können und den Prozess aktiv gestalten (vgl. Kühn & Koschel 2011, S. 148ff.). So viele Ansprüche an die Rolle der Moderation gestellt werden, so viel kann hierbei schiefgehen. Kühn und Koschel (2011) listen 12 typische Fehler auf, die Moderator\*innen unterlaufen können. Sie umfassen die Problematik des voreiligen Themenwechsels, das Verfangen in bilaterale Gespräche, suggestive Frageformulierungen und noch weitere Fehlerquellen (vgl. ebd., S. 160).

Die Auflistungen der Ansprüche könnten suggerieren, bei Moderator\*innen von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen müsse es sich um die legendäre „eierlegende Wollmilchsau“ handeln. All diese Darlegungen sind zweifelsfrei relevant und sollten Beachtung finden. Grundlegend, das erscheint zuweilen in der Literatur unterzugehen, kann die Moderation nur dann gelingen, wenn Moderator\*innen neugierig und interessiert sind, sich auf die Diskussion einlassen und die vorliegende und möglicherweise wechselnde At-

mosphäre wahrnehmen. Weder eine Über- noch eine Unterbewertung der Anforderungen erscheinen sinnvoll und für die Praxis nützlich zu sein.

## 8 Conclusio

Mit einem Schnitt bei der Moderation endet dieser Diskurs, der bei den Erkenntnispotenzialen seinen Anfang nahm. Die Stellung von Gruppendiskussionen und Fokusgruppen in einem Studiendesign erlaubt weitere Variationen für den Einsatz in der Praxis. Bei der Auswertung ergeben sich wiederum unterschiedliche Möglichkeiten. Hierzu sollen noch einmal Kühn und Koschel (2011, S. 169) zitiert sein: „Voraussetzung für eine gute Analyse ist es, sich von einer Gruppendiskussion ins Staunen versetzen zu lassen“.

Ohne Klarheit über das Erkenntnisinteresse, ohne Auseinandersetzung mit gruppenspezifischen Bedingungen, den Vor- und Nachteilen von Gruppensettings, ohne Bereitschaft für eine sorgfältige Leitfadenzonzeption, aber ganz besonders bei fehlender Neugier und mangelndem Interesse an der Themenstellung, kann eine Gruppendiskussion oder Fokusgruppe nicht zum Erfolg führen. Zu methodischen Unstimmigkeiten und Problemen in der Umsetzung kommt es vor allem dann, wenn Forscher\*innen einer methodologischen Auseinandersetzung aus dem Weg gehen. Gruppendiskussionen und Fokusgruppen eröffnen viele Möglichkeiten, dürfen aber nicht als Universallösung missverstanden werden. Eine Anregung zum Abschluss sollte daher nicht ausbleiben: Eine Differenzierung zwischen Gruppendiskussion und Fokusgruppe würde den Versuch erlauben, beide Methoden bewusst und erkenntnisbringend zu kombinieren.

## Literatur

- Bär, G., Kasberg, A., Geers, S. & Clar, C. (2020). Fokusgruppen in der partizipativen Forschung. In: S. Hartung, P. Wihofszky & M. Wright (Hrsg.), *Partizipative Forschung* (S. 207–232). Wiesbaden: Springer VS.
- Benighaus, C. & Benighaus, L. (2012). Moderation, Gesprächsaufbau und Dynamik in Fokusgruppen. In: M. Schulz, B. Mack & O. Renn (Hrsg.), *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft* (S. 111–132). Wiesbaden: Springer VS.
- Bogner, A. & Leuthold, M. (2002). „Was ich dazu noch sagen wollte...“. In: A. Bogner, B. Littig & W. Menz (Hrsg.), *Das Experteninterview* (S. 155–172). Wiesbaden: Springer VS.

- Bohnsack, R. (1999). *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in Methodologie und Praxis qualitativer Forschung*. 3. Aufl., Wiesbaden: Springer VS.
- Bohnsack, R. (2007). Dokumentarische Methode. In: R. Buber & H.H. Holzmüller (Hrsg.), *Qualitative Marktforschung* (S. 319–330). Wiesbaden: Gabler.
- Bohnsack, R., Nentwig-Gesemann, I. & Nohl, A.M. (2013). Einleitung: Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. In: R. Bohnsack, R. I. Nentwig-Gesemann, I. & A.M. Nohl (Hrsg.), *Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis* (S. 9–32). Wiesbaden: Springer VS.
- Bremer, H. (2004). Von der Gruppendiskussion zur Gruppenwerkstatt: ein Beitrag zur Methodenentwicklung in der typenbildenden Mentalitäts-, Habitus- und Milieuanalyse. In: M. Vester, H. Geiling & A. Lange-Vester (Hrsg.), *Soziale Milieus im gesellschaftlichen Strukturwandel*. Band 3. Münster: LIT Verlag.
- Dreher, M. & Dreher, E. (1995). Gruppendiskussionsverfahren. In: U. Flick, E. von Kardorff, H. Keupp, L. von Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Sozialforschung* (S. 186–188). 2. Aufl., Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Faulbaum, F., Prüfer, P., & Rexroth, M. (2009). *Was ist eine gute Frage?*. Wiesbaden: Springer VS.
- Geipel, K. (2019). Diskurs- und Subjektivierungstheorie meets Gruppendiskussionen: methodologische Überlegungen zu einer neuen Verbindung. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 20(2), S. 1–29.
- Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten*, Vol. 4. Wiesbaden: Springer VS.
- Kühn, T. & Koschel K.-V. (2018). *Gruppendiskussionen. Ein Praxis-Handbuch*. 2. Aufl., Wiesbaden: Springer VS.
- Loos, P. & Schäffer, B. (2001). Zusammenfassende Bemerkungen. In: *Das Gruppendiskussionsverfahren* (S. 99–103). Qualitative Sozialforschung, Vol. 5. Wiesbaden: Springer VS.
- Mack, B. & Tampe-Mai, K. (2012). Konzeption, Diskussionsleitfaden und Stimuli einer Fokusgruppe am Beispiel eines BMU-Projekts zur Entwicklung von Smart Meter Interfaces und begleitenden einführenden Maßnahmen zur optimalen Förderung des Stromsparens im Haushalt. In: M. Schulz, B. Mack, & O. Renn, (Hrsg.) *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft* (S. 66–87). Wiesbaden: Springer VS.
- Merton, R., Fiske, M. & Kendall P. (1990): *The Focused Interview. A Manual of Problems and Procedures*. 2. Aufl., New York: The Free Press.
- Morgan, D. (1996). Focus Groups. *Annual Review of Sociology*, Vol. 22, S. 129–52.
- Prinzen, K. (2020). Gruppendiskussionen und Fokusgruppeninterviews. In: C. Wagemann, A. Goerres & M.B. Siewert, M.B. (Hrsg.) *Handbuch Methoden der Politikwissenschaft* (S. 305–324). Wiesbaden: Springer VS.

- Przyborski, A. & Riegler, J. (2010). Gruppendiskussion und Fokusgruppe. In: G. Mey & K. Mruck (Hrsg.) *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 436–448). Wiesbaden: Springer VS.
- Reimann, P. (2011). Design-Based Research. In: L. Markauskaite, P. Freebody & J. Irwin (eds), *Methodological Choice and Design* (S. 37–50). Methodos Series. Vol 9. Dordrecht: Springer.
- Schulz, M. (2012). Quick and easy!?! Fokusgruppen in der angewandten Sozialwissenschaft. In: M. Schulz, B. Mack & O. Renn (Hrsg.) *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft* (S. 9–22). Wiesbaden: Springer VS.
- Vogl, S. (2014). Gruppendiskussion. In: N. Baur & J. Blasius, (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 581–586). Wiesbaden: Springer VS.



# Repertory Grid-Technik zwischen qualitativer und quantitativer Forschung: Eine Methode zur Erhebung impliziten Wissens

Jeannette Hemmecke

## Zur Autorin

Jeannette Hemmecke, Dr., Dipl.-Psych., Universität Linz, Universität Salzburg, FH Oberösterreich, selbstständige Organisationspsychologin

Kontakt: [jeannette@hemmecke.com](mailto:jeannette@hemmecke.com)

## 1 Einleitung

Die Repertory Grid-Technik (RGT) ist eine Methode, mit der individuelle Sichtweisen auf verschiedene Bereiche des Lebens, des Miteinanders, des Arbeitens und des Lernens erhoben werden können. Als Datenerhebungsmethode steht sie an der Schnittstelle von qualitativer und quantitativer Forschung, da sie auch für Einzelfallstudien und Untersuchungen von Kleingruppen neben qualitativem auch quantitatives Datenmaterial liefert, das auf der Suche nach inneren Zusammenhängen statistisch ausgewertet und visualisiert werden kann. Durch die spezifisch assoziativ-vergleichende Fragetechnik nach Ähnlichkeiten und Unterschieden eignet sich die RGT besonders, um implizites, d.h. sogenanntes stillschweigendes Wissen zu erfassen (vgl. Hemmecke 2012; Büssing & Herbig 2003).

Implizites Wissen meint dabei jenes Wissen, das zum Beispiel besonders berufserfahrene Lehrkräfte haben, wenn sie in einer schwierigen Situation intuitiv eine sichtbar gute Entscheidung treffen und effektiv situationsangemessen in kürzester Zeit handeln können, wobei sie die Grundlage für ihr Handeln nicht oder nur schwer verbalisieren können (vgl. Neuweg 2020). Diese

Art von implizitem Wissen ist das *erwünschte* implizite Wissen, das Professionsexpert\*innen auszeichnet. Zahlreiche Artikel zum krisenhaften Erleben und vermutlich auch die praktische Beobachtung frisch ausgebildeter Lehrkräfte am Übergang von der Hochschulausbildung zur Lehrpraxis zeigen die Bedeutsamkeit von implizitem Wissen und Erfahrungswissen in der Lehrpraxis (vgl. z. B. Fridrich et al. 2021).

Implizit ist aber auch jenes „Wissen“, das Studierende wie auch erfahrene Lehrkräfte stillschweigend anwenden, wenn sie (vor)urteilsbehaftet handeln, oft ohne sich der (impliziten) Vorurteile bewusst zu sein (vgl. dazu Kap. 13 in Aronson, Wilson & Akert 2014; Schmidt 2019). Neuweg (2020, S. 766) verwendet für „blinde, ineffektive Routine[n]“ auch den Begriff der „impliziten Blindheit“. Er betont unter anderem, wie wichtig die „reflexive Bearbeitung von Erfahrungswissen sowohl in der Erstausbildung als auch in der Fortbildung“ von Lehrkräften wäre (ebd.).

Eine Methode wie die RGT, mit der implizites Wissen expliziert und reflektiert werden kann (Hemmecke 2012), nützt in dreierlei Weise: 1) zur Erhebung von schwer verbalisierbarer Expertise und impliziten mentalen Modellen, 2) zur bewussten Reflexion von intuitiver Praxis, die beides in sich trägt: potentiell hochwertiges Erfahrungswissen, aber auch blinde, vorurteilsbehaftete Kognitionen und 3) zur Überprüfung von Veränderungen im (impliziten) individuellen Wissensbestand (Hat sich etwa durch die Reflexion oder eine andere Maßnahme etwas verändert?).

Die Methode RGT eignet sich für alle drei Szenarien. Im Sinne des auf Kurt Lewin zurückgehenden Action Research-Ansatzes (vgl. Rehtien 2007) können und sollten diese Szenarien forschungs- und handlungspraktisch verknüpft werden: Die Explizierung und Bewusstwerdung des impliziten Wissens macht es kommunizierbar. Das ermöglicht eine individuelle oder gemeinsame Reflexion pädagogischen Handelns. Schließlich kann mit einer „Follow-up“-Erhebung (im Sinne eines Vorher-Nachher-Designs) überprüft werden, inwiefern sich das Wissen durch die Reflexion oder auch eine andere Bildungsmaßnahme wie z. B. ein Weiterbildungsseminar tatsächlich (und wenn ja wie) verändert hat. Die Einsatzmöglichkeiten für RGT reichen von Befragungen von Lehramtsstudierenden, über Befragungen von Schüler\*innen, ggf. auch Eltern, hin zu Befragungen von Ausbilder\*innen der Lehramtsstudierenden und anderen Expert\*innen.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, in die RGT als qualitativ-quantitative Methode einzuführen und das Potenzial für die anwendungsorientierte pädagogische Forschung aufzuzeigen. Im folgenden Artikel erläutern wir überblickshaft die zum Verständnis der Methode theoretische Basis der RGT (Abschnitt 2) und beschreiben dann die konkreten Planungs-, Durchführungs- und Auswertungsschritte, illustriert an einem praktischen Beispiel aus dem schulischen Kontext (Abschnitt 3), bevor wir schließlich ein Fazit ziehen (Abschnitt 4).

## 2 Die Theorie der persönlichen Konstruktpsychologie

Die RGT wurde in den 1950er Jahren im Rahmen einer weit umfassenderen individuumszentrierten, humanistisch-konstruktivistischen Theorie- und Methodenentwicklung von George A. Kelly (1955/1991) entworfen. Mit der Methode werden sogenannte persönliche Konstrukte erhoben, die im Sinne der *Theorie persönlicher Konstrukte* als die Art und Weise eines Menschen verstanden werden, seine Welt zu strukturieren (Kelly 1955/1991). Die Arbeit mit der Methode macht nur vor dem Hintergrund eines konstruktivistischen Ansatzes Sinn, wo davon ausgegangen wird, dass jeder Mensch eine individuelle Sicht auf die Welt hat (quasi eine individuelle Art und Weise, das eigene Wissen „abzulegen“). Selbst wenn zwei Menschen mit ein und demselben Ereignis (z. B. ein Streit im Kollegium) konfrontiert sind, erlebt es jeder in Abhängigkeit der eigenen Lebenserfahrung anders und verhält sich anders, weil jeder das Ereignis mit seinem eigenen Konstruktsystem bewertet. Während eine Lehrkraft die Spannung zwischen den zwei Kolleg\*innen vielleicht bereits seit Wochen spürt, sich aber zurückzieht, weil sie Konflikte als Bedrohung konstruiert, stellt sich eine andere Lehrkraft während der „Diskussion“ der beiden klar auf eine Seite, bemerkt dabei vielleicht nicht, wie ihr Einmischen den Streit weiter eskaliert. Das Konstruktsystem ist also eine Art individuelles Interpretationssystem, das bestimmt, wie ein Individuum denkt, fühlt und handelt (Catina & Schmitt 1993). Zum Beispiel können Situationen, die wir Konflikte nennen, individuell sehr verschieden konstruiert werden: von „zerstörerisch“, „bedrohlich“, „destruktiv“ bis „lebendig“, „endlich kommt Bewegung in die Sache“ oder „konstruktiv“.

