

Dorothee Brovelli | Matthias Hoesli | Melanie Elderton (Hrsg.)

Gendersensibilisierung

in der Ausbildung von Natur- und
Techniklehrpersonen



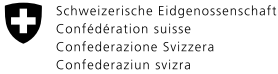
Brovelli, Hoesli, Elderton (Hrsg.)

**Gendersensibilisierung in der Ausbildung von
Natur- und Techniklehrpersonen**

Dorothee Brovelli, Matthias Hoesli, Melanie Elderton (Hrsg.)

Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Technik- lehrpersonen

Beiträge aus Praxis und Forschung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Eidgenössisches Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann EBG
Finanzhilfen



Fachhochschule Nordwestschweiz
Pädagogische Hochschule

PHBern

Pädagogische Hochschule

PH LUZERN
PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE

PH
ZH
PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE
ZÜRICH

PH^{SG}

Pädagogische Hochschule
St.Gallen

Publiziert von
hep Verlag AG
Gutenbergstrasse 31
3011 Bern
hep-verlag.com

Coverfoto: iStock / Getty Images Plus, anon-tae

ISBN Print: 978-3-0355-2648-6

ISBN PDF: 978-3-0355-2649-3

DOI: <https://doi.org/10.36933/9783035526493>



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons
Namensnennung 4.0 International Lizenz.



Weitere Materialien

hep-verlag.ch/gendersensibilisierung-natur-und-technik

Inhaltsverzeichnis

Vorwort (<i>Dorothee Brovelli, Matthias Hoesli, Melanie Elderton</i>)	7
Sensibilisierung von angehenden Lehrpersonen für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht – ein Projekteinblick aus der Perspektive der Anspruchsgruppen (<i>Daniel Gysin, Dorothee Brovelli</i>)	12
Same same, but different: Identitätsaushandlungen als Anlass und Rahmung für Gendersensibilisierung (<i>Thorid Rabe</i>)	23
Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Chemielehrpersonen mit (Vor-)Bildern (<i>Markus Precht!</i>)	41
Auf dem Weg zur gendersensiblen Natur- und Techniklehrperson – Wahrnehmung kritischer Aspekte, Lerngelegenheiten und Interesse angehender Lehrpersonen (<i>Sanja Atanasova, Nicolas Robin, Dorothee Brovelli</i>)	58
Professionswissen zur Gendersensibilisierung – Konzeption eines Messinstruments und exemplarische Ergebnisse von Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich (<i>Josiane Tardent, Christoph Gut</i>)	74
Gendersensibler Einsatz von Versuchsanleitungen (<i>Valerie Amacker, Markus Wilhelm, Dorothee Brovelli</i>)	95
Naturwissenschaftliche Unterrichtstechniken für alle Geschlechter (<i>Katrin Bölsterli Bardy, Regula Brun</i>)	109
Diversitätssensible Wissenschaftskommunikation – visuelles Storytelling zur Brennstoffzellentechnologie mit Role Models (<i>Yannick L. Legscha, Krenare Ibraj, Markus Precht!</i>)	119
Wer schreibt Wissenschaftsgeschichte? (<i>Tibor Gyalog, Alessandra Hool</i>) ...	129

Von Dingen und Menschen im naturwissenschaftlichen Unterricht (<i>Albert Zeyer</i>)	147
Ansätze für eine gendersensiblere Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen – Entwicklungen und Erfahrungen an der Pädagogischen Hochschule Zürich (<i>Judith Lanka, Hanspeter Pfirter, Jürg Fleischmann, Josiane Tardent, Christoph Gut</i>)	156
Kriteriengeleitete Modulentwicklung für einen gendersensiblen Natur- und Technikunterricht (<i>Andrea Maria Schmid, Dorothee Brovelli</i>)	173
Nature versus Nurture: Naturwissenschaften und gendersensible Hochschuldidaktik – eine (Selbst-)Evaluierung (<i>Julia Ha</i>)	188
Gendersensibler Elektrizitätsunterricht an der Pädagogischen Hochschule Bern (<i>Olivia Stowasser, Matthias Bigler</i>)	198
Gendersensibilisierung in der Natur-Mensch-Gesellschaft-Ausbildung von Primarlehrer*innen an der Pädagogischen Hochschule Luzern (<i>Matthias Hoesti, Ueli Studhalter, Eveline Thaler</i>)	209
MINT-Förderung für Mittelstufen-Schülerinnen – Erfahrungen aus dem Projekt «It's MINT» (<i>Franziska Schwab</i>)	220
Autor*innen	229

Vorwort

Dorothee Brovelli, Matthias Hoesli, Melanie Elderton

Trotz intensiver Bemühungen zur Förderung der Geschlechtergerechtigkeit und Chancengleichheit in der Bildung bleiben Frauen in der Schweiz, in Deutschland und den meisten anderen Ländern weiterhin stark unterrepräsentiert im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) (OECD, 2022). Verschiedene Maßnahmen zielen darauf ab, die langanhaltenden geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der Wahl von Lehrstellen und Studienfächern zu reduzieren und eine ausgeglichene Teilhabe der Geschlechter zu erreichen. Die Berufs- und Studienwahl von Jugendlichen soll dadurch weniger von Geschlechterstereotypen und sozio-kultureller Herkunft beeinflusst werden, sondern stärker von individuellen Fähigkeiten, persönlichem Potenzial und Arbeitsmarktbedingungen. Zudem sollen weitere Bereiche der Lebensgestaltung mit Bezügen zu MINT-Themen, darunter die Entwicklung von Interessen und Denkweisen, die Wahl der Freizeitaktivitäten oder die gesellschaftliche Teilhabe, weniger durch das Geschlecht eingeengt werden. Aufgrund der wichtigen Rolle der Schule bei der Reproduktion von Geschlechterunterschieden (Heyder, Kessels & Retelsdorf, 2020) können Lehrpersonen als Schlüsselfiguren zur Reduktion von Gendersegregation in Bildungsverläufen betrachtet werden (Kollmayer et al., 2020; Murphy & Whitelegg, 2006). An der Ausbildung von Lehrpersonen für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht anzusetzen, kann deshalb ein großes Potenzial zugeschrieben werden. Zum einen hat diese Maßnahme eine erhebliche Reichweite, wenn es gelingt, dass Lehrpersonen während ihrer gesamten beruflichen Laufbahn selbst Maßnahmen zur Förderung eines geschlechtergerechten Unterrichts umsetzen. Zum anderen zeigt sich, dass angehende Lehrpersonen meist noch über wenig ausgeprägte Genderkompetenzen für den MINT-Unterricht verfügen, das heißt, selbst geschlechtsstereotype Erwartungen an ihre Schülerinnen und Schüler haben oder nicht-geschlechtergerechte Aspekte in schriftlichen Unterrichtssituationen kaum erkennen (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019; Lindner et al., 2022; Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). Damit wird deutlich, dass die Ausbildung angehender Lehrpersonen im Fach Natur und Technik eine verstärkte Aufmerksamkeit auf die Genderproblematik legen sollte.

Das vorliegende Buch entstand im Rahmen des vom Eidgenössischen Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann geförderten Projekts *Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen* und richtet sich an Vertreter*innen der Wissenschaft, der (Hochschul-)Bildungspraxis, der Gleichstellung sowie weitere an der Gendersensibilisierung Interessierte.

Die 16 Beiträge präsentieren einerseits Erkenntnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten und andererseits innovative Beispiele der Umsetzung von gendersensiblen Natur- und Technikunterricht auf Hochschul-ebene und darüber hinaus. Im Folgenden werden sie kurz vorgestellt. Der Band beginnt mit stärker empirisch oder theoretisch ausgerichteten Beiträgen und endet mit Praxisbeiträgen.

An den ersten Artikel, in dem *Daniel Gysin* und *Dorothee Brovelli* darlegen, wie Lehrpersonen an der Pädagogischen Hochschule Luzern für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht sensibilisiert werden, schließen Beiträge zu den beiden Keynotes an, die an der Tagung *Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen* im Februar 2023 gehalten wurden.

Thorid Rabe thematisiert das Identity-Konstrukt und analysiert, wie (junge) Menschen ihr Verhältnis zu Physik verhandeln und ob beziehungsweise in welcher Weise die Identitätsperspektive für eine Gendersensibilisierung (zukünftiger) Lehrpersonen fruchtbar gemacht werden kann.

Markus Prechtl referiert bewährte Praxisbeispiele, die sich in der Hochschullehre der Reflexion von Repräsentationen von Naturwissenschaften sowie von den in der Forschung tätigen Menschen annehmen.

Sanja Atanasova, *Nicolas Robin* und *Dorothee Brovelli* untersuchen mit einer Querschnittserhebung an fünf pädagogischen Hochschulen, wie angehende Natur- und Techniklehrpersonen kritische genderrelevante Aspekte im Physikunterricht wahrnehmen, wie sie diese interpretieren und ob sie geeignete Handlungsalternativen ableiten.

Josiane Tardent und *Christoph Gut* stellen einen neu entwickelten Multiple-Choice-Test vor, mit dem das deklarative Wissen zu ausgewählten Theorien zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung von Studierenden der Sekundarlehrpersonenausbildung erhoben werden kann.

Im Beitrag von *Valerie Amacker*, *Markus Wilhelm* und *Dorothee Brovelli* wird die Wirkung unterschiedlicher Versuchsanleitungen auf den Lernfort-

schritt bei Schüler*innen der Sekundarstufe I untersucht und ein gendersensibler Einsatz derselben diskutiert.

Katrin Bölsterli Bardy und *Regula Brun* suchen in ihrem Beitrag nach Unterrichtstechniken für den Natur- und Technikunterricht, die für alle Geschlechter gleichermaßen geeignet sind.

Yannick L. Legscha, *Krenare Ibraj* und *Markus Prechtl* stellen ein Methodenwerkzeug zur Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte vor, kontextualisiert durch visuelles Storytelling mithilfe der Paper-Cut-out-Technik.

Tibor Gyalog und *Alessandra Hool* thematisieren bekannte Entdeckungen der Wissenschaftsgeschichte als Erkenntnisse von «Paaren» von jeweils einer Frau und einem Mann und zeigen Mechanismen auf, die die wissenschaftlichen Leistungen von Frauen systematisch abwerten und marginalisieren.

Albert Zeyer stellt eine Checkliste «Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht» vor, die dabei unterstützen soll, naturwissenschaftlichen Unterricht zu konzipieren, der *alle* Schüler*innen motivieren will und mehr ist als ein Spiegel der Naturwissenschaften.

Der Beitrag von *Judith Lanka*, *Hanspeter Pfirter*, *Jürg Fleischmann*, *Josiane Tardent* und *Christoph Gut* berichtet von den im Curriculum der Natur- und Technik-Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule Zürich vorgenommenen Änderungen und den damit gemachten Erfahrungen und illustriert diese an drei ausgewählten Beispielen.

Andrea Maria Schmid und *Dorothee Brovelli* zeigen exemplarisch die Umsetzung einer auf einer Kriterienliste zur Analyse des eigenen Unterrichts gestützten Modulentwicklung in der Lehramtsausbildung der Sekundarstufe I für Naturwissenschaften und Technik auf und diskutieren diese eingebettet in Theorie und Empirie.

Julia Ha beschäftigt sich mit einer Selbstevaluation der eigenen Hochschuldidaktik in Bezug auf Gendersensibilität bei Dozierenden der Fachschaft Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule St. Gallen.

Olivia Stowasser und *Matthias Bigler* berichten über verschiedene an der Pädagogischen Hochschule Bern umgesetzte Maßnahmen. Diese verfolgen das Ziel, beobachteten Geschlechterdifferenzen entgegenzuwirken und den Unterricht gendersensibler zu gestalten.

Matthias Hoesli, *Ueli Studhalter* und *Eveline Thaler* berichten von ausgewählten Aspekten einer an der Pädagogischen Hochschule Luzern in Kooperation mit der Hochschule Luzern – Technik & Architektur entwickel-

ten Intervention zur Gendersensibilisierung in der MINT-Bildung, die im Rahmen der Ausbildung in der Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft umgesetzt wird.

Der Beitrag von *Franziska Schwab* gibt Einblick in das Projekt «It's MINT», das Forscherinnen-Treffs an Primarschulen anbietet, in denen Mittelstufenschülerinnen in einer geschützten Umgebung unter der Leitung von Frauen aus dem MINT-Bereich experimentieren und forschen können.

Der vorliegende Sammelband zeigt vielfältige Herangehensweisen, fachdidaktische Erkenntnisse für die Lehrpersonenbildung und Umsetzungsbeispiele. Die dargestellten Theoriegrundlagen und Studienergebnisse sowie die Instrumente und Good-Practice-Beispiele sollen zur Weiterentwicklung der Lehrpersonenbildung und der Fachdidaktiken der MINT-Fächer beitragen. Damit soll eine nachhaltige Implementierung der Genderthematik in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen unterstützt werden, die zukünftige Lehrpersonen in Hinblick auf eine diversitätsbewusste und chancengerechte Bildung sensibilisiert und befähigt.

Dorothee Brovelli, Matthias Hoesli, Melanie Elderton

Literatur

- Atanasova, S., Robin, N. & Brovelli, D. (2023). Genderkompetenz messen – Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten von Lehrpersonen in Bezug auf genderrelevante Aspekte im Physikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 1–31. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00169-y>.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A. M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht – Eine Vignettenstudie bei angehenden Lehrkräften. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3568807>.
- Heyder, A., Kessels, U. & Retelsdorf, J. (2020). Geschlechterstereotype in der Schule. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 51, 69–70. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000209>.

- Kollmayer, M., Schultes, M.-T., Lüftenegger, M., Finsterwald, M., Spiel, C. & Schöber, B. (2020). REFLECT – a teacher training program to promote gender equality in schools. *Frontiers in Education*, 5, 136. <https://doi.org/10.3389/fe-duc.2020.00136>.
- Lindner, J., Makarova, E., Bernhard, D. & Brovelli, D. (2022). Towards Gender Equality in Education – Teachers’ Beliefs about Gender and Math. *Education Sciences*, 12(6), 373. <https://doi.org/10.3390/educsci12060373>.
- Murphy, P. & Whitelegg, E. (2006). *Girls in the physics classroom: A review of the research on the participation of girls in physic*. Institute of Physics, London, UK.
- OECD (2022). *Bildung auf einen Blick 2022*. wbv Media, Bielefeld/OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/dd19b10a-de>.

Sensibilisierung von angehenden Lehrpersonen für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht – ein Projekteinblick aus der Perspektive der Anspruchsgruppen

Daniel Gysin, Dorothee Brovelli

Über eine Projektlaufzeit von vier Jahren realisierten fünf pädagogische Hochschulen zwei aufeinander aufbauende Projekte zum Thema Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen. Dozierende der PH Luzern und ihrer Partnerhochschulen (PH Bern, PH FHNW, PH St. Gallen und PH Zürich) ergänzten und überarbeiteten im Rahmen dieser Projekte bestehende Ausbildungsmodule, um künftige Sekundarlehrpersonen stärker für das Thema gendergerechter Naturwissenschaftsunterricht zu sensibilisieren. Ziel war, einen langfristigen Effekt zu erreichen, indem angehende Lehrpersonen in ihrer Ausbildung, auch über die Projektdauer hinaus, mehrfach mit dem Thema in Berührung kommen und ihre Erkenntnisse im späteren Berufsleben anwenden. In diesem Beitrag wird aus der Perspektive der verschiedenen Anspruchsgruppen (Eidgenössisches Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann als Förderinstitution, Projektleitungen, Dozierende, Lehramtsstudierende, Schüler*innen, Schule und Gesellschaft sowie Forschende) anhand von konkreten Beispielen Einblick in die Projekte gewährt.

1 Einleitung

Die Sensibilisierung von angehenden Lehrpersonen für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht ist von zentraler Bedeutung, um in Zukunft möglichst viele Schüler*innen für MINT-Fächer und -Berufe zu begeistern sowie Stereotype gegenüber bestimmten Themen und Fachbereichen abzubauen. Die Pädagogischen Hochschulen und ihre Dozierenden verfügen mit der Ausbildung von (Sekundar-)Lehrpersonen über einen wirksamen Hebel, um dieses Vorhaben umzusetzen.

Die fünf größten Pädagogischen Hochschulen der Deutschschweiz (PH Bern, PH FHNW, PH Luzern, PH St. Gallen und PH Zürich) beteiligten sich an einem Projekt mit dem Titel «Gendersensibilisierung in der Ausbildung

von Natur- und Techniklehrpersonen» (1. 1. 2020–31. 12. 2022). Als Leading House agierte die PH Luzern, an der bereits ein Jahr zuvor das hochschulinterne Projekt «Lehrpersonenbildung für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht auf der Sekundarstufe I» (1. 1. 2019–31. 12. 2021) begonnen hatte. Ziele des hochschulübergreifenden Projekts waren neben der Sensibilisierung der Lehramtsstudierenden der Aufbau von Genderkompetenz bei Dozierenden im Fachbereich Naturwissenschaften und Technik, die Weiterentwicklung des Ausbildungsangebots respektive der Lehre, der Austausch der beteiligten Institutionen untereinander, die Durchführung einer Tagung und der Transfer der Erfahrungen auf Forschungsprojekte und über die Hochschulen hinaus.

In diesem Beitrag wird die Umsetzung des Projekts aus der Sicht der Akteur*innen sowie der Nutznießenden beschrieben. Es soll in den kommenden Abschnitten aufgezeigt werden, welche Entwicklungen die Projektleitungen an den Pädagogischen Hochschulen mit Unterstützung durch das Eidgenössische Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann initiierten und wie Dozierende ihre eigene Kompetenz im Bereich des gendergerechten Naturwissenschaftsunterrichts weiterentwickelten und ihre Ausbildungsmodule anpassten. Weiter werden die Rolle der Studierenden, sprich der zukünftigen Lehrpersonen, beim Transfer des Themas in die Schule beleuchtet sowie der Nutzen des Projekts für Schüler*innen, Schule und Gesellschaft hervorgehoben. Abschließend wird das Wechselspiel zwischen Forschung und Lehre im Projekt aufgezeigt.

2 Eidgenössisches Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann als Förderinstitution

Das Eidgenössische Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann (EBG, www.ebg.admin.ch) ist ein Amt im Eidgenössischen Departement des Innern der Schweiz. Es ist zuständig für Gleichstellung und Chancengleichheit der Geschlechter und engagiert sich insbesondere in den Bereichen Rechtsgleichheit, Lohngleichheit bei bezahlter und Gleichstellung bei unbezahlter Arbeit sowie im Kampf gegen häusliche Gewalt. Es finanziert unter anderem Projekte zur Förderung der Chancengleichheit von Frau und Mann im Er-

werbsleben. In diesem Rahmen unterstützte das EBG die hier vorgestellten Projekte mit Finanzhilfen nach dem Gleichstellungsgesetz.

3 Projektleitungen

Im Rahmen des Projekts «Lehrpersonenbildung für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht auf der Sekundarstufe I» der PH Luzern (siehe Einleitung) wurde eine Kriterienliste zum gendergerechten Naturwissenschaftsunterricht zusammengestellt (Brovelli, Gysin & Schmid, 2019). Die Liste basiert auf Erkenntnissen aus der Fachliteratur und wurde den Projektleitungen der einzelnen pädagogischen Hochschulen zur Verfügung gestellt. Sie dient der Diagnose der eigenen Lehre und der Weiterentwicklung der Genderkompetenz der Dozierenden aus den Fachbereichen Physik, Chemie und Biologie und enthält Kriterien zur Planung, Durchführung und Reflexion von gendergerechtem Unterricht in Modulen der Hochschule (siehe Schmid und Brovelli in diesem Band). Die Kriterienliste liegt in je einer Version für Dozierende der pädagogischen Hochschulen und für den Unterricht auf der Sekundarstufe vor.

Nachdem an jeder teilnehmenden pädagogischen Hochschule eine Schulung durch die Gesamtprojektleitung der PH Luzern durchgeführt wurde, initiierten die Projektleitungen der beteiligten Hochschulen in ihren jeweiligen Teams die Analyse und Diskussion von bestehenden Modulen in Bezug auf die in der Liste enthaltenen Kriterien. Darüber hinaus fand über die ganze Projektlaufzeit ein regelmäßiger Austausch mit Dozierenden aller am Projekt beteiligten pädagogischen Hochschulen statt. Der Austausch wurde ergänzt durch von der Gesamtprojektleitung organisierte Vorträge interner und externer Fachpersonen, beispielsweise mit Referaten zum Einfluss subjektiver Theorien zu Gender und Fach auf das unterrichtliche Handeln (Lembens, 2019) oder zu Stereotypen über «fleißige Mädchen» und deren Weg in MINT-Fächer (Kessels, 2021).

Eine vom Projektleitungsteam der PH Luzern aufgeschaltete und bewirtschaftete Website (www.ph-gendersensibilisierung.ch) enthielt neben Angaben zu Zielen und Mitarbeitenden des Projekts einen Blog zu aktuellen Themen. Die Projektleitenden führten dafür Interviews mit Expert*innen und Lehrpersonen, nahmen einen Podcast auf und berichteten weiter über

Plattformen, auf denen sich Ideen für einen gendergerechten Unterricht finden.

Die Projektleitungen der beteiligten Hochschulen tauschten sich regelmäßig untereinander aus, koordinierten die Entwicklungen der Module sowie die Sensibilisierung der Studierenden und standen im Austausch mit weiteren Anspruchsgruppen. Im folgenden Abschnitt wird aufgezeigt, wie die initiierten Maßnahmen von den Dozierenden umgesetzt wurden.

4 Dozierende

Rund 50 Dozierende der naturwissenschaftlich-technischen Fächer in den Studiengängen für die Sekundarstufe I der fünf am Projekt beteiligten pädagogischen Hochschulen nahmen an Projektaktivitäten teil und entwickelten ihre Kompetenzen im Bereich des gendergerechten Naturwissenschaftsunterrichts sowie ihre Ausbildungsmodule weiter. Nach einer Selbstevaluation mit der Kriterienliste (siehe Kapitel 3; vgl. Brovelli, Gysin & Schmid, 2019) setzten die Dozierenden verschiedene Maßnahmen um, die die Planung und Durchführung ihrer Module in diversen Aspekten gendergerechter gestalteten. Einige dieser Maßnahmen finden sich in anderen Beiträgen dieses Sammelbandes wieder. Die folgende nicht abschließende Aufzählung gibt exemplarisch einen Einblick in ausgewählte Modulentwicklungen (vgl. auch Brovelli, 2022):

- explizite Thematisierung von Aspekten der Gendergerechtigkeit,
- kritische Auseinandersetzung mit Fachtraditionen,
- Diskussion einschlägiger Fachliteratur (inkl. «Paper Club»¹),
- Öffnung von Aufgabenstellungen im Hinblick auf diverse Zugänge zum Thema respektive Inhalt des Unterrichts,
- kontextorientierte Lernumgebungen aus der Lebenswelt aller Geschlechter,
- Porträts von Wissenschaftlerinnen oder geschlechtergemischten Forschungsteams,

1 Bei einem «Paper Club» handelt es sich um eine Gruppe von Personen, die sich regelmäßig treffen, um aktuelle wissenschaftliche Literatur zu diskutieren.

- Anpassung der Feedbackkultur und von Unterrichtsettings zum angstfreien Experimentieren,
- Intervention zum Rollenverständnis bei Gruppenarbeiten zur Technik,
- Erprobung monoedukativer Settings,
- nach Kriterien der Gendergerechtigkeit ausgewählte Erklärvideos und weitere Unterrichtsmaterialien, z. B. mit weiblichen Identifikationsfiguren,
- Diskussion von Beispielsituationen aus dem Unterricht und Beispielen aus den Praktika der Studierenden,
- Erstellen von Beobachtungsprotokollen und Wissenstests,
- Überarbeitung von Skripten,
- Anpassung der Vorgaben für Prüfungen mit fachdidaktischen Aufgaben zu Genderaspekten (z. B. Analyse einer Unterrichtsvignette an der Masterprüfung Naturwissenschaften und Technik),
- kritische Bewertung von Schulbüchern,
- weitere kleine methodische Anreicherungen wie gendergerechte Foto-strecken zur Laborarbeit, Online-Adventskalender zum Thema Gender oder Ergänzung des Genderaspekts bei der Bewertung außerschulischer Lernangebote,
- Durchführung zahlreicher Masterarbeiten zur Thematik.

Viele der Dozierenden, die im Rahmen des Projekts ihren Umgang mit Kriterien des gendergerechten Unterrichts reflektierten und Maßnahmen zur Weiterentwicklung ihrer Module umsetzten, nahmen an den Austausch-treffen und Vorträgen externer Expert*innen und der Tagung «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» teil.

Das Konzept, bei der Sensibilisierung von (angehenden) Lehrpersonen für die Genderproblematik im Fach Natur und Technik bei Hochschuldozierenden aus dem MINT-Bereich anzusetzen, basiert auf Erkenntnissen aus der Interviewstudie von Blair et al. (2017). Ryan, Díaz und Grow (2021) verdeutlichen: «Educational, organizational, and social leaders are ultimately responsible for addressing the gender gap in STEM-related fields» (S. 44). Weiter wird argumentiert, dass Expert*innen aus dem Bildungssektor («educational leaders») wie Dozierende der pädagogischen Hochschulen eine Umgebung für fortschrittliches Denken im Hinblick auf den Umgang mit Ungleichheiten und die Möglichkeiten, diesen zu begegnen, schaffen sollen.