Jeder Mensch ist sich mancher seiner Konstrukte bewusst und kann sie problemlos ausdrücken („explicitely formulated ... verbally expressed“, Kelly

1955/1991, S. 7), das sind die expliziten Wissensanteile. Andere Konstrukte wiederum beeinflussen eher stillschweigend die Art und Weise, wie dieser Mensch eine Situation interpretiert und darin handelt („implicitly acted out ... utterly inarticulate“, Kelly 1955/1991, S. 7), das sind die impliziten Wissensanteile. Besonders letztere lassen sich mit klassischen Datenerhebungsmethoden wie Fragebögen oder Interviews nicht oder zumindest nicht systematisch erheben, wohl aber mit der RGT (vgl. Büssing & Herbig 2003).

Das Konstruktsystem eines Menschen entwickelt sich gemäß der Theorie persönlicher Konstrukte, indem der Mensch aktiv mit der Welt interagiert und seine Beziehung zu sich selbst und zu seiner Umwelt konstruiert (Kelly 1955/1991). Kelly nimmt an, dass der Wunsch nach Gesetzmäßigkeiten in der „chaotischen“ Realität den Antrieb für jegliche psychische Entwicklung und damit für das Herausbilden, aber auch das immer wieder Verändern von Konstrukten darstellt. So kann der Mensch seine Wahrnehmung von der Welt immer wieder „verbessern“, um Ereignisse treffsicherer vorherzusagen und sich damit in der Welt zu orientieren. Man kann also im Laufe des Lebens auch lernen, den Nutzen von Konflikten zu erkennen und sich zunehmend trauen, kleine Ärgernisse frühzeitig anzusprechen, obwohl man Konflikte aufgrund der familiären Sozialisation vielleicht lieber vermeiden würde. Lernen findet also statt, wenn z. B. neue Konstrukte in das eigene Konstruktsystem integriert oder nicht nützliche Konstrukte „überschrieben“ werden oder aber, wenn Konstrukte anders, neu oder nicht mehr auf Ereignisse angewendet werden. Man beginnt z. B. zu erkennen (und im eigenen Konstruktsystem zu differenzieren), dass nicht jede ausgesprochene Meinungsverschiedenheit ein Konflikt ist. Dieses Lernen kann die RGT sichtbar machen (in Vorher-Nachher-Erhebungen, z. B. nach einem spezifischen Ausbildungsteil wie der Schulpraxis).

Jedes von einer Person gebildete Konstrukt hat einen sogenannten „range of convenience“, d.h. es ist passend für einen spezifischen Erfahrungsbereich dieser Person (Kelly 1955/1991). Dabei sind manche Konstrukte allgemeingültiger (bezogen auf den Erfahrungsbereich, auf den eine Person sie anwendet), andere sind situationsbezogener. In der Regel sind die allgemeingültigeren Konstrukte auch die individuell bedeutsameren (Kelly 1955/1991; Catina & Schmitt 1993). Wenn eine Person z. B. das Konstrukt „tiefgründig versus oberflächlich“ sowohl auf den Erfahrungsbereich „Kolleg\*innen“ als auch auf den Erfahrungsbereich „Bücher“ oder „Filme“ anwendet, dann ist dieses Kon-

strukt recht allgemeingültig für diese Person. Entsprechend wahrscheinlich ist es, dass es dieser Person auch sehr wichtig ist, ob eine Kollegin oder ein Kollege oberflächlich oder tiefgründig ist. Damit ist dieses Konstrukt bei dieser Person dann auch schwieriger zu verändern als weniger wichtige Konstrukte.

Ein Konstrukt kann man also als eine Art subjektiv-individuelle Hypothese über die Existenz einer bestimmten Klasse von Dingen oder Ereignissen („Elemente“ in der RGT) betrachten, die sich in einer Hinsicht untereinander ähnlich sind und sich gleichzeitig von bestimmten anderen Dingen oder Ereignissen unterscheiden. Konstrukte sind also persönliche Beschreibungsdimensionen mit zwei Polen, nämlich dem Konstruktpol, der die Ähnlichkeit benennt, und dem Kontrastpol, der den Unterschied bezeichnet (Kelly 1955/1991). Zum Beispiel schätzt unsere Lehrkraft im Beispiel im folgenden Abschnitt ihre Schüler\*innen danach ein, wie „ordentlich“ (Konstruktpol) versus „schlampig“ (Kontrastpol) oder wie „aufmerksam“ (Konstruktpol) versus „ablenkbar“ (Kontrastpol) sie sind. Erst die beiden Pole eines Konstrukts spannen den Bedeutungsraum des Konstruktes auf.

Da Kelly (1955/1991) davon ausgeht, dass es für das Herausbilden eines Konstrukts Erfahrung mit mindestens drei Elemente geben muss, von denen sich zwei bezüglich eines bestimmten Aspekts ähneln (z. B. „zuverlässige Kolleg\*innen“) und mindestens eines, das sich in diesem Aspekt von den beiden anderen unterscheidet (z. B. „nicht verlässliche Kolleg\*in“), arbeitet die RGT mit Triaden von Elementen zur Erhebung der persönlichen Konstrukte.

### 3 Die Repertory Grid-Technik im Detail

Die RGT diente ursprünglich der individuell-konstruktivistischen Diagnose in der Psychotherapie, d.h. der Erhebung (und in der Folge dem Verstehen) der individuellen Sicht eines Klienten oder einer Klientin auf seine bzw. ihre zwischenmenschlichen Erfahrungen und Einordnungen. Die Elemente im originalen Role Repertory Test (Kelly 1955/1991, S. 153f.) wurden über sogenannte „Rollenüberschriften“ erhoben. Die Auskunftsperson wurde aufgefordert diejenigen Personen in ihrem Lebensumfeld zu nennen, die diese Rolle (am ehesten) einnahmen, z. B. die Rolle der Mutter, des Vaters, die altersmäßig nächste Schwester, der altersmäßig nächste Bruder, den Lieblingslehrer oder die Lieblingslehrerin u. a. Die konkreten Namen der Rollenträger\*innen wurden auf Kärtchen geschrieben und miteinander verglichen, um die subjektiv

erlebten Ähnlichkeiten und Unterschiede zu erheben. Die Ähnlichkeit wird als Konstruktpol, der zugehörige Unterschied als Kontrastpol in einem Formblatt notiert (siehe Übersicht 1). Die Erhebung dieser individuellen Konstrukte war der Ausgangspunkt für die psychotherapeutischen Gespräche, die darauf abzielten, wenig hilfreiche individuelle Konstruktionen im sozialen Miteinander und im Selbstbild in der Therapie konstruktiv in brauchbarere Konstruktionen zu verändern, die der Person einen größeren Handlungs- und Entwicklungsraum ermöglichten.

	Elemente (min. 6 – max. 25)						
Konstrukte (emergenter Pol)							Kontraste (impliziter Pol)
1							5
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
...							

Übersicht 1: Leeres Formblatt für ein Repertory Grid

Über den klinischen Bereich hinaus ist die RGT seit mehr als 60 Jahren aufgrund ihrer prinzipiellen Inhaltsfreiheit<sup>1</sup> in vielfältigen anderen Forschungsgebieten angewendet und weiterentwickelt worden, z. B. in der Bildungs-, Professions-, Markt- und Organisationsforschung, in der Arbeit mit Kindern oder in Politik und Sport (vgl. Fransella & Bannister 2004).

Für den pädagogischen Bereich beschreiben Rozenszajn et al. (2021) Beispiele, wie die Methode genutzt werden kann, um wertvolles implizites Wissen über das Unterrichten und Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte zu erheben. Sie betonen, dass die Methode fast ohne externe Einflüsse und „Researcher bias“ auskommt. Dieser methodische Vorteil entsteht durch die klare formale

<sup>1</sup> Die Inhaltsfreiheit entsteht, weil man potenziell Elemente aus allen möglichen Lebensbereichen miteinander vergleichen lassen kann, weil Konstrukte über alle Erfahrungsbereiche gebildet werden.

Struktur bei gleichzeitig völliger inhaltlicher Offenheit. Auf diese Weise bildet die RGT die einzigartigen mentalen Landkarten der Auskunftspersonen ab und erhebt darüber schwer zugängliches implizites Wissen über den befragten Gegenstandsbereich dieser Person.

Die RGT läuft nach einem teilstandardisierten Vorgehen in drei Schritten ab, um persönliche Konstrukte zu einem bestimmten Gegenstandsbereich zu erfassen (vgl. Hemmecke 2012; Fromm 1995; Scheer 1993; Jankowicz 2004): 1) Definition des Themas und Auswahl der Elemente, 2) Erhebung der Konstrukte, 3) Einschätzen der Elemente anhand der Konstrukte und anschließend 4) die Auswertung. An einem praktischen Beispiel sollen nun die methodischen Schritte von der Forschungsfrage bis zur Auswertung aufgezeigt werden.

### 3.1 Themen- und Elementauswahl

Die Festlegung des Themas geschieht über die Konkretisierung und konstruktpsychologische Formulierung der Fragestellung (Scheer 1993). Durch die Fragestellung wird deutlich, wessen persönliche Konstruktionen von Interesse sind (Wahl der Auskunftspersonen) und zu welchem Gegenstands- bzw. Erfahrungsbereich (Auswahl der Elemente). Als interessante Forschungsfrage für die Bildungsforschung könnte z. B. formuliert werden: Nach welchen subjektiven, oft impliziten Beurteilungskriterien bewerten Volksschullehrkräfte ihre Schüler\*innen? Diese Fragestellung lässt sich weiter einschränken, z. B. auf ein bestimmtes Unterrichtsfach, auf Berufseinsteiger\*innen oder erfahrenen Lehrkräfte. Denkbar wären sowohl Einzelfallerhebungen, etwa mit besonders erfahrenen und als gerecht empfundenen Lehrkräften oder Clustererhebungen, etwa wenn ein ganzes Team einer Volksschule diese Kriterien gemeinsam reflektieren wollte.

Für die Umsetzung des Themas ist der wesentliche Schritt (neben der Auswahl der Auskunftspersonen) die Wahl der *Elemente* des Repertory Grids. Bei den Elementen kann es sich um Personen (z. B. verschiedene Schüler\*innen, Lehrkräfte, Studierende), Gruppen von Personen (z. B. verschiedene Klassen, Lerngruppen), Gegenstände (z. B. verschiedene Fächer, Arbeitsmaterialien, Lehrbücher), Tätigkeiten (z. B. verschiedene Tätigkeiten als Lehrkraft im Laufe eines Arbeitstages), Situationen (z. B. kritische Lehrsituationen) u.v.m. handeln, die als bedeutsame Erfahrungseinheiten angesehen werden (vgl. Hem-

mecke 2012). Vorsicht ist bei allzu abstrakten Elementen (z. B. Eigenschaften oder Theorien) geboten, denn die Elemente müssen sich auf die konkreten Erfahrungen der Auskunftspersonen beziehen und nicht bereits auf die Konstruktionen – weder auf jene der Auskunftspersonen noch jene der Forschenden.

In unserem Beispiel eignen sich als Elemente die Schüler\*innen einer Klasse, die die befragte Lehrkraft gerade unterrichtet. Bei großen Schülerzahlen kann zufällig die Anzahl der Elemente reduziert werden, indem z. B. nur jede\*r zweite Schüler\*in nach alphabetischer Klassenliste als Element aufgenommen wird. Alternativ kann man mit Elementkategorien arbeiten, deren Ziel es ist, eine besonders breite, für den Gegenstandsbereich charakteristische Auswahl an Elementen zu erhalten, die der Auskunftsperson vertraut sein müssen (Hemmecke 2012). In unserem Beispiel könnte man die Auskunftsperson(en) bitten, aktiv eine möglichst vielfältige Auswahl an Schüler\*innen aus ihrer Klasse auszuwählen und dabei mit Fragen unterstützen wie: *„Denken Sie sowohl an besonders gute Schüler\*innen, an eher schlechte Schüler\*innen, aber auch an ganz durchschnittliche Schüler\*innen! Vielleicht auch an auffällige und weniger auffällige Schüler\*innen!“* Alle genannten Namen lässt man auf Kärtchen schreiben. Überlegenswert, je nach Forschungsinteresse, könnte das Hinzufügen eines Elements von „Sie selbst, als Sie Schüler\*in waren“ sein, um Bezüge zur eigenen Lernbiografie der Lehrkraft herstellen zu können. Häufig hilfreich für die spätere Auswertung ist das Aufnehmen eines Ideal-Elements („Ideale\*r Schüler\*in“), das Auskunft über die grundlegende Bewertung (gut vs. schlecht) von Elementen und Konstrukten aus Sicht der Lehrkraft gibt. Im Grid selbst arbeitet man dann mit den konkreten Namen. Die Zuordnung zu den Kategorien sollte während der Erhebung nicht mehr sichtbar sein.

Die Elemente sollten immer folgende Eigenschaften aufweisen (vgl. Scheer 1993): a) (individuell) repräsentativ für den Gegenstandsbereich sein, b) den Befragten vertraut sein (nur wenn Auskunftspersonen persönliche Erfahrungen mit den Elementen haben, können persönliche Konstrukte dazu erhoben werden), c) von der Elementkategorie her homogen sein (d.h. die Schülerin „Marie“ lässt sich mit dem Schüler „Max“ vergleichen, während ein Vergleich heterogener Elementkategorien schwierig wird, etwa „Spiele im Unterricht“ als Aktivität mit Schülerin „Marie“ als Person) und schließlich sollen Elemente d) diskret sein (d. h. sie dürfen einander nicht enthalten wie „Eltern“ und „Mutter“).

Wie viele Elemente zu wählen sind, steht nicht fest. Im Zweifelsfall empfiehlt Riemann (1991), lieber einige Elemente hinzuzunehmen, als wichtige wegzulassen. Als Daumenregel empfiehlt sich mit nicht weniger als 6 und nicht mehr als 25 Elementen zu arbeiten (Scheer 1993; Hemmecke 2012).

Nachdem die Elemente ausgewählt sind, trägt man diese in das Grid ein (das Formblatt mit den eingefüllten Elementen findet sich in Übersicht 2).

		Elemente (min. 6 – max. 25)									
Konstrukte (emergenter Pol)		Viktoria	Matthias	Thomas	Anton	Lukas	Lisa	Marie	Hannah	Kontraste (impliziter Pol)	
1										5	
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											
7.											
8.											
9.											
10.											
11.											
12.											
13.											

Übersicht 2: Beispiel-Grid einer Volksschullehrerin mit Elementen (Schüler\*innen aus ihrer Klasse)

### 3.2 Konstrukterhebung

Die Konstrukterhebung stellt den Kern der RGT dar, deren Resultat die individuellen persönlichen Konstrukte der Auskunftsperson und damit deren implizites und explizites Wissen zum entsprechenden Gegenstandsbereich sind. Es gibt verschiedene Varianten, wie man mit den ausgewählten Elementen die Konstrukte erheben kann, die mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen verbunden sind (vgl. hierzu Hemmecke 2012; Kelly 1955/1991). An dieser Stelle wollen wir nur das klassische Vorgehen schildern: die Vorgabe der Elemente in Triaden (Triadenmethode). Dabei werden der Auskunftsperson jeweils drei Elemente (Triade) vorgelegt und gefragt, welche zwei der drei Elemente

sich ähneln und sich dabei vom dritten unterscheiden. Diese Variante ist für das Erheben von implizitem Wissen am hilfreichsten, weil der Sortier- vom Benennungsvorgang getrennt werden kann und damit auch schwer verbalisierbare Konstrukte erhoben werden können. Unterstützend verwenden wir beim Erheben der Konstrukte die Kärtchen, mit den Elementnamen (im Beispiel die Namen der ausgewählten Schüler\*innen). Man legt im Beispiel zuerst die drei Kärtchen „Viktoria“, „Matthias“ und „Thomas“ der Auskunftsperson hin und fragt: *„Welche zwei der drei Schüler\*innen ähneln sich aus Ihrer Sicht in einem wichtigen Aspekt und unterscheiden sich darin vom dritten?“* Wichtig ist es, die Auskunftsperson zu ermuntern, die Kärtchen auf dem Tisch wirklich räumlich aufeinander zu (ähnlich) oder voneinander weg (unterschiedlich) zu schieben. Hat die Auskunftsperson eine Ähnlichkeitsentscheidung getroffen, fragt man nach, was diese beiden Schüler\*innen ähnlich macht. Bei der Antwort kommt es nicht auf eine schöne Wortwahl an, im Gegenteil beschreiben alltagssprachliche Ausdrücke der Auskunftsperson ihr Konstrukt in der Regel besser als hochdeutsche „Übersetzungen“. Ist die Ähnlichkeit (= Konstruktpol oder emergenter Pol) gefunden, fragt man nach dem Unterschied<sup>2</sup>: *„Wie unterscheidet sich der\*die dritte Schüler\*in bezüglich dieses Merkmals von den beiden anderen?“* Die so erhobenen Kontraste (auch impliziter Pol) sind ebenso individuell wie die Konstrukte, d.h. es gibt auch hier kein Richtig oder Falsch. So ist für unsere Volksschullehrerin im Beispiel der Kontrast zu ihrem persönlichen Konstrukt „großes Wissen“ nicht „wenig Wissen“, sondern „normales Wissen“ (siehe Übersicht 3 weiter hinten).

Zusätzlich zu dieser Grundtechnik der Konstrukterhebung gibt es noch Fragetechniken zur Konkretisierung bzw. zum Nachfragen von bereits erhobenen Konstrukten, die je nach Forschungsfrage zum vertieften Verstehen der Konstrukte nützlich sind. Das sogenannte *Laddering* fragt nach tieferliegenden Werten („Warum ist Ihnen das [Konstrukt] wichtig?“), während das sogenannte *Pyramiding* nach Beispielen und konkreten Verhaltensweisen oder Situationsbeschreibungen strebt, z. B. mit: „Woran merken Sie, dass . . . [Konstrukt] der Fall ist?“ oder „Was genau tut jemand, der . . . [Konstrukt] ist?“

Der Vorgang der Konstrukterhebung wird so lange mit immer wieder neuen Kombinationen von Elementen (zufällig oder systematisch, so dass mög-

---

<sup>2</sup> Eine Diskussion der verschiedenen Vorgehensweisen und deren Vor- und Nachteilen beim Fragen nach dem Kontrast, Unterschied oder Gegensatz findet sich in Fransella & Bannister, 2004.

lichst vielfältige Elementkombinationen vorkommen) fortgesetzt, bis die Auskunftsperson über mehrere Triaden hinweg keine neuen Konstrukte mehr hervorbringt. Dass sich Konstrukte im Erhebungsprozess wiederholen, ist normal. Diese müssen nicht jedes Mal neu in das Grid-Formblatt aufgenommen werden. An solcher Stelle kann man fragen, ob es vielleicht noch einen anderen Aspekt gibt, anhand dessen sich diese drei Elemente vergleichen lassen. Wenn nicht, geht man zur nächsten Triade weiter. Als Daumenregel gilt, dass sich durchschnittlich so viele Konstrukte erheben lassen wie es Elemente im Grid gibt. Natürlich gibt es individuelle Unterschiede.

### 3.3 Einschätzen der Elemente anhand der Konstrukte – das Rating

Das Einschätzen der Elemente über die Konstrukte erfolgt in Form eines Ratings. Ursprünglich hat Kelly (1955/1991) die Elemente nur dichotom zu den jeweiligen Konstrukten und Kontrasten zuordnen lassen, d.h. ein Element passt entweder zum Konstruktpol oder zum Kontrastpol. Heute haben sich mehrstufige Ratingskalen zur Beurteilung durchgesetzt (Riemann 1991; Fromm 1995). Üblich sind fünf- oder siebenstufige Skalen, um Aufschluss über die Beziehungen der Elemente und der Konstrukte untereinander zu bekommen (Riemann 1991), mit all den Vor- und Nachteilen, die auch in Fragebogenuntersuchungen mit ungeraden (v. a. Tendenz zur Mitte) oder geraden (Validitätsprobleme durch Zwang zur Entscheidung) Ratingskalen zusammenhängen. Die Auskunftsperson bewertet jedes Element anhand ihrer eigenen Konstrukt- und Kontrastpaare. Das heißt, unabhängig davon, mit welchen Elementen ein Konstruktpaar evoziert wurde, werden am Ende alle Elemente über alle Konstrukte eingeschätzt, d.h. wie ausgeprägt trifft entweder der Konstruktpol oder der Kontrastpol auf jedes einzelne Element zu. Im Beispiel (siehe Übersicht 3) schätzt die Lehrerin die Schülerin *Viktoria* als „sehr ordentlich“ (1) ein, während der Schüler *Anton* von ihr als „eher schlampig“ (4) beurteilt wird (Konstruktpaar 1), oder sie schätzt *Lisa* in ihrem Arbeitsverhalten als „sehr langsam“ (1) ein, während sie *Thomas* als „sehr zügig“ (5) arbeitend erlebt (Konstruktpaar 11).

Durch das Einschätzen der Elemente über die Konstrukte entsteht eine Matrix, das sogenannte Grid (siehe Übersicht 3). Diese lässt sich bei kleinen Grids per Hand, bei größeren Grids mit Grid-spezifischer Auswertungssoftwa-

		Elemente (min. 6 – max. 25)									
Konstrukte (emergenter Pol)		Viktoria	Matthias	Thomas	Anton	Lukas	Lisa	Marie	Hannah	Kontraste (impliziter Pol)	
1										5	
1.	ordentlich	1	1	3	4	3	3	2	1	schlampig	
2.	aufmerksam	1	1	3	3	2	5	3	1	ablenkbar	
3.	aktive Mitarbeit	1	1	2	1	2	4	3	2	kaum Wortmeldungen	
4.	unkonzentriert	5	5	2	3	4	4	4	5	konzentriert	
5.	fehleranfällig	5	4	3	4	3	2	3	5	Genaueres Arbeiten	
6.	unruhig sitzend	5	4	3	4	4	3	4	5	ruhig sitzend	
7.	schnelle Auffassungsgabe	1	2	3	1	2	3	4	1	mehr Erklärbedarf	
8.	wissbegierig	2	2	3	2	2	3	3	2	desinteressiert	
9.	schlechtes Schriftbild	5	5	2	3	2	2	2	5	schöne Schrift	
10.	großes Wissen	2	3	3	1	3	3	4	2	normales Wissen	
11.	langsameres Arbeitsverhalten	4	4	5	2	4	1	3	4	zügiges Arbeitsverhalten	
12.	bemüht	1	2	2	3	2	3	1	1	nicht bemüht	
13.	extravertiert	3	3	3	1	3	2	4	4	schüchtern	

Übersicht 3: Beispiel-Grid der Volksschullehrerin mit Elementen, Konstrukten und Ratings

re oder für Statistikgeschulte auch mit klassischen Statistikprogrammen auswerten.

### 3.4 Auswertung

Das vorrangige Ziel der Auswertung ist es, die jeweilige individuelle Sichtweise auf bestimmte Phänomene so darzustellen (zu repräsentieren), dass sie einerseits den Auskunftspersonen selbst neue Erkenntnisse über ihre Sicht der Dinge gibt (Zweck der Reflexion), und dass sie andererseits Dritten etwas über das Wissen und die Sichtweisen der Auskunftspersonen preisgibt (Zweck der Wissenserhebung im engeren Sinne). Diese Repräsentation geschieht meist durch eine Visualisierung der mentalen Landkarten (Kelly nannte es „geometry of psychological space“, 1969).

Bei der Auswertung kann man zwischen computergestützten und Handverfahren unterscheiden. Computergestützte Verfahren sind naturgemäß eher „[z]ur vollständigen Nutzung der Informationen, die in den Zahlen des Rep-Grids und in den Konstrukt- und Elementbeschreibungen stecken“ (Raethel 1993, S. 41) in der Lage. Für die alltägliche Praxis gibt es auch einfachere Handverfahren, die etwa von Psycholog\*innen oder Therapeut\*innen zur

Auswertung von Grids ihrer Klient\*innen angewendet werden (vgl. Raeithel 1993), so wie es auch für Lehrkräfte in ihrer beruflichen Praxis durchaus legitim erscheint.

Für die Auskunftspersonen selbst ist oft der Prozess der Befragung schon ein Erkenntnisgewinn über ihre selbst benutzten mentalen Modelle (Konstruktssysteme). Auch die Interviewer\*innen bekommen bereits im Prozess der Befragung einen Eindruck von der Denk-, Erlebens- und Handlungswelt der befragten Personen. „Mitunter entsteht bereits hier ein so klares Bild von der Konstruktwelt, daß es überflüssig ist, das Repgrid noch weiter auszuwerten“ (Raeithel 1993, S. 43). Diese Erkenntnisse können auch für die Forschung als Prozessanalyse dokumentiert werden (näher dazu Jankowicz 2004).

Für Einzelgrids können mittels Handverfahren Muster im Grid erkannt werden (siehe hierzu Raeithel 1993; Jankowicz 2004). Hilfestellung bietet hier das farbliche Markieren der verschiedenen Ratingwerte (z. B. „1“ in dunkelblau, „2“ in hellblau, „3“ in grün, „4“ in orange, „5“ in rot). Mit geübtem Blick erkennt man Muster im Grid mit bloßem Auge („Eyeballing“, Raeithel 1993). Zur sogenannten Eyeball-Analyse gehört, die Art der Konstrukte zu beschreiben, deren Häufigkeiten auszuzählen, ähnliche Elemente zu gruppieren, bei den Elementen nach Außenseitern und ambivalenten Elementen zu suchen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten in der Verwendung der Konstrukte zu suchen und zu beschreiben und offensichtliche Besonderheiten des Grids (siehe Jankowicz 2004; Raeithel 1993; Kelly 1955/1991).

Bei der Auswertung, egal ob mit Handverfahren oder computergestützten Verfahren, geht es sowohl um den Inhalt des Grids (Benennung der Konstrukte, Häufigkeit der Verwendung usw.) als auch um die innere Struktur (Beziehungen zwischen Elementen, zwischen Konstrukten und zwischen Elementen und Konstrukten). Welche Konstrukte werden ähnlich zu anderen Konstrukten verwendet? Blickt man mit bloßem Auge auf das Beispielgrid in Übersicht 3 sehen wir, dass die Lehrerin die Konstrukte „ruhig sitzend“ und „genaues Arbeiten“ sehr ähnlich verwendet. Das erscheint nachvollziehbar, da beides mit der Fähigkeit zu konzentriertem Arbeiten zu tun hat. Ebenfalls ähnlich, aber vielleicht weniger naheliegend, werden die Konstrukte „schnelle Auffassungsgabe“ und „wissbegierig“ benutzt. Insgesamt fällt auf, dass die Lehrerin die positiv konnotierte Seite der Konstruktpaare mehr und differenzierter einsetzt (egal ob der positive Pol links oder rechts steht). Auf vergleichbare Weise lassen sich ähnliche und unterschiedliche Elemente erkennen.

Bei den computergestützten Verfahren kommen vor allem die Clusteranalyse und die Hauptkomponentenanalyse zum Einsatz (Raeithel 1993). Da eine nähere Erläuterung der Vorgehensweise dieser multivariaten Verfahren den Rahmen dieses Artikels sprengen würde, beschränken wir uns hier auf die Illustration. Denn beide Verfahren lassen sich auch grafisch darstellen. Die Verfahren können mit allgemeiner Statistiksoftware (z. B. SPSS) oder mit Software durchgeführt werden, die speziell für die Auswertung der RGT entwickelt wurde<sup>3</sup>.

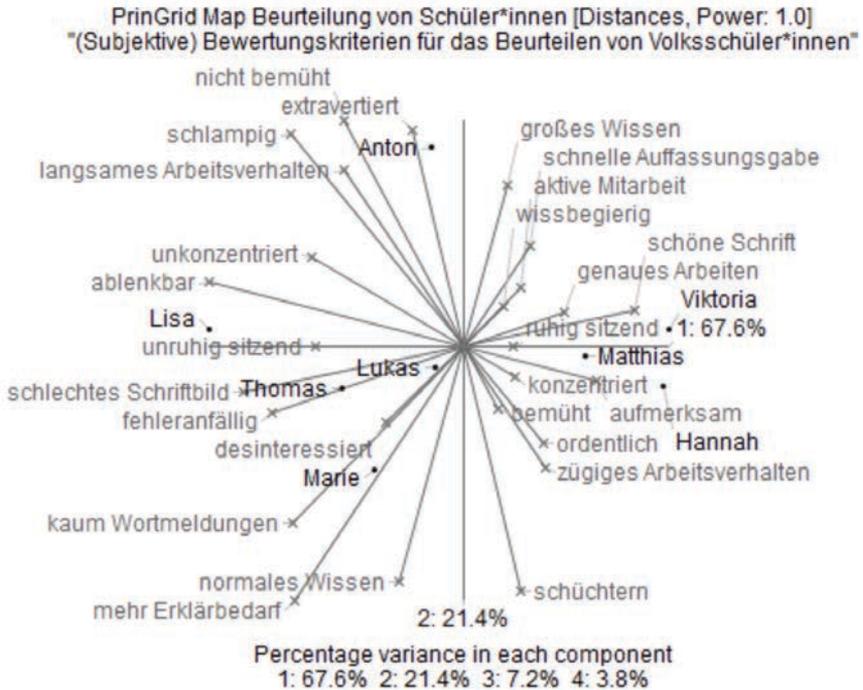
In unserem Beispiel der RGT zur Erhebung von implizitem Wissen der Volksschullehrerin nutzten wir die Hauptkomponentenanalyse und die grafische Darstellung mittels Biplot, berechnet und dargestellt mit der Webversion von Rep Plus<sup>4</sup> (siehe Übersicht 4). Der Vorteil der Hauptkomponentenanalyse mit dem Biplot-Diagramm ist es, dass sowohl die Beziehungen der Elemente als auch die Beziehungen der Konstrukte ebenso wie die wechselseitigen Beziehungen von Elementen zu Konstrukten und umgekehrt in einer Abbildung dargestellt werden können. Bei der Clusteranalyse und den darstellenden Clusterbäumen kann man nur entweder die Beziehungen der Elemente untereinander oder die Beziehungen der Konstrukte zueinander visualisieren, nicht aber deren Wechselbeziehung.