Damit würden angehende Lehrpersonen ermuntert und befähigt, ihre Lernenden zu unterstützen, sich selbstbewusst und aktiv mit ihrer Ausbildung und Berufswahl auseinanderzusetzen. Den pädagogischen Hochschulen und damit den Dozierenden der Lehrpersonenbildung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu: Die Einflussmöglichkeiten bei der Aus- und Weiterbildung angehender Lehrpersonen sind groß, wenn sich im Hinblick auf deren Verhalten während ihres weiteren Berufslebens Wirkungen erzielen lassen (Brovelli, 2022).

5 Lehramtsstudierende

Empirische Studien aus verschiedenen Ländern zeigen durchweg, dass Lehrpersonen geschlechtsstereotype Überzeugungen hinsichtlich der Kompetenzen und Leistungen ihrer Schüler*innen in den MINT-Fächern haben und bereits angehende Lehrpersonen geschlechtsstereotype Erwartungen besitzen, die sich auf Laufbahnpfehlungen auswirken (siehe z.B. Nürnberger et al., 2016). Die Studie von Lindner et al. (2022) mit 275 Lehramtsstudierenden von vier Schweizer pädagogischen Hochschulen belegt neben dem Vorhandensein stereotyper Überzeugungen auch den Zusammenhang zwischen allgemeinen Geschlechterstereotypen und geschlechtsspezifischen Stereotypen zur Leistungsfähigkeit in Mathematik. Dazu kommt, dass Lehramtsstudierenden der naturwissenschaftlich-technischen Fächer nicht gendergerechte Aspekte in schriftlich beschriebenen Unterrichtssituationen (sog. Vignetten) kaum auffallen (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019). Durch die beschriebenen Projekte sollten daher Lehramtsstudierende ihre Stereotype reflektieren, für das Thema sensibilisiert werden und Genderkompetenz aufbauen.

Während der Projektlaufzeit erreichten die verschiedenen Maßnahmen über 1200 angehende Natur- und Techniklehrpersonen, nach Projektende weiterhin über 200 Neustudierende pro Jahr. Atanasova, Robin und Brovelli (2023) erhoben mittels eines Vignettentests in einer Querschnitterhebung die Genderkompetenz bei $N = 586$ dieser Studierenden (siehe auch Atanasova, Brovelli und Robin in diesem Band). Sie konnten nachweisen, dass sich abhängig von der Anzahl Lerngelegenheiten im Studium zum gendersensiblen Unterrichten signifikante Unterschiede in der Gesamtpunktzahl

im Vignettest zeigen, was als Hinweis auf die Wirksamkeit zumindest der expliziten Behandlung der Genderthematik im Lehramtsstudium gewertet werden kann.

6 Schüler*innen, Schule und Gesellschaft

Schüler*innen der Sekundarstufe I sind indirekt Nutznießende des Projekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen». Die an den pädagogischen Hochschulen ausgebildeten Lehrpersonen werden in Zukunft Generationen von Lernenden unterrichten und sie nicht nur im Unterricht, sondern auch bei ihrer Berufswahl begleiten. Letztere ist im MINT-Bereich immer noch von Geschlechterstereotypen geprägt, was sich in ausgeprägten Geschlechterunterschieden im Berufswahl- und Studienwahlverhalten zeigt (SBFI, 2020).

Bei MINT-Fächern, insbesondere in den Bereichen der Physik und Technik, finden sich geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf das Interesse, das Selbstkonzept oder auch auf Attributionsmuster (von Ow & Husfeldt, 2011; Stöger, Ziegler & Heilemann, 2012; Akademien der Wissenschaften, 2014). Diese Faktoren sowie Rollenmodelle und der Einfluss von Lehrpersonen, Eltern und Peers führen unter anderem zu geringeren Anteilen von Frauen in MINT-Berufen (SBFI, 2020). Durch die angezielte Sensibilisierung der (angehenden) Lehrpersonen auf die Ursachen und Folgen dieser Umstände sollen hier positive Wirkungen erzielt werden.

Von den verschiedenen Maßnahmen im Rahmen des hier vorgestellten Projekts profitieren nicht nur Schüler*innen, sondern auch die Schulen und indirekt die Gesellschaft. So können sensibilisierte Lehrpersonen Stereotypen entgegenwirken, wodurch mehr Schülerinnen (und Schüler) sich für MINT-Fächer und -Berufe interessieren dürften. Dies ist für die Gesellschaft insofern von Relevanz, als damit ein Stück weit dem Fachkräftemangel im MINT-Bereich begegnet werden kann.

Im Laufe des Projekts wurden von Dozierenden und Mitarbeitenden neue Inhalte und Aufgabenkontexte entwickelt (siehe Kapitel 4), die auch Lehrpersonen der Primarschule (Grundschule) und der Sekundarstufe I im Unterricht einsetzen können. Studierende der pädagogischen Hochschule lernen in Form eines didaktischen Doppeldeckers solche kontextualisierten

Aufgaben in ihrem zukünftigen Unterricht (adaptiert für die Zielstufe) einzusetzen und tragen so die Projektentwicklungen in die Schule. Damit soll unter anderem das Fachimage der MINT-Fächer verbessert werden, was wiederum einen positiven Einfluss auf das Interesse der Schüler*innen hat (Kröll, 2010; Amon et al., 2014). Auf diesen direkten Nutzen des Projekts für Schulen und Lehrpersonen wurde beispielsweise an Praxislehrpersonentagungen, an Austauschitzungen zwischen Lehrpersonen und Dozierenden («Impulsgruppen») sowie im Angebot «Seitenwechsel» (Möglichkeit zur längeren Mitarbeit von Lehrpersonen an Projekten der PH Luzern) aufmerksam gemacht. Weiter wurde das Online-Lehrmittel mint-erleben.lu.ch des Kantons Luzern, das Lehrpersonen im seit 2021 durchgeführten Wahlpflichtfach MINT einsetzen, auf Aspekte des gendergerechten Unterrichts überprüft und angepasst. Schüler*innen finden in diesen Lernangeboten nicht nur Kontexte aus diversen Berufen des MINT-Bereichs wie beispielsweise der Informatik oder der Umwelttechnik, sondern können sich auch mit Berufsbildern auseinandersetzen.

7 Forschende

Die Projektmitarbeitenden tauschten sich regelmäßig mit Forschenden aus mit dem Ziel, evidenzbasierte Erkenntnisse in die Entwicklungsarbeiten einzubeziehen und umgekehrt das Thema gendergerechter Unterricht in laufenden und zukünftigen Forschungsprojekten zu adressieren. Dies ermöglichte einerseits die Berücksichtigung von Befunden zur Notwendigkeit und Angemessenheit von Maßnahmen sowie zur Wirksamkeit von Innovationen, zum Beispiel mittels Vorträgen zu aktuellen Forschungsbefunden. Andererseits betraf eine weitere Maßnahme das Anregen einer stärkeren Berücksichtigung von Fragestellungen der Gendergerechtigkeit in berufs-feldbezogenen Forschungsprojekten der Fachdidaktik Naturwissenschaften an den beteiligten pädagogischen Hochschulen. Durch die Teilnahme an den Schulungen, Austauschtreffen und Maßnahmen der Lehre wurden auch Forschende für Fragen der Gendergerechtigkeit in ihren Forschungsprojekten sensibilisiert. Zudem wurde aktiv geprüft, wie in den laufenden Projekten die Genderthematik spezifisch betrachtet werden konnte. Dieses Wechselspiel zwischen Forschung und Lehre ermöglichte eine stärkere

Wissenschaftsbasierung des Projekts und generierte neue Erkenntnisse in Forschungsprojekten der projektbeteiligten Hochschulen, von denen einige im vorliegenden Sammelband vorgestellt werden.

8 Fazit

Im Verlauf der beiden durch das EBG geförderten Projekte «Lehrpersonenbildung für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht auf der Sekundarstufe I» und «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» waren zahlreiche Akteur*innen und Nutznießende in die Projektaktivitäten eingebunden. Dabei wurden Fachdidaktikdozierende darin unterstützt, ihre eigene Lehre weiterzuentwickeln, um angehende Lehrpersonen auf einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht vorzubereiten und so letztlich eine Wirkung bei den Schüler*innen und in der Gesellschaft zu erzielen. Die damit erreichte inhaltliche und strukturelle Anpassung des Studienangebots für angehende Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Fach Natur und Technik an den beteiligten Hochschulen ist auf eine dauerhafte Änderung angelegt, die auch nach dem offiziellen Projektende Bestand hat (beispielsweise durch angepasste Modulbeschreibungen und -pläne, entsprechende Prüfungsziele sowie Zugänglichkeit von Materialien für Studierende). Abschließende Maßnahmen wie die Durchführung einer Tagung zum Thema und die Publikation des vorliegenden Sammelbands sollten zudem den Transfer der erarbeiteten Inhalte und Vorgehensweisen begünstigen, nämlich auf andere Hochschulen und weitere Institutionen wie außerschulische Lernorte, auf andere Fachdidaktiken im MINT-Bereich und darüber hinaus, auf andere Zielstufen wie die Primar- oder Gymnasialstufe und auf andere Diversitätsdimensionen oder auch weitere Themen wie die Sensibilisierung zur Nachhaltigkeit.

Literatur

- Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014). MINT-Nachwuchsbarometer Schweiz. Das Interesse von Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischer Bildung. *Swiss Academies Reports*, 9(6). www.satw.ch/fileadmin/user_upload/documents/02_Themen/07_Technik-Bildung/MINT-Nachwuchsbarometer-Schweiz_DE.pdf [11.09.2023].
- Amon, H., Bartosch, I., Lembens, A. & Wenzl, I. (2014). *Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer*. Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- Atanasova, S., Robin, N. & Brovelli, D. (2023). Genderkompetenz messen – Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten von Lehrpersonen in Bezug auf genderrelevante Aspekte im Physikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 51. 423–453. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00169-y>.
- Blair, E.E., Miller, R.B., Ong, M. & Zastavker, Y.V. (2017). Undergraduate STEM instructors' teacher identities and discourses on student gender expression and equity. *Journal of Engineering Education*, 106(1), 14–43. <https://doi.org/10.1002/jee.20157>.
- Brovelli, D. (2022). Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen. In swissuniversities & DFA-SUPSI (Hrsg.), *Tagungsband der 5. Tagung Fachdidaktiken* (S. 19–25). Locarno: swissuniversities & SUPSI.
- Brovelli, D., Gysin, D. & Schmid, A.M. (2019). *Kriterien für einen geschlechtersensiblen Unterricht in Natur und Technik (Hochschulinternes Dokument)*. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A.M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht – Eine Vignettenstudie bei angehenden Lehrkräften. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep.
- Kessels, U. (2021). *Wie Stereotype über «fleißige Mädchen» deren Weg in die MINT-Fächer blockieren können*. Vortrag im Forschungs- und Entwicklungs-Kolloquium der Pädagogischen Hochschule Luzern, Schweiz.
- Kröll, D. (2010). *«Gender und MINT». Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium*. Kassel: Kassel University Press.

- Lembens, A. (2019). *Subjektive Theorien und professionelles Handeln – Rekonstruktion des Einflusses Subjektiver Theorien zu Gender und Fach auf das unterrichtliche Handeln einer Biologielehrerin*. Vortrag im Forschungs- und Entwicklungskolloquium der Pädagogischen Hochschule Luzern, Schweiz.
- Lindner, J., Makarova, E., Bernhard, D. & Brovelli, D. (2022). Toward gender equality in education: Teachers' beliefs about gender and math. *Education Sciences*, 12(373), 1–25. <https://doi.org/10.3390/educsci12060373>.
- Nürnbergger, M., Nerb, J., Schmitz, F., Keller, J. & Sütterlin, S. (2016). Implicit gender stereotypes and essentialist beliefs predict preservice teachers' tracking recommendations. *The Journal of Experimental Education*, 84(1), 152–174. <https://doi.org/10.1080/00220973.2015.1027807>.
- Ow, A. von & Husfeldt, V. (2011). *Geschlechterdifferenzen und schulische Leistungen*. Eine Übersicht zum Forschungsstand. PH FHNW.
- Ryan, L., Díaz, E. R. & Grow, A. P. (2021). Women in computer science and engineering: A transformational leadership approach to gender equity. *Advancing Women in Leadership*, 40, 39–47. <https://doi.org/10.21423/awlj-v40.a354>.
- SBFI (2020). *Nahtstellenbarometer 2020. Zentrale Ergebnisse März/April 2020*. Bern: gfs. <https://cockpit.gfsbern.ch/de/cockpit/nahtstellenbarometer-2020/> [11.09.2023].
- Stöger, H., Ziegler, A. & Heilemann, M. (2012). *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: LIT.

Same same, but different: Identitätsaushandlungen als Anlass und Rahmung für Gendersensibilisierung

Thorid Rabe

Angesichts der nach wie vor unbefriedigenden Bildungsbeteiligung junger Menschen im Bereich MINT allgemein und Physik im Speziellen wurde an anderer Stelle bereits angeregt, in Forschungszugängen die Perspektive auf Identitätsaushandlungen zu richten. International wird mit dem Identity-Konstrukt erforscht, wie (junge) Menschen ihr Verhältnis zu Physik verhandeln und ausprägen. Dieser Beitrag umreißt und begründet diesen theoretischen Zugang ausgehend von einem kursorischen Blick auf die aktuelle Befundlage zu Physik und Gender. Ausgewählte Bezugsfelder für Identitätsaushandlungen werden dann anhand von qualitativen empirischen Daten illustriert, um zu verdeutlichen, dass sich hinter vermeintlich ähnlichen beziehungsweise homogenen Positionierungen junger Frauen zu Physik beziehungsweise MINT sehr heterogene biografische Aushandlungen zu einzelnen MINT-Disziplinen beobachten lassen. Abschließend wird der Frage nachgegangen, ob und in welcher Weise die Identitätsperspektive für eine Gendersensibilisierung (zukünftiger) Lehrpersonen fruchtbar gemacht werden kann.

1 Gender und MINT

1.1 Der traditionelle Blick auf «Mädchen und Physik»

Ein Blick in die MINT-Nachwuchsbarometer beleuchtet schlaglichtartig, wie der gesellschaftliche und wissenschaftliche Diskurs das Verhältnis von Gender und MINT typischerweise verhandelt. Die folgenden drei Zitate sind Fundstellen aus den letzten drei Berichten:

Mädchen in der Mittelstufe haben trotz vergleichbarer Leistungen weniger Interesse an und Selbstvertrauen in den Fächern Mathematik, Chemie und Physik als Jungen. (acatech & Körber-Stiftung, 2020, S. 3)

Ein weiteres Kernproblem bleiben die Geschlechterdifferenzen in der MINT-Berufswahl. Im Jahr 2020 wurden erneut nur rund elf Prozent der neuen MINT- Ausbildungsverträge von jungen Frauen abgeschlossen. (acatech & Körber-Stiftung, 2021, S. 17)

Wie in den Vorjahren sind Mädchen in den Leistungskursen und Profulfächern Physik (25 Prozent) und Informatik (15 Prozent) deutlich in der Minderheit. Die Schülerinnen und Schüler wählen überwiegend geschlechterstereotyp. (acatech & Joachim Herz Stiftung, 2022, S. 14)

Festgestellt werden immer wieder Defizite im motivationalen Bereich und in der Bildungsbeteiligung von Mädchen und Frauen, wie auch ein Blick auf die Befundlage zum motivationalen Bereich der internationalen PISA-Studie zeigt – hier exemplarisch für die Schweizer Kohorte der Erhebung 2015. Zusammenfassend heißt es:

Allgemein entsprechen die Ergebnisse etwa dem gängigen Geschlechterstereotyp, gemäß dem sich die Mädchen weniger für naturwissenschaftliche und vor allem technische Fragen interessieren und sich in den Naturwissenschaften und insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht weniger zutrauen, was auch bedeuten könnte, dass sie in diesem Fach in der Schule und zu Hause möglicherweise weniger unterstützt werden. (Nidegger et al., 2018, S. 38)

Positiv lässt sich konstatieren, dass Gender als Standardvariable in empirischen Untersuchungen herangezogen wird und offenbar gleiche Bildungserfolge und -beteiligung aller Gender als Indikator für guten (Fach-)Unterricht und für die Qualität des Bildungssystems allgemein gewertet werden. Gleichwohl bleibt es unbefriedigend, dass sich auch drei Jahrzehnte nach Beginn des Genderdiskurses in der (deutschsprachigen) Physikdidaktik (Häußler & Hoffmann, 1995; 1998; Lembens & Bartosch, 2012) die Befundlage nur wenig verändert hat.

Meist werden Genderdisparitäten hinsichtlich fachlicher Leistungen beziehungsweise Kompetenzen und persönlichkeitspsychologischer Konstrukte wie Interesse, Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitserwartungen, Sense of Belonging (z.B. Hazari et al., 2017; Kessels & Hannover, 2008; Lewis et al., 2016) und anderen motivationalen Einstellungen quantitativ-empirisch

erfasst und beschrieben. Ziel ist es dabei, größere Stichproben oder Kohorten von Individuen hinsichtlich ihrer mittleren Ausprägungen in diesen Konstrukten zu beschreiben. Damit – so die These dieses Beitrags – wird das Feld allerdings nur aus einer Richtung ausgeleuchtet und nur ein Ausschnitt des Gesamtbildes lässt sich damit erschließen.

1.2 Identitätsperspektive und Gender in den Naturwissenschaften

Für eine komplementäre Ausleuchtung des Feldes kann das Konstrukt der (Physik-)Identität herangezogen werden, um Identitätsaushandlungen von Individuen zu Gender und Naturwissenschaften zu untersuchen. Als komplementär erscheint dieser Zugang, weil er die hinter den oben genannten Beobachtungen liegenden Prozesse auf individueller Ebene hervortreten lässt.

Unter Identität sind die Vorstellungen und das Wissen von Individuen über sich selbst zu verstehen, wobei diese Selbstbilder zumeist mit einem Gefühl von Kohärenz, Kontinuität beziehungsweise Stabilität und Unterscheidbarkeit von anderen einhergehen (Morf & Koole, 2014; Lee, 2012). Dabei ist Identität nicht als eine einem Individuum angeborne und auch von außen als kohärent einzuschätzende Eigenschaft zu verstehen, sondern als das Ergebnis von Konstruktions- und Aushandlungsprozessen zwischen Individuum und Umwelt (Archer et al., 2010; Archer & DeWitt, 2015; Smith & Sparkes, 2008). Diese auch als Identitätsarbeit bezeichnete Aushandlung von Identitäten findet einerseits durch Prozesse der Introspektion und Selbstreflexion statt, die sich eher auf sich selbst als Individuum richten. Andererseits prägen aber auch soziale Vergleiche mit Einzelpersonen oder Gruppen und soziale Interaktionen die Identitätsarbeit (Sjaastad, 2012; Archer & DeWitt, 2015; Morf & Koole, 2014). Diese Prozesse sind folglich geprägt von den jeweiligen Kontexten, in denen das Individuum die eigene Identität verhandelt, sodass es naheliegend erscheint, von Identitäten im Plural zu sprechen. So nimmt man an, dass zu einer Person in der Regel mehrere sich überlagernde Teilidentitäten oder Identitätsfacetten gehören, die immer wieder neu hervorgebracht werden und sich entsprechend auch verändern. Im Sinne einer Intersektionalität (Avraamidou, 2022) sind diese Teilidentitäten miteinander verwoben, überlagern sich und können sich verstärken oder in einem Spannungsverhältnis stehen.

Deshalb erscheint es auch im Hinblick auf naturwissenschaftliche Bildung sinnvoll, den Fokus gegebenenfalls nicht «nur» auf Gender als eine

zwar sowohl für das Individuum als auch für die Gesellschaft zentrale Identitätsfacette zu richten, die individuell biografisch und gesellschaftlich historisch in einer soziokulturell überformten performativen Praxis immer wieder neu hergestellt wird (Allegrini, 2015; Archer et al., 2013). Weitere Identitätsfacetten – zum Beispiel als Schüler*in mit spezifischen Bildungsvorstellungen, als Heranwachsende*r mit Migrationserfahrung oder als Familienmitglied – können neben der Genderidentität in die Identitätsarbeit mit Bezug auf die Naturwissenschaften beziehungsweise Physik einfließen.

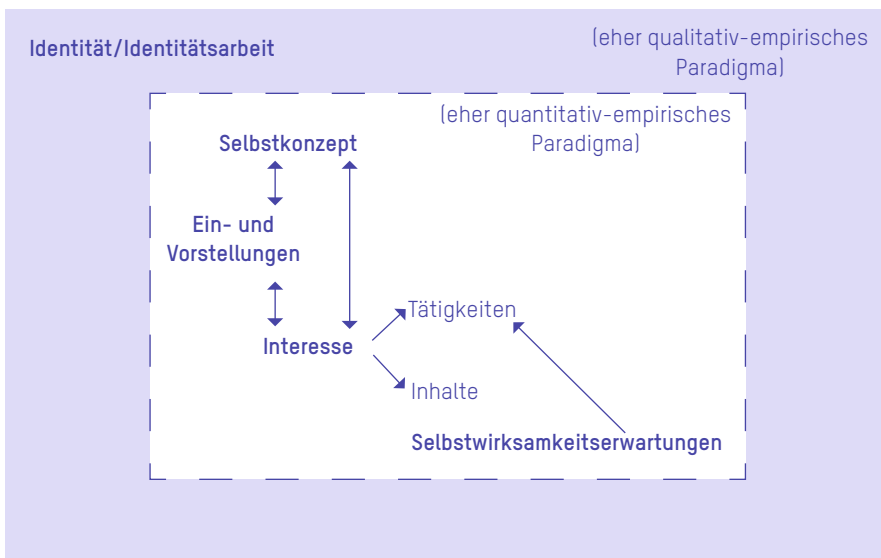


Abb. 1: Theoretische und empirische Verortung des Identitätskonstrukts (zitiert nach Rabe & Krey, 2018, S. 206)

Empirisch zugänglich ist eine so verstandene Identität unter anderem über autobiografische Erzählungen, weil Menschen «Selbstnarrative [konstruieren], um den Ereignissen, die sie erleben, einen Sinn zu geben, um ihre Ziele zu integrieren, um einem Konflikt einen Sinn zu geben und um zu erklären, warum sie sich mit der Zeit verändern» (Morf & Koole, 2014, S. 151, Übersetzung d.A.; vgl. auch Lucius-Hoene & Deppermann, 2002). Bei diesem empirischen Zugang ist das Identitätskonstrukt eher in einem qualitativen Paradigma zu verorten. Wie Abbildung 1 zeigt, umfasst das Identitätskonstrukt die oben genannten psychologischen Konstrukte, geht aber insofern über diese hinaus, als Identitätsaushandlungen auch die sozialen Aushandlungsprozesse fokussieren. Daher konstatiert Carlone

(2022): «my methodological preferences for seeing identity as more than an individual construct. Identity's ties to micro-, meso-, and macro-educational contexts» (S. 4).

1.3 Genderidentität und/versus Physikidentität

Wie bereits angedeutet, handelt es sich bei der Genderidentität um eine Identitätsfacette, die in nahezu jeder Biografie schon von Geburt an thematisch wird. Ihre gesellschaftliche Relevanz und ihre (macht-)strukturierende Funktion spiegelt sich darin wider. Im Vergleich dazu erscheinen Identitäten, die sich auf Naturwissenschaften allgemein oder auf eine Einzeldisziplin wie Physik beziehen, zunächst weniger relevant. Allerdings gibt es zahlreiche Forschungsbefunde, die zeigen, dass und wie Identitätsaushandlungen zu den Naturwissenschaften beziehungsweise zur Physik in Bildungswegentscheidungen und berufliche Karrierewege eingehen. In die Identitätsarbeit fließen das eigene und das gesellschaftliche Bild von Physik und von «Physikpersonen» ein – also solchen Menschen, die physiknahe Bildungs- oder Berufswege einschlagen –, wobei solche Personen einerseits als besonders intelligent und begabt, andererseits aber auch als wenig sozial und «nerdig» assoziiert werden (z. B. Allegrini, 2015; Kessels, Rau & Hannover, 2006; Archer et al., 2010; 2013; DeWitt et al., 2013; Osborne, Simon & Collins, 2003; Lyons & Quinn, 2010; Whitehead, 1996). Vor diesem Hintergrund ist es naheliegend und empirisch belegbar, dass sich die Intersektionalität einer auszuhandelnden, an diesen Vorstellungen orientierten Physikidentität und den gängigen beziehungsweise gesellschaftlich normierten Genderidentitäten (insbesondere für Frauen) als problematisch und konflikthaft erweist (Bøe et al., 2011, S. 50). Anders formuliert gelingt es Heranwachsenden nur zum Teil, die eigene (Gender-)Identität mit dem in Einklang zu bringen, was sie als eine wünschenswerte oder typische und damit erfolgreiche Physikidentität sehen.

2 Empirische Zugänge zu Identitätsaushandlungen

2.1 Die helpING-Begleitstudie und ihre Befunde

Zur Illustration einiger Facetten von Identitätsaushandlungen zu MINT werden im Folgenden Befunde aus der wissenschaftlichen Begleitstudie zum Projekt helpING (2018–2021, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland, Förderkennzeichen 01FP1627) herangezogen. Im Projekt wurden drei außerschulische sogenannte Berufsorientierungsakademien geplant und ausgerichtet, an denen ausschließlich Mädchen beziehungsweise junge Frauen im Alter von 15 bis 20 Jahren freiwillig teilnehmen konnten. Mit Heidelberg, Halle und Pellworm wurden drei Regionen mit jeweils spezifischen Zukunftsherausforderungen als Ausrichtungsorte gewählt. Das jeweils fünftägige, sehr dichte Programm der Akademien umfasste unter anderem ein Mentoring mit «MINT-Frauen», Exkursionen zu Forschungseinrichtungen und Unternehmen, Stadterkundungen mit Science Caching (digital gestützte Stadtpaziergänge zu naturwissenschaftlichen Themen) und die Arbeit in Maker Spaces. Kernelement des Programms war jedoch die Aufgabe für die Teilnehmerinnen, in kleinen Teams an der Frage zu arbeiten, wie mit MINT die Zukunft der Region gestaltet werden kann und soll, um sozialen und ökologischen Herausforderungen zu begegnen. Die erarbeiteten Konzepte wurden am letzten Tag der Akademien einem Expertengremium aus der Region vorgestellt (für weitere Informationen zum Projekt und zur Begleitstudie vgl. Kressdorf, Rabe & Winkler, 2022).

Die in Teilen längsschnittlich angelegte wissenschaftliche Begleitstudie zielt darauf ab, die Akademien selbst hinsichtlich ihrer Wirkung zu evaluieren, aber auch die Gruppe der Teilnehmerinnen detailliert zu beschreiben. Dazu wurden folgende Datenerhebungen durchgeführt:

- Fragebogenstudie mit allen Teilnehmerinnen (max. $N = 82$) im Längsschnitt mit vier Erhebungszeitpunkten, unter anderem Erhebung motivationaler Konstrukte wie Interesse und Selbstkonzept;
- Gruppendiskussionen am Ende der Akademien in Kleingruppen zu den Themenfeldern MINT, Gender, Soziales;
- Interviewstudie mit $N = 9$ Teilnehmerinnen im Längsschnitt mit bis zu vier Erhebungszeitpunkten.

Die quantitativ-statistisch ausgewertete Fragebogenstudie zeigt, dass die Akademie-Teilnehmerinnen auf Gruppenebene ($N = 82$) schon zum Pre-Erhebungszeitpunkt sehr interessiert an den Sachgebieten der Naturwissenschaften sind (vgl. a. a. O., S. 68). Zwischen den als am interessantesten eingeschätzten MINT-Sachgebieten – Mathematik, Physik, Chemie, Biologie, Informatik, Technik – findet sich allerdings an zweiter Position auch Umwelt/-schutz als ein nicht in der schulischen Fächerstruktur verankertes (Querschnitts-)Thema, das deshalb mit Blick auf Interessenförderung einen geeigneten Kontext für die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Inhalten darstellt. Die Interesseneinschätzung der Gruppe ändert sich weder während der Akademien noch in den folgenden Monaten substantiell und statistisch signifikant. Ein ähnliches Bild ergibt sich hinsichtlich der Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE), die für die Bereiche Mathematik, Physik, Deutsch und Technik erfasst wurden. In allen angebotenen Bereichen schätzen sich die jungen Frauen vor und nach den Akademien als selbstwirksam ein, signifikante Veränderungen der Selbsteinschätzungen sind nicht zu beobachten (vgl. a. a. O., 2022, S. 78).

Weiterhin zeigt sich in Korrelationsanalysen ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Interessen und SWE zu Physik einerseits und drei weiteren Skalen zum erlebten Physikunterricht, zur (positiven) Wahrnehmung der Physiklehrpersonen und zu der wahrgenommenen Zukunftsrelevanz von Physik beziehungsweise Naturwissenschaften andererseits (vgl. a. a. O., S. 86). Obwohl aufgrund der vorliegenden Daten keine Aussagen über Wirkrichtungen möglich sind, lässt sich die Hypothese aufstellen, dass die fachlichen Angebote in der Schule für Identitätsaushandlungen einen wichtigen Bezugspunkt darstellen.

Zusammenfassend ergibt sich aufgrund der Fragebogenergebnisse das Bild einer motivational homogenen Gruppe an Schülerinnen, die bereits zu Beginn der Akademien ausgesprochen positive Einstellungen zu den Naturwissenschaften aufweisen und das Förderprogramm insofern mit einer positiven Selbstselektion der Teilnehmerinnen einhergeht. Die als quantitative «Approximations-Indikatoren» für Identität interpretierbaren Variablen lassen auf Gruppenebene zunächst nicht darauf schließen, dass sich die Identitätsaushandlungen hinsichtlich MINT/Physik zeitlich deutlich verändern und unterschiedliche Verläufe nehmen.

Im Kontrast dazu zeigt sich in den qualitativen Daten eine Binnenheterogenität der Teilnehmerinnengruppe, die sich unter anderem in unterschied-

lichen Relevanzsetzungen und der individuellen Verhältnisbestimmung zu den einzelnen Fachdisziplinen ausdrückt. Sie wird außerdem in den Perspektiven darauf sichtbar, ob und in welcher Weise (die eigene) Genderidentität bei Bildungswegentscheidungen zu MINT als relevant gesetzt wird. Insbesondere in der Interviewstudie werden Identitätsaushandlungen auch in ihrem Verlauf und ihrer Veränderlichkeit sichtbar.

2.2 Einblicke in die Interviewstudie

Die Interviewausschnitte im Folgenden sollen illustrieren, mit welchen Bezugspersonen und -rahmen die jungen MINT-interessierten Frauen ihre eigenen Identitäten aus- und verhandeln.²

Die Relevanz von Lehrpersonen und erlebtem Fachunterricht für die eigenen Verhältnisbestimmungen zu einzelnen Fachdisziplinen tritt auch in den Interviews immer wieder hervor:

meine Chemielehrerin ähm (.) in (.) ich hatte sie von (.) in, in der neunten und zehnten Klasse, sie (.) ist so (.) lieb //mhm// und (.) äh mit ihr hab ich alles verstanden in Chemie und (.) sie hat alles so super erzählt und, und erklärt und ich hatte immer (.) nur Einsen @(.) und@ das hat natürlich meine Liebe zur Chemie beeinflusst. (Theresa, 17 Jahre, Interview 1, Z. 102ff.)

Aus der retrospektiven Schilderung lässt sich entnehmen, dass die als «lieb» charakterisierte Chemielehrerin mit verständlichen Erklärungen einen positiven Zugang Therasas zum Fach Chemie eröffnet hat, sodass sich bei dieser eine «Liebe zur Chemie» ausprägen konnte. Außerdem werden das eigene Kompetenzerleben beziehungsweise die Leistungsrückmeldungen in Form exzellenter Noten ebenfalls als günstige Bedingung für ein positives Verhältnis zum Fach hervorgehoben.

Im folgenden Kontrastfall Lisbeth wird eine entgegengesetzte Erfahrung mit einer Lehrperson bei ähnlich positivem Kompetenzerleben als Grund angeführt, dass Physik in der Oberstufe nicht als Fach belegt wurde:

² Eine rekonstruktive Analyse im Längsschnitt wird derzeit im Rahmen eines Promotionsvorhabens von Freja Kressdorf durchgeführt. Zu den Transkriptionsvorschriften der folgenden Interviewausschnitte vgl. Kressdorf, Rabe und Winkler (2022, S. 196). Zu ersten Befunden aus der Interviewstudie vgl. auch Rabe und Kressdorf (2023).

ja also ich hab früher ja auch Physik belegt ich war da auch ziemlich gut in Physik, ich hatte auch mal ne eins so, //ja// aber ich hab das halt jetzt später nicht belegt, jetzt so für die Elfte, das lag jetzt eher an der Lehrerin weil (.) sie war schon ziemlich alt die Lehrerin //ja// und sie hat das nicht so gut vermitteln können, meiner Meinung nach und sie hat dann n bisschen dann die Motivation und so die Lust und so gefehlt gehabt. (Lisbeth, 17 Jahre, Interview 1, Z. 504ff.)

Zwar wird vordergründig die (schlechte) Erklärqualität als Grund angeführt, Physik abzuwählen, implizit scheint das aber mit dem Alter der Lehrerin gekoppelt zu sein, das als einzige weitere Kennzeichnung der Lehrerin herangezogen wird.

Neben den Lehrpersonen wird in den Interviews immer wieder auf Peers – Freund*innen und Mitschüler*innen – als sogenannte «signifikante Andere» Bezug genommen, wie im Interview mit Sophie deutlich wird:

also was ich überlegt hab äh is einfach dass es sein kann dass ich so spät zur Physik gekommen bin weil wenig Mädchen drüber nachdenken irgendwie was Naturwissenschaftliches zu machen und ähm man kriegt es auch von seinen Freunden immer so mit öh ja neh ich mach jetzt Sprachen und keine Ahnung //ja// das war auch damals ich glaub einer der Gründe wieso ich Spanisch genommen hab und nicht ähm nwt. (Sophie, 17 Jahre, Interview 1, Z. 611ff.)

Demnach orientierte sich Sophie in ihrem Zugang zu Physik daran, dass Mädchen in ihrer Wahrnehmung allgemein nicht in Betracht ziehen, «was Naturwissenschaftliches zu machen» und dass die Fächerwahl entlang einer stereotypischen gegenderten Vorstellung von sprachlichen versus naturwissenschaftlichen Fächern vorgenommen wird. Deutlich wird aber auch, dass sich der Zugang zu den (naturwissenschaftlichen) Disziplinen auch in der Schulzeit noch substanziell ändern kann, dass also Identitäten zu Naturwissenschaften nicht statisch, sondern (neu) verhandelbar sind.

Dass es bedeutsam ist, über welchen spezifischen MINT-Bereich Auskunft gegeben wird, und dass dabei das Bild der jeweiligen Fächer in die Verhältnisbestimmung eingeht, zeigt exemplarisch das Interview mit Gloria:

es=is=einfach, wenn man Biologie oder Chemie als Vergleich hat, das ist einfach=n bisschen mehr, da hat man wirklich (.) was le:bendiges, sag=ich mal und in Physik (.) weist man eben Gesetze nach, die (.) mehr oder weniger tot sind, (.) also: (.) und=deswegen macht=s=n bisschen, das=is-, macht=s=n bisschen trocken und (.) es=is=einfach=n //aha// bisschen oft, es ist viel rechnen, [...] also Physik ist wirklich sehr wichtig, a:ber (.) für mich nicht so wirklich //okay// (.) das: Interessanteste. (Gloria, 17 Jahre, Interview 1, Z. 427ff.)

Auffällig ist, dass hier die auch aus der Literatur (Jenkins & Nelson, 2005) bekannte Haltung eingenommen wird, dass Physik zwar allgemein wichtig sei, aber für Gloria selbst nicht interessant ist. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Aussagen zu einer allgemeinen naturwissenschaftlichen Identität gegebenenfalls zu grobkörnig sind, sondern vielmehr Identitätsaushandlungen zu den einzelnen Fächern differenziert zu betrachten sind.

Wie bereits erwähnt, hängt das eng mit dem jeweiligen Bild vom Fach beziehungsweise mit den assoziierten Personen zusammen. So reagiert Sophie im Interview auf die Frage, wie sie sich einen Physiker vorstelle, zunächst mit einer längeren (Denk-)Pause und äußert dann:

S:(6) Ähmm (3) Mhm. (2) Also eher ruhig. Äh::: (2) was ich bemerkt hab ist auch, dass viele so n bisschen auf der sozialen Seite °schwächeln°. Was bei mir auch der Fall ist, deswegen ist das @okay. (Sophie, 17 Jahre, Interview 1, Z. 432ff.)

Auch Sophie zeichnet ein eher dem Stereotyp entsprechendes Bild von Physikern als sozial schwächelnd. Jedoch scheint ihr genau diese (vermeintliche) Eigenschaft zu erlauben, eine Ähnlichkeit zu sich selbst festzustellen und sich aufgrund dessen als potenzielle «Physikperson» zu identifizieren.

Dass das Bild von Physikpersonen nicht einheitlich ist beziehungsweise kontrastierend aussehen kann, verdeutlicht die Äußerung Lisbeths, die ihre Vorstellung von einer weiblichen Physikperson mit einer Vielzahl von positiven Attributen beschreibt:

Ich stell mir ne typische Physikerin halt (.) schlau vor und halt auch aufgeweckt, //ja// und ziemlich neugierig u:nd experimentierfreudig und (.) auch so als (.) positive Person sag ich mal //mhm// die halt

auch immer versucht so Lösungen zu finden, also ziemlich zielstrebig ist //ja//. Vielleicht auch so n bisschen so: verrückt sag ich mal also, so bisschen (.) naja nicht fantasiemäßig aber so dass sie halt sehr viel in ihrem Kopf hat und sehr viel ähm (.) machen möchte oder sowas //aha// und vielleicht so bisschen die eine Sache machen kann und währenddessen noch ne andre Sache machen kann (.) Ja, (.) und definitiv nicht faul, also auch sag ich mal bemüht Sachen zu machen //ja// und auch anderen Menschen so (.) sag ich mal irgendwas zeigen will oder sie begeistern will für Physik, ja. (Lisbeth, 17 Jahre, Interview 1, Z. 705ff.)

Geprägt werden solche Bilder von Physik und Physiklehrpersonen natürlich nicht nur von Unterricht, Lehrpersonen und Peers, sondern sehr stark durch mediale Darstellungen. Das folgende Zitat stammt aus einem Interview mit einer Schülerin einer sechsten Klasse, die erst seit einigen Wochen Fachunterricht Physik erhält und zu ihren Vorstellungen gefragt wird:

... alphons zitterbacke kennen sie den film [I: mm nee] ähm auf jeden fall hat der auch einmal in physik oder chemie ähm so wär die halbe schule fast in die luft geflogen [I: mhm] weil die da halt sowas gemacht haben und da hab ich immer gedacht sowas kann passieren oder gibts mal ähm so nen stromknall oder sowas halt. (Eliane, 6. Klasse)

Dass in Erklärvideos zu den naturwissenschaftlichen Fächern, die von Schüler*innen zunehmend rezipiert werden, verbal und bildlich (gender-)stereotypische Darstellungen, Klischees bis hin zu sexistischen Bildern verwendet werden, zeigen Analysen zu Videos des populären kommerziellen Anbieters simpleclub (Krey & Rabe, 2021; Matthes & Lachner, 2021).

Abschließend sei noch auf das sogenannte «science capital» als ein ebenfalls relevanter Bezugsrahmen für Identitätsaushandlungen verwiesen, der häufig eng mit den Eltern beziehungsweise Familienmitgliedern als signifikanten Anderen verknüpft ist. Gemeint ist eine spezifische Ausprägung kulturellen Kapitals im Sinne Bourdieus (1987), auf das Heranwachsende mit Blick auf MINT zurückgreifen können.

Zur Veranschaulichung wird hier nochmal Theresa zitiert:

mein Vater ist Physiker und deswegen @(.) muss ich auch Physik lieben@ äh aber das ist gut, weil (.) er kann mich alle, mir alles erklären, was ich nicht verstehe und mit Mathe auch [...] wir waren (.) äh (.) auch nicht einmal zu (.) Physikvorlesungen während lange Nacht der Wissenschaft, also //mhm// mit meinem Vater zusammen //mhm// das war sehr interessant immer und sehr spannend, weil da machen sie diese (.) da machen sie eine Stunde Vorlesung und //ja// eine Stunde Experimente und das ist immer sehr (.) äh (.) be- beeindruckend. (Theresa, 17 Jahre, Interview 1, Z. 83ff. und 325ff.)

Gemeint sind mit «science capital» also nicht nur materielle Ausprägungen kulturellen Kapitals wie zum Beispiel naturwissenschaftliches Spielzeug oder Experimentierkästen. Vielmehr geht es darum, ob und wie (positive) Zugänge zu den Naturwissenschaften durch die signifikanten Anderen eröffnet und unterstützt werden. Bei Theresa zeigt sich das science capital darin, dass sie es als selbstverständlich rahmt, dass aufgrund des Berufs des Vaters auch sie Physik mag oder sogar mögen muss, und in den positiv konnotierten außerschulischen Erlebnissen mit Physik, die ihr der Vater ermöglicht hat.

3 Gendersensibilisierung von Lehrenden vor dem Hintergrund von Identitätsaushandlungen

Angesichts des bis hierher dargestellten Theorierahmens und der empirischen Befundlage erscheint es sinnvoll, auch mit Blick auf eine gendersensible Lehre Identitätsaushandlungen und die Vielzahl von sich überlagernden Identitätsfacetten in ihrer Wechselwirkung mit Bildungswegentscheidungen zu MINT in den Blick zu nehmen. Dabei ist Gendersensibilisierung als eine spezifische und wichtige, aber nicht als einzige und disjunkte Facette von Heterogenitätssensibilisierung aufzufassen.

Eine so gerahmte Gendersensibilisierung kann (mindestens) die zwei Ebenen (a) autobiografische Reflexionen und (b) Analyse von Lehre betreffen.

Die autobiografische Reflexion der eigenen Identität/-sarbeit mit Blick auf Naturwissenschaften beziehungsweise Physik und Gender kann beispielsweise entlang der folgenden Fragen erfolgen:

- Wie hat sich Ihr Verhältnis zu Ihrem Fach im Laufe Ihres Lebens entwickelt und verändert?
- Welche Gefühle oder Haltungen haben Sie zu unterschiedlichen Zeiten mit Ihrem Fach verbunden?
- Welche Personen waren für Ihren Zugang zum Fach in der einen oder anderen Weise wichtig (z. B. bestärkend oder bremsend)?
- Welche Entscheidungen haben sich (indirekt) darauf ausgewirkt, dass Sie heute beruflich mit Naturwissenschaften zu tun haben?
- Bei welchen Gelegenheiten haben Sie Gender mit Bezug auf Ihr Fach als bedeutsam wahrgenommen und in welcher Weise?

Auf Grundlage dieser fragengeleiteten Reflexion gilt es dann, sich selbst als Aushandlungspartner*in respektive *significant other* für die Identitätsarbeit anderer zu begreifen und einzuschätzen, welche Identitätsangebote man mit der eigenen – biografisch geprägten – Person (nicht) ermöglicht.

Die Analyse von Lehre und Unterricht zielt auf die Wahrnehmung der Rahmenbedingungen und Kenntnis der signifikanten Anderen, auf die die Lernenden generell treffen, um zu erschließen, welche Anschluss- oder Aushandlungsmöglichkeiten für ihre Identitätsarbeit zu Physik und Gender den Lernenden damit eröffnet oder geschlossen werden. Anders ausgedrückt geht es darum, die Vielzahl unterschiedlicher Bezugspunkte für Identitätsaushandlungen und damit auch für Bildungswegentscheidungen einzubeziehen.

Hegemoniale Machtebene	«Ich reflektiere.»	Gender als Kategorie der Selektion und Exklusion erkennen; Normen, Routinen, Tradition reflektieren
Rechtlich-soziale Ebene	«Ich bin zuständig.»	Sich der eigenen institutionellen Rolle mit Blick auf Gender bewusst sein; zuständig sein für die Ermöglichung des Zugangs zu Bildung
Kognitive Ebene	«Ich weiß ...» «Ich kann ...»	Über Theorien und Forschungsbefunde zu Gender im Fach Bescheid wissen
Affektive Ebene	«Ich interessiere mich.»	Anteilnehmen; sich im Sinne eines pädagogischen Anliegens mit Gender und MINT beschäftigen wollen

Abb. 2: Modell der Genderbewusstheit (adaptiert nach Tajmel & Mägi-Head, 2017)

Das in Abbildung 2 dargestellte Modell kann eine Referenzfolie für die angedeuteten Reflexionen und Analysen darstellen. Es handelt sich dabei um eine (heuristische) Adaption beziehungsweise Übertragung des Modells der Sprachbewusstheit nach Tajmel und Mägi-Head (2017) auf die Bezugsebene Gender. Von den vier im Modell dargestellten Ebenen nehmen wir vermutlich die kognitive Ebene, die Wissen und (kognitive) Kompetenzen zu Theorien und empirischen Befunden zu Gender im Bereich der Naturwissenschaften betrifft, am stärksten im Rahmen der Lehrer*innenbildung in den Blick. Zusätzlich werden jedoch drei weitere Bezugsebenen für Genderbewusstheit aufgespannt. Ein Interesse beziehungsweise eine Bereitschaft auf der affektiven Ebene bildet die Voraussetzung dafür, dass eine anteilnehmende Auseinandersetzung mit der Identitätsarbeit bezüglich Gender und MINT möglich ist. Sich als Lehrende*r – ob in Schule oder Hochschule – der eigenen institutionellen Rolle und der damit verbundenen (normativen) Zuständigkeit bewusst zu werden, verweist auf die rechtlich-soziale Ebene von Genderbewusstheit. Und schließlich verlangt die Anerkennung von Gender als einer Differenzkategorie, mit der Selektions- und Exklusionspraxen verbunden sind, nach der Reflexion von Normen und Traditionen, die auf der hegemonialen Machtebene zu verorten sind und die ebenfalls in Identitätsaushandlungen zu MINT eingehen.

Geeignete Analyse- und Reflexionsanlässe zu Gender und MINT unter Rückgriff auf das Modell der Genderbewusstheit lassen sich beispielsweise durch wiederkehrende kasuistische Elemente in der Lehrer*innenbildung schaffen, in denen beispielsweise Interviewausschnitte wie in Abschnitt 2.2., Unterrichtsbeobachtungen, aber auch Arbeitsblätter, Schulbücher und anderes Unterrichtsmaterial zum Fallmaterial werden.

Literatur

- acatech & Körber-Stiftung (Hrsg.) (2020). *MINT Nachwuchsbarometer 2020*. www.acatech.de/publikation/mint-nachwuchsbarometer-2020 [05.03.2023].
- acatech & Körber-Stiftung (Hrsg.) (2021). *MINT Nachwuchsbarometer 2021*. www.acatech.de/publikation/mint-nachwuchsbarometer-2021 [05.03.2023].
- acatech & Joachim Herz Stiftung (Hrsg.) (2022). *MINT Nachwuchsbarometer 2022*. www.acatech.de/publikation/mint-nachwuchsbarometer-2022 [05.03.2022].
- Allegrini, A. (2015). Gender, STEM studies and educational choices. Insights from feminist perspectives. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Hrsg.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (S. 43–59). Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- Archer, L. & DeWitt, J. (2015). Science aspirations and gender identity: Lessons from the ASPIRES project. In E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (Hrsg.), *Understanding student participation and choice in science and technology education* (S. 89–102). Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2010). «Doing» science versus «being» a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2013). «Not girly, not sexy, not glamorous»: primary school girls' and parents' constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171–194. <https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>.
- Avraamidou, L. (2022). Identities in/out of physics and the politics of recognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(1), 58–94. <https://doi.org/10.1002/tea.21721>.

- Bourdieu, P. (1987). Sozialer Sinn. Kritik der theoretischen Vernunft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>.
- Carlone, H. B. (2022). Understanding and contextualizing the field of science identity research. In H. T. Holmegaard & L. Archer (Hrsg.), *Science identities. Theory, method and research* (S. 3–20). Cham: Springer International.
- DeWitt, J., Osborne, J., Archer, L., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2013). Young children's aspirations in science: The unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education*, 35(6), 1037–1063. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.608197>.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23(2), 107–126.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1998). Chancengleichheit für Mädchen im Physikunterricht – Ergebnisse eines erweiterten BLK-Modellversuchs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 51–67.
- Hazari, Z., Potvin, G., Cribbs, J. D., Godwin, A., Scott, T. D. & Klotz, L. (2017). Interest in STEM is contagious for students in biology, chemistry, and physics classes. *Science Advances*, 3(8), 1–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700046>.
- Jenkins, E. W. & Nelson, N. W. (2005). Important but not for me: Students' attitudes towards secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41–57. <https://doi.org/10.1080/02635140500068435>.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2008). When being a girl matters less: accessibility of gender-related self-knowledge in single-sex and coeducational classes and its impact on students' physics-related self-concept of ability. *British Journal of Educational Psychology*, 78(2), 273–289. <https://doi.org/10.1348/000709907X215938>.
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 76(4), 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>.
- Kressdorf, F., Rabe, T. & Winkler, A. (2022). *MINT-Bildungswege in der Perspektive junger Frauen*. Berlin: Logos. <https://doi.org/10.30819/5383>.

- Krey, O. & Rabe, T. (2021). Zu Risiken und Nebenwirkungen ... oder wo ist die Packungsbeilage? Eine Analyse von Erklärvideos zur Schulphysik. In E. Matthes, S. T. Siegel & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 156–167). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Lee, Y.-J. (2012). Identity-based research in science education. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second international handbook of science education* (S. 35–45). Dordrecht: Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>.
- Lembens, A. & Bartosch, I. (2012). Genderforschung in der Chemie- und Physikdidaktik. In M. Kampshoff & C. Wiepcke (Hrsg.), *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik* (S. 83–97). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18984-0_7.
- Lewis, K. L., Stout, J. G., Pollock, S. J., Finkelstein, N. D. & Ito, T. A. (2016). Fitting in or opting out: A review of key social-psychological factors influencing a sense of belonging for women in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 1–10. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020110>.
- Lucius-Hoene, G. & Deppermann, A. (2002). *Rekonstruktion narrativer Identität*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lyons, T. & Quinn, F. (2010). *Choosing science: Understanding the declines in senior high school science enrolments*. National Centre of Science, ICT and Mathematics Education for Rural and Regional Australia. https://www.researchgate.net/publication/255731719_Choosing_Science_Understanding_the_declines_in_senior_high_school_science_enrolments [03.03.2023].
- Matthes, E. & Lachner, H. R. (2021). Sexismus in Erklärvideos von simpleclub. In E. Matthes, S. T. Siegel & T. Heiland (Hrsg.), *Lehrvideos – das Bildungsmedium der Zukunft? Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 50–69). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Morf, C. C. & Koole, S. L. (2014). Das Selbst. In K. Jonas, W. Stroebe & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (S. 141–195). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Nidegger, C. et al. (2018). PISA 2015 – Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich OECD-PISA Programme for International Student Assessment. Bern, Genf: SBF/EDK & Konsortium PISA.ch.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>.