Anhand des Biplots zum Beispiel-Grid der Volksschullehrerin zeigen wir, wie dieser zu lesen ist. Räumliche Nähe in der Grafik bedeutet Ähnlichkeit: Elemente (Schüler\*innen), die sich aus Sicht der Lehrerin ähneln, liegen näher beieinander. Solche, die gegensätzlich sind, liegen sich gegenüber. Ähnlich verwendete Konstrukte haben einen kleinen Winkel zueinander. Aus dem Biplot ist ablesbar, wie die Schüler\*innen anhand der Konstrukte von der Lehrerin beurteilt wurden. Sowohl Elemente als auch Konstrukte, die nah am Nullpunkt liegen, wurden weniger eindeutig beurteilt als solche, die weiter vom Mittelpunkt entfernt liegen. Besonders interessant in diesem Beispiel-Grid: „Extraversion vs. Schüchternheit“ hängen scheinbar in der Einschätzung dieser Lehrerin eng mit „großem vs. normalem Wissen“ zusammen. Als sich die Lehrerin dieses Zusammenhangs bewusst wird, spricht sie ihn, fast etwas erschrocken, von selbst an. Sie wolle künftig mehr darauf achten, ob sie schüchternen Schüler\*innen zu schnell weniger Wissen zuschreibt.

---

<sup>3</sup> Für einen Überblick zu Grid-spezifischen Computerprogrammen siehe: <https://kellysociety.org/comp-prog.html> (2023-06-09).

<sup>4</sup> WebGrid Plus 2.0, verfügbar unter: <http://webgrid.uvic.ca/> (2023-06-09)



Übersicht 4: Biplot zum Beispiel-Grid der Volksschullehrerin aus Übersicht 3 (Quelle: WebGrid Plus 2.0)

## 4 Fazit

Die RGT ist eine Methode mit Potential zur Erhebung von implizitem Wissen in der Lehrer\*innenbildung, für die wissenschaftlich fundierte Reflexion von Unterricht oder Lehrpraxis und auch für Vorher-Nachher-Erhebungen im Zuge von Bildungsmaßnahmen. Die Methode ist zwar zeitaufwendig in der Durchführung (ein Interview dauert etwa eine bis eineinhalb Stunden), allerdings liegt das Datenmaterial danach in sehr strukturierter und übersichtlicher Form vor. Die Auswertung hat das Ziel, – entweder mit einfachen Handverfahren oder mit tiefergehenden umfassenderen Auswertungsprogrammen wie WebGrid Plus – die mentalen Landkarten und damit das oft unbewusste (Tiefen-)Wissen und die verschiedenen Wissensverknüpfungen offenzulegen und damit zur Reflexion und Kommunikation dieses Wissens anzuregen.

Die Autorin hofft, dass dieser Artikel dazu beiträgt, Lehrkräfte und Studierende zu motivieren, im Rahmen ihres pädagogischen Handelns die RGT

im Sinne von Donald Schöns (1987) „Reflection-in-Action“ fruchtbar einzusetzen – für Erkenntnisgewinn, Lernen und Reflexion gleichermaßen. Immer dann, wenn es um schwer explizierbares Erfahrungswissen, implizite persönliche Theorien über Schüler\*innen, Lehrkräfte oder Fächer, um implizite Beurteilungskriterien, vielleicht sogar (Vor-)Urteile, also um persönliche Konstrukte geht, könnte die RGT einen neuen methodischen Ansatz in der Bildungsforschung liefern.

## Literatur

- Aronson, E., Wilson, T. & Akert, R. (2014). *Sozialpsychologie*. 8. akt. Aufl. Hallbergmoos: Pearson.
- Büssing, A. & Herbig, B. (2003). Implicit knowledge and experience in work and organizations. *International Review of Industrial and Organizational Psychology* 18, S. 239-280.
- Catina, A. & Schmitt, G. M. (1993). Die Theorie der persönlichen Konstrukte. In J. Scheer & A. Catina (Hrsg.), *Einführung in die Repertory Grid-Technik, Bd. 1: Grundlagen und Methoden* (S. 11-23). Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Fransella, F. & Bannister, D. (2004). *A Manual for Repertory Grid Technique*. 2. Aufl. Chichester: John Wiley & Sons.
- Fridrich, C., Knecht, H., Petz, R., Potzmann, R., Riegler, P. & Süß-Stepancik, E. (Hrsg., 2021). *Forschungsperspektiven 13*. Münster und Wien: LIT Verlag.
- Fromm, M. (1995). *Repertory Grid Methodik: Ein Lehrbuch*. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Jankowicz, D. (2004). *The Easy Guide to Repertory Grids*. Chichester: Wiley.
- Hemmecke, J. (2012). *Repertory Grids als Methode zum Explizieren impliziten Wissens in Organisationen: Ein Beitrag zur Methodenentwicklung im Wissensmanagement*. Dissertation, Universität Wien. Fakultät für Psychologie, 2012. Abrufbar unter: <http://othes.univie.ac.at/27576/> (2023-06-08).
- Kelly, G.A. (1991). *The psychology of personal constructs, vol.1: Theory of personality*. Reprint Kelly (1955). London; New York: Routledge.
- Kelly, G.A. (1969). A mathematical approach to psychology. Maher, B. (Hrsg.), *Clinical Psychology and Personality: The Selected Papers of George Kelly* (S. 94-113). New York: Wiley.
- Neuweg, G.H. (2020). Implizites Wissen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 764-769). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

- Raeithel, A. (1993). Auswertungsmethoden für Repertory Grids. In J. Scheer; A. Catina (Hrsg.), *Einführung in die Repertory Grid-Technik, Bd. 1: Grundlagen und Methoden* (S. 41-67). Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Rechtien, W. (2007). *Angewandte Gruppendynamik: Ein Lehrbuch für Studierende und Praktiker*. Weinheim: Beltz PVU.
- Riemann, R. (1991). *Repertory Grid Technik: Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Rozenszajn, R., Kavod, G. Z. & Machluf, Y. (2021). What do they really think? the repertory grid technique as an educational research tool for revealing tacit cognitive structures. *International Journal of Science Education* 43 (6), S. 906-927.
- Scheer, J. (1993). Planung und Durchführung von Repertory Grid-Untersuchungen. In J. Scheer; A. Catina (Hrsg.), *Einführung in die Repertory Grid-Technik, Bd. 1: Grundlagen und Methoden* (S. 24-40). Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Schmidt, M. (2019). *Vorurteile und Heterogenität. Risiken und Chancen in einer Gesellschaft der Vielfalt und ihre Auswirkungen auf das Bildungssystem*. Online-Publikation (Open Access), Universität Verlag Hildesheim: Hildesheim 2019. DOI: 10.18442/073
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions*. San Fransisco: Jossey-Bass.



# Die Hypothesenprüfung – Eine schrittweise Anleitung

Gundula Wagner

## Zur Autorin

Gundula Wagner, Dr., Pädagogische Hochschule Wien

Kontakt: gundula.wagner@phwien.ac.at

## 1 Einleitung

Rund um die Prüfung von Hypothesen gibt es einige Missverständnisse, die auf der Verwechslung deskriptiv explorativer Studien mit quantitativ explanativer Forschung beruhen<sup>1</sup>. Zielstellung deskriptiver Studien ist die quantitative Beschreibung von z. B. soziodemografischen Merkmalen in der Bevölkerung (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 356). In populärwissenschaftlichen Publikationen werden deskriptive Studien jedoch, entgegen jeglicher guten wissenschaftlichen Praxis, regelmäßig zur Ursachenerklärung herangezogen. Die Meinungsforschung ist hierfür ein klassisches Beispiel, weshalb Schnell et al. (2011, S. 39) auch eine klare Abgrenzung seitens der empirischen Sozialforschung fordern. Vor diesem Hintergrund möchte der vorliegende Beitrag das Thema der vermeintlichen Hypothesenprüfung in deskriptiven Studien gezielt aufgreifen, um anschließend die forschungsmethodisch korrekte Vorgehensweise zu erklären.

## 2 Sonderfall deskriptive Studien

Deskriptive Studien dienen laut Bortz und Döring (2006, S. 393ff.) primär dazu, Phänomene in der jeweiligen Stichprobe zu *beschreiben*, um eine genauere

---

<sup>1</sup> Der Begriff Exploration steht für die Entwicklung von Hypothesen, der Begriff Explanaton für die Prüfung von Hypothesen (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 356)

Schätzung von Populationsparametern vornehmen zu können. Die quantitative Datenerhebung erfolgt hier zumeist über standardisierte Fragebögen und die so erhobenen Daten werden mit Hilfe deskriptiver Statistik ausgewertet und in ansprechenden Grafiken aufbereitet. Sowohl die Verwendung eines Fragebogens als auch die Darstellung von quantitativen Daten in Form von Häufigkeiten und Mittelwerten lässt Laien immer wieder irrtümliche annehmen, hier würde es sich um quantitativ explanative Forschung handeln. Und so sehen sich Autor\*innen populärwissenschaftlicher Publikationen regelmäßig veranlasst, mit ihren deskriptiven Studienergebnissen Hypothesen prüfen zu wollen und Kausalzusammenhänge erklären zu können. Tatsächlich ist die Zielstellung deskriptiver Studien aber eher mit jener von qualitativen Studien vergleichbar, wo ebenfalls Phänomene beschrieben und daraus explorativ Hypothesen abgeleitet werden können<sup>2</sup>.

Es ist anzunehmen, dass zur Verwechslung deskriptiver mit quantitativ explanativen Studien in erster Linie die *Statistik* beiträgt, die in beiden Fällen zur Anwendung kommt. Dabei wird aber übersehen, dass es sich in deskriptiven Studien eben nur um die beschreibende und nicht um die, von der Stichprobe auf die Population rückschließende, Inferenzstatistik handelt (siehe Kap. 3.4). Zudem wird in populärwissenschaftlichen Studien oftmals der aus der quantitativen Forschung bekannte Begriff des Mittelwertsvergleichs zweckentfremdet. Anstelle der Berechnung einer Differenz (siehe Kap. 3.3) werden die Mittelwerte einander in Tabellen oder Diagrammen gegenübergestellt und *optisch* miteinander *verglichen*. Aus der Relation der Zahlen zueinander wird dann das Muster eines Unterschieds oder auch eines Zusammenhangs *herausgelesen*. Indem nach Mustern im Datenmaterial gesucht wird, bedient man sich bekanntermaßen der Vorgehensweise des Kodierens, vergleichbar mit dem methodischen Vorgehen in der qualitativen Forschung (siehe dazu Bortz & Döring 2006, S. 330). Da sich die auf diese Weise entdeckten Unterschiede oder Zusammenhänge aber nur auf die untersuchte Stichprobe beziehen, können in deskriptiven Studien keine Verallgemeinerungen angestellt werden.

Deskriptive Studien nehmen demnach eine Sonderstellung in der Forschungsmethodik ein: Obwohl das Datenmaterial in Zahlenform vorliegt, sind sie eher dem qualitativen Paradigma zuzuordnen. Vergleichbar mit qualitati-

---

<sup>2</sup> Für eine anschauliche Erklärung des qualitativen und quantitativen Paradigmas siehe den Beitrag „Wissenschaftstheoretische Spielregeln der Bildungsforschung verständlich erklärt“ in diesem Band.

ven Studien beantworten sie Fragen nach dem Wie, nicht nach dem Warum (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 340). Dies ist der quantitativen Forschung vorbehalten, die explanativ also hypothesenprüfend vorgeht. Der Unterschied zwischen deskriptiven und quantitativen Studien wird aber wohl erst dann eindeutig, wenn man sich die methodische Begründung einer Kausalbeziehung im Detail ansieht<sup>3</sup>.

### 3 Ursachenforschung in quantitativen Studien

Aufgabe des quantitativen Paradigmas ist es, Wirkungen bzw. Einflüsse, die aus der Theorie abgeleitet werden, zu prüfen. In Kurzfassung bedeutet dies: Die angenommenen Kausalbeziehungen werden in Hypothesen formuliert, anschließend werden im Untersuchungsdesign entsprechende empirische Werte gesammelt und diese im Signifikanztest bestätigt. Kann keine Signifikanz ausgewiesen werden, bedeutet dies, dass die angenommene Kausalbeziehung nicht nachgewiesen werden konnte. Die Hypothese muss entsprechend verworfen werden.

#### 3.1 Annahme einer Kausalbeziehung

Als erster Schritt wird zumeist eine allgemeine Forschungsfrage formuliert, die nach der Ursache von Sachverhalten fragt (Warum-Frage). Sobald in der Literatur eine mögliche theoretische Antwort auf dieser Frage gefunden wurde, kann eine Hypothese formuliert werden. Dabei handelt es sich um eine wissenschaftliche Aussage, in der sich aufgrund bestehender Erkenntnisse (= Theorie) bestimmte Erwartungen ausdrücken, die aber auch über den aktuellen Kenntnisstand hinausgeht (vgl. Bortz 1999, S. 108). Folgende Kriterien sind bei der Formulierung von Hypothesen zu bedenken, andernfalls kann nicht von einer Hypothese gesprochen werden:

- „Eine wissenschaftliche Hypothese bezieht sich auf *reale* Sachverhalte, die *empirisch untersuchbar* sind.
- Eine wissenschaftliche Hypothese ist eine *allgemeingültige*, über den Einzelfall oder ein singuläres Ereignis hinausgehende *Behauptung (All-Satz)*.

---

<sup>3</sup> Eine grafische Übersicht zum Unterschied zwischen deskriptiven und quantitativen Studien findet sich unter [https://phwien.ac.at/wp-content/uploads/2023/05/Uebersicht-ueber-quantitative-Unterrichtsdesigns\\_wagnergundula.pdf](https://phwien.ac.at/wp-content/uploads/2023/05/Uebersicht-ueber-quantitative-Unterrichtsdesigns_wagnergundula.pdf)

- Einer wissenschaftlichen Hypothese muss zumindest implizit die *Formalstruktur* eines sinnvollen Konditionalsatzes („Wenn-dann-Satz“ oder „Je-desto-Satz“) zugrunde liegen.
- Der Konditionalsatz muss potentiell *falsifizierbar* sein, d. h., es müssen Ereignisse denkbar sein, die dem Konditionalsatz widersprechen“ (Bortz & Döring 2006, S. 4, Hervorhebung d. Autorin).

Wissenschaftliche Hypothesen müssen also in eine bestimmte Satzform gebracht werden, damit sie mathematisch überprüfbar sind. Dazu müssen sich die in der Hypothese vorkommenden Begriffe (z. B. Motivation, Schulleistung) beobachtbaren Daten zuordnen lassen. Diesen Vorgang nennt man *Operationalisierung*, die wiederum die Voraussetzung für die Prüfung von Hypothesen ist.