- Rabe, T. & Kressdorf, F. M. (2023). Young women's identity work at the transition from school to further educational pathways. In H. T. Holmegaard & L. Archer (Hrsg.), *Science identities – Theory, method and research* (S. 67–94). Cham: Springer.
- Rabe, T. & Krey, O. (2018). Identitätskonstruktionen von Kindern und Jugendlichen in Bezug auf Physik – Das Identitätskonstrukt als Analyseperspektive für die Physikdidaktik? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 201–216. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0083-x>.
- Sjaastad, J. (2012). Sources of inspiration: The role of significant persons in young people's choice of science in higher education. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1615–1636. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.617935>.
- Smith, B. & Sparkes, A. C. (2008). Contrasting perspectives on narrating selves and identities: An invitation to dialogue. *Qualitative Research*, 8(1), 5–35. <https://doi.org/10.1177/1468794107085221>.
- Tajmel, T. & Mägi-Head, S. (2017). Sprachbewusste Unterrichtsplanung. Prinzipien, Methoden und Beispiele für die Umsetzung. Münster, New York: Waxmann.
- Whitehead, J. M. (1996). Sex stereotypes, gender identity and subject choice at A-level. *Educational Research*, 38(2), 147–160. <https://doi.org/10.1080/0013188960380203>.

Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Chemielehrpersonen mit (Vor-)Bildern

Markus Prechtl

Wird Geschlecht in naturwissenschaftlichen Kontexten relevant, treten zuweilen Stereotype hervor, die sich hartnäckig verfestigen können. Daher sollten in der Hochschullehre Repräsentationen von Naturwissenschaften sowie von den in der Forschung tätigen Menschen reflektiert werden. Der Beitrag referiert bewährte Praxisbeispiele, die zeigen, wie (Vor-)Bilder in der Lehre im Fach Chemie aufs Tapet gebracht werden können.

1 Einleitung

Eine Fotoserie zeigt ein Frau-Mann-Paar bei verschiedenen Tätigkeiten im Labor, unter anderem beim Experimentieren, Protokollieren und Modellieren (online abrufbar unter <https://kups.uib.uni-koeln.de/1825/>). In Prechtl (2006, S.197) kommentierte eine Kohorte von Studierenden diese Fotos. So wurde ermittelt, worauf die Studierenden ihren Fokus gelegt hatten. Das Gros der Angaben betraf das Experiment und Sicherheitsaspekte. Nur wenige Personen thematisierten das Geschlechterverhältnis: «Er macht etwas, sie sieht nur zu», «nur Mann experimentiert, Frau muss Protokoll führen», «Frau versteckt sich hinter Mann» (a. a. O., S. 198). Auch wenn der Befund eindeutig ist, wäre es zu kurz gegriffen, ihn lediglich dahingehend zu interpretieren, dass es Studierenden an Gendersensibilität fehle. Denn die Studierenden dürften bei ihrer Begutachtung der Fotos solche Aspekte in den Vordergrund gerückt haben, die in ihrer Ausbildung eine hohe Priorität hatten; ein Blick in Standardwerke der Chemiedidaktik (z. B. Barke et al., 2014; Sommer, Wambach-Laicher & Pfeifer, 2018) zeigt, dass Gender ein Randthema ist. Der Kern der Herausforderung liegt somit in der Lehre und führt zu der Frage, wie Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Lehrpersonen gelingen kann. Einen Ansatz bieten Reflexionsanlässe anhand von (Vor-)Bildern. Der Beitrag zeigt auf, wie sich Studierende der Schnittstelle Gender/Chemieunterricht via Analyse und Synthese von (Vor-)Bildern zuwenden können.

2 Gender-Lesarten in der Chemiedidaktik

Vielen Publikationen, die sich mit MINT und Gender befassen, ist gemein, dass sie eine Auseinandersetzung mit Geschlechterdifferenzen und Stereotypen einfordern (vgl. z. B. González-Pérez, Mateos de Cabo & Sáinz, 2020; für einen Überblick zur Chemiedidaktik vgl. Prechtl, 2014). Als Intervention wird empfohlen, Role Models aus Naturwissenschaften und Technik, im Mentoring mit Expert*innen oder medial vermittelt, zu präsentieren (ebd.). In diesem Zusammenhang sind drei Gender-Lesarten vorherrschend. Zum einen sind dies Interpretationen von quantitativen empirischen Erhebungen, in denen Geschlechterdifferenzen, unter anderem bezogen auf Fähigkeiten, Attributionen, Interessen oder Kurs- und Berufswahlen, festgestellt wurden. Sie betreffen beispielsweise naturwissenschaftsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen, die bei Jungen signifikant höher ausgeprägt sind als bei Mädchen (vgl. Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016). Zum anderen sind dies Interpretationen von (Inter-)Aktionen, in denen Diversitätsdimensionen und dadurch Differenzen für Menschen bedeutsam werden, sowie Reflexionen zu Einflüssen von Kontexten und Medien auf diese (Inter-)Aktionen. Die darauf bezogene Forschung ist überwiegend qualitativ ausgerichtet und beruht häufig auf Interviews, Videoaufzeichnungen oder Transkripten aus teilnehmender Beobachtung (vgl. Krätzig & Prechtl, 2015; Freese, 2008; Nägele, 1998). Eine dritte Metaperspektive auf beide Gender-Lesarten eröffnet die Wissenschaftstheorie mit feministischer (vgl. z. B. Bauer, 2008) und dekonstruktivistischer Ausrichtung (vgl. z. B. Barad, 2015). Die darauf bezogene Hochschullehre lässt sich methodisch vielfältig gestalten (vgl. Lembens & Prechtl, 2023, im Druck), etwa als Flipped Classroom mit der Open Educational Resource «Gendering MINT digital» (<https://www2.hu-berlin.de/genderingmintdigital/>). Bezogen auf die inhaltliche Schwerpunktsetzung werden nachfolgend (Vor-)Bilder exemplarisch fokussiert.

3 Analyse von (Vor-)Bildern

Damit das Ziel der Gendersensibilisierung für Studierende leichter greifbar wird, sollten Teilziele anvisiert werden, die an Bild-Analogien, Schulbuchabbildungen und Comics sowie Biografien erarbeitet werden können:

Lernziele

Die Studierenden ...

- eruieren, inwiefern der Gebrauch von Bild-Analogien und anthropomorpher Unterrichtssprache unter gendersensiblen und fachdidaktischen Gesichtspunkten lernförderlich oder lernhinderlich ist.
- erarbeiten, wie chemiebezogene Systematisierungen zu Stützen geschlechterstereotyper Systematisierungen werden können.
- erörtern an Naturwissenschaftler*innen-Biografien, vorgelegt als Text oder Comic, welche traditionellen Geschlechterverhältnisse diese auf welche Arten reproduzieren.
- diskutieren Gründe für die Unterrepräsentanz von Frauen in ausgewählten Naturwissenschaftsdomänen.

Analysen von Geschlechterstereotypen in Lernmaterial und Schulbüchern (vgl. z.B. Herzog, Makarova & Fanger, 2019) zählen zu den Klassikern der Gendersensibilisierung im Lehramt. Sie offenbaren, dass es Verbesserungsbedarf hinsichtlich Repräsentationen von Diversitätsdimensionen in Schulmedien gibt.

Im folgenden Abschnitt werden Bild-Analogien vorgestellt, die Ausgangspunkte für Reflexionen in einer Seminararbeit bieten können. Empfehlenswert ist es, Studierende Bild-Analogien aus dem 20. Jahrhundert, die Frauen, Männer und deren Beziehungen zeigen (vgl. Prechtl, 2006, S. 148 ff.), diskutieren zu lassen. Es sollten bewusst anachronistische, fragwürdige Beispiele dargelegt werden, da deren Nutzung den Studierenden für ihren zukünftigen Unterricht absurd erscheinen dürfte; so wird die Wiederverwendung dieser Analogien nicht befördert. Im Anschluss daran werden weitere diskutierbare Beispiele aus aktuelleren Sachcomics vorgestellt.

3.1 Bild-Analogien

Bild-Analogien, mit denen naturwissenschaftliche Inhalte anschaulich vermittelt werden, können als Angelpunkt für gendersensible Reflexionen ge-

nutzt werden. Beispielsweise werden chemische Bindungen und Donator-Akzeptor-Beziehungen häufig als Anthropomorphismen dargestellt.

Die Analogie in Abbildung 1 zeigt die Trennung eines Ehepaars (CuO). Cunibert (Cu in CuO) und Otilie (O in CuO) gehen getrennte Wege, da die kontaktfreudige Otilie, die als «lebhaftes, etwas ordinäres Frauenzimmer» vorgestellt wird, mit zwei «Gassenjungen» (H₂), die ihr zurufen: «Na, Otilie, wie wäre es mit uns dreien?», einen «Dreierbund» (H₂O) eingeht (Neumann, 1971). Cunibert, der allein zurückbleibt (Cu), errötet daraufhin vor Scham; analog der kupferroten Farbe des Metalls. Die Analogie wirkt nicht nur absurd, sondern ist auch aus chemischer Sicht stark verkürzt, weil die Darstellung von Kupferoxid ein vermeintliches Paar, das als Molekül aufgefasst werden könnte, suggeriert.

Die Analogie in Abbildung 2 zeigt den Ausschnitt eines Kristallgitters, abwechselnd aus Single-Frauen (negativ geladenen Ionen) und Single-Männern (positiv geladenen Ionen) aufgebaut, die sich anziehend finden. Auf eine heteronormative Folie projiziert, suggeriert dies die Bildung von Frau-Mann-Paaren im Gitter. Aus chemischer Sicht handelt es sich dabei um eine Fehlvorstellung, da im Gitter jedes Kation mit all den es umgebenden Anionen wechselwirkt et vice versa. Die korrekte Interpretation der vorliegenden bildlichen Analogierelation würde zu polyamoren Beziehungen führen. Fraglich ist, warum dies im Unterricht zum Thema gemacht werden sollte.

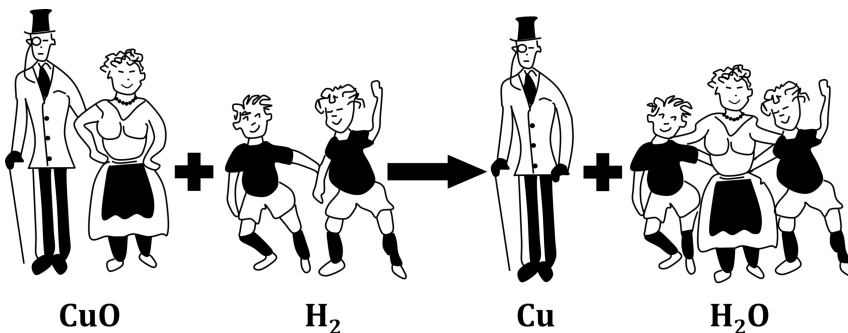


Abb. 1: Beziehungen als Analogie [Reproduktion anhand der Originalquelle Neumann, 1971]

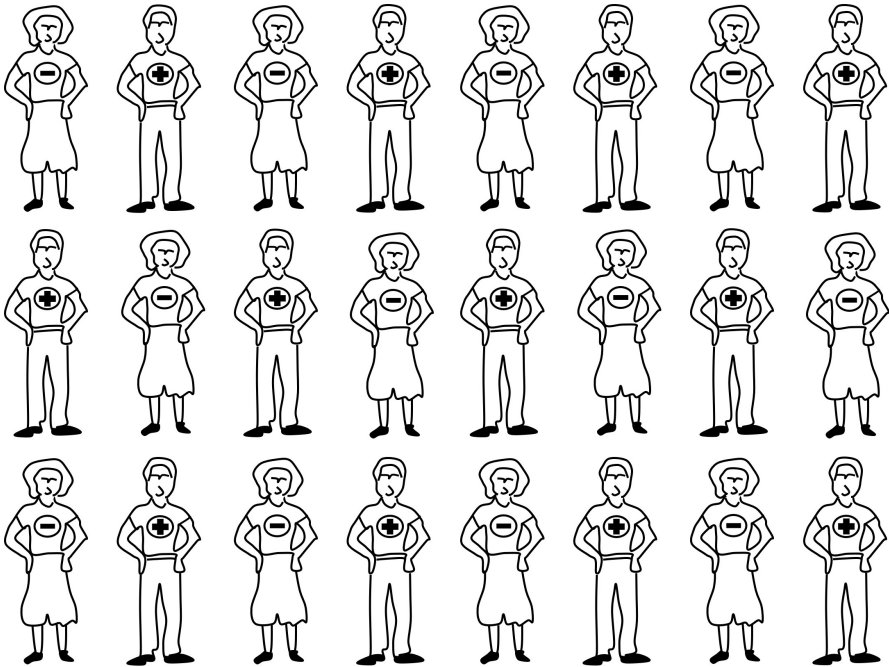


Abb. 2: Beziehungen als Analogie (Reproduktion anhand der Originalquelle Fortman, 1993)

3.2 Biografien

Die Gestaltung biografischer Comics beruht auf einer begrenzten Anzahl verfügbarer Fotos und Anekdoten, die um imaginiertes Storytelling erweitert wird. Beispielsweise inszeniert der Comic «Great Figures in History: Curie» (Y.kids, 2007a) Marie Curies Selbstzweifel in Anbetracht der Herausforderung, Pechblende aufzubereiten. Diesen Selbstzweifeln begegnet ihr Gatte, indem er fürsorglich seinen Arm auf ihre Schulter legt. Als er ihr seine Hilfe anbietet, schaut sie gerührt zu ihm auf und dankt ihm mit einer Liebkosung: «Thank you, Honey» (ebd.). Welche Empfindungen Marie Curie während ihrer Forschungstätigkeit oder im persönlichen Austausch mit anderen gehabt haben mag, liegt im Bereich der Spekulation, und ebendiese wird in Biografien häufig mit tradierten Vorstellungen von Geschlechterverhältnissen angereichert, ohne deren Konstruktionscharakter kenntlich und damit der Reflexion zugänglich zu machen. In der Hochschullehre lässt sich diese Problematik, zum Beispiel rekurrend auf Febel (2005), komparativ anhand der Biografien von Marie Curie und Albert Einstein erarbeiten. Als

Literaturgrundlage bietet sich der Beitrag von Owens (2009) an. Owens macht an Biografien über Einstein und Curie aus dem Zeitraum 1939 bis 2005 fest, dass für die Beschreibung der jeweiligen Kindheit der beiden das folgsame, regelkonforme Verhalten der Schülerin Curie und die zügellose Rebellion des Schülers Einstein gegenüber Autoritäten in Szene gesetzt wurden. Deren späterer, individueller Erfolg wird daran festgemacht. Biografien jüngerer Datums gehen mittlerweile sensibel auf die Situation von Frauen in der Wissenschaft ein. Einige Comic-Adaptionen bieten jedoch weiterhin Anlass zur kritischen Auseinandersetzung mit Stereotypen (vgl. Y.kids, 2007a; Y.kids, 2007b; Saddleback's Graphic Biographies, 2008a; Saddleback's Graphic Biographies, 2008b; Miller, Larson & Heike, 2007; Takeuchi, Abe & Sukihara, 1996; vgl. zudem Jüngst, 2010, S. 249 ff.).

4 Exkurs: Self-to-Prototype Matching

Zur Ausdifferenzierung ihres Grundlagenwissens bezüglich (Vor-)Bildern in Chemie sollten sich die Studierenden mit dem Fachimage und mit Chemie-Prototypen befassen. Denn im Rahmen der Studienfachwahl oder der Berufsorientierung sind die Vorstellungen der Schüler*innen von Menschen, die als Prototypen in einem Aktionsfeld aufgefasst werden, äußerst wirkmächtig (vgl. Cheryan et al., 2017). Mit dem Erhebungsinstrument «Self-to-Prototype Matching» (vgl. Niedenthal, Cantor & Kihlstrom, 1985) werden Prototypen- und Selbstbeschreibungen durch die Zustimmung zu Adjektiven wie «intelligent», «ehrgeizig», «gefühlbetont» usw. erfasst und verglichen. Das Konzept hat sich in (inter-)nationalen Studien bewährt (vgl. z. B. McPherson, Park & Ito, 2018; Hannover & Kessels, 2004).

Spitzer (2017) hat das Self-to-Prototype Matching für das Fach Chemie mit einer Stichprobe von 1.113 Schüler*innen der Jahrgangsstufen 8 und 11 aus Schulen in Siegen und Olpe (Deutschland) umgesetzt. In Abbildung 3, in der die Befunde aufgetragen sind, zeichnet sich für den Chemie-Prototyp ein eindeutiges Bild ab: Die Schüler*innen schreiben Chemiker*innen hohe kognitive Fähigkeiten zu (siehe Abbildung 3, links) und charakterisieren sie als weniger emotional (siehe Abbildung 3, rechts).

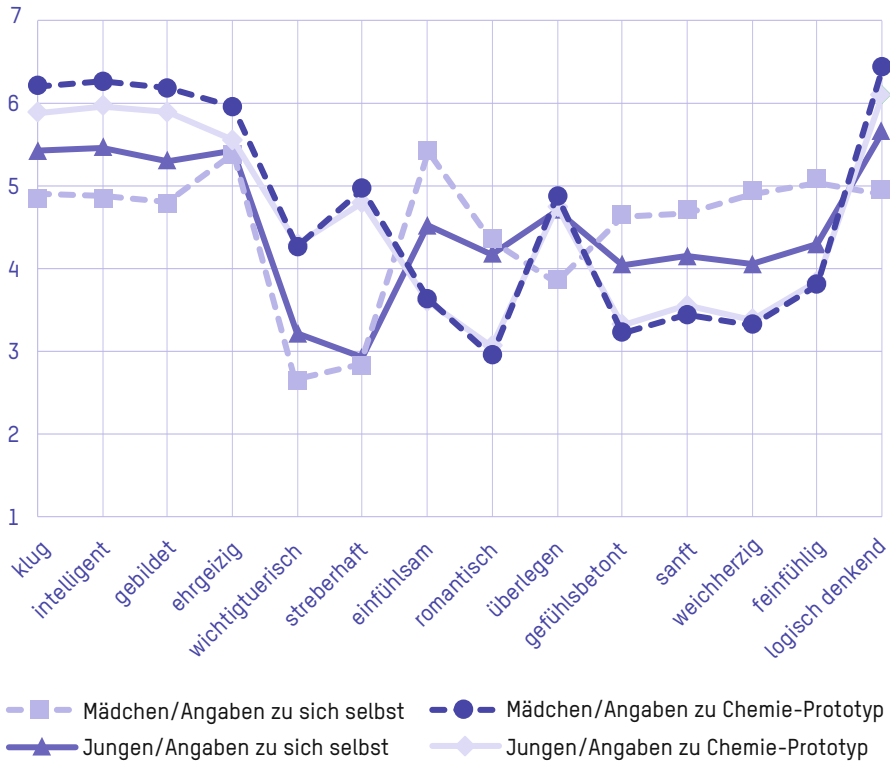


Abb. 3: Self-to-Prototype Matching im Fach Chemie (auf der Grundlage von Datensätzen aus Spitzer, 2017)

Für die Selbstbeschreibungen der Schüler*innen wurden Geschlechterdifferenzen verzeichnet (ebd.): Im Vergleich zu den befragten Jungen gewichteten die Mädchen im Mittel solche Adjektive für sich selbst signifikant geringer (zweiseitig signifikant), die auf kognitive Vorzüge verweisen, wie «klug» und «intelligent», während sie Adjektive (zweiseitig) signifikant höher bewerteten, die für Emotionen und Empathie stehen, wie «gefuhsbetont» und «feinfuhsig». Es ist davon auszugehen, dass sich Schüler*innen gegen naturwissenschaftlich-technische Kurse und Berufe entscheiden, wenn Zuschreibungen, mit denen die Prototypen charakterisiert werden, und die eigene Selbstcharakterisierung auseinanderdriften (vgl. Hannover & Kessels, 2004). Die größere Differenz zwischen der Selbst- und Prototypenbeschreibung bei den befragten Mädchen im Self-to-Prototype Matching bei Spitzer deutet in diese Richtung.

5 Synthese von (Vor-)Bildern

Die Idee, Jugendlichen Orientierung durch Identifikation zu bieten (vgl. Bandura, 1976), spiegelt sich in chemiedidaktischen Plädoyers für Role Models wider (vgl. zur Übersicht Prechtel, 2014). Beispielsweise wird Lehrkräften in der Ausbildung und Schulpraxis die Auseinandersetzung mit Pionierinnen in der Forschung und forschenden Ehepaaren anempfohlen (vgl. Helfensteller & Boeck, 2021). Die Frage, wie nachhaltig deren Vorbildfunktion angesichts der Mannigfaltigkeit der Persönlichkeitsprofile ist, die sich Jugendliche unter Zugriff auf diverse Identifikationsfiguren, darunter Familienmitglieder, Stars und Sportler*innen, sowie attraktive Teilaspekte dieser Personen konstruieren, veranlasst Studierende zum einen dazu, die Vorzüge und Limitierungen des Vorbildlernens abzugleichen. Zum anderen regt sie zum Austesten neuer, kreativer Repräsentationen von Vorbildern an.

Lernziele

Die Studierenden ...

- differenzieren Typen von Identifikationspersonen nach Art, Dauer und Qualität der Interaktion (vgl. Gibson, 2004) sowie unter historisch-systematischen Gesichtspunkten (vgl. Stamm, 2005).
- entwickeln ein Storyboard für einen Comic, unter der Maßgabe der Würdigung und stereotypenfreien Repräsentation von Diversitätsdimensionen wie Geschlecht, Ethnie, Alter, Behinderung etc. und gestalten auf dieser Basis einen Comic mit Role Models rezipient*innenadäquat und gendersensibel.

Im Folgenden wird eine Gestaltungsmöglichkeit für gendersensibles Storytelling vorgestellt und ihr Potenzial anhand von zwei Einblicken in begleitende Evaluationen ermesen. Die Evaluationen können zugleich als Diskussionsgrundlage für die seminaristische Arbeit verwendet werden.

5.1 Gendersensibles Storytelling via Comic-Gestaltung

Reproduzieren die in Lernmaterialien abgebildeten Personen Stereotype, optisch oder über die ihnen zugeordneten Texte, können Lehrkräfte darauf wie folgt reagieren: (1) Das Material wird verworfen. (2) Das Material wird zum Anlass genommen, die negativen Auswirkungen von Stereotypen kritisch-konstruktiv zu reflektieren. (3) Gendersensibles Material wird gänzlich neu erstellt. Den dritten Ansatz beschreiben Yannick L. Legscha, Krenare

Ibraj und Markus Prechtl anhand von Science Communication vermittels Comic-Gestaltung (siehe Legscha, Ibraj und Prechtl in diesem Band). Im Unterschied zu vergleichbaren Projekten (Robin, Leblanc & Dumais, 2021), erfolgt die Umsetzung in diesem Fall im Cut-out-Style, das heißt, es werden Papierformen auf einer Arbeitsfläche zu Flachfiguren und Laborequipment angeordnet, digital fotografiert und mit einer Comicsoftware nachbearbeitet. Idealerweise erfolgt die Erstellung der Comics kollaborativ durch Lehrpersonen, Studierende oder Schüler*innen, begleitet von Reflexionsphasen vor, während und nach der kreativen Gestaltung.

Eigene Praxiserfahrungen zeigen, dass Studierende die Komplexität der gestellten Aufgabe, einen Comic gendersensibel zu gestalten, zu reduzieren versuchen, indem sie ihren Schwerpunkt auf die Figuren oder den Kontext oder den Fachinhalt legen. Kommt es dadurch zu stilistischer Unausgewogenheit, lässt sich diese, nach Abschluss der Gestaltungsphase, nur noch schwer korrigieren. Es hat sich deshalb bewährt, das Bewusstsein der Studierenden vorab entsprechend zu schärfen, zum Beispiel mithilfe des Beitrags von Oechslin und Keller (2013): Selbst bei qualitativ hochwertig gestalteten und gut gemeinten Comics geraten Details, deren Wirkung während der Gestaltung nicht antizipiert werden, zu Störelementen in der Kommunikation. Oechslin und Keller haben Gruppendiskussionen mit Schweizer Rezipient*innen des Comics «Abenteuer im Bereich der Synthetic Biology» (Endy, Deese & Wadey, 2007) geführt. Zum einen wurde die Art der Visualisierung einer Wissenschaftlerin – als kühl, roboterhaft und anonym – beanstandet; insbesondere ihre verspiegelte Brille und krallenartigen Hände evozierten Irritationen. Zum anderen wurde die Vermischung von Fakten zur Forschung mit teils infantilen, teils düster wirkenden Bildbotschaften kritisch diskutiert. Oechslin und Keller haben daran veranschaulichen können, wie der Stil eines Comics im Allgemeinen und inhaltlich-grafische Details im Besonderen Einfluss auf die Akzeptanz der Rezipient*innen gegenüber Comic-Inhalten haben.

5.2 Comic-Evaluation vermittels Gruppendiskussionen

Für die Evaluation der Alphaversion eines Comics, der Mädchen für Chemieberufe begeistern sollte, wurden Gruppendiskussionen mit Chemie-Expert*innen ($N = 5$) und Diversitätsexpert*innen ($N = 4$) geführt, transkribiert und ausgewertet (vgl. Jesserich, 2022). Auf dieser Grundlage erfolgte die Optimierung des Comics «Auf die Probe gestellt – Leylas erster Tag im

Labor» (Jakob, 2019). In den folgenden, zweiten Diskussionen wurde der Comic erneut evaluiert. Aus dem umfangreichen Transkript (Jesserich, 2022) wurden beispielhaft zwei Zitate ausgewählt, in denen sich die Frage nach der «Stimmigkeit», die während der Diskussionen gestellt wurde, widerspiegelt. Ein Diskutant empfand die Laborsituation in der Alphaversion des Comics, die drei Frauen zeigt, trotz seiner generellen Zustimmung zum Konzept als «ein wenig gewöhnungsbedürftig»:

so unrealistisch, ein bisschen gekünstelt wirkt, ähm wenn da noch andere Personen wären, vielleicht ein Mann dazwischen würde die Sache, das auch nicht so ähm unrealistisch gestalten. (Jesserich, 2022, 206f.)

Die Gestaltung des zweiten, optimierten Comics wird dahingehend gelobt, dass Diversität «subtil» dargestellt wurde:

Ich wollte darauf noch eingehen ähm – abgesehen von der Darstellung – gefällt mir sehr, dass die Forscherin mit dem Kopftuch so selbstverständlich auftritt. Also da ist überhaupt keine Frage, ob die kompetent ist oder nicht. Sondern die ist da – die ist die Forscherin – die leitet an – die hat Ahnung – so und ähm das kommt so subtil rüber. Also da ist je-jetzt kein gro-großes Fass aufgemacht – «hallo ich bin die Forscherin. Ich weiß über alles Bescheid» – sondern es ähm es kommt halt so im Dialog rüber. Das finde ich ähm ist sehr gut gelungen. Das ähm – da kommt auch kein Zweifel auf – von wegen «die mit dem Kopftuch, ob die das weiß» – Nein-kein die weiß das. Und die kann das auch der Leyla beibringen. (Jesserich, 2022, 252)

Die beiden Zitate können zum Anlass genommen werden, auszuloten, inwiefern Rezipient*innen vor dem Hintergrund ihres eigenen Erlebens Darstellungen von Diversität als stimmig akzeptieren, und in welchem Maße Persuasion gestattet ist.

5.3 Comic-Evaluation vermittelt Fragebogenerhebung

Eine Annäherung an die Fragestellung, wie Comic-Figuren auf Rezipient*innen wirken und ob Comic-Figuren überhaupt das Potenzial zum Role Model

haben, erfolgte in einer Befragung mit Adolescent*innen (nach Ausschluss: $N = 62$, 45 w, 17 m, 0 d, Alter: 15–21 Jahre). Anhand von 14 Adjektiven wurde ein Self-to-Prototype Matching vorgenommen. Danach lasen die Befragten den Comic «Auf die Probe gestellt – Leylas erster Tag im Labor» (Jakob, 2019) und bewerteten mit den gleichen Adjektiven zwei Protagonistinnen des Comics: die Praktikantin Leyla und die sie betreuende Laborantin. Die Befunde wurden komparativ verglichen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 4).

Adjektiv															
	klug	intelligent	gebildet	ehrgeizig	wichtigtuertisch	streberhaft	einfuhsam	romantisch	uiberlegen	gefuehlsbetont	sanft	weichherzig	feinfuehlig	logisch denkend	
Selbst	M	5.31	5.52	5.45	5.74	3.15	3.39	5.69	4.92	3.69	4.81	4.65	4.73	4.89	5.47
	SD	0.80	0.78	0.84	1.23	1.41	1.64	1.08	1.14	1.33	1.42	1.13	1.36	1.16	1.10
	Mdn	5.0	5.5	5.5	6.0	3.0	3.0	6.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5
Chemie-Prototyp	M	6.13	6.31	6.26	5.63	4.15	4.82	3.89	3.47	4.68	3.56	4.03	3.71	4.52	6.34
	SD	0.80	0.71	0.83	1.06	1.47	1.40	0.87	0.99	1.13	0.86	1.13	0.96	1.38	0.70
	Mdn	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	5.0	4.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	6.0
Comic-Figur Praktikantin Leyla	M	5.15	5.05	5.05	4.66	2.48	3.08	4.50	3.79	2.95	4.35	4.47	4.56	4.39	5.08
	SD	0.87	0.88	0.93	1.33	1.17	1.41	0.92	0.75	1.18	1.12	0.95	0.93	1.05	1.11
	Mdn	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.5	4.0	4.0	5.0
Comic-Figur Laborantin	M	6.02	6.15	6.21	5.58	2.92	3.73	5.48	3.74	4.40	4.24	5.21	4.79	5.26	6.11
	SD	0.76	0.74	0.63	0.97	1.22	1.32	1.18	1.16	1.36	1.17	1.03	1.06	1.17	0.73
	Mdn	6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	4.0	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0

Tab. 1: Deskriptive Ergebnisse zu den Adjektiv-Bewertungen bezogen auf «Selbst» (Befragte, Stichprobe), Chemie-Prototyp (m/w/d), Comic-Figur «Laborantin» und Comic-Figur «Praktikantin Leyla», siebenstufige Likert-Skala (von «stimme ueberhaupt nicht zu» = 1 bis «stimme voellig zu» = 7)

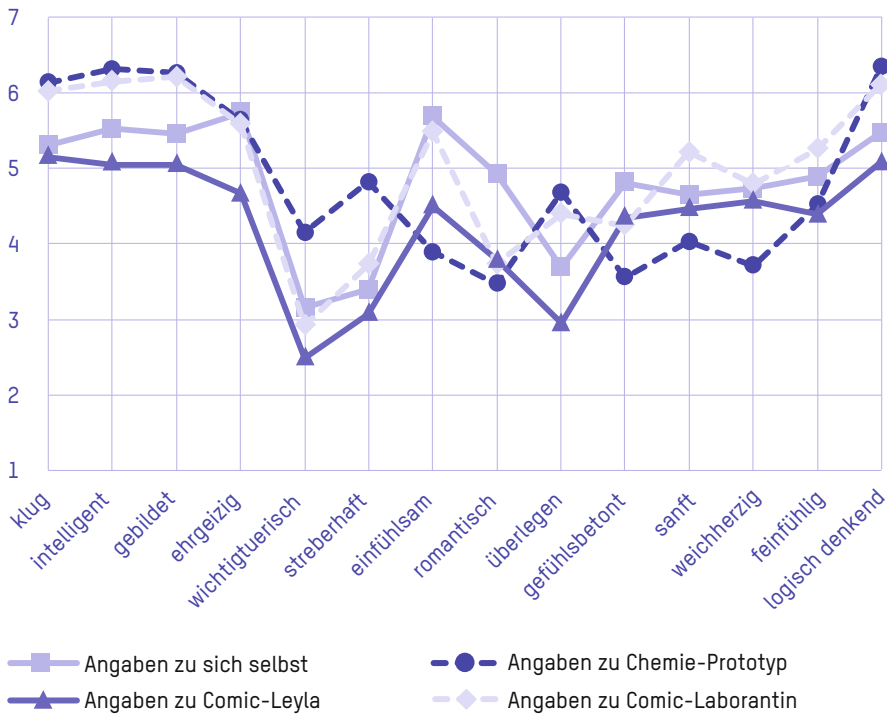


Abb. 4: Grafische, komparative Darstellung der Ergebnisse zu den Adjektiv-Bewertungen bezogen auf «Selbst» [Befragte, Stichprobe], Chemie-Prototyp, Comic-Figur «Laborantin» und Comic-Figur «Praktikantin Leyla», siebenstufige Likert-Skala (von «stimme überhaupt nicht zu» = 1 bis «stimme völlig zu» = 7)

Am höchsten wurden die Adjektive «klug», «intelligent», «gebildet» und «logisch denkend» beim Chemie-Prototyp und bei der Comic-Figur «Laborantin» bewertet. In paarweisen Vergleichen (Friedman-Test mit Bonferroni-Korrektur) zeigte sich, dass das Adjektiv «ehrzeizig» ($\chi^2[3] = 33.68, p < .001$) im direkten Vergleich mit Selbst, Chemie-Prototyp (m/w/d) und Laborantin für Leyla signifikant niedriger ($p_{angepasst} \leq .003, r \leq .13$) bewertet wurde. Die Adjektive «wichtigtuerisch» ($\chi^2[3] = 45.70, p < .001$) und «streberhaft» ($\chi^2[3] = 54.08, p < .001$) wurden im direkten Vergleich mit Selbst, Leyla und Laborantin beim Chemie-Prototyp signifikant höher ($p_{angep.} \leq .004, r \leq .19$) eingeschätzt.

Die Befragten bewerteten sich selbst und die Laborantin in ähnlicher Ausprägung als «einfuehlsam» ($\chi^2[3] = 82.21, p < .001$), wohingegen der Chemie-Prototyp diesbezüglich signifikant ($p_{angep.} \leq .040, r \leq .21$) am niedrigsten

abschnitt. Auch für die Adjektive «gefühlsbetont» ($\chi^2[3] = 30.47, p < .001$) und «weichherzig» ($\chi^2[3] = 37.08, p < .001$) erhielt der Chemie-Prototyp signifikant ($p_{angep.} \leq .036, r \leq .15$) niedrigere Werte im Vergleich zu Selbst, Leyla und Laborantin. Hinsichtlich der Adjektive «sanft» ($\chi^2[3] = 39.78, p < .001$) und «feinfühlig» ($\chi^2[3] = 22.65, p < .001$) wurde die Laborantin am höchsten bewertet und unterschied sich signifikant ($p_{angep.} \leq .017, r \leq .16$) vom Chemie-Prototyp und von Leyla.

Resümierend kann festgestellt werden, dass zwischen den befragten Adolescent*innen und der Comic-Figur Leyla viele Ähnlichkeiten gegeben sind, sodass sich junge Leser*innen potenziell mit der Hauptfigur des Comics identifizieren können. Im Rahmen der ergänzenden, offenen Befragung zur Person Leyla, zeigten sich die Befragten insbesondere beeindruckt vom Mut der Protagonistin, Fragen zu stellen, um ihre Wissbegierde zu stillen. An der Darstellung der Laborantin im Comic gefiel den Befragten, dass sie fachkundig ist und verständlich erklären kann. Zudem wurde positiv herausgestellt, dass die Laborantin empathisch ist und Leyla ermutigt. Letzteres spiegelt sich in der hohen Bewertung für die Adjektive «einfühlsam» und «feinfühlig» wider. Einerseits zeigt der Vergleich von Chemie-Prototyp und Comic-Figur Laborantin, dass den beiden positiv konnotierte, auf Intelligenz und Motivation bezogene Aspekte zugesprochen werden, andererseits schneidet die Comic-Laborantin im Vergleich zum Chemie-Prototyp besser hinsichtlich Sozialverhalten und Emotionen ab. Dieser wesentliche Unterschied und die durch die Befragten wahrgenommene Unterstützung Leylas vonseiten der Laborantin deuten darauf hin, dass sich die Laborantin als potenzielles Role Model eignet.

6 Resümee und Ausblick

(Vor-)Bilder eröffnen mannigfaltige Reflexionsanlässe in der Hochschullehre mit dem Ziel der Förderung von Gendersensibilität bei zukünftigen Lehrer*innen. An ihnen lässt sich aus Fehlern der Vergangenheit lernen. Analysen ausgewählter (Vor-)Bilder können dabei die Funktion einer «Impfung» gegenüber zukünftigen, online und viral kursierenden Stereotypen übernehmen. Auch wenn die Flut an (Vor-)Bildern – in Form von Werbung, Erklärvideos, Influencer*innen etc. – für einzelne Menschen nicht

kontrollierbar ist, an neuralgischen Punkten in Bildungsprozessen lassen sich durchaus sinnstiftende Akzente mit eigens synthetisierten (Vor-)Bildern setzen, die andere dazu inspirieren können, destruktiven Stereotypen die Stirn zu bieten.

Acknowledgement

Erhebung und Berechnung der Daten in Tabelle 1: Michelle Bach und Ulla Stubbe

Literatur

- Bandura, A. (1976). *Lernen am Modell. Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie*. Stuttgart: Klett.
- Barad, K. (2015). *Verschränkungen*. Berlin: Merve.
- Barke, H.-D., Harsch, G., Marohn, A. & Krees, S. (2014). *Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Heidelberg: Springer.
- Bauer, R. (2008). Chemie: Das Geschlecht des Labors – Geschlechterverhältnisse und -vorstellungen in chemischen Verbindungen und Reaktionen. In R. Becker & B. Kortendiek (Hrsg.), *Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung* (S. 852–858). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Cheryan, S., Ziegler, S.A., Montoya, A.K. & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>.
- Febel, G. (2005). Frauenbiographik als kollektive Biographik. In C. von Zimmermann & N. von Zimmermann (Hrsg.), *Frauenbiographik. Lebensbeschreibungen und Porträts* (S. 127–144). Tübingen: Narr.
- Freese, U. (2008). Geschlechtergerechte Experimente im Chemieunterricht? In H. Faulstich-Wieland, K. Willems, N. Feltz, U. Freese & K.L. Lärer (Hrsg.), *Genus – geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe* (S. 61–70). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- Gibson, D.E. (2004). Role models in career development: New directions for theory and research. *Journal of Vocational Behavior*, 65(1), 134–156. [https://doi.org/10.1016/S0001-8791\(03\)00051-4](https://doi.org/10.1016/S0001-8791(03)00051-4).
- González-Pérez, S., Mateos de Cabo, R. & Sáinz, M. (2020). Girls in STEM: Is It a Female Role-Model Thing? *Frontiers in Psychology*, 11, 2204. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02204>.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>.
- Helfensteller, R. & Boeck, G. (2021). Frauen von Chemikern – mehr als eine Randnotiz in den Biografien berühmter Forscher. Der Umgang mit Genderfragen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Chemie Konkret*, 28(7), 294–298. <https://doi.org/10.1002/ckon.202000028>.
- Herzog, W., Makarova, E. & Fanger, F. (2019). Darstellung der Geschlechter in einem Physik- und in einem Chemieschulbuch für die Sekundarstufe II. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl. Beiträge aus der Forschung und Praxis* (S. 108–127). Bern: hep.
- Jesserich, T. (2022). Qualitative Inhaltsanalyse und Transkripte zu den Gruppendiskussionen über DiSenSu-Sachcomics mit Expert*innen. In M. Prechtl (Hrsg.), *Diversitätssensible Berufsorientierung in den Naturwissenschaften. Einblicke in DiSenSu* (S. 125–276). <https://doi.org/10.26083/tuprints-00020646>.
- Jüngst, H. E. (2010). Information comics. Knowledge transfer in a popular format. Leipzig: Lang.
- Krätzig, A. & Prechtl, M. (2015). Doing Gender im Chemieunterricht. Ein Element in der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern. In K. Bräu & C. Schlickum (Hrsg.), *Soziale Konstruktionen im Kontext von Schule und Unterricht* (S. 195–206). Opladen: Budrich.
- Lembens, A. & Prechtl, M. (2024). Sensibilisierung von (angehenden) Lehrer*innen für geschlechterbezogene Aspekte in der Didaktik der Chemie. In S. Huch & M. Erlemann (Hrsg.), *Gender & Diversity Studies in MINT meets Naturwissenschaftsdidaktik. Synergien und Impulse für eine gender- & diversitätssensible Forschung und Lehre der Naturwissenschaften*. Berlin: Springer.
- McPherson, E., Park, B. & Ito, T. A. (2018). The role of prototype matching in science pursuits: Perceptions of scientists that are inaccurate and diverge from self-perceptions predict reduced interest in a science career. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 44(6), 881–898. <https://doi.org/10.1177/0146167217754069>.

- Nägele, B. (1998). *Von «Mädchen» und «Kollegen». Zum Geschlechterverhältnis am Fachbereich Chemie*. Mössingen-Talheim: Talheimer.
- Niedenthal, P. M., Cantor, N. & Kihlstrom, J. F. (1985). Prototype matching: A strategy for social decision making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48(3), 575–584. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.48.3.575>.
- Oechslin, D. & Keller, F. (2013). *Diskrepante Botschaften im Sachcomic: Klippen und Fallen der Wissensvermittlung über Bilderzählungen*. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 24(133), 13–18.
- Owens, T. J. (2009). Going to school with Madame Curie and Mr. Einstein: Gender roles in children's science biographies. *Cultural Studies of Science Education*, 4(4), 929–943. <https://doi.org/10.1007/s11422-009-9177-6>.
- Prechtel, M. (2006). *«Doing Gender» im Chemieunterricht. Zum Problem der Konstruktion von Geschlechterdifferenz – Analyse, Reflexion und mögliche Konsequenzen für die Lehre von Chemie* [Dissertation]. Köln: Universität zu Köln. <https://kups.ub.uni-koeln.de/1825/> [11. 09. 2023].
- Prechtel, M. (2014). Vorbilder für junge Frauen in den Naturwissenschaften – revisited. Teil A: Kritikpunkte. Teil B: Ansatzpunkte. In V. Eisenbraun & S. Uhl (Hrsg.), *Geschlecht und Vielfalt in Schule und Lehrerbildung* (S. 131–146, S. 147–162). Münster: Waxmann.
- Robin, O., Leblanc, B. & Dumais, N. (2021). Teaching science communication with comics for postgraduate students. *Frontiers in Communication*, 6. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.758198>.
- Schiepe-Tiska, A., Simm, I. & Schmidtner, S. (2016). Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In K. Reiss et al. (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 99–132). Münster: Waxmann.
- Sommer, K., Wambach-Laicher, J. & Pfeifer, P. (Hrsg.) (2018). *Konkrete Fachdidaktik Chemie: Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht*. Seelze: Aulis/Friedrich.
- Spitzer, P. (2017). *Untersuchungen zur Berufsorientierung als Baustein eines relevanten Chemieunterrichts* [Dissertation]. Siegen: Universität Siegen. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:467-11734> [11. 09. 2023].
- Stamm, M. (2005). *Vorbilder der Jugend – Jugend als Vorbild?* Berlin: Pro Business.

Analogien und Comics

- Endy, D., Deese, I. & Wadey, C. (2007). *Abenteuer im Reich der Synthetic Biology*. MIT Synthetic Biology Working Group/Forum Genforschung SCNAT.
- Fortman, J.J. (1993). Pictorial Analogies II: Types of Solids. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 57. <https://doi.org/10.1021/ed070p57>.
- Jakob, J. (2019). *Auf die Probe gestellt – Leylas erster Tag im Labor*. Paper-Cut-Out-Sachcomic. www.disensu.de/comics/ [11.09.2023].
- Miller, C. C., Larson, S. & Heike, M. (2007). *Marie Curie and radioactivity*. Mankato: Capstone.
- Neumann, H. (1971). Die Reduktion des Kupfer(II)-oxids durch Wasserstoff dargestellt in lebenden Bildern nebst Erläuterung. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 20, 37.
- Saddleback's Graphic Biographies (Hrsg.) (2008a). *Marie Curie*. Guangzhou: Saddleback.
- Saddleback's Graphic Biographies (Hrsg.) (2008b). *Albert Einstein*. Guangzhou: Saddleback.
- Takeuchi, H., Abe, S. & Sukihara, M. (1996). *Kyuri Fujin [Madame Curie]*. Tokyo: Shogakukan (ISBN4-09-270002-4).
- Y.kids (Hrsg.) (2007a). *Great figures in history: Curie*. Singapur: Youngjin.
- Y.kids (Hrsg.) (2007b). *Great figures in history: Einstein*. Singapur: Youngjin.

Auf dem Weg zur gendersensiblen Natur- und Techniklehrperson – Wahrnehmung kritischer Aspekte, Lerngelegenheiten und Interesse angehender Lehrpersonen

Sanja Atanasova, Nicolas Robin, Dorothee Brovelli

Eine genderkompetente Lehrperson sollte in der Lage sein, kritische genderrelevante Aspekte im komplexen Unterrichtsgeschehen wahrzunehmen, zu analysieren und mit geeigneten Methoden und Strategien einen gendersensiblen Unterricht zu fördern. Insbesondere im MINT-Unterricht (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik), in dem Lehrpersonen mit vielfältigen Genderungerechtigkeiten und Geschlechterstereotypen konfrontiert werden, ist dies zentral. Ob und wie bereits angehende Lehrpersonen dies tun, ist noch wenig erforscht. In diesem Beitrag wird mit einer Querschnittserhebung an fünf pädagogischen Hochschulen ein Einblick gegeben, wie angehende Natur- und Techniklehrpersonen ($N = 586$) kritische genderrelevante Aspekte im Physikunterricht wahrnehmen, wie sie diese interpretieren und ob sie geeignete Handlungsalternativen ableiten. Zusätzlich wird das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen bei den angehenden Lehrpersonen erfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass das Interesse der angehenden Lehrpersonen im Allgemeinen sehr hoch ist und dass sie genderrelevante Aspekte unterschiedlich häufig wahrnehmen. Genderrelevante Aspekte aus den Facetten «Zugänge und Vermittlung» und «Unterrichtsformen» werden weniger häufig wahrgenommen als solche aus den Facetten «Unterrichtsmaterialien» und «Feedbacks und Interaktionen». Auch zeigen sich signifikante Unterschiede im eingesetzten Vignettentest in Bezug auf die erreichte Gesamtpunktzahl hinsichtlich Geschlecht und Anzahl wahrgenommener Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten.

1 Einleitung

Eine reflektierte Pädagogik ist geprägt von dem Bestreben, Benachteiligungen und Stereotype im Unterrichtskontext zu vermeiden (Kreienbaum & Urbaniak, 2009). Für einen gendersensiblen Naturwissenschaftsunterricht bedeutet dies, dass der Unterricht hinsichtlich verschiedener Facetten wie

Unterrichtsmethoden, Zugänge und Vermittlung von naturwissenschaftlichen Inhalten, eingesetzten Unterrichtsmaterialien sowie Feedbacks und Interaktionen im Schulkontext kritisch in Bezug auf Gender(un)gerechtigkeiten reflektiert wird (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). Im Zusammenhang mit dem Bestreben zur Reduktion von Geschlechterstereotypen im Unterrichtskontext und der Förderung und Gewährleistung eines gendersensiblen Naturwissenschaftsunterrichts sind Lehrpersonen als Multiplikator*innen wichtige und nachhaltige Ansatzpunkte (Kollmayer et al., 2019). Bereits angehende Lehrpersonen sollten für kritische, nicht gendersensible Situationen im Unterricht sensibilisiert werden und Methoden und Strategien kennen, wie sie einen gendersensiblen Naturwissenschaftsunterricht gestalten können. Dazu müssen Lerngelegenheiten im Studium geschaffen werden, in denen sich angehende Lehrpersonen mit dieser wichtigen Thematik auseinandersetzen können und auch wollen. Wie die Gendersensibilisierung der angehenden Lehrpersonen als Lerngelegenheiten an den Hochschulen gestaltet wird, ist unter anderem auch vom Habitus der Dozierenden und dem Lehr- und Lernkontext geprägt. Oftmals wird in der Lehrpersonenausbildung dem Aufbau von Genderkompetenz bei angehenden Lehrpersonen zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt (ebd.; Langfeldt & Mischau, 2011). Das Projekt «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» schenkt diesem bedeutenden Anliegen in der Lehrpersonenausbildung Beachtung, indem es gleichzeitig angehende Lehrpersonen und Dozierende adressiert. Dozierende, die in ihren Lehrveranstaltungen gendersensiblen Natur- und Technikunterricht thematisieren, können bereits angehende Lehrpersonen dafür sensibilisieren. Die Evaluation des Projekts soll unter anderem einen Einblick darin geben, wie und ob angehende Lehrpersonen kritische genderrelevante Aspekte im Naturwissenschaftsunterricht wahrnehmen und welches Interesse sie am gendersensiblen Lehren und Lernen haben.

2 Situationsbezogene Fähigkeiten im Naturwissenschaftsunterricht und das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen

Für viele Lehrpersonen ist es herausfordernd, Kriterien eines gendersensiblen Unterrichts umzusetzen und damit «ihren Schüler_innen zu ermöglichen, ihre individuellen Interessen und Kompetenzen ohne Einschränkungen durch Geschlechterstereotype zu entwickeln» (Kollmayer et al., 2019, S. 111). Insbesondere im MINT-Bereich, in dem Lehrpersonen mit vielfältigen Genderungerechtigkeiten und Geschlechterstereotypen konfrontiert werden, sollten bereits angehende Lehrpersonen hinsichtlich genderrelevanter Aspekte sensibilisiert werden. Befunde aus der Schulpraxis im MINT-Bereich zeigen, dass Lehrpersonen geschlechterstereotype Feedbacks geben (Schmirrl et al., 2012), Jungen mehr Talent in Mathematik zuschreiben als Mädchen (Lindner et al., 2022), dazu neigen, Jungen häufiger als Mädchen aufzurufen (Denn, 2021) und Mädchen signifikant seltener im Physikunterricht ermutigen (Mujtaba & Reiss, 2013). Viele dieser Genderungerechtigkeiten werden unbewusst in der Unterrichtspraxis durch Lehrpersonen reproduziert. Dass Lehrpersonen gendersensibel unterrichten können, setzt voraus, dass sie Kriterien eines gendersensiblen Unterrichts kennen und diese umsetzen können und wollen (Sadker & Silber, 2007). Es erfordert aber auch, dass Lehrpersonen nicht gendersensible Aspekte im komplexen Unterrichtsgeschehen erkennen (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019). Beispielsweise sollten Lehrpersonen wahrnehmen, wenn sich geschlechterspezifische Unterschiede in der Beteiligung am Unterricht zeigen, wenn naturwissenschaftliche Inhalte in stereotyp männlichen Kontexten vermittelt werden, wenn in Unterrichtsmaterialien klischeehafte Darstellungen der Geschlechter abgebildet sind oder wenn in der Interaktion im Unterricht vorherrschende Geschlechterstereotype verstärkt werden. Diese und viele weitere genderrelevante Aspekte sollten bereits von angehenden Lehrpersonen im Unterricht registriert werden. Darüber hinaus wird nicht nur erwartet, dass Lehrpersonen diese genderrelevanten Aspekte wahrnehmen, sondern auch korrekt einordnen und interpretieren können sowie darauf aufbauend Handlungsalternativen ableiten können, die einen gendersensiblen Unterricht fördern (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). Diese situationsbezogenen Fähigkeiten, also das Wahrnehmen von relevanten Aspekten,

ihre Interpretation und die Ableitung von Handlungsalternativen (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015), die einen gendersensiblen Unterricht fördern beziehungsweise erschweren, werden als Teil der Professionalität von Lehrpersonen betrachtet. Sie bilden einen wichtigen Bestandteil ihrer Genderkompetenz (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023; Brovelli, Vogler & Schmid, 2019). In diesem Zusammenhang sollte auch das Interesse der angehenden Lehrpersonen an gendersensiblen Lehren und Lernen als Teil ihrer Disposition betrachtet werden. Interesse, als individuelle Voraussetzung, kann ein wichtiger Prädiktor für die situationsbezogenen Fähigkeiten von angehenden Lehrpersonen sein und damit beeinflussen, wie sie relevante Aspekte im Unterricht wahrnehmen (Stürmer, Könings & Seidel, 2014).