Grundsätzlich unterscheidet die Ursachenforschung zwischen zwei Hypothesenarten, der Zusammenhangs- und der Unterschiedshypothese. Dies ist für Forschungsanfänger\*innen durchaus hilfreich, weil es die Auswahlmöglichkeiten unter den verschiedenen Hypothesenarten sehr beschränkt. Beginnen wir mit der leichter verständlichen Form von Hypothesen, der *Zusammenhangshypothese*. Hier wird ein Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen angenommen. Eine *ungerichtete Hypothese* würde folgendermaßen lauten: Es wird angenommen, dass zwischen der Motivation und der Schulleistung ein Zusammenhang besteht. In einer *gerichteten Hypothese* wird theoriegeleitet eine Aussage über die Art des Zusammenhangs gemacht. Hier werden Formulierungen wie „wenn... dann“ oder „je... desto“ verwendet. Eine gerichtete Hypothese würde daher lauten: Je höher die Motivation ist, desto höher steigt auch die Schulleistung.

Daneben gibt es die schon erwähnten *Unterschiedshypothesen*, für die *Vergleiche* zweier (oder auch mehrerer) Stichproben bzw. Unterstichproben (z. B. Mädchen und Buben) charakteristisch sind. Schwieriger zu verstehen ist hier die Unterscheidung zwischen einer unabhängigen Variable (uaV), von der eine Wirkung ausgehen soll, und der abhängigen Variable (aV), an der die Wirkung geprüft werden soll. Als Beispiel für eine abhängige Variable dient uns wiederum die Lernmotivation, die zwischen Mädchen und Buben oder zwischen Klasse A und B (uaV) unterschiedlich sein kann. Eine entsprechende Unterschiedshypothese würde demnach lauten: Es wird angenommen, dass es einen Unterschied zwischen Mädchen und Buben hinsichtlich Leistungsmoti-

vation gibt. Abhängig von der jeweiligen theoretischen Annahme könnte auch formuliert werden, dass Mädchen eine höhere Leistungsmotivation als Buben zeigen.

### 3.2 Konstruktion der Kausalbeziehung

Im Untersuchungsdesign wird nun versucht, die in der Hypothese formulierte theoretische Annahme quasi in der Realität nachzubauen, um sie so an den Erfahrungen der Proband\*innen in der Stichprobe empirisch prüfen zu können. Zu diesem Zweck gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Forschungsdesigns, die in diesem Beitrag nicht erschöpfend thematisiert werden können. Für einen schnellen Überblick bietet sich aber die Unterscheidung in *Ein-Gruppen-* bzw. *Zwei-Gruppen-Pläne* an (vgl. Rost 2022, S. 158).

Der klassische Zwei-Gruppen-Untersuchungsplan ist das *Experiment*, das aus einer Experimental- und einer Kontrollgruppe besteht. Je nachdem wie zufällig die Zuordnung der Untersuchungsteilnehmer\*innen zu den zwei Gruppen erfolgt (= Randomisierung), spricht man von einem *echten-* oder einem *quasi-experimentellen Design*. Echte Experimente kommen eher unter Laborbedingungen zustande, während in Felduntersuchungen vielfach nur quasi-experimentelle Versuchspläne mit vorgegebenen Versuchsgruppen (z. B. Schulklassen) möglich sind. Ziel der experimentellen Designs ist, eine möglichst *direkte Kontrolle der unabhängigen Variablen* vorzunehmen und dadurch mögliche andere Einflüsse des Treatments bzw. der Intervention (z. B. Unterrichtsmethode, Lernprogramm) auf die abhängige Variable auszuschließen.

Nun ist es in den Sozialwissenschaften aber vielfach nicht möglich, die uns interessierenden Variablen zu kontrollieren. Dazu gehören Variablen wie das Geschlecht oder auch von außen wirkende Variablen wie beispielsweise das soziale Umfeld oder das Herkunftsland. Die kontrollierte Konstruktion von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, die ein experimentelles Untersuchungsdesign ausmacht, fällt demzufolge weg. Folge dessen muss man sich in den Sozialwissenschaften oft mit vorexperimentellen *Ein-Gruppen-Designs* begnügen. Das bedeutet, dass nicht zwischen Versuchs- und Vergleichsgruppe unterschieden wird, sehr wohl aber ein Prä- und Posttest vor bzw. nach einer Intervention durchgeführt wird. Bei der *klassischen Fragebogenuntersuchung*, als gängigem Instrument in den Sozialwissenschaften, wird aber oftmals nur zu einem Zeitpunkt gemessen. Bortz und Döring (2006, S. 506) sprechen hier

von einfachen Querschnittsuntersuchungen in Kombination mit Zusammenhangsanalysen. Diese werden angewendet, wenn keine Trennung in abhängige und unabhängige Variablen möglich ist bzw. die Kausalität des Zusammenhangs nicht eindeutig ist. Aus Zusammenhangsanalysen lassen sich *keine echten Kausalaussagen* ableiten, sie zeigen nur auf, wie zwei oder mehrere Merkmale sich miteinander verändern bzw. variieren (vgl. Rost 2022, S. 102; Reinders & Gniewosz 2015).

<b>Zwei-Gruppen-Plan mit Vorher-Nachher Messung</b>	Experiment mit Experimental- und Kontrollgruppe	Unterschiedshypothese
	Quasi-Experiment mit Versuchs- und Vergleichsgruppe	Unterschiedshypothese
<b>Ein-Gruppen-Plan mit Vorher-Nachher Messung</b>	Vorexperimentelles Design ohne Vergleichsgruppe	Unterschiedshypothese
<b>Ein-Gruppen-Plan mit nur einmaliger Messung</b>	Querschnittsuntersuchung (klassische Fragebogenuntersuchung)	vorwiegend Zusammenhangshypothesen; Unterschiedshypothesen bei Vergleich zwischen Unterstichproben möglich

Übersicht 1: Übersicht über Untersuchungsdesigns und dazugehörige Hypothesen (in Anlehnung an Rost 2022, S. 158)

Wie in Übersicht 1 ersichtlich, ergibt sich eine Hierarchie der Untersuchungsdesigns betreffend ihrer Qualität, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu prüfen. An der Spitze dieser Hierarchie befindet sich unbestritten das Experiment. Die in den Sozialwissenschaften häufig durchgeführte klassische Fragebogenuntersuchung als Ein-Gruppen-Plan mit einmaliger Messung lässt echte Kausalaussagen nicht zu. Die Forschungsergebnisse von Einzelstudien sind daher dementsprechend vorsichtig zu formulieren. Bevor Kausalaussagen über Zusammenhänge getätigt werden können, muss die gleiche Zusammenhangshypothese in einer Reihe von Untersuchungen bestätigt werden (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 522). Metastudien leisten hier einen wertvollen Beitrag.

### 3.3 Berechnung der Kausalbeziehung

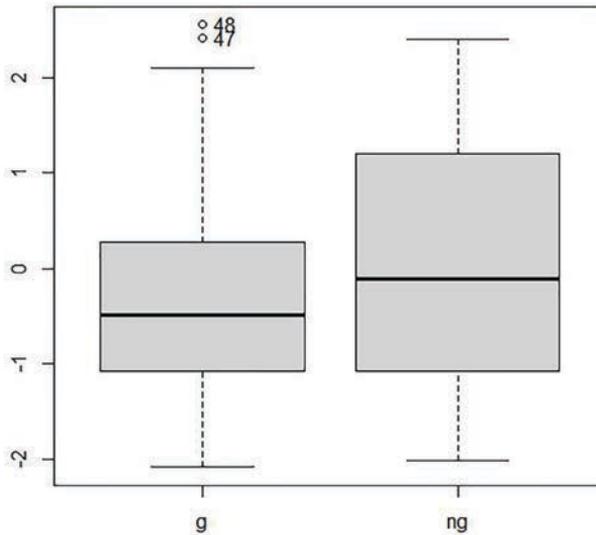
Nachdem heutzutage vorwiegend per Computerprogramm ausgewertet wird, ist vielen Nutzer\*innen die mathematische Grundlage der Kausalbeziehungen im Signifikanztest nicht mehr geläufig. Bevor wir uns also im nächsten Kapitel mit dem Grundprinzip des Signifikanztests auseinandersetzen, gilt es, zunächst das mathematische Grundprinzip eines Mittelwertsvergleichs und eines Zusammenhangs zu verstehen.

Ein Mittelwertsvergleich wird angestellt, sobald eine aus der Theorie abgeleitete Unterschiedshypothese vorliegt, d. h. die Hypothese gibt das Verfahren vor (vgl. Reinders & Gniewosz 2015, S. 137). In einer korrekt formulierte Unterschiedshypothese wird deutlich, dass es sich hier um einen *Mittelwertsunterschied zweier* (oder auch mehrerer) *Gruppen* handelt (z. B. Es wird angenommen, dass Mädchen eine höhere Leistungsmotivation als Buben zeigen). Um diesen zu berechnen, wird eine *Subtraktion* angestellt. Vom Mittelwert der einen Stichprobe wird der Mittelwert der anderen Stichprobe abgezogen, das Ergebnis ist eine *Mittelwertsdifferenz* (vgl. Bortz 1999, S. 137). Grafisch darstellen lässt sich ein Mittelwertsunterschied in einem Boxplot, wobei es sich aber genau genommen um einen Medianvergleich handelt. Der Median<sup>4</sup> wird durch die fett-gedruckte Linie in Übersicht 2 markiert, die Box um den Median stellt 50 % der Verteilung dar und die strichlierten Linien markieren die Spannweite der Verteilung. Ob der zu beobachtende Unterschied zwischen den zwei Medianen der beiden Gruppen signifikant ist, lässt sich aus dieser Grafik nicht herauslesen. Dazu benötigt es einen Signifikanztest (siehe Kap. 3.4).

Bei Vorliegen einer Zusammenhangshypothese werden Korrelationsanalysen angestellt. Dahinter verbirgt sich als Berechnungsgrundlage eine *Funktion*, in der zwei Variablen, eine davon auf der x-Achse die andere auf der y-Achse, zueinander in Beziehung gesetzt werden. Funktionen sind der mathematische Ausdruck einer *Wenn-dann-Beziehung*, in der beide Variablen systematisch miteinander variieren (vgl. Bortz 1999, S. 173). Eine Korrelation kann positiv wie negativ sein. Ein Beispiel für einen positiven Zusammenhang wäre die Hypothese: Je höher die Leistungsmotivation ist, desto höher ist die Schulleistung. Erkennbar ist dies an einer nach rechts oben steigenden Punktwolke, die eine monoton steigende Funktion darstellt (siehe Übersicht 3). Ein Beispiel

---

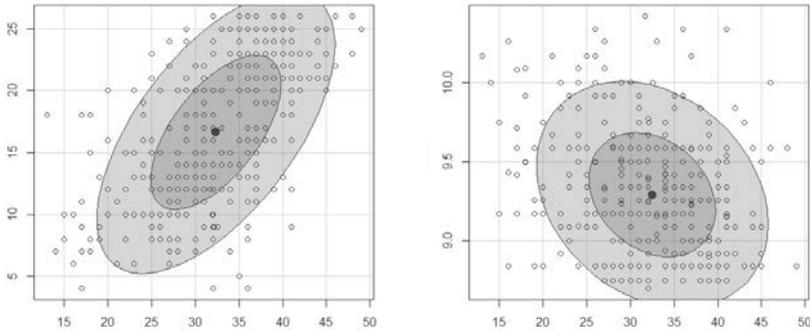
<sup>4</sup> Der Median teilt eine Verteilung von Daten genau in zwei Hälften.



Übersicht 2: Boxplot mit grafischer Darstellung eines Mittelwertsunterschieds (Quelle: eigene Darstellung)

für einen negativen Zusammenhang ist die Hypothese: Je länger der Unterrichtstag dauert, desto niedriger ist die Konzentrationsfähigkeit. Diesmal fällt die Punktwolke nach rechts unten ab (siehe Übersicht 3). Es handelt sich um eine monoton fallende Funktion. Zudem kann ein Zusammenhang unterschiedlich stark oder schwach sein. Dies äußert sich visuell in einer mehr oder weniger dichten Punktwolke. Eine exakte Aussage liefert der Korrelationskoeffizient  $r$ , der sich zwischen  $-1$  (negative Korrelation) und  $+1$  (positive Korrelation) bewegt.

Eine bei Forschungsanfänger\*innen immer wieder anzutreffende Fehlvorstellung ist, dass ein in der Stichprobe nachgewiesener Zusammenhang oder Unterschied automatisch signifikant sein muss, d. h. auf die Population verallgemeinert werden kann. Dies kommt daher, da in den gängigen Statistikprogrammen per Knopfdruck gleichzeitig sowohl die Berechnung der Kausalbeziehung als auch die Signifikanzprüfung ausgewiesen werden. Tatsächlich handelt es sich hier aber um zwei getrennt voneinander zu betrachtende Verfahren. Herauszufinden, ob der in einem ersten Schritt ermittelte Unterschied oder Zusammenhang systematisch und nicht etwa zufällig entstanden ist, ist



Übersicht 3: Beispiel für einen positiven Zusammenhang (links) und für einen negativen Zusammenhang (rechts). (Quelle: eigene Darstellung)

erst im zweiten Schritt Aufgabe des Signifikanztests (vgl. Reinders & Gniewosz 2015, S. 135).

### 3.4 Verallgemeinerung der Kausalbeziehung

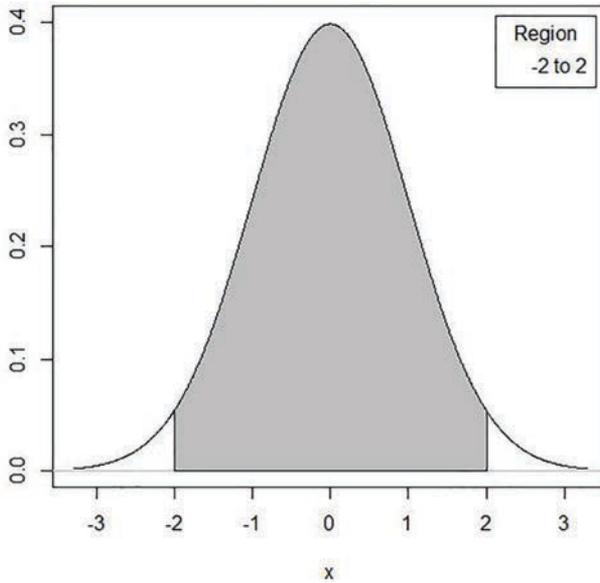
Bevor wir uns das Verfahren des Signifikanztests genauer ansehen, sollten wir uns nochmals in Erinnerung rufen, wofür wir diesen eigentlich brauchen. Ziel der Hypothesenprüfung ist es, allgemeingültige Aussagen für die Gesamtpopulation zu tätigen. Da es aber nur in wenigen Fällen möglich ist, die Gesamtpopulation zu untersuchen, bedient man sich in Untersuchungen stattdessen einer Teilmenge, der Stichprobe, und zieht anschließend mittels Signifikanztest *Rückschlüsse* auf die Gesamtpopulation. Man spricht daher auch von der *schließenden Statistik* oder der *Inferenzstatistik*. Im Umkehrschluss heißt das aber auch, dass wir im Falle einer Gesamterhebung der Population keinen Signifikanztest bräuchten.