3 Evaluation

Die folgende Evaluation soll mittels einer Querschnittserhebung an den fünf am oben erwähnten Projekt «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» beteiligten Hochschulen einen Einblick in die situationsbezogenen Fähigkeiten von angehenden Lehrpersonen hinsichtlich genderrelevanter Aspekte im Naturwissenschaftsunterricht, in ihr Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen und in ihre Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten geben.

3.1 Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten, dem Interesse und der Lerngelegenheiten

Zur Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten von angehenden Lehrpersonen hinsichtlich genderrelevanter Aspekte wurde ein online-basierter Vignettentest, bestehend aus vier Textvignetten³, eingesetzt (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). Jede Vignette behandelt verschiedene Themenbereiche des Physikunterrichts (Vignette 1: physikalische Arbeit; Vignette 2: Energieumwandlung; Vignette 3: Hebelgesetz; Vignette 4: elektrische Stromkreise). Der Vignettentest beinhaltet insgesamt 16 kritische genderrelevante

3 Unterrichtsvignetten sind «Szenen aus dem Alltag des Unterrichts bzw. der Lehrpersonen, die kritische Probleme aufzeigen, zu deren erfolgreicher Bewältigung bestimmte Kompetenzen notwendig sind» (Rehm & Bölsterli, 2014, S. 215).

Aspekte aus dem Physikunterricht (je vier genderrelevante Aspekte pro Vignette), die von den angehenden Lehrpersonen bearbeitet werden konnten. Um das gendersensible Unterrichten möglichst breit abzudecken, wurden im Vignettentest kritische Aspekte aus den folgenden Facetten fokussiert:

- Gendersensible Unterrichtsformen (UF)
- Gendersensible Zugänge und Vermittlung (ZV)
- Gendersensible Unterrichtsmaterialien (UM)
- Gendersensible Feedbacks und Interaktionen (FI)

Zur Gewährleistung einer vergleichbaren Komplexität waren jeweils alle vier Facetten in jeder Vignette abgedeckt. Damit beinhaltete jede Vignette je einen kritischen Aspekt aus der Facette UF, ZV, UM und FI.

Das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen wurde anhand eines Fragebogens mit einer selbst erstellten Skala (4 Items) erfasst. Die Items fokussierten die vier oben beschriebenen Facetten eines gendersensiblen Unterrichts. Die angehenden Lehrpersonen konnten ihre Selbsteinschätzung der einzelnen Items auf einer sechsstufigen Likert-Skala angeben.

In Bezug auf die Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten wurde die Anzahl Lektionen erfasst, die angehende Lehrpersonen bisher im Studium besucht hatten. Dabei konnten die Studierenden mittels Schieberegler die Anzahl Lektionen angeben.

3.2 Stichprobe

An der Befragung beteiligten sich angehende Lehrpersonen aus fünf pädagogischen Hochschulen der Schweiz: PH Luzern (PHLU), PH St. Gallen (PHSG), PH Zürich (PHZH), PH Bern, PH Fachhochschule Nordwestschweiz (PH FHNW). Für die Befragung wurden angehende Lehrpersonen aus allen Semestern berücksichtigt. Damit waren Studierende involviert, welche mit der Genderthematik noch wenig in Berührung gekommen waren, und solche, die sich mit den Dozierenden (aufgrund der Projektteilnahme) ausführlicher mit der Genderthematik auseinandergesetzt hatten. Insgesamt wurden $N = 586$ angehende Lehrpersonen befragt (49.5% weiblich, 49.5% männlich, 0.5% nonbinär, 0.5% keine Angaben). Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Stichprobe auf die fünf Hochschulen. Das mittlere Alter betrug 24.59 Jahre ($SD = 5.22$ Jahre).

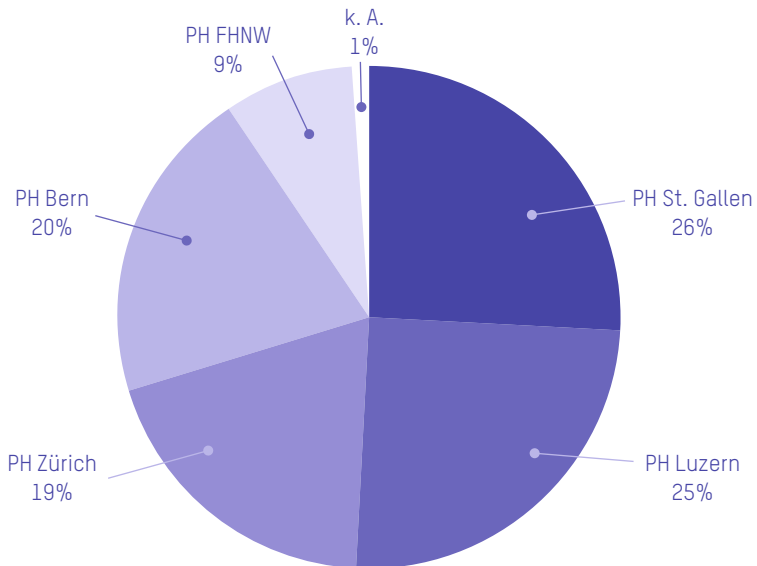


Abb. 1: Stichprobenverteilung auf die fünf pädagogischen Hochschulen (N = 586)

3.3 Durchführung der Befragung

Die angehenden Lehrpersonen bearbeiteten zuerst den Vignettentest und anschließend den Fragebogen. Ihnen wurde explizit mitgeteilt, dass sie im Vignettentest kritische Aspekte hinsichtlich eines gendersensiblen Unterrichts fokussieren sollten. Der Grund für diesen expliziten Bearbeitungsimpuls liegt in der Annahme, dass angehende Lehrpersonen leicht überfordert sein können mit der Rückmeldung zu einer komplexen Unterrichtssequenz. Sie müssen zunächst eine «Expertiseschwelle» überschreiten, bevor sie relevante Aspekte im Unterricht wahrnehmen können (Tempel, 2017, S. 42).

Die angehenden Lehrpersonen wurden aufgefordert, die einzelnen Vignetten durchzulesen und eine Rückmeldung zur Unterrichtssequenz zu geben, indem sie kritische Aspekte hinsichtlich eines gendersensiblen Unterrichts notieren, begründen, weshalb die Aspekte kritisch sind, und Handlungsalternativen beziehungsweise Verbesserungsvorschläge ableiten. Um die Bearbeitungszeit konstant zu halten und damit Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurde pro Vignette ein Zeitlimit von 15 Minuten angesetzt. Nach Ablauf dieser Zeit wurden die angehenden Lehrpersonen automatisch zur nächsten Vignette weitergeleitet. Die Zeitbegrenzung hatte den zusätz-

lichen Zweck, möglichst realitätsnahe Unterrichtssituationen zu imitieren, da Lehrpersonen im komplexen Unterrichtsgeschehen oft nur begrenzt Zeit zur Verfügung haben, um genderrelevante Aspekte wahrzunehmen und Entscheidungen über das weitere Handeln zu treffen.

3.4 Vorgehen bei der Auswertung

Für die Auswertung des Vignettentests wurden nur diejenigen Personen miteinbezogen, welche alle vier Vignetten und damit den gesamten Vignettentest bearbeitet haben. Damit wurden die Daten von $N = 407$ angehenden Lehrpersonen (52.6% weiblich, 46.4% männlich, 0.5% nichtbinär, 0.5% keine Angaben) berücksichtigt. Die Antworten wurden anschließend mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) ausgewertet und auf Grundlage des entwickelten Kodiermanuals quantifiziert (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). 33.89% der insgesamt $N = 6097$ Antwortsegmente wurden von zwei Rater*innen bepunktet (Cohens Kappa = .84). Für jeden der 16 Aspekte konnten zwischen 0 und 3 Punkte erzielt werden (siehe Tabelle 1). Somit lag das Punktemaximum im Vignettentest bei 48 Punkten. Aufgrund der nicht normalverteilten Daten (Kolmogorv-Smirnov und Shapiro Wilk $p > .05$) kamen für den Vergleich unabhängiger Stichproben (z. B. Unterschiede zwischen den Geschlechtern) nichtparametrische Tests (Mann-Whitney- U -Test) zum Einsatz.

0 Punkte	+ 1 Punkt	+ 1 Punkt	+ 1 Punkt
Kritischer Aspekt wird nicht wahrgenommen	Kritischer Aspekt wird wahrgenommen und beschrieben	Kritischer Aspekt wird korrekt begründet	Es wird ein passender Verbesserungsvorschlag gemacht bzw. eine passende Handlungsalternative abgeleitet

Tab. 1: Übersicht über die Punktevergabe

Das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen wurde zunächst auf Itemebene, Mittelwerte der vier Items, betrachtet. Anschließend wurde die interne Konsistenz der Skala mittels Cronbachs Alpha berechnet. Der Mann-Whitney- U -Test wurde eingesetzt, um zu überprüfen, ob sich das Interesse von weiblichen und männlichen angehenden Lehrpersonen unterscheidet.

Die Studierenden wurden nach der Anzahl Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten in drei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe beinhaltete Personen, die noch keine Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten im Studium hatten. Die zweite Gruppe hatte zwischen einer und maximal vier Lektionen (was nach Aussage der Dozierenden ungefähr dem Umfang der angebotenen Lerngelegenheiten in einem Semester entspricht) und in der letzten Gruppe befanden sich alle Personen, die mehr als vier Lektionen zum gendersensiblen Unterricht im bisherigen Studium besucht hatten. Mittels Mann-Whitney-*U*-Test wurde geprüft, ob es signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen hinsichtlich der erreichten Gesamtpunktzahl im Vignettentest gab.

4 Ergebnisse

4.1 Wahrgenommene kritische genderrelevante Aspekte

Die kritischen genderrelevanten Aspekte in den Vignetten wurden unterschiedlich häufig erkannt. Abbildung 2 zeigt den Anteil der angehenden Lehrpersonen, die auf die jeweiligen genderrelevanten Aspekte hinwiesen. Betrachtet man, welche Aspekte von über 50 Prozent und welche von weniger als 50 Prozent der angehenden Lehrpersonen wahrgenommen wurden, so fällt auf, dass insbesondere genderrelevante Aspekte aus den Facetten «Zugänge und Vermittlung» und «Unterrichtsformen» eher selten genannt wurden, wohingegen auf kritische Aspekte aus den Facetten «Feedbacks und Interaktionen» und «Unterrichtsmaterialien» häufiger hingewiesen wurde.



Abb. 2: Wahrgenommene genderrelevante Aspekte. Aspekte aus den Facetten «Zugänge und Vermittlung» und «Unterrichtsformen» sind schwarz hervorgehoben

4.2 Punkteverteilung hinsichtlich der genderrelevanten Aspekte

Abbildung 3 zeigt die Punkteverteilung in Bezug auf die einzelnen genderrelevanten Aspekte. Obwohl bei allen 16 kritischen Aspekten die gesamte Bandbreite der Punktelevels (0–3 Punkte) erreicht wurde, wird deutlich, dass die Besiedelung der einzelnen Levels unterschiedlich ausfällt. Für die meisten genderrelevanten Aspekte zeigt sich, dass insbesondere das Level «1 Punkt» dünn besiedelt ist. Die angehenden Lehrpersonen haben also einen kritischen genderrelevanten Aspekt entweder gar nicht wahrgenommen (0 Punkte) oder aber sie haben ihn wahrgenommen und konnten ihn auch gleich auf Grundlage ihres Wissens korrekt interpretieren (2 Punkte) oder sogar einen korrekten Verbesserungsvorschlag notieren (3 Punkte).

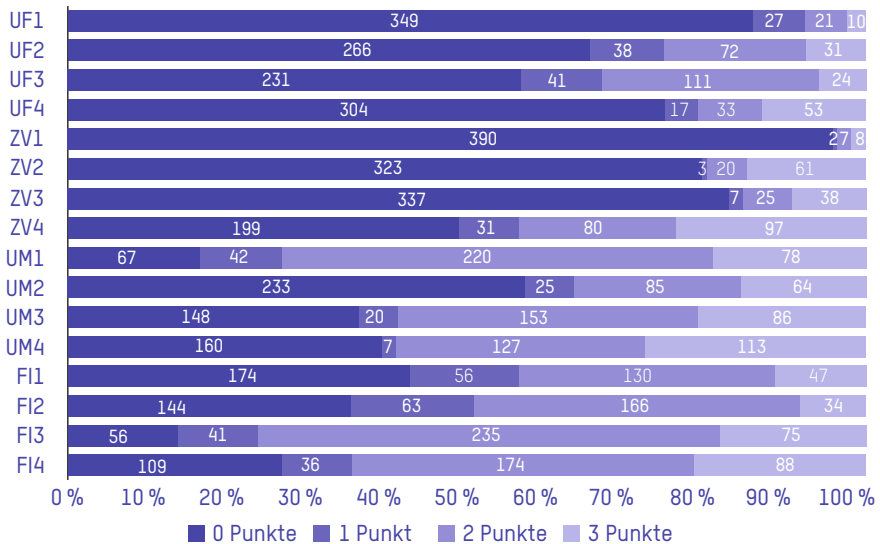


Abb. 3: Punkteverteilung hinsichtlich genderrelevanter Aspekte

4.3 Gesamtpunktzahl im Vignettentest

Die Ergebnisse im Vignettentest liegen zwischen 0 und 42 Punkten. Dies entspricht einem Anteil von 0 Prozent bis 87.5 Prozent des theoretischen Maximums von 48 Punkten. Weibliche angehende Lehrpersonen ($Md = 18$) erreichten einen höheren Gesamtwert im Vignettentest als männliche ($Md = 12$). Mittels Mann-Whitney- U -Test ist ein signifikanter Unterschied ($U =$

13442.000, $Z = -5.816$, $p < 0.001$) zwischen den Geschlechtern mit einer mittleren Effektstärke ($r = 0.29$) zu verzeichnen.

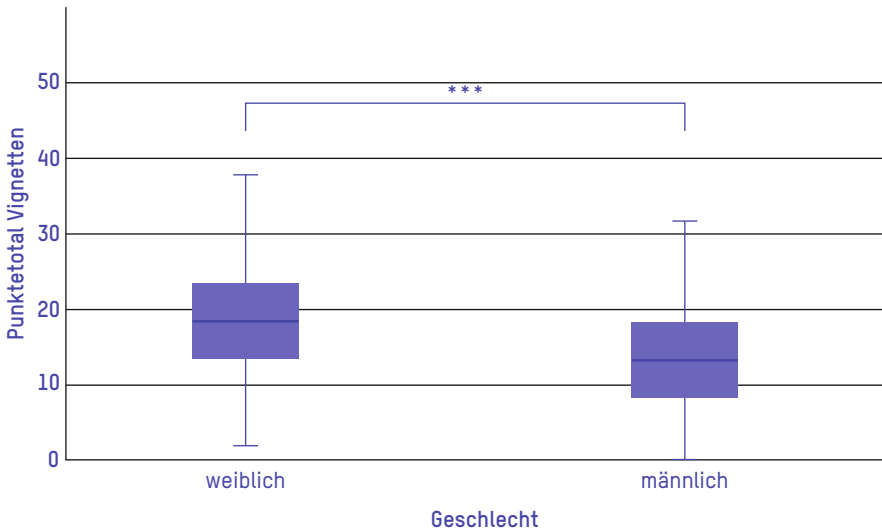


Abb. 4: Unterschiede in der Gesamtpunktzahl im Vignettentest zwischen den Geschlechtern ($N = 403$, weiblich = 214, männlich = 189)

4.4 Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen

Die interne Konsistenz der Skala «Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen» war mit Cronbachs Alpha = 0.88 hoch. Die Ergebnisse zeigen, dass das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen bei den Studierenden im Allgemeinen sehr hoch ist ($M = 4.92$, $SD = 1.10$). Auch auf Itemebene ist der tiefste Wert bei «Ich würde gerne erfahren, wie Unterrichtsmaterial hinsichtlich Geschlechtergerechtigkeit untersucht wird» (Int3) mit einem Mittelwert von 4.55 immer noch im oberen Bereich (siehe Tabelle 2). Dennoch zeigen sich signifikante Unterschiede im Interesse hinsichtlich des Geschlechts. Weibliche angehende Lehrpersonen haben ein signifikant höheres Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen als männliche ($U = 29561.000$, $Z = -4.094$, $p < 0.001$). Die Effektstärke nach Cohen (1992) liegt bei $r = 0.18$ und entspricht einem schwachen Effekt.

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
Skala Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen (4 Items) $\alpha = 0.88$	548	4.92	1.10	
Int 1 Ich würde gerne mehr darüber erfahren, welche Unterrichtsmethoden sowohl Jungen als auch Mädchen besonders ansprechen.	548	5.03	1.22	.68
Int 2 Ich würde gerne Möglichkeiten kennenlernen, wie die Vermittlung von Lerninhalten für alle Geschlechter ansprechend gestaltet werden kann.	548	5.09	1.27	.80
Int 3 Ich würde gerne erfahren, wie Unterrichtsmaterial hinsichtlich Geschlechtergerechtigkeit untersucht wird.	548	4.55	1.44	.71
Int 4 Ich würde gerne Strategien kennenlernen, um in der Interaktion alle Geschlechter gleichermaßen zu fördern.	548	5.00	1.27	.76

Tab. 2: Übersicht Skala Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen. 6-stufige Likert-Skala, (1 = stimme gar nicht zu bis 6 = stimme vollumfänglich zu), *N* = Stichprobengröße, *M* = Mittelwert, *SD* = Standardabweichung, *r_{it}* = Trennschärfe

4.5 Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten

Die Lerngelegenheiten der befragten angehenden Lehrpersonen ($N = 407$) lagen zum Zeitpunkt der Befragung zwischen null und 15 Lektionen, wobei im Mittel 4.32 Lektionen zum gendersensiblen Unterrichten besucht wurden. Knapp ein Sechstel der Studierenden (16.2 %, $N = 66$) hatte noch keine Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten, knapp die Hälfte (48.2 %, $N = 196$) hatte zwischen einer und vier Lektionen (entspricht maximal zwei Doppellektionen) und die restlichen 35.6 % ($N = 145$) gaben fünf oder mehr Lektionen an.

Abhängig von der Anzahl Lerngelegenheiten im Studium zum gendersensiblen Unterrichten zeigen sich signifikante Unterschiede in der Gesamtpunktzahl im Vignettentest (siehe Abbildung 5). Personen mit fünf oder mehr Lektionen Lerngelegenheiten zum gendersensiblen Unterrichten hatten eine signifikant höhere Punktezahl ($Md = 18$) als Personen mit einer bis vier Lektionen ($Md = 15$) ($U = 11551.500$, $Z = -2.957$, $p = 0.003$, $r = 0.16$) und solche mit null Lektionen ($Md = 12$) ($U = 2765.000$, $Z = -4.917$, $p \leq 0.001$, $r = 0.34$). Auch zwischen den Personen mit null Lektionen und solchen mit einer bis vier Lektionen Lerngelegenheiten kann ein signifikanter Unterschied ($U = 4821.500$, $Z = -3.095$, $p = 0.002$, $r = 0.19$) verzeichnet werden.

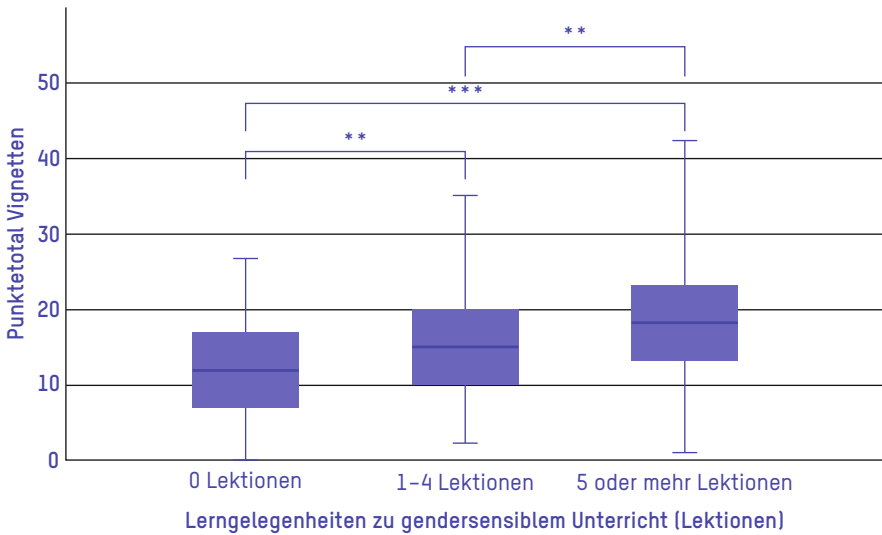


Abb. 5: Unterschiede in der Gesamtpunktzahl im Vignettentest hinsichtlich der Lerngelegenheiten

5 Diskussion

Eine erste allgemeine Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass weibliche angehende Lehrpersonen im Vignettentest eine signifikant höhere Punktzahl erreicht haben als männliche. Dies könnte damit zusammenhängen, dass Genderungerechtigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig Mädchen und junge Frauen betreffen und sie daher sensibler für kritische Situationen sind oder dass sie in ihrer Schullaufbahn teilweise selbst Genderungerechtigkeiten erlebt haben. Dies könnte auch begründen, weshalb das Interesse an gendersensiblen Lehren und Lernen bei weiblichen angehenden Lehrpersonen stärker ausgeprägt ist als bei männlichen angehenden Lehrpersonen, wenn auch nur mit einer kleinen Effektstärke.

Die einzelnen genderrelevanten Aspekte werden von den angehenden Lehrpersonen unterschiedlich häufig wahrgenommen. Obwohl ein Vergleich zwischen den Häufigkeiten dieser Aspekte nur begrenzt aussagekräftig ist, da sie in den Vignetten unterschiedlich offensichtlich erscheinen können (vgl. auch Brovelli, Vogler & Schmid, 2019), sind die Befunde dennoch erwähnenswert. Lehrpersonen weisen auf genderrelevante Aspekte

aus den Facetten «Feedbacks und Interaktionen» und «Unterrichtsmaterialien» häufiger hin. Womöglich sind Studierende für nicht gendersensible Aspekte in Lehrmitteln und in der Interaktion eher sensibilisiert, da diese Sprache und Bilder betreffen, mit denen sie oft konfrontiert werden. Beispielsweise wird die gendersensible Sprache in der Lehrpersonenausbildung (z. B. nicht nur die Nennung der «Schüler») häufig thematisiert und eingefordert. Dagegen sind genderrelevante Aspekte, welche die Vermittlung von naturwissenschaftlichen Inhalten oder Unterrichtsformen betreffen, eher schwierig wahrzunehmen. Es braucht vertieftes Wissen in Bezug auf einen gendersensiblen Naturwissenschaftsunterricht, um wahrzunehmen, dass wenn zum Beispiel das Konzept des Hebels mittels Zange, Spielzeugkran, Spielzeugbagger und einer Brechstange illustriert wird, damit nicht die Interessen aller Geschlechter angesprochen werden (siehe Abbildung 2, ZV3). Auch die Wahrnehmung von geschlechtsspezifischen Beteiligungsunterschieden, wie zum Beispiel in einer kompetitiven Unterrichtssituation (siehe Abbildung 2, UF1), erfordert von angehenden Lehrpersonen Kenntnisse über aktuelle Forschungsergebnisse zu Geschlechterasymmetrien im schulischen Kontext. In diesem Zusammenhang ist auch die Punkteverteilung hinsichtlich der genderrelevanten Aspekte zu berücksichtigen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass angehende Lehrpersonen einen genderrelevanten Aspekt entweder gar nicht wahrnehmen oder aber wahrnehmen und dann oftmals auch direkt korrekt interpretieren oder eine sinnvolle Handlungsalternative ableiten können (siehe Abbildung 3). Das könnte darauf hinweisen, dass, wenn angehende Lehrpersonen einen kritischen genderrelevanten Aspekt wahrnehmen, sie auch bereits über ein Konzept eines gendersensiblen Unterrichts zu diesem Aspekt verfügen. Dies kann wieder am Beispiel des Hebelgesetzes verdeutlicht werden: 82.8 Prozent der angehenden Lehrpersonen nahmen diesen Aspekt nicht wahr. Die restlichen 17.2 Prozent, die diesen kritischen Aspekt wahrgenommen haben, begründeten oftmals auch direkt, dass durch die einseitige Vermittlung eher Jungen angesprochen werden und das Hebelgesetz mit vielfältigeren Gegenständen (z.B. Nussknacker, Wippe, Schere oder Türklinke) und in breiteren Kontexten illustriert werden sollte.