Ausgangspunkt des Signifikanztests sind die in der Hypothese vermuteten systematischen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge. Man spricht hier auch von der *Forschungs- oder Alternativhypothese* ( $H_1$ ) (siehe Kap. 3.1). Die *Nullhypothese* ( $H_0$ ) hingegen besagt, dass die in der Stichprobe gefundenen Zusammenhänge oder Unterschiede nur zufällig zustande gekommen sind und es diese in der Population nicht gibt. Forschungshypothese und Nullhypothese werden zusammen als statistisches Hypothesenpaar bezeichnet und korrekterweise immer gemeinsam formuliert. Grundlage für den Signifikanztest ist die

Nullhypothese und dieser bewertet nun – in der Annahme, dass in der Population keine systematischen Mittelwertsunterschiede oder Zusammenhänge vorliegen – die Wahrscheinlichkeit der in der Stichprobe empirisch aufgetretenen Mittelwertsunterschiede oder Zusammenhänge (vgl. Leonhard 2009, S. 163). *Zweck des Signifikanztests* ist es also, die in der Stichprobe ermittelten Zusammenhänge oder Unterschiede *gegenüber Zufallsfunden abzusichern* (vgl. Reinders & Gniewosz 2015, S. 135). Mit etwas anderen Worten erklärt: Im Signifikanztest wird entschieden, ob die aus den Daten errechnete Mittelwertsdifferenz oder der ermittelte Zusammenhang eher zur Verteilung der Population ( $H_0$ ) gehören und damit zufällig sind, oder eher zur Verteilung der Stichprobe ( $H_1$ ) passen und somit systematisch auftreten (vgl. Beller 2008, S. 103).

Da die wahren Werte der Population zumeist nicht bekannt sind, müssen sie aus den Stichprobenwerten geschätzt werden (= Parameterschätzung). Dies ist möglich, da mittels Computersimulationen nachweisbar ist, dass die meisten Merkmale (z. B. Intelligenz, Motivation, Schulangst) in der Population normalverteilt sind (vgl. Rasch et al. 2010, S. 29). Ebenso bekannt ist, dass sich die Daten einer Normalverteilung um den Mittelwert gruppieren, was der Verteilung die typische Glockenform verleiht. Mit Hilfe der obigen Überlegungen lässt sich daher die Bandbreite angeben, innerhalb derer sich der Wert in der Population sehr *wahrscheinlich* bewegt. Zu 95 % befindet er sich in der grauen Fläche unter der Kurve (siehe Übersicht 4). Wir können also mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit darauf vertrauen, dass unsere empirischen Daten um den Mittelwert der Population innerhalb der grauen Fläche liegen (vgl. Rasch et al. 2010, S. 32). Der graue Bereich unter der Kurve wird daher auch als *Vertrauens- oder Konfidenzintervall* bezeichnet.

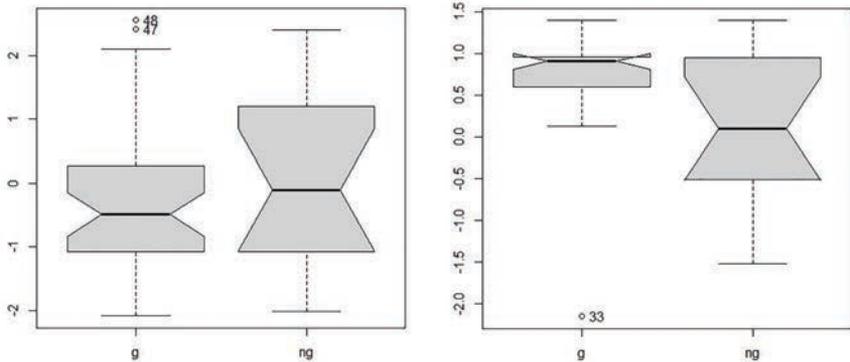
Dennoch muss man sich immer bewusst sein, dass die wahren Populationswerte nur geschätzt werden können und niemals ein 100 %iges Ergebnis vorliegt. Es wird daher immer ein gewisses Maß an Irrtumswahrscheinlichkeit bleiben. Sie ist jene Wahrscheinlichkeit, mit der wir uns irren würden, wenn wir unsere Forschungshypothese  $H_1$  annehmen, obwohl die Nullhypothese  $H_0$  gilt (=  $\alpha$ -Fehler oder Fehler 1. Ordnung). Um den  $\alpha$ -Fehler nach Möglichkeit gering zu halten, wird vorab ein Ablehnungsbereich vereinbart. Als Grenze hat sich in den Sozialwissenschaften eine tolerierte Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) von 5 % eingebürgert, was als Signifikanzniveau  $p < 0,05$  bekannt ist. Dieser Ablehnungsbereich – in der Grafik an den weißen Flächen rechts



Übersicht 4: Normalverteilungskurve mit Konfidenzintervall von 95 % (grauer Bereich) (Quelle: eigene Darstellung)

und links der Kurve zu erkennen (siehe Übersicht 4) – ist im Grunde nichts anderes als die Kehrseite des Konfidenzintervalls (vgl. Hauser & Humpert 2009, S. 122). Nur wenn der Signifikanztest für einen Zusammenhang oder einen Unterschied einen Wert ermittelt, der unter  $p < 0,05$  liegt, können wir unsere Forschungshypothese annehmen und von einem signifikanten Ergebnis sprechen (vgl. Reinders & Gniewosz 2015, S. 138). Gleichzeitig müssen wir aber auch mitbedenken, wir könnten uns zu 5 % irren.

Soweit die allgemeine Erklärung zum Signifikanztest. Liegt eine Unterschiedshypothese vor und ist die Stichprobe normalverteilt, kommt im einfachsten Fall ein *t-Test* zum Einsatz. Der *t-Test* untersucht, ob sich zwei empirisch gefundene Stichprobenmittelwerte systematisch voneinander unterscheiden oder ob der Unterschied zufällig ist. Zur Erinnerung: Die Nullhypothese besagt, dass der ermittelte Unterschied zwischen zwei Stichproben (z. B. Mädchen und Buben) zufällig zustande gekommen ist. Unter dieser Annahme errechnet der *t-Test* die Wahrscheinlichkeit für das systematische Auftreten der gefundenen Mittelwertsdifferenz oder einer Differenz, die noch größer ist (vgl. Rasch et al. 2010, S. 55).



Übersicht 5: Boxplots mit statistisch nicht bedeutsamen Unterschied (links) und mit statistisch bedeutsamen Unterschied (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Das Statistikprogramm R bietet mit der Option der gekerbten Boxplots die Besonderheit einer optisch darstellbaren Signifikanzprüfung. Die Kerben symbolisieren das Konfidenzintervall von 95 %. Sind die Mittelwerte gleich oder ähnlich groß, dann überlappen die Kerben mit einer 95 %igen Wahrscheinlichkeit. Sofern sich die Kerben *nicht überlappen*, kann von einem statistisch bedeutsamen Unterschied ausgegangen werden, der nicht zufällig vorliegt (vgl. Reisinger & Wagner 2017, S. 150). In Übersicht 5 ist daher beim linken Boxplot kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu erwarten, sehr wohl jedoch beim rechten Boxplot, auch wenn die Kerben als ein nicht sehr strenges Prüfkriterium gelten und ein Signifikanztest zur Absicherung anzuraten ist. Die Signifikanzprüfung einer Zusammenhangshypothese erfolgt bei normalverteilten Daten mit dem *Pearson-Korrelations-Test* und weitgehend analog zum t-Test<sup>5</sup>.

Zum Abschluss dieses Kapitels noch ein Hinweis zu einer möglichen Fehlerquelle, der Kumulierung des  $\alpha$ -Fehlers. Im Rahmen populärwissenschaftlicher Studien ist immer wieder zu beobachten, dass eine Vielzahl an Signifikanztests – zumeist auch ohne jede theoretische Begründung – gerechnet wird. Daher sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass mit Daten aus einer Stichprobe *nicht beliebig* viele Signifikanztests gerechnet werden können. Der  $\alpha$ -Fehler, der dann auftritt, wenn wir irrtümlich die Alternativhypothese  $H_1$

<sup>5</sup> Für eine nähere Erklärung der unterschiedlichen Korrelationsverfahren siehe den Beitrag von Roßnagl in diesem Band.

annehmen, obwohl die Nullhypothese  $H_0$  gilt, erhöht sich mit jedem Signifikanztest. Bei einer höheren Zahl an Signifikanztests wäre daher als Gegenmaßnahme eine sog. Bonferoni Korrektur durchzuführen. Dabei wird das Signifikanzniveau durch die Anzahl der Tests dividiert und entsprechend abgesenkt (vgl. Bortz 1999, S. 261). Bei fünf Signifikanztests und einem ursprünglichen Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  müsste dieses folglich auf  $p < 0,01$  angeglichen werden.

#### 4 Zusammenfassung

Lässt man sich von einem Statistikprogramm ausschließlich Mittelwerte oder Häufigkeiten auswerfen, um anschließend einen rein optischen Zahlenvergleich anzustellen, findet keine quantitative Forschung statt. Als Daumenregel gilt: Werden aus den Kennwerten deskriptiver Statistik interpretativ Zusammenhänge oder Unterschiede abgeleitet, handelt es sich um eine deskriptiv explorative Studie. Aus der Beschreibung der Stichprobe können, ähnlich der Vorgehensweise in qualitativen Studien, Hypothesen abgeleitet, durch die Beschreibung aber keine Hypothesen geprüft werden. Allgemeine Aussagen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge wären in diesem Fall nicht seriös, denn die im Datenmaterial entdeckten Muster könnten auch *zufällig* entstanden sein. Fällt also die Entscheidung zur Durchführung einer deskriptiven Studie, sollte man sich nicht zu einfachen populärwissenschaftlichen Ursachenerklärungen verleiten lassen.

Zur Hypothesenprüfung bedarf es mathematisch, statistischer Modelle, die eine *Absicherung gegenüber Zufallsfunden* gewährleisten. Von großer Bedeutung für die Erklärung von Kausalbeziehungen ist jedoch auch das Untersuchungsdesign. Da in den Sozialwissenschaften experimentelle Designs oftmals nicht möglich sind, wird häufig auf Querschnittsuntersuchungen per Fragebogen zurückgegriffen. Diese sind für Aussagen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge leider wenig geeignet. Ergebnisse aus Einzelstudien müssen daher entsprechend vorsichtig interpretiert werden und es bedarf regelmäßiger Metastudien.

#### Literatur

Beller, S. (2008). *Empirisch forschen lernen. Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Tipps*. Bern: Huber.

- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Hauser, B. & Humpert, W. (2009). *Signifikant? Einführung in statistische Methoden für Lehrkräfte*. Seelze-Velber: Klett-Kallmeyer.
- Leonhart, R. (2009). *Lehrbuch Statistik. Einstieg und Vertiefung*. Bern: Huber.
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2010). *Quantitative Methoden Band 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Reinders, H. & Gniewosz, B. (2015). Quantitative Auswertungsverfahren. In H. Reinders, H. Ditton, Gräsel, C. & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Strukturen und Methoden* (S. 131–140). Wiesbaden: Springer.
- Reisinger, C. M. & Wagner, G. (2017). *Aller Anfang ist leicht. Datenanalyse mit dem R Commander*. Wien: Facultas.
- Rost, D. H. (2022). *Interpretation und Bewertung pädagogischer und psychologischer Studien*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Schnell, R., Hill, P. B. & Esser, E. (2011). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenburg.

# Bivariate Korrelationen – Unterschiedliche Methoden und deren Anwendung

Susanne Roßnagl

## Zur Autorin

Susanne Roßnagl, Mag. Dr., wissenschaftliches Coaching und Training (WissCoTrain)

Kontakt: susanne.rossnagl@gmail.com

## 1 Einleitung

In wissenschaftlichen Artikeln und Qualifikationsarbeiten werden häufig Zusammenhänge untersucht, wie beispielsweise zwischen Classroom-Management-Strategien von Lehrenden und Selbstwirksamkeitserwartungen. Um diese angenommenen Zusammenhänge überprüfen zu können, werden in einem ersten Schritt Zusammenhangshypothesen<sup>1</sup> formuliert, die anschließend mit Hilfe von Korrelationsmethoden analysiert werden. Da es mehrere Analysemethoden gibt, fällt es oft schwer, die richtige auszuwählen. In diesem Beitrag werden folgende Verfahren vorgestellt: Chi-Quadrat-Koeffizient, Produkt-Moment-Korrelation (Pearson-Korrelation), Spearman-Rangkorrelation sowie Kendall-Tau-b (Rangkorrelation). Für jede Methode wird genau erläutert, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um sie anwenden zu können. Es werden jeweils auch Beispiele für Analysen dargestellt sowie Formulierungshilfen zur Interpretation der Ergebnisse angeboten.

---

<sup>1</sup> Für die Formulierung von Hypothesen siehe auch den Artikel „Die Hypothesenprüfung – Eine schrittweise Anleitung“ von Wagner in diesem Band.

## 2 Allgemeines

„Die bivariate Korrelation („bivariate correlation“) bestimmt über einen Korrelationskoeffizienten die Enge des Zusammenhangs (schwacher oder starker Zusammenhang) sowie die Richtung des Zusammenhangs (positiver oder negativer Zusammenhang) zwischen *zwei Merkmalen*. Für Variablen unterschiedlichen [sic!] Skalenniveaus existieren verschiedene bivariate Assoziationsmaße. Der bivariate Korrelationskoeffizient hat einen Wertebereich von  $-1$  (perfekter negativer = gegensinniger Zusammenhang) bis  $+1$  (perfekter positiver = gleichsinniger Zusammenhang). Bei Werten um Null existiert kein systematischer Zusammenhang“ (Döring & Bortz 2016, S. 680f., Hervorhebung d. Autorin).

Diese Korrelationskoeffizienten lassen sich mit verschiedenen Statistikprogrammen (z. B. SPSS, R) berechnen und werden je nach Analysemethode unterschiedlich bezeichnet (Produkt-Moment-Korrelation/Pearson-Korrelation:  $r$ , Spearman-Rangkorrelation:  $r_S$ , Kendall-Tau-b-Rangkorrelation:  $\tau_{\text{b}}$ ). In der folgenden Übersicht findet sich eine Interpretationshilfe für die Beschreibung der Höhe des Zusammenhangs:

Höhe der Korrelation ( $r$ , $r_S$ , $\tau_{\text{b}}$ )	Einstufung
0	keine Korrelation
bis 0.2	sehr geringe Korrelation
bis 0.5	geringe Korrelation
bis 0.7	mittlere Korrelation
bis 0.9	hohe Korrelation
über 0.9	sehr hohe Korrelation
1	perfekte Korrelation

Übersicht 1: Interpretation eines linearen Zusammenhangs (vgl. z. B. Reisinger & Wagner 2017, S. 162; Pfeiffer & Püttmann 2018, S. 123)

Die Zusammenhangshypothesen werden jeweils als statistisches Hypothesenpaar (Nullhypothese und Alternativhypothese) formuliert: In der Nullhypothese ( $H_0$ ) wird angenommen, dass kein Zusammenhang zwischen zwei Variablen vorhanden ist, die Alternativhypothese ( $H_1$ ) geht hingegen von einem Zusammenhang aus. Diese kann ungerichtet (z. B. ... es besteht ein Zusammenhang zwischen ...) oder gerichtet (z. B. ... es besteht ein positiver/negativer Zusammenhang zwischen ...) sein (vgl. z. B. Döring & Bortz 2016; Bühner & Ziegler 2017).

Um festzustellen, welche der aufgestellten Hypothesen (Alternativ- oder Nullhypothese) beibehalten wird, ist ein Signifikanztest durchzuführen. Dabei wird über das Signifikanzniveau festgelegt, ab wann die Nullhypothese abzulehnen ist.<sup>2</sup>

In der folgenden Übersicht wird dargestellt, wie die Signifikanzniveaus zu interpretieren sind:

Signifikanzniveau	Interpretation	häufige Darstellung
$p < 0.001$	höchst signifikant	***
$0.001 < p < 0.01$	sehr signifikant	**
$0.01 < p < 0.05$	signifikant	*
$p > 0.05$	nicht signifikant	n.s.

Übersicht 2: Interpretation von Signifikanzniveaus (vgl. z. B. Rasch et al. 2014, S. 42)

### 3 Voraussetzungen für bivariate Korrelationen

Um die richtige Korrelationsmethode wählen zu können, müssen vorab mehrere Voraussetzungen überprüft werden. Je nachdem, auf welche Art diese erfüllt sind, wird entschieden, welche Analyseverfahren zum Einsatz kommt. In der Inferenzstatistik wird zwischen parametrischen<sup>3</sup> (dazu zählt bei Korrelationsanalysen die Produkt-Moment-Korrelation/Pearson-Korrelation) und nonparametrischen<sup>4</sup> (dazu zählen bei Korrelationsmethoden die Spearman-Rangkorrelation und die Kendall-Tau-b-Rangkorrelation) Verfahren unterschieden. Wie diese Voraussetzungen überprüft werden, wird in den nächsten Schritten anhand von simulierten Daten in R (Version 4.2.1) beschrieben.

#### 3.1 Überprüfung des Skalenniveaus

Je nach Skalenniveau wird eine bestimmte Methode angewendet. Im Folgenden werden diese genannt und einige Beispiele angeführt:

<sup>2</sup> Für nähere Informationen siehe auch den Artikel „Die Hypothesenprüfung – Eine schrittweise Anleitung“ von Wagner in diesem Band.

<sup>3</sup> Annahmen über die Verteilung der Variablen in der Population sind vorhanden: Es wird davon ausgegangen, dass die Messwerte der Personen in der Population unabhängig, identisch, normalverteilt und kontinuierlich sind (vgl. Bühner & Ziegler 2017).

<sup>4</sup> Es sind keine Annahmen über die Verteilung der Variablen in der Population gegeben.

- *Nominalskala*: es ist keine Rangordnung vorhanden (z. B. Geschlecht, Studiengang, Familienstand)
- *Ordinalskala*: Rangordnung ist vorhanden; Abstände sind nicht interpretierbar, da sie unterschiedlich sein können (z. B. Schulnoten, Steuerklassen, Einschätzung mit trifft zu/trifft teilweise zu/trifft weniger zu/trifft nicht zu)
- *Metrische Skala*: Rangordnung ist vorhanden; Abstände sind gleich groß und interpretierbar (z. B. Abstand in cm, Zeitdauer) (vgl. Rasch et al. 2014; Bühner & Ziegler 2017)

In der folgenden Übersicht ist dargestellt, für welche Korrelationsmethode welches Skalenniveau notwendig ist:

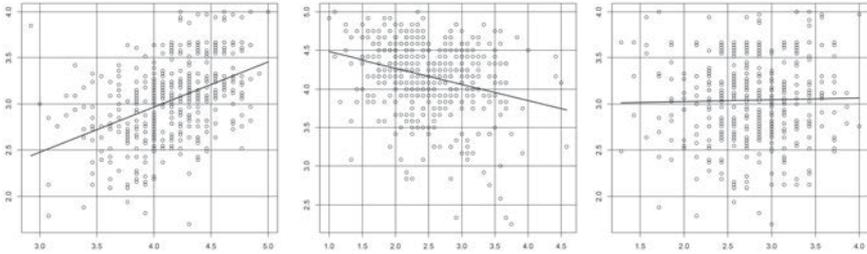
Variable Y	Variable X			
	Skalenniveau	Nominalskala	Ordinalskala	Metrische Skala
	<b>Nominalskala</b>	<b>Vierfelder-Korrelation: Phi-Koeffizient</b>	Vierfelder-Korrelation: Phi-Koeffizient	Vierfelder-Korrelation: Phi-Koeffizient
	<b>Ordinalskala</b>	Vierfelder-Korrelation: Phi-Koeffizient	<b>Rangkorrelation: Spearman (rho-Koeffizient) oder Kendall-Tau-b (tau<sub>b</sub>-Koeffizient)</b>	Rangkorrelation: Spearman (rho-Koeffizient) oder Kendall-Tau-b (tau <sub>b</sub> -Koeffizient)
	<b>Metrische Skala</b>	Vierfelder-Korrelation: Phi-Koeffizient	Rangkorrelation: Spearman (rho-Koeffizient) oder Kendall-Tau-b (tau <sub>b</sub> -Koeffizient)	<b>Produkt-Moment-Korrelation (Pearson: Koeffizient r)</b>

Übersicht 3: Skalenniveaus für Korrelationskoeffizienten (vgl. z. B. Pfeiffer & Püttmann 2018, S. 119; Bühner & Ziegler 2017, S. 677; Döring & Bortz 2016, S. 681)

### 3.2 Überprüfung des linearen Zusammenhangs

Um graphisch zu überprüfen, ob zwischen zwei Variablen ein linearer Zusammenhang besteht, werden Streudiagramme verwendet. In der folgenden Übersicht sind Beispiele zu finden:

Wenn ein positiver Zusammenhang vorhanden ist (siehe Übersicht 4 linkes Streudiagramm), dann verteilen sich die Werte (= Punkte) von links unten

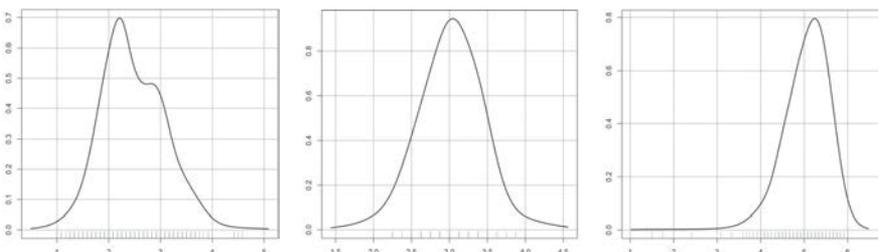


Übersicht 4: Streudiagramme: links – positiver Zusammenhang; Mitte – negativer Zusammenhang; rechts – kein Zusammenhang (Quelle: eigene Darstellung)

nach rechts oben (hohe Ausprägungen der Variable X bedingen auch hohe Ausprägungen der Variable Y). Ist der Zusammenhang negativ (siehe Übersicht 4 mittleres Streudiagramm), dann verteilen sich die Werte von links oben nach rechts unten (hohe Ausprägungen der Variable X bedingen niedrige Ausprägungen der Variable Y). Sind die Werte ungeordnet oder gleichmäßig verteilt (siehe Übersicht 4 rechtes Streudiagramm), dann ist kein Zusammenhang vorhanden (vgl. z. B. Bühner & Ziegler 2017; Reisinger & Wagner 2017; Pfeiffer & Püttmann 2018).

### 3.3 Überprüfung auf Normalverteilung

Mit Hilfe von Dichteplots kann graphisch überprüft werden, wie die Variablen verteilt sind.



Übersicht 5: Graphische Darstellung der Verteilungsform von Variablen (Quelle: eigene Darstellung)

In der linken Übersicht 5 ist eine Normalverteilung zu sehen, in der mittleren eine rechtssteile (= linksschiefe) und in der rechten Abbildung eine linksteile (= rechtsschiefe) Verteilung.

Um rechnerisch zu überprüfen, inwiefern diese Verteilungen signifikant von der Normalverteilung abweichen, wird im nächsten Schritt ein *Shapiro-Wilk-Test* durchgeführt: Ein signifikanter p-Wert bedeutet hier, dass es sich um eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung handelt. Ein positiver Wert beim Schiefekoeffizienten drückt aus, dass die Verteilung rechtsschief (= linkssteil) ist, ein negativer Wert zeigt eine linksschiefe (= rechtssteile) Verteilung (vgl. z. B. Rasch et al. 2014; Bühner & Ziegler 2017).

Nachdem die Verteilungsform der Variablen ermittelt worden ist, wird die entsprechende Korrelationsmethode gewählt, wie dies im Folgenden zusammengefasst wird:

- Beide Variablen sind normalverteilt: Produkt-Moment-Korrelation
- Beide Variablen sind signifikant schiefverteilt und weisen in die gleiche Richtung: Spearman-Rangkorrelation
- Eine Variable ist normalverteilt und eine signifikant schiefverteilt: Kendall-Tau-b-Rangkorrelation
- Wenn die beiden Variablen in die entgegengesetzte Richtung signifikant schief verteilt sind: Chi-Quadrat-Test für nominalskalierte Variablen, Kendall-Tau-b-Rangkorrelation (vgl. z. B. Reisinger & Wagner 2017; Bühner & Ziegler 2017; Pfeiffer & Püttmann, 2018)

## 4 Analysemethoden für Korrelationen

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen parametrischen und nonparametrischen Analysemethoden für die Überprüfung von Zusammenhängen dargestellt. Dabei wird jeweils erläutert, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um die jeweilige Methode anwenden zu dürfen. Weiters wird jeweils auch ein Anwendungsbeispiel dargestellt und gezeigt, wie die Ergebnisse zu interpretieren sind, wobei es sich um simulierte Daten in R (Version 4.2.1) handelt.

### 4.1 Chi-Quadrat-Test für Phi-Koeffizient

Der Phi-Koeffizient ermöglicht es, den Zusammenhang zwischen zwei nominalskalierten Merkmalen zu berechnen. Um die Stärke und die Richtung des Zusammenhangs zu ermitteln, werden einige Koeffizienten berechnet. Dabei werden zuerst in Kreuztabellen (auch als Vierfelder-Korrelation, Kontingenz-

tabellen oder bivariate Tabellen bezeichnet) die Häufigkeiten von zwei kategorialen<sup>5</sup> Variablen dargestellt (vgl. z. B. Rasch et al, 2014; Bühner & Ziegler 2017; Pfeiffer & Püttmann 2018; Backhaus et al. 2016; Obszeka & Baiert 2020).

In der folgenden Übersicht wird als Beispiel der Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Institution, an der Lehramtsstudierende ihr Studium absolvieren (PH/UNI), berechnet, wobei beide Variablen dichotom sind, also zwei Ausprägungen haben:

		Institution		Summe
		PH	UNI	
<b>Geschlecht</b>	<b>männlich</b>	28	32	60
	<b>weiblich</b>	312	82	394
	<b>Summe</b>	<b>340</b>	<b>114</b>	<b>454</b>

Übersicht 6: Beispiel für eine Kreuztabelle

Zusätzlich zur Tabelle wird folgende Information ausgegeben:

X-squared = 29.285, df = 1, p-value = 0.0000006246, Phi-Coeffizient = 0.254

*Formulierungshilfe für die Interpretation:* Es zeigt sich ein höchst signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der gewählten Institution, mit einem kleinen bis mittleren Effekt ( $\text{Chi}^2 = 29.285$ ;  $\text{df} = 1$ ;  $\text{Phi} = 0.254$ ;  $p < 0.000$ ).

Interpretation der Effektstärke:

Werte von Phi	Interpretation
Phi = 0.10	kleiner Effekt
Phi = 0.30	mittlerer Effekt
Phi = 0.50	starker Effekt

Übersicht 7: Interpretation der Effektstärke (vgl. Bühner & Ziegler 2017, S. 672)

<sup>5</sup> Das sind Variablen, bei denen das Merkmal in zwei oder mehr Kategorien eingeteilt wird (z. B. männlich – weiblich; sehr interessiert – interessiert – wenig interessiert – nicht interessiert) (vgl. z. B. Hatzinger et al. 2014).

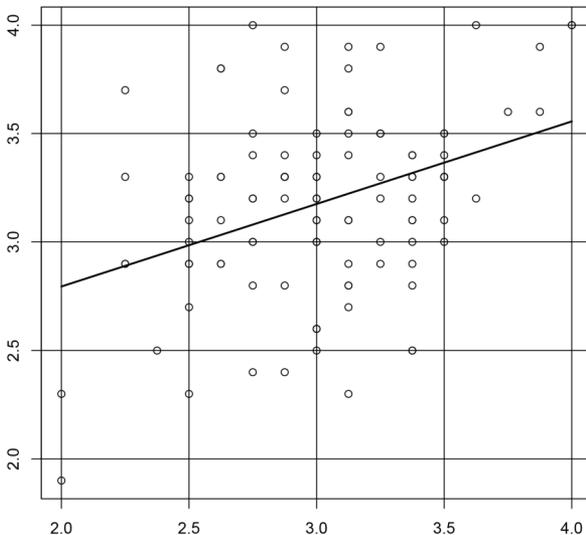
## 4.2 Produkt-Moment-Korrelation/Pearson-Korrelation

Mit Hilfe dieser parametrischen Methode kann die Höhe des linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen ermittelt werden. Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- metrisches Skalenniveau der Variablen
- linearer Zusammenhang zwischen den Variablen
- Normalverteilung der Variablen (vgl. z. B. Bühner & Ziegler 2017; Reisinger & Wagner 2017; Hatzinger et al. 2014; Obszalka & Baiertl 2020)

Der Zusammenhang wird mit einer Maßzahl beschrieben: Korrelationskoeffizient  $r$ , der Werte zwischen  $-1 \leq r \leq +1$  annehmen kann. Für die Interpretation des Zusammenhangs siehe Übersicht 1 in diesem Artikel.

Im Folgenden wird ein Beispiel dargestellt, in dem der Zusammenhang zwischen sozialen Kompetenzen und Selbstwirksamkeitserwartungen analysiert wird. Es handelt sich um zwei metrische Variablen. Zur Überprüfung der Voraussetzung auf linearen Zusammenhang, wird zuerst ein Streudiagramm erstellt.