Weiter zeigen die Ergebnisse, dass es signifikante Unterschiede in Bezug auf die Anzahl Lerngelegenheiten und auf das Abschneiden im Vignettentest gibt (siehe Abbildung 5). Bereits wenige Lerngelegenheiten im Studium können dazu beitragen, dass angehende Lehrpersonen ihre situationsbezo-

genen Fähigkeiten hinsichtlich genderrelevanter Aspekte aufbauen. Obwohl die genauen Inhalte der Lerngelegenheiten nicht erfasst wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die im Projekt beteiligten Dozierenden die Genderthematik so aufbereitet haben, dass die Studierenden diese als Lerngelegenheit wahrnahmen, was sich auch in der Gesamtpunktzahl im Vignettentest widerspiegelt. Dies zeigt die Notwendigkeit auf, angehende Lehrpersonen für die verschiedenen Facetten eines gendersensiblen NT-Unterrichts zu sensibilisieren und diese in der Naturwissenschaftsdidaktik vermehrt zu thematisieren.

Literatur

- Atanasova, S., Robin, N. & Brovelli, D. (2023). Genderkompetenz messen – Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten von Lehrpersonen in Bezug auf genderrelevante Aspekte im Physikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 51, 423–453. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00169-y>.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A. M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus der Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.
- Denn, A.-K. (2021). *Interaktionen von Lehrpersonen mit Mädchen und Jungen im Mathematikunterricht der Grundschule*. Wiesbaden: Springer.
- Kollmayer, M., Pfäffel, A., Schultes, M.-T., Lüftenegger, M., Finsterwald, M., Popper, V., Jöstl, G., Spiel, C. & Schober, B. (2019). REFLECT – ein Interventionsprogramm zum Aufbau von Lehrkräftekompetenzen für Reflexive Koedukation. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 51(2), 110–122. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000210>.
- Kreienbaum, M. A. & Urbaniak, T. (2009). *Jungen und Mädchen in der Schule: Konzepte der Koedukation* (4. Aufl). Cornelsen Scriptor.

- Langfeldt, B. & Mischau, A. (2011). Genderkompetenz als Bestandteil der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik – Zu innovativ für deutsche Hochschulen? *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(3), 311–324. <https://doi.org/10.3217/zfhe-6-03/26>.
- Lindner, J., Makarova, E., Bernhard, D. & Brovelli, D. (2022). Toward gender equality in education – Teachers’ beliefs about gender and math. *Education Sciences*, 12(6), 373. <https://doi.org/10.3390/educsci12060373>.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Mujtaba, T. & Reiss, M.J. (2013). Inequality in experiences of physics education: Secondary school girls’ and boys’ perceptions of their physics education and intentions to continue with physics after the age of 16. *International Journal of Science Education*, 35(11), 1824–1845. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.762699>.
- Rehm, M. & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 213–225). Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0>.
- Sadker, D.M. & Silber, E.S. (Hrsg.). (2007). *Gender in the classroom: Foundations, skills, methods, and strategies across the curriculum*. Mahwah: Erlbaum.
- Schmirl, J., Pufke, E., Schirner, S. & Stöger, H. (2012). Das Zusammenspiel geschlechtsspezifischer Erwartungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Lehrkräften und Schülerinnen im MINT-Unterricht. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 59–75). Berlin: Lit.
- Stürmer, K., Könings, K.D. & Seidel, T. (2014). Factors within university-based teacher education relating to preservice teachers’ professional vision. *Vocations and Learning*, 8(1), 35–54. <https://doi.org/10.1007/s12186-014-9122-z>.
- Tempel, B.J. (2017). *Vermittlung von Modellkompetenz in den Unterrichtsfächern Biologie und Chemie. Modellierung, Validierung und Messung professioneller Unterrichtswahrnehmung zukünftiger Lehrkräfte mithilfe eines Vignettentests* [Dissertation]. Heidelberg: Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Professionswissen zur Gendersensibilisierung – Konzeption eines Messinstruments und exemplarische Ergebnisse von Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich

Josiane Tardent, Christoph Gut

Im Naturwissenschaftsunterricht nehmen Lehrpersonen eine zentrale Rolle hinsichtlich der gendersensiblen Förderung von Mädchen und Jungen ein. Sie sollten über ein fundiertes Wissen zu Theorien gendersensibler Wirkmechanismen verfügen, um entsprechende Aspekte in ihrem Unterricht wahrzunehmen, zu interpretieren und daraus gegebenenfalls sinnvolle Maßnahmen abzuleiten. Instrumente zur Erfassung eines genderspezifischen theoretischen Grundlagenwissens, mit dem Lehrpersonen diese Maßnahmen begründen, fehlen bisher. Im Beitrag wird ein neu entwickelter Multiple-Choice-Test vorgestellt, mit dem das deklarative Wissen zu ausgewählten Theorien zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung von Studierenden der Sekundarlehrpersonenausbildung erhoben wird. Die Theorien werden in einem Modell für die Testkonstruktion zusammengeführt. Ausgehend davon wird die Testentwicklung und -durchführung beschrieben. Der Beitrag schließt mit einem Einblick in das Antwortverhalten der Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich, die im Rahmen des Genderprojekts gezielt auf die Inhalte des Wissenstests ausgebildet wurden. An den Ergebnissen werden einerseits Schwierigkeiten mit der Testentwicklung aufgezeigt, andererseits dienen sie zur Evaluation der Lehre. Aus den Erfahrungen mit dem Projekt werden Desiderata für weiterführende Forschung und Entwicklung formuliert.

1 Problemstellung, Einleitung

Dass der Naturwissenschaftsunterricht einen großen Einfluss auf die Interessen, das Selbstkonzept und auch die Leistungen von Jugendlichen auf der Sekundarstufe I ausübt, konnte bisher mehrfach nachgewiesen werden (z.B. Herzog et al., 1997; Holstermann & Bögeholz, 2007; Kessels, 2012). Insbesondere Lehrpersonen können mit der Unterrichtsgestaltung auf eine gendersensible Förderung von Mädchen und Jungen hinwirken (Kollmayer et al., 2020). Aus der fachdidaktischen Forschung sind bis heute verschie-

dene Erklärungsansätze zu gendersensiblen Einflussfaktoren wie unter anderem das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept, die Kontextualisierung oder Attributionsmuster bekannt (Faulstich-Wieland, 2009; Stöger, Ziegler & Heilemann, 2012). Für die Gestaltung und Umsetzung eines entsprechenden Unterrichts wird von Lehrpersonen erwartet, dass sie über ein fundiertes Wissen zu Genderfragen insgesamt, insbesondere aber zu den diesbezüglichen Einflussfaktoren verfügen, gleichzeitig aber auch die eigenen implizit auftretenden Stereotype reflektieren (Bartsch & Wedl, 2015; Brovelli, Vogler & Schmid, 2019). Lehrpersonen sollten demzufolge mithilfe situationsbezogener Fähigkeiten (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015) in der Lage sein, gendersensible Aspekte in ihrem Unterricht wahrzunehmen, diese vor dem Hintergrund ihres theoretischen Wissens zu interpretieren, um daraus gegebenenfalls sinnvolle Maßnahmen ableiten zu können (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023). Eine jüngere Studie belegt, dass Studierende Schwierigkeiten haben, nicht gendergerechte Aspekte in Unterrichtsvignetten zu identifizieren (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019). Mögliche Erklärungsansätze der Autor*innen sind, dass das Wissen um die Genderproblematik fehlt oder dass andere Aspekte für wichtiger erachtet werden, was dazu führt, dass die Genderfragen in den Hintergrund rücken (ebd.). Das deklarative Wissen wäre über einen Wissenstest zu theoretischen Grundlagen wichtiger Einflussfaktoren für einen gendersensiblen Unterricht zu prüfen. Bislang fehlen aber Instrumente, die ein solches Grundlagenwissen erheben.

Im Rahmen des Projekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» wurde ein Multiple-Choice-Test zur Messung des deklarativen Fachwissens von Studierenden zu ausgewählten Theorien entwickelt. Im Gegensatz zu den Vignettentests, bei denen in schriftlich beschriebenen Unterrichtssituationen kritische genderspezifische Aspekte identifiziert und daraus mögliche Handlungsalternativen abgeleitet werden sollen (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023), geht es im Wissenstest darum, vorgeschlagene Maßnahmen mit bekannten Theorien zu ausgewählten Einflussfaktoren in Verbindung zu bringen und zu begründen.

Die im Test berücksichtigten Theorien zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung werden im folgenden Abschnitt mithilfe eines Modells zusammengeführt und jeweils kurz umrissen. Daran anschließend wird das für die Testentwicklung zugrunde liegende Modell vorgestellt sowie die Testentwicklung und -durchführung erläutert. Der Beitrag schließt mit ausgewählten qualitativen Ergebnissen von Studierenden der Pädagogischen

Hochschule Zürich, die einen Einblick in Vorstellungen zu Genderfragen der Studierenden geben.

2 Theorien zu Einflussfaktoren bezüglich gendersensiblen Naturwissenschaftsunterrichts

Für die Konzeption des Wissenstests wurde gestützt auf forschungsbasierte fachdidaktische Empfehlungen für einen geschlechtersensiblen Naturwissenschaftsunterricht (u. a. Amon et al., 2014; Herzog, 1996; Kessels, 2012; Kröll, 2010) ein Testkonstruktionsmodell entwickelt, das eine Auswahl von Theorien abbildet, mit denen gendersensible Maßnahmen im naturwissenschaftlichen Unterricht, insbesondere im Physikunterricht begründet werden (siehe Abbildung 1). Das Modell visualisiert vereinfacht Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht auf personale Variablen der Schülerinnen und Schüler (helle Felder): Dabei bezeichnen die dunklen Pfeile Wirkungen, die hauptsächlich durch den Unterricht bestimmt werden. Die hellen Pfeile beziehen sich auf Wirkmechanismen, die stark durch äußere Faktoren beeinflusst werden. Das Testkonstruktionsmodell (siehe Abbildung 1) bildet diejenigen Theorien ab, die im Rahmen einer neu eingeführten Basisveranstaltung zu Beginn der fachdidaktischen Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule Zürich allen Studierenden vermittelt werden (siehe Lanka et al. in diesem Band). Es wird im folgenden Abschnitt begründet.

Im Wissenstest konnte aufgrund der Testlänge nur eine Auswahl wichtiger Theorien berücksichtigt werden, darunter die Kontextualisierung (Sachinteresse), das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept, die Selbstwirksamkeitserwartung, die Leistungsattribution und die Geschlechterstereotype. Diese Theorien werden im Folgenden kurz umrissen.

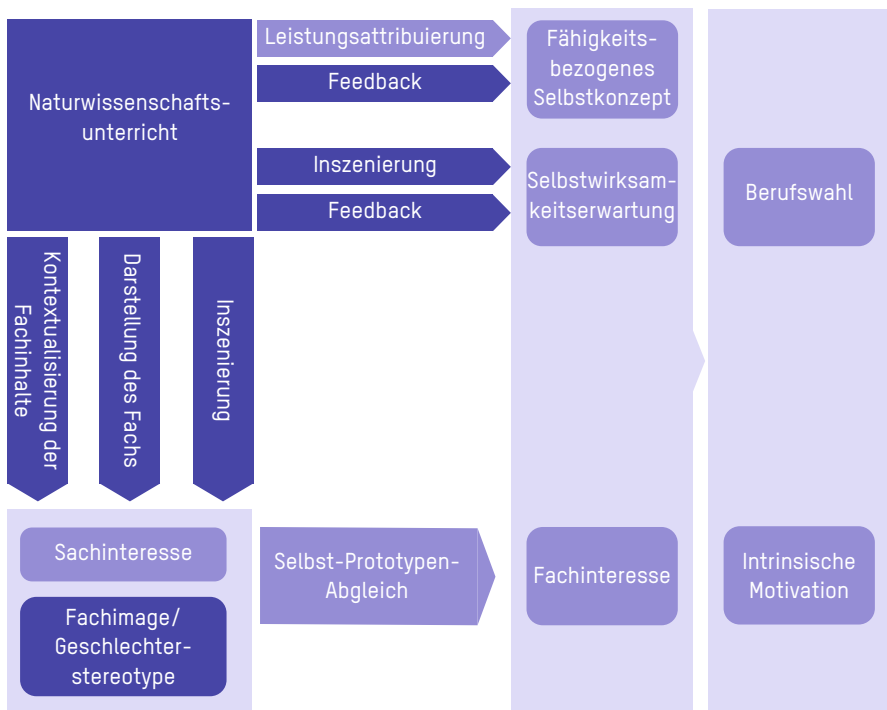


Abb. 1: Testkonstruktionsmodell zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht

2.1 Kontextualisierung

Interessenstudien aus den Naturwissenschaften zeigen, dass sich das Interesse am Schulfach erheblich vom eigentlichen Sachinteresse unterscheiden kann. Dabei ist das Sachinteresse bei Jungen breiter als bei Mädchen und nimmt insbesondere in Physik bei Mädchen im Vergleich zu den Jungen im Laufe der Sekundarstufe I stärker ab (Buccheri, Gürber & Brühwiler, 2011; Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998). Eine Steigerung des Interesses und der Leistungen in Physik konnten Herzog und andere (1997) mit einem mädchengerechten Unterricht nachweisen, wobei die Jungen gleichermaßen davon profitierten (vgl. auch Krapp & Prenzel, 2011). Dabei scheinen sich die authentische Vermittlung physikalischer Inhalte und die Kontextorientierung bei Aufgabenstellungen und Lernumgebungen, aber auch das Anbieten von Wahlmöglichkeiten bei den Kontexten positiv auf das Interesse von Mädchen auszuwirken (McCullough, 2004; Murphy, Lunn & Jones, 2006).

Ein Unterricht mit Gesellschafts- und Alltagsbezug, der die spezifischen Interessen von Mädchen im MINT-Bereich berücksichtigt und Fachinhalte in mädchengerechte Sachkontexte (Humanbiologie, Medizin etc.) einbettet, ist demzufolge auch für Jungen interessant, nicht aber umgekehrt (Wodzinski, 2010).

2.2 Fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept

Das akademische beziehungsweise fähigkeitsbezogene Selbstkonzept umschrieben als «generalisierte fachspezifische Fähigkeitseinschätzung, die Schüler und Studenten aufgrund von Kompetenzerfahrungen in Schul- bzw. Studienfächern erwerben» (Möller, 2005, S. 223) inkludiert neben der Deskription auch die Evaluation der eigenen Fähigkeiten (Shavelson, Hubner & Stanton, 1976). Das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept entwickelt sich durch das Erleben und Interpretieren der eigenen Schulleistungen (Jansen et al., 2014). Es ist aber kein objektives Abbild der eigenen Leistung, sondern wird beispielsweise durch Fähigkeitseinschätzungen von Lehrpersonen und Eltern (Spinath & Spinath, 2005), aber auch Überzeugungen und Stereotype (Hannover & Kessels, 2004; Kessels et al., 2014) mediiert. Mädchen und Frauen weisen eine pessimistischere Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen in MINT-Fächern auf als Jungen und Männer (Kessels, 2012). In den Selbsteinschätzungen zeigen sich größere Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen als in den Leistungen. Sie brauchen daher mehr Zuspruch.

2.3 Selbstwirksamkeitserwartung

Die Selbstwirksamkeitserwartung kann als das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten einer Person aufgefasst werden, Herausforderungen und schwierige Situationen aus eigener Kraft erfolgreich bewältigen zu können (Bandura, 1997). Sie stellt einen signifikanten Prädiktor für Lernmotivation, Lernleistung und Ausdauer dar (Kosuch, 2010). Zu den Quellen der Selbstwirksamkeitserwartung gehören die direkte Erfahrung der erfolgreichen Bewältigung einer Aufgabe durch eigene Anstrengung, die indirekte Erfahrung durch Beobachtung eines Vorbildes, verbale Ermutigungen und Zuspruch sowie positive emotionale Erregung. Erstere trägt dabei am stärksten zur Festigung der Selbstwirksamkeitserwartung bei. Gerade Mädchen unterschätzen im Vergleich zu Jungen ihre Kompetenzen in Bezug auf Physik systematisch (Kessels, 2012), weshalb die Selbstwirksamkeitserwartung auch

als zentraler Faktor für die Geschlechterdifferenzen in Physik angesehen wird (Kelly, 2016). Die Stärkung des Selbstkonzepts und die Ermutigung durch die Lehrperson werden dabei als wichtige Interventionsmaßnahmen erachtet (Aguilar, Walton & Wieman, 2014; Häußler & Hoffmann, 2002), da Mädchen und Jungen gleichermaßen das Bedürfnis nach Erfolgserlebnissen haben. Für Mädchen ist es darüber hinaus gegenüber den Jungen besonders wichtig, dass die Erfolge verbal und emotional durch außenstehende Personen gespiegelt werden (Kessels, 2012).

2.4 Leistungsattribution

Jungen schätzen ihre Fähigkeiten im Physikunterricht tendenziell besser ein, als dies Mädchen tun. Die geringere Leistungserwartung der Mädchen korrespondiert mit der «verbreiteten Neigung, Misserfolge auf fehlende Begabung und Erfolge auf günstige äußere Umstände zurückzuführen» (Herzog et al., 1999, S. 139). Dieser ungünstige Stil der Leistungsattribution tritt bei Mädchen nicht in jedem Fach auf, ist in den Naturwissenschaften und in der Mathematik jedoch besonders stark ausgeprägt (Bornholt & Möller, 2003; Ryckman & Peckham, 1987) und lässt sich dort auch nicht durch objektive Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen erklären (Herzog, 1996). Die Jungen hingegen attribuieren in der Mathematik und in den Naturwissenschaften Erfolg und Misserfolg gleich stark auf die Begabung. In Bezug auf das Fach Physik werden als ursächlich für diese Diskrepanz zum einen unterschiedliche Vorerfahrungen mit den Themen und Inhalten der Physik, zum anderen die Erwartungshaltungen und Vorurteile der Eltern und der Lehrpersonen vermutet (Herzog et al., 1997). Es wird daher empfohlen, den Unterricht so zu gestalten und mit den Schüler*innen so zu interagieren, dass das Leistungsselbstvertrauen aller Geschlechter gefördert wird (Herzog et al., 1997). Dazu gehört unter anderem das Setzen «realistischer Leistungserwartungen und das Einüben motivational günstiger Attributionen» (Kessels, 2012, S. 179).

2.5 Geschlechterstereotype

Geschlechtertypische Zuschreibungen bezüglich naturwissenschaftlicher und technischer Kompetenzen sind durch den Umstand, dass Jungen und Männer mehrheitlich als naturwissenschaftlich-technisch begabt gelten, Mädchen und Frauen hingegen nicht, stark ausgeprägt. Auch wenn es «die Mädchen» und «die Jungen» so nicht gibt, lassen sich Tendenzen in Form

stereotypischer Verhaltensweisen empirisch nachzeichnen (Heinicke, 2019). Dabei werden Mädchen, die Physik als Lieblingsfach angeben, weniger feminine und mehr maskuline Eigenschaften zugeschrieben als Mädchen mit dem Lieblingsfach Musik. Gleichzeitig fühlen sich Mädchen mit guten Zeugnisnoten in Physik bei Jungen weniger akzeptiert als Mädchen mit schlechten Physikleistungen (Kessels, 2012). Wegen des stark maskulinen Fachimages von Physik scheint das Fachinteresse aus der Perspektive von Mädchen als Indiz für mangelnde Weiblichkeit zu gelten. In Bezug auf die Bildung ihrer Geschlechteridentität erleben Mädchen in der Pubertät daher ein Dilemma zwischen ihren eigenen Interessen und der Akzeptanz bei den Peers. Jungen sind diesem Dilemma weniger ausgesetzt, da die Wahrnehmung des Fachs Physik mit den Stereotypen ihres Geschlechts übereinstimmt (Herzog, 1996). Mithilfe positiver Rollenbilder, aber auch dem Schaffen von Freiräumen, um aus erwarteten stereotypischen Verhaltensweisen ausbrechen zu können, soll diesem Sachverhalt entgegengewirkt werden (Heinicke, 2019).

3 Testkonstruktion und Erhebung

Beim Wissenskomplex zur Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht handelt es sich um fachspezifisches Professionswissen, das sowohl das Planen von Unterricht als auch das Handeln im Unterricht sowie das Reflektieren über den Unterricht einer Lehrperson leiten soll (Atanasova, Robin & Brovelli, 2023) und sich als *enacted pedagogical content knowledge* (ePCK: Alonzo, Berry & Nilsson, 2019) in den drei genannten Phasen des Lehrzyklus als spezifische Performanz manifestiert. Mit dem Bezug zu einer Performanz erhält das Wissen die Qualität von *situation-specific skills* (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015), die intermediär den Zusammenhang zwischen kognitiven und affektiven Dispositionen der Lehrperson und deren Performanz beim Planen, Unterrichten oder Reflektieren erklären. Zu diesen Skills werden die Fähigkeiten gezählt, eine Unterrichtssituation aus einer bestimmten thematischen Perspektive wahrnehmen (*Noticing*) und interpretieren (*Interpreting*) zu können sowie daraus Handlungsoptionen abzuleiten und Maßnahmen zu ergreifen (*Decision-making*). Im Rahmen des *Refined consensus model* für *Pedagogical content knowledge* wird das

Pedagogical reasoning als Filter verstanden, der den Wissensbereich des ePCK mit *personal Pedagogical content knowledge* verknüpft (pPCK: Behling, Förtsch & Neuhaus, 2022). Dies erfolgt unter anderem dadurch, dass Entscheidungen betreffend Planung, Unterricht und Reflexion individuell begründet werden (*Pedagogical reasoning*: Carlson & Daehler, 2019).

Die Ausübung dieser Fähigkeiten, für deren Messung unter anderem auch Vignettentests eingesetzt werden (z.B. Atanasova, Robin & Brovelli, 2023) erfordert deklaratives Wissen. Die Testitems gehen dabei stets von einer Beschreibung einer *Unterrichtssituation S* (Test- und/oder Itemstamm) aus; die Proband*innen wiederum sind aufgefordert, dazu passend maximal drei weitere Inhalte zu benennen und/oder zu verknüpfen (siehe Abbildung 2): eine *Maßnahme M* der Lehrperson, eine *Wirkung W* dieser Maßnahme und eine *Theorie T*, die den Wirkmechanismus der Maßnahme erklärt. Die Unterrichtssituation kann dabei allgemein oder authentisch im Sinne einer Vignette beschrieben sein.

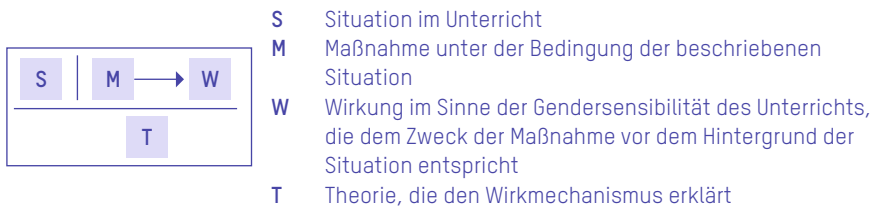
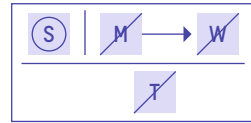


Abb. 2: Allgemeiner Aufbau eines Tests, mit dem Wissensfacetten aus dem Wissenskomplex zur Gendersensibilisierung gemessen werden

Um das notwendige deklarative Wissen für die Ausübung der oben genannten Skills zu messen, werden in den Testitems unterschiedliche Inhalte wie in der Abbildung 3 dargestellt weggelassen, vorgegeben oder gesucht. Am einfachsten aufgebaut sind die Testitems, wenn es um das *Noticing* geht: Aus einer Situation sollen unbefriedigende Aspekte erkannt werden. Am komplexesten sind Testitems, die das *Pedagogical reasoning* messen: Ausgehend von einer Beschreibung einer Unterrichtssituation wird eine Maßnahme empfohlen, um eine bestimmte Wirkung in Bezug auf die Gendersensibilisierung des Unterrichts zu erzielen. Von den Proband*innen wird sodann erwartet, den dahinterliegenden Wirkmechanismus mit der Beschreibung einer Theorie zu begründen.

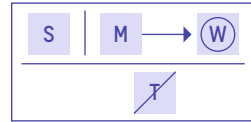
Noticing

In einer Situation wird ein «unbefriedigender» Aspekt gesucht.



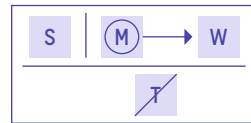
Interpreting

In einer unbefriedigenden Situation wird eine Maßnahme vorgeschlagen, deren Wirkung es einzuordnen gilt.



Decision-making

Eine unbefriedigende Situation soll in eine bestimmte Richtung (Wirkung) verändert werden. Dazu sollen Maßnahmen ausgewählt werden.



Pedagogical reasoning

Die Wirkung einer Maßnahme unter der Bedingung einer unbefriedigenden Situation soll mit einer Theorie begründet werden.