Übersicht 8: Streudiagramm zur Überprüfung des linearen Zusammenhangs (Quelle: eigene Darstellung)

In Übersicht 8 ist ein linearer Zusammenhang zwischen sozialen Kompetenzen und Selbstwirksamkeitserwartungen ersichtlich. Die anschließende Überprüfung auf Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk-Test zeigt, dass soziale Kompetenzen (sozk: Schiefe = -0.298;  $p = 0.063$ ) und Selbstwirksamkeitserwartungen (swk: Schiefe = -0.063;  $p = 0.308$ ) nicht signifikant von der Normalverteilung abweichen und beide Variablen etwas linksschief verteilt sind. Somit kann für die Berechnung des Zusammenhangs die Methode der Pearson-Korrelation verwendet werden. Wir erhalten folgendes Ergebnis:

	<b>Soziale Kompetenzen</b>	<b>Selbstwirksamkeitserwartungen</b>
<b>Soziale Kompetenzen</b>	1.000	0.376 ( $p < 0.001$ )
<b>Selbstwirksamkeitserwartungen</b>	0.3765 ( $p < 0.001$ )	1.000

Übersicht 9: Ergebnis der Pearson-Moment-Korrelation

*Formulierungshilfe für die Interpretation:* Es besteht ein geringer, dennoch höchst signifikanter Zusammenhang ( $r = 0.38$ ;  $p < 0.001$ ) zwischen sozialen Kompetenzen und Selbstwirksamkeitserwartungen.

### 4.3 Spearman-Rangkorrelation

Die Spearman-Rangkorrelation (nichtparametrische Methode) wird dann verwendet, wenn Zusammenhänge zwischen Rängen (Variablen mit Ordinalskalenniveau) beschrieben werden. Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

- Ordinalskalen der Variablen
- Bei vorliegender Schiefverteilung der Variablen müssen diese in die gleiche Richtung schief verteilt sein.
- Gleichabständige Rangplätze<sup>6</sup> (vgl. z. B. Bühner & Ziegler 2017; Pfeiffer & Püttmann 2018; Hatzinger et al. 201; Obszelka & Baierl 2020)

Der Zusammenhang wird mit einer Maßzahl beschrieben: Korrelationskoeffizient  $r_s$ , der Werte zwischen  $-1 \leq r_s \leq +1$  annehmen kann. Für die Interpretation des Zusammenhangs siehe Übersicht 1 in diesem Artikel.

<sup>6</sup> Diese sind meist nicht vorhanden und daher ist diese Methode nur selten anwendbar.

Im folgenden Beispiel wird ein Zusammenhang zwischen Praxiserfahrung und absolvierter Semesteranzahl im Lehramtsstudium untersucht. Es handelt sich bei beiden Variablen um Ordinalskalen, die beide rechtsschief verteilt sind und signifikant von der Normalverteilung abweichen: Anzahl der Praxisschulen, an denen Unterrichtserfahrungen gesammelt wurden (Schiefe = 0.422;  $p < 0.001$ ) und Anzahl der Semester, die bereits im Lehramtsstudium absolviert wurden (Schiefe = 0.967;  $p < 0.001$ ).

Um das Prinzip hinter einer Spearman-Rangkorrelation zu veranschaulichen, werden in der folgenden Übersicht am Beispiel von sechs Studierenden<sup>7</sup> Zuordnungen von Rängen dargestellt. Es wird pro Student/in die Anzahl der Praxisschulen, an denen bereits Erfahrungen im Unterrichten gesammelt wurden, und die Anzahl der Semester dargestellt, die bereits im Lehramtsstudium absolviert wurden. Weiters wird die Differenz zwischen den beiden Rangplätzen angegeben ( $d$ ) und die quadrierte Differenz der Rangplätze ( $d^2_i$ ) von einer/einem Studierenden zwischen den beiden Variablen X und Y.

Student/ in	Anzahl Praxis- schulen (Variable X)	Rang- platz	Anzahl Se- mester (Variable Y)	Rang- platz	$d$	$d^2_i$
A	2	1.5	2	1	0.5	0.25
B	6	4.5	4	2	2.5	6.25
C	2	1.5	6	4	2.5	6.25
D	10	6.0	10	5	1.0	1.00
E	6	4.5	12	6	1.5	2.25
F	3	3.0	4	3	0.0	0.00
<b>Summe</b>	-	-	-	-	-	<b>16.00</b>

Übersicht 10: Beispiel für die Zuordnung von Rängen zu Messwerten

Wird nun der Zusammenhang zwischen der Anzahl von Praxisschulen, an denen schon Erfahrungen gesammelt wurden, mit der Anzahl von Semestern, die bereits im Studium absolviert wurden, mit Hilfe der Spearman-Rangkorrelation berechnet, dann ergibt sich folgendes Ergebnis:

<sup>7</sup> Die Gesamtstichprobe besteht aus simulierten Daten von  $N = 102$  Studierenden.

	Anzahl Praxisschulen	Anzahl Semester
Anzahl Praxisschulen	1.000	0.7878 ( $p < 0.001$ )
Anzahl Semester	0.7878 ( $p < 0.001$ )	1.000

Übersicht 11: Ergebnis der Spearman-Rangkorrelation

*Formulierungshilfe für die Interpretation:* Es besteht ein mittlerer, höchst signifikanter Zusammenhang ( $r_s = 0.79$ ;  $p < 0.001$ ) zwischen der Anzahl der gesammelten Erfahrungen an Praxisschulen und der Anzahl der bereits absolvierten Semester.

#### 4.4 Kendall-Tau-b-Rangkorrelation

Die Kendall-Tau-b-Rangkorrelation (nichtparametrische Methode) wird dann verwendet, wenn Zusammenhänge zwischen Rängen beschrieben werden, die nicht gleichabständig sein müssen, wie es bei der Spearman-Rangkorrelation der Fall sein muss. Bei der Kendall-Tau-b-Rangkorrelationsmethode werden Rangbindungen bei der Berechnung berücksichtigt. Rangbindungen sind dann vorhanden, wenn mindestens zwei Probandinnen/Probanden denselben Rangplatz zeigen. Diese Methode kann auch zum Einsatz kommen, wenn die Variablen schief verteilt sind und in verschiedene Richtungen weisen (eine Variable linksschief, eine Variable rechtsschief). Diese Methode ist ebenfalls für sehr kleine Stichproben ( $N < 20$ ) geeignet, beispielsweise wenn auf Klassenebene Zusammenhänge untersucht werden sollen.

Der Zusammenhang wird auch hier mit einer Maßzahl beschrieben: Korrelationskoeffizient  $\tau_{b\beta}$ , der Werte zwischen  $-1 \leq \tau_{b\beta} \leq +1$  annehmen kann. Für die Interpretation des Zusammenhangs siehe Übersicht 1 in diesem Artikel (vgl. z. B. Bühner & Ziegler 2017; Reisinger & Wagner 2017).

Als Beispiel wird hier im Folgenden ein Zusammenhang zwischen den Variablen Neurotizismus (Persönlichkeitsmerkmal) und Selbstwirksamkeitserwartungen berechnet. Die Überprüfung auf Normalverteilung der Variablen zeigt eine höchst signifikant rechtsschiefe Abweichung von der Normalverteilung für das Persönlichkeitsmerkmal Neurotizismus (Schiefe = 0.43;  $p < 0.001$ ) und eine höchst signifikant linksschiefe Abweichung von der Normalverteilung für Selbstwirksamkeitserwartungen (Schiefe =  $-0.27$ ;  $p < 0.001$ ). Da die Abweichungen von der Normalverteilung für die beiden Variablen in entgegengesetzte Richtungen weisen, wird für die Berechnung des Zusammenhangs, die Methode Kendall-Tau-b verwendet.

In der folgenden Übersicht wird das Ergebnis der Kendall-Tau-b-Rangkorrelation für die Variablen Neurotizismus und Selbstwirksamkeitserwartungen präsentiert:

	<b>Neurotizismus</b>	<b>Selbstwirksamkeitserwartungen</b>
<b>Neurotizismus</b>	1.000	-0.24 ( $p < 0.001$ )
<b>Selbstwirksamkeitserwartungen</b>	-0.24 ( $p < 0.001$ )	1.000

Übersicht 12: Ergebnis der Kendall-Tau-b-Rangkorrelation

*Formulierungshilfe für die Interpretation:* Es besteht ein geringer, negativer, höchst signifikanter Zusammenhang ( $\tau_b = -0.24$ ;  $p < 0.001$ ) zwischen dem Persönlichkeitsmerkmal Neurotizismus und Selbstwirksamkeitserwartungen.

## 5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel wurde beschrieben, wie vorzugehen ist, wenn Zusammenhangshypothesen überprüft werden sollen. Je nach Voraussetzung muss ein parametrisches oder nonparametrisches Analyseverfahren angewendet werden. Als Voraussetzungen sind stets die Normalverteilung, die Schiefeverteilung und die Linearität des Zusammenhangs zu prüfen. Weiters muss das jeweilige Skalenniveau berücksichtigt werden, um die richtige Methode wählen zu können. Für nominalskalierte Variablen wird der Chi-Quadrat-Koeffizient berechnet. Die Produkt-Moment-Korrelation (Pearson-Korrelation) als parametrisches Verfahren verlangt die meisten Voraussetzungen, um sie anwenden zu können: metrisches Skalenniveau, Linearität des Zusammenhangs sowie Normalverteilung der Variablen. Als nonparametrische Analysemethoden können die Spearman-Rangkorrelation oder Kendall-Tau-b-Rangkorrelation Anwendung finden, wobei erstere verlangt, dass die Ränge gleichabständig sind und die Variablen in die gleiche Richtung schief verteilt sind. Für die Kendall-Tau-b-Rangkorrelation müssen die wenigsten Voraussetzungen erfüllt sein. Sie findet immer dann Anwendung, wenn kleine Stichproben ( $N < 20$ ) vorhanden sind, die Ränge nicht gleichabständig sind, Rangbindungen vorliegen oder auch schief verteilte Variablen vorhanden sind, die in die entgegengesetzte Richtung weisen können.

## Literatur

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2016). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. 14. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Bühner, M. & Ziegler, M. (2017). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. 2. aktual. u. erweiterte Aufl. Hallbergmoos: Pearson.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hatzinger, R., Hornik, K., Nagel, H. & Maier, M.J. (2014). *R. Einführung durch angewandte Statistik*. 2. Aufl. München: Pearson.
- Obszeka, D. & Baierl, A. (2020). *Statistisches Programmieren mit R. Eine ausführliche, übersichtliche, spannende und praxiserprobte Einführung*. Wiesbaden: Springer.
- Pfeiffer, D.K. & Püttmann, C. (2018). *Methoden empirischer Forschung in der Erziehungswissenschaft. Eine Einführung*. Münster, New York.
- Rasch, B., Frieze, M. Hofmann, W. & Naumann, E. (2014). *Quantitative Methoden 1. Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Reisinger, C.H. & Wagner, G. (2017). *AlleR Anfang ist leicht. Datenanalyse mit dem R Commander*. 2. Aufl. Wien: Facultas.

## PH Wien: Forschungsperspektiven

Reinhard Bauer; Evelyn Süß-Stepancik; Ruth Petz (Hrsg.)

### **Perspektiven auf die Berufsbildung**

Bd. Sonderband 5, 2023, 276 S., 24,90 €, br., ISBN 978-3-643-51135-5

Gabriele Kulhanek-Wehlend; Sabine Hofmann-Reiter; Harald Knecht;  
Stefanie Wagner; Oliver Wagner; Evelyn Süß-Stepancik; Ruth Petz

### **Doing Democratic Education in School and University. Democratic Education als Aufgabe von Schule und Hochschule**

Bd. Sonderband 4, 2023, 316 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-51132-4

C. Kaluza, G. Kulhanek-Wehlend, G. Lauss, J. Majcen, R. Petz, B. Schimek, A. Schnider, S. Severin, E. Süß-Stepancik (Hrsg.)

### **Sommerschule 2020: SUMMERSPLASH – zur wissenschaftlichen Verortung der Sommerschule**

Sonderband 3

Bd. Sonderband 3, 2021, 222 S., 24,90 €, br., ISBN 978-3-643-51070-9

Renate Potzmann; Sybille Roszner; Harald Knecht; Gabriele Kulhanek-Wehlend;  
Ruth Petz (Hrsg.)

### **Hochschuldidaktische Perspektiven**

Didaktische Reflexion und Coaching in der schulpraktischen Ausbildung

Bd. Sonderband 2, 2020, 324 S., 29,90 €, br., ISBN 978-3-643-50974-1

Sabine Hofmann-Reiter; Gabriele Kulhanek-Wehlend; Peter Riegler (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven – Fokus Unterrichtspraxis**

Bd. Sonderband 1, 2018, 244 S., 29,90 €, br., ISBN 978-3-643-50821-8

Christian Fridrich; Barbara Herzog-Punzenberger; Harald Knecht; Peter Riegler;  
Evelyn Süß-Stepancik (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven 14**

Bd. 14, 2022, 166 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-51089-1

Christian Fridrich; Harald Knecht; Ruth Petz; Renate Potzmann; Peter Riegler;  
Evelyn Süß-Stepancik (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven 13**

Bd. 13, 2021, 234 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-51044-0

Christian Fridrich; Gabriele Frühwirth; Ruth Petz; Renate Potzmann;  
Peter Riegler; Evelyn Süß-Stepancik (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven 12**

Bd. 12, 2020, 250 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-50967-3

Christian Fridrich; Gabriele Frühwirth; Renate Potzmann; Wolfgang Greller;  
Ruth Petz (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven 11**

Bd. 11, 2019, 252 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-50924-6

Christian Fridrich; Gabriele Mayer-Frühwirth; Renate Potzmann;  
Wolfgang Greller; Ruth Petz (Hrsg.)

### **Forschungsperspektiven 10**

Bd. 10, 2018, 300 S., 19,90 €, br., ISBN 978-3-643-50873-7

**LIT** Verlag Berlin – Münster – Wien – Zürich – London

Auslieferung Deutschland / Österreich / Schweiz: siehe Impressumseite

Im 15. Band der Reihe *Forschungsperspektiven* mit dem Titel *Mehr Begeisterung für MINT-Fächer* werden zusätzlich zu aktuellen didaktischen und inhaltlichen Aspekten von Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik unter anderem auch Optionen sowie Chancen von Motivation, Innovation, Neugier und Talentförderung ausgelotet. Einer Vielzahl hochkarätiger Grundlagenbeiträge folgen Forschungsbeiträge zu MINT in Schul- und Hochschulkontexten. Fünf forschungsmethodische Beiträge runden diesen Sammelband ab.

**RH**  
Wien

LIT  
[www.lit-verlag.at](http://www.lit-verlag.at)

978-3-643-51139-3



9 783643 511393