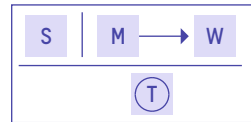


Abb. 3: Varianten von Testformaten zur Messung unterschiedlicher Wissensfacetten

An der Pädagogischen Hochschule Zürich wurde im Rahmen der fachdidaktischen Ausbildung für Regelstudierende ein Wissenstest zur Wissensfacette *Pedagogical reasoning* entwickelt, vorpilotiert (Frühjahrssemester 2021) und pilotiert (Frühjahrssemester 2022). Der Test enthält zu den fünf Theoriebereichen Kontextualisierung, fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitserwartung, Leistungsattribution und Geschlechterstereotypisierung (siehe Abbildung 2) je zwei Testitems. In einem ersten Entwicklungsschritt wurden die 10 Testitems mit offenem Frageformat an einer Stichprobe von 41 Studierenden eingesetzt, um die Vorstellungen der Studierenden zu erheben. Die Studierenden standen zu jenem Zeitpunkt am Anfang ihrer fachdidaktischen Ausbildung und wurden noch nicht mit Inhalten zur Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht konfrontiert (siehe auch Lanka et al. in diesem Band). Aus der Erhebung wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) die Vorstellungen der Studierenden extrahiert, aus denen wiederum Distraktoren für ein geschlossenes Antwortformat generiert wurden. Die 10 Testitems wurden in

einem zweiten Schritt mit jeweils vier Antwortalternativen an einer zweiten Stichprobe von 36 Studierenden vorpilotiert (siehe Abbildung 4).

Einleitung	
<p>Im internationalen Vergleich wählen Frauen in der Schweiz unterdurchschnittlich oft Berufe im MINT-Bereich. Besonders schlecht schneiden dabei Fächer wie Physik oder technische Berufe ab. In der Forschung geht man davon aus, dass mögliche Ursachen dieses Wahlverhaltens u.a. auf die Art und Weise, wie Physik unterrichtet wird, zurückgeführt werden können.</p> <p>Bei den folgenden Fragen erhalten Sie jeweils vier mögliche Antworten. Wir bitten Sie, die Alternative anzukreuzen, die für Sie die bestmögliche und korrekte Antwort enthält.</p>	
Frage 4	
<p>Für den Physikunterricht wird empfohlen, physikalische Lerninhalte des Unterrichts anhand von Kontexten wie Mensch und Umwelt oder Naturphänomene zu thematisieren. Diese Maßnahme wird sowohl für reine Mädchenklassen als auch für geschlechtergemischte Klassen empfohlen.</p> <p>Wie wird in der fachdidaktischen Theorie diese Empfehlung begründet? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.</p>	
Jungen sind im Physikunterricht mehrheitlich breiter interessiert als Mädchen. Themen, die Mädchen interessieren, sprechen sie daher meist auch an.	<input type="checkbox"/>
Mädchen sind in Physik weniger leistungsstark als Jungen. Daher soll der Unterricht für sie mit attraktiven Kontexten interessanter gestaltet werden.	<input type="checkbox"/>
Es ist wichtig, die Themen im Unterricht nach deren Relevanz und Bildungswert auszuwählen unabhängig davon, wie viele Mädchen und Jungen es in einer Klasse hat.	<input type="checkbox"/>
Um im Unterricht möglichst viele Schülerinnen und Schüler anzusprechen, müssen alle Interessen durch entsprechende Kontextualisierungen der Lerninhalte berücksichtigt werden.	<input type="checkbox"/>

Abb. 4: Beispielimitem zum Theoriebereich «Kontextualisierung» aus dem Wissenstest zur Wissensfacette Pedagogical reasoning

Die zweite Stichprobe bestand aus Studierenden, die in der fachdidaktischen Ausbildung eine Basisveranstaltung zur Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht besucht hatten (siehe Kapitel 2 sowie Lanka et al., Kapitel 2, in diesem Band). In einem dritten Schritt beurteilten sechs Expert*innen die Aufgabenstellungen und kodierten die Antwortalternativen ordinal (siehe Abbildungen 5–9). Im letzten Schritt wurde der verbesserte Test mit geschlossenem Multiple-Choice-Antwortformat in einer Haupterhebung mit 585 Studierenden von fünf Schweizer pädagogischen Hochschulen validiert (siehe Atanasova, Robin und Brovelli in diesem Band).

Die Ergebnisse der Teilstichprobe von 104 Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich, die im Rahmen des Genderprojekts gezielt in den Inhalten des Wissenstests ausgebildet wurden, werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

4 Ausgewählte Ergebnisse

Zu den in Abschnitt 2 beschriebenen Theoriebereichen werden ausgewählte Testergebnisse von Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich vorgestellt. Es handelt sich dabei um rein deskriptive Ergebnisse, mit denen sich interessante Aspekte des ermittelten Begründungsverhaltens von Studierenden ($N = 104$) beleuchten lassen. Die Ergebnisse werden ausgehend von der Testfrage und den zur Verfügung gestellten Begründungen in der Reihenfolge, in der sie im Test abgebildet waren, als relative Häufigkeiten angegeben. Die Begründungen sind jeweils nach ihrer Korrektheit (1 = am wenigsten korrekt, 4 = maximal korrekt) eingestuft.

4.1 Kontextualisierung

Die Frage, warum von der fachdidaktischen Forschung empfohlen wird, physikalische Lerninhalte anhand von Kontexten wie Medizin, Gesundheit und Körperbewusstsein zu thematisieren, begründeten 90 Prozent der Studierenden mit dem hohen Alltagsbezug und der damit verbundenen Aktualität (siehe Abbildung 5). Nur 8 Prozent wählten die aus der fachdidaktischen Forschung gestützte Begründung, nämlich dass ein Unterricht, der sich nach Themen ausrichtet, die auch Mädchen interessieren, sowohl Mädchen als auch Jungen gleichermaßen erreicht. 2 Prozent der Studierenden beantworteten die Frage mit dem Umstand, dass Mädchen für gute Noten andere Zugänge zu den Lerninhalten bräuchten.

Frage 1		
Für den Physikunterricht wird empfohlen, physikalische Lerninhalte des Unterrichts anhand von Kontexten wie Medizin, Gesundheit und Körperbewusstsein zu thematisieren. Diese Maßnahme wird sowohl für reine Mädchenklassen als auch für geschlechtergemischte Klassen empfohlen. Wie wird in der fachdidaktischen Theorie diese Empfehlung begründet? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.		
Da die Jungen Physik ohnehin spannender finden als Mädchen, schadet es ihnen nicht, wenn man den Unterricht auf Mädchenthemen ausrichtet.	2	2
Mädchen brauchen im Physikunterricht andere Zugänge zu den Lerninhalten, um eine gute Note schreiben zu können.	1	2
Ein Unterricht, der sich nach Themen ausrichtet, die Mädchen interessieren, erreicht in einer geschlechtergemischten Klasse sowohl Mädchen wie Jungen gleichermaßen.	4	8
Kontexte mit hohem Alltagsbezug und Aktualität steigern das Interesse bei Jungen wie auch bei Mädchen.	3	94

Abb. 5: Item mit Expert*innenrating zur Korrektheit (Zahl links) und absoluter Häufigkeit der von Studierenden gewählten Begründungen (Zahl rechts) zum Theoriebereich «Kontextualisierung»

4.2 Fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept

Die Frage, wie in der fachdidaktischen Forschung begründet wird, dass gute Leistungen von Mädchen besonders gewürdigt werden müssen, wurde von 60 Prozent der Studierenden mit dem fähigkeitsbezogenen Selbstkonzept von Mädchen und der damit zusammenhängenden pessimistischeren Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen beantwortet (siehe Abbildung 6). 2 Prozent der Studierenden begründeten die Frage mit dem Umstand, dass Mädchen in Physik oft mehr Schwierigkeiten hätten als Jungen und daher auf Lob angewiesen seien. 23 Prozent der Studierenden nahmen Bezug zur Selbstsicherheit von Mädchen und 15 Prozent begründeten diese Frage mit den Benotungen, die bei gleichen Leistungen bei Mädchen systematisch tiefer liegen.

Frage 8		
Physiklehrpersonen wird empfohlen, gute Leistungen von Mädchen besonders zu würdigen, mehr noch als bei Jungen. Wie wird in der fachdidaktischen Theorie diese Empfehlung unter anderem begründet? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.		
Mädchen sind in Physik weniger selbstsicher als Jungen. Um ihr Selbstvertrauen zu stärken, brauchen sie viel Anerkennung.	3	24
Jungen werden in mathematisch-technischen Fächern bei gleichen Leistungen systematisch besser benotet als Mädchen. Mit besonderem Lob der Leistung der Mädchen soll dieser Ungleichbehandlung entgegengewirkt werden.	2	16
Mädchen weisen eine pessimistischere Einschätzung der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen auf als Jungen und brauchen daher mehr Zuspruch.	4	62
Mädchen haben oft in Physik mehr fachliche Schwierigkeiten als Jungen. Sie brauchen daher besonders oft Lob, um nicht demotiviert zu werden.	1	8

Abb. 6: Item mit Expert*innenrating zur Korrektheit (Zahl links) und absoluter Häufigkeit der von Studierenden gewählten Begründungen (Zahl rechts) zum Theoriebereich «Selbstkonzept»

4.3 Selbstwirksamkeitserwartung

Die Frage, wie in der fachdidaktischen Forschung Maßnahmen begründet werden, mit denen bei Schülerinnen und Schülern, insbesondere bei Mädchen, das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit gestärkt werden kann, beantworteten 34 Prozent der Studierenden mithilfe von Erkenntnissen zur Selbstwirksamkeitserwartung, das heißt, ein Feedback in Form eines persönlichen Lobs oder einer Ermutigung wird von Mädchen höher gewertet als gute Noten (siehe Abbildung 7). 28 Prozent beziehungsweise 31 Prozent der Studierenden begründeten die Wahl mit dem Fachinhalt beziehungsweise der Attribuierung. 7 Prozent der Studierenden bezogen sich auf das Argument der schlechteren Leistungen von Schülerinnen und das damit verbundene fehlende Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit.

Frage 7		
Schülerinnen haben im Fach Physik bedeutend weniger Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit als Jungen. Es ist daher wichtig, mit unterschiedlichen Maßnahmen bei Mädchen und Jungen darauf zu reagieren. Wie wird in der fachdidaktischen Theorie diese Empfehlung begründet? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.		
Mädchen sind weniger von sich und ihren Leistungen überzeugt als Jungen. Ein persönliches Lob und Ermutigung werden höher gewertet als eine gute Note.	4	35
Wenn zu Hause vorwiegend der Vater technische Einrichtungen repariert, so bringen Schülerinnen dieses Bild in den Unterricht mit und trauen sich solche Arbeiten weniger zu.	2	32
Physikalische Fachinhalte sprechen Mädchen weniger an als Jungen. Mit geeigneten Kontextualisierungen der Fachinhalte wird das Interesse der Mädchen und somit ihr Vertrauen gestärkt.	3	29
Mädchen zeigen schlechtere Leistungen im Fach Physik als Jungen und haben daher auch weniger Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit. Wichtig ist, alle Schülerinnen und Schüler gemäß ihrem Lernstand zu fördern.	1	8

Abb. 7: Item mit Expert*innenrating zur Korrektheit (Zahl links) und absoluter Häufigkeit der von Studierenden gewählten Begründungen (Zahl rechts) zum Theoriebereich «Selbstwirksamkeit»

4.4 Leistungsattribution

Die Frage, welche Ursachen von der fachdidaktischen Forschung für den Sachverhalt aufgeführt werden, dass persönliche Erfolgserlebnisse für Mädchen oft nicht ausreichen, um sich kompetent zu fühlen, begründeten 50 Prozent der Studierenden mit der Erziehung und der damit verbundenen fehlenden Kompetenz in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern. 35 Prozent der Studierenden sahen den Grund in der aus der Theorie bekannten Attribution, nämlich dass Mädchen gute Noten mehr dem Prüfungsglück und Zufall statt ihrem eigenen Wissen und Können zuschreiben. Auch Begründungen wie jene, dass Mädchen gute Noten mit Fleiß beziehungsweise Auswendiglernen erreichen wollen, wurden von 12 Prozent beziehungsweise 3 Prozent der Studierenden gewählt.

Frage 10		
Persönliche Erfolgserlebnisse in Physik sind für Mädchen und Jungen gleich wichtig. Für Mädchen reichen diese aber oft nicht aus, dass sie sich im Fach kompetent fühlen. Wie wird in der fachdidaktischen Theorie dieser Sachverhalt begründet? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.		
Mädchen ist es wichtig, in der Schule gute Note zu schreiben. Sogar Mädchen, die sich im Fach Physik nicht kompetent fühlen, erreichen mit Einsatz, Fleiß und Wille bessere Noten als die Jungen.	2	12
Mädchen schreiben im Gegensatz zu Jungen gute Noten häufiger dem Zufall und Prüfungsglück und nicht dem Wissen und Können zu. Gute Noten haben für sie daher auch weniger mit ihrer Kompetenz zu tun.	4	36
Aufgrund ihrer Erziehung fühlen sich Mädchen in mathematisch-technischen Fächern wenig kompetent. Dieses Gefühl ist derart stark verankert, dass es auch durch gute Noten kaum verändert werden kann.	3	51
Mädchen lernen in der Schule mehr auswendig und haben deshalb häufiger bessere Noten. Sie fühlen sich aber wegen dieser Noten auch nicht kompetenter, was bei Jungen anders ist.	1	4

Abb. 8: Item mit Expert*innenrating zur Korrektheit (Zahl links) und absoluter Häufigkeit der von Studierenden gewählten Begründungen (Zahl rechts) zum Theoriebereich «Leistungsattribution»

4.5 Geschlechterstereotype

Die Frage, welche Ursachen von der fachdidaktischen Forschung für die fehlende Beteiligung und das geringere Interesse der Mädchen am Physikunterricht genannt werden, wurde von 42 Prozent der Studierenden dahingehend begründet, dass sich Mädchen im Prozess der Identitätsentwicklung eher den Peers anpassen, um auch bei Jungen beliebt zu sein. 15 Prozent bezogen sich in ihrer Begründung auf die Schüchternheit von Mädchen, während 17 Prozent die Begründung in der fehlenden Motivation sahen. 26 Prozent der Studierenden argumentieren, dass der Physikunterricht zu wenig auf Mädchen ausgerichtet ist.

Frage 6		
Im Physikunterricht beteiligen sich Mädchen weniger am Unterricht und zeigen sich im Vergleich zu den Jungen auch weniger interessiert an Physik. Welche Ursache nennt die fachdidaktische Theorie unter anderen für diesen Sachverhalt? Kreuzen Sie die für Sie korrekteste Antwort an.		
Mädchen, die sich im Physikunterricht interessiert zeigen, sind sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen weniger beliebt. Sie passen sich daher oft den Vorstellungen der Peers an.	4	43
Mädchen sind schüchterner und haben Angst, sich vor den Jungen bloßzustellen. Diese Angst ist weniger stark ausgeprägt, wenn sie unter sich sind.	3	18
Mädchen sind im Physikunterricht weniger motiviert als die Jungen und überlassen ihnen gerne die Initiative. In geschlechtergetrennten Klassen kommen sie nicht umhin, sich auch einbringen zu müssen.	2	15
Der Physikunterricht wird allgemein wenig auf die Fähigkeiten der Mädchen ausgerichtet. Sie sind dadurch weniger motiviert als die Jungen, am Unterricht teilzunehmen.	1	27

Abb. 9: Item mit Expert*innenrating zur Korrektheit (Zahl links) und absoluter Häufigkeit der von Studierenden gewählten Begründungen (Zahl rechts) zum Theoriebereich «Geschlechterstereotype»

5 Diskussion und Implikationen für die Lehre

Das dargelegte Projekt zeichnet sich durch einen Entwicklungs- und einen Evaluationsteil aus. Zum Entwicklungsteil gehören die Konstruktion und die Vorvalidierung eines Wissenstests zur Wissensfacette *Pedagogical reasoning* im Bereich der Gendersensibilisierung im Physikunterricht. Der Evaluationsteil umfasst die Erhebung und Interpretation von Studierenden-vorstellungen zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht. Im Folgenden werden beide Teilprojekte separat diskutiert.

5.1 Entwicklungsprojekt «Wissenstest»

Der vorgestellte Multiple-Choice-Test zur Messung des deklarativen Fachwissens von Studierenden fokussiert auf die theoretische Begründung gendersensibilisierender Maßnahmen und ist in dieser Form neuartig. Der Test ergibt keine konsistente Skala (ungenügende Testkonsistenz) und misst so-

mit psychometrisch kein latentes Konstrukt. Dieses Ergebnis war aufgrund der heterogenen theoretischen Breite des Tests (5 Theoriebereiche zu Genderfragen im Physikunterricht) auch nicht zu erwarten. Schwierigkeiten bei der Testentwicklung entstanden unter anderem wegen der teilweise mangelhaften empirischen Fundierung der thematisierten Wirkweisen und der deshalb teilweise überdehnten Extrapolation von Forschungsergebnissen in der fachdidaktischen Literatur (siehe Testkonstruktionsmodell in Abbildung 1). In diesem Sinne ergeben sich aus der Erfahrung mit dem Entwicklungsprojekt zwei Forschungsdesiderata: (1) empirische Absicherung der in der Literatur besprochenen Wirkmechanismen, (2) theoretisch fundiertere Gesamtmodellierung dieser Wirkmechanismen.

5.2 Evaluationsprojekt «Studierendenvorstellungen»

Da das Gesamtscore des Tests nicht als ein latentes Konstrukt interpretiert werden kann, wurden die Ergebnisse der einzelnen Items als Ausdruck von Studierendenvorstellungen gewertet und analysiert. Dabei ergeben sich Hinweise für zwei verallgemeinerbare Ergebnisse:

- In den zuweilen häufig gewählten Distraktoren der Items zeigen sich wiederkehrende *Haltungen zu Genderfragen*, die sich wie folgt zusammenfassen lassen: «Schülerinnen und Schüler sollen immer gleichbehandelt werden», «Der Unterricht soll den Bedürfnissen sowohl von Schülerinnen als auch von Schülern gerecht werden», «Schülerinnen sollen gefördert werden, ohne die Schüler zu benachteiligen», «Nachteile der Schülerinnen sollen kompensiert werden».
- Daneben dominieren stark verankerte *allgemeindidaktische Schemata* wie zum Beispiel die Vorstellung, dass Alltagsbezug immer gut und für alles passt.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt ein heterogenes Antwortverhalten der Studierenden:

- Zum einen wird vermutet, dass dieses Ergebnis auf eine wenig kohärente Lehre zurückzuführen ist. Genderfragen werden in unterschiedlichen Fachdidaktiken und Disziplinen mit unterschiedlichen Perspektiven und Fokussen thematisiert. Prozesse, diese Inhalte innerhalb der Hochschule zu koordinieren, existieren bislang nicht.

- Zum anderen wird angenommen, dass der Kontext des Tests, in dem die Studierenden sind, zu heterogenem Antwortverhalten führt. Einerseits gehört hierzu der disziplinäre Bezug. Die genderspezifischen Wirkmechanismen sind nicht in allen Fächern gleich geartet. Dies gilt sogar für die drei naturwissenschaftlichen Disziplinen. Zum Beispiel konnte mit Studierenden der Pädagogischen Hochschule Zürich gezeigt werden, dass der Unterricht in Bezug auf Genderaspekte anders wahrgenommen wird, wenn es in den Testvignetten um Mathematik-, Biologie- oder Physikunterricht geht (Aebi, 2023). Auch wurden Studierende aus unterschiedlichen Semestern befragt, weshalb nicht alle gleich viel Ausbildung in Genderfragen mitbringen.

Es ist anzunehmen, dass die professionelle Wahrnehmung der Studierenden auch in Genderfragen teilweise von starken Präkonzepten (Haltungen zu Genderfragen, allgemeindidaktische Schemata) geleitet wird (vgl. auch Aebi, 2023). Als wichtiges Desideratum der Professionalisierung der Lehrpersonenausbildung soll an dieser Stelle auf die Notwendigkeit von empirisch überprüften Conceptual-Change-Strategien zu Genderfragen hingewiesen werden.

Literatur

- Aebi, N. (2023). *MINT für alle. Ein Vergleich der Genderkompetenzen angehender Lehrpersonen*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich.
- Aguilar, L., Walton, G. & Wieman, C. (2014). Psychological insights for improved physics teaching. *Physics Today*, 67(5), 43–49. doi.org/10.1063/PT.3.2383.
- Alonzo, A. C., Berry, A. & Nilsson, P. (2019). Unpacking the complexity of science teachers' PCK in action: enacted and personal PCK. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Hrsg.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (S. 271–286). Singapur: Springer Nature.
- Amon, H., Bartosch, I., Lembens, A. & Wenzl, I. (2014). *Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer* (2. Aufl.). Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität.

- Atanasova, S., Robin, N. & Brovelli, D. (2023). Genderkompetenz messen – Erfassung der situationsbezogenen Fähigkeiten von Lehrpersonen in Bezug auf genderrelevante Aspekte im Physikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*. doi.org/10.1007/s42010-023-00169-y.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.
- Bartsch, A. & Wedl, J. (2015). Teaching Gender? Zum reflektierten Umgang mit Geschlecht im Schulunterricht und in der Lehramtsausbildung. In J. Wedl & A. Bartsch (Hrsg.), *Teaching Gender? Zum reflektierten Umgang mit Geschlecht im Schulunterricht und in der Lehramtsausbildung* (S. 9–31). Bielefeld: transcript.
- Behling, F., Förtsch, C. & Neuhaus, B.J. (2022). The refined consensus model of pedagogical content knowledge (PCK): detecting filters between the realms of PCK. *Education Sciences*, 12(9), 592. doi.org/10.3390/educsci12090592.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.E. & Shavelson, R.J. (2015). Beyond dichotomies. Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. doi.org/10.1027/2151-2604/a000194.
- Bornholt, L. & Möller, J. (2003). Attributions about achievement and intentions about further study in social context. *Social Psychology of Education*, 6(3), 217–231.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A.M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus der Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep.
- Buccheri, G., Gürber, N.A. & Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education*, 33(1), 159–178.
- Carlson, J. & Daehler, K.R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, Cooper R & A. Borowski (Hrsg.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (S. 77–92). Singapur: Springer Nature.
- Faulstich-Wieland, H. (2009). Gender und Naturwissenschaften – Geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Schule. In T. Schweiger & T. Hascher (Hrsg.), *Geschlecht, Bildung und Kunst* (1. Aufl., S. 41–60). Innsbruck: VS-Verlag. doi.org/10.1007/978-3-531-91332-2_3.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14, 51–67. doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002.

- Häußler, P. & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870–888. doi.org/10.1002/tea.10048.
- Heinicke, S. (2019). Physikunterricht aus Perspektive von Mädchen – und Jungen. In D. Duchardt, A. B. Bossmann & C. Denz (Hrsg.), *Vielfältige Physik: Wissenschaftlerinnen schreiben über ihre Forschung* (S. 27–40). Berlin, Heidelberg: Springer. doi.org/10.1007/978-3-662-58035-6_3.
- Herzog, W. (1996). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines «mädchengerechten» koedukativen Unterrichts. *Neue Sammlung: Vierteljahres-Zeitschrift für Erziehung und Gesellschaft*, 36(1), 61–91.
- Herzog, W., Labudde, P., Gerber, C., Neuenschwander, M.P. & Violi, E. (1997). Koedukation im Physikunterricht. Eine Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 19(2), 132–158.
- Herzog, W., Neuenschwander, M.P., Violi, E., Labudde, P. & Gerber, C. (1999). Mädchen und Jungen im koedukativen Physikunterricht. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 1, 99–124.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Jansen, M., Schroeders, U., Lüdtke O. & Pant, H. A. (2014). Interdisziplinäre Beschulung und die Struktur des akademischen Selbstkonzepts in den naturwissenschaftlichen Fächern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 28(1–2), 43–49. doi.org/10.1024/1010-0652/a000120.
- Kelly, A. M. (2016). Social cognitive perspective of gender disparities in undergraduate physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 20116. doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020116.
- Kessels, U. (2012). Selbstkonzept: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 163–191). Berlin: Lit-Verlag.
- Kessels, U., Heyder, A., Latsch, M. & Hannover, B. (2014). How gender differences in academic engagement relate to students' gender identity. *Educational Research*, 56(2), 220–229. doi.org/10.1080/00131881.2014.898916.

- Kollmayer, M., Schultes, M.-T., Lüftenegger, M., Finsterwald, M., Spiel, C. & Schober, B. (2020). REFLECT – a teacher training program to promote gender equality in schools. *Frontiers in Education*, 5, 136. doi.org/10.3389/educ.2020.00136.
- Kosuch, R. (2010). Selbstwirksamkeit und Geschlecht. Impulse für die MINT-Didaktik. In D. Kröll (Hrsg.), «Gender und MINT» – *Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium* (S. 12–36). Kassel: Kassel University Press.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
- Kröll, D. (2010). «Gender und MINT» – *Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium*. Kassel: Kassel University Press.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz.
- McCullough, L. (2004). Gender, context, and physics assessment. *Journal of International Women's Studies*, 5(4), 20–30.
- Möller, J. (2005). Zur Entwicklung und Genese fachbezogener Selbstkonzepte: Effekte sozialer und dimensionaler Vergleiche. In B. Schenk (Hrsg.), *Bausteine einer Bildungstheorie* (S. 223–238). Wiesbaden: VS Verlag.
- Murphy, P., Lunn, S. & Jones, H. (2006). The impact of authentic learning on students' engagement with physics. *The Curriculum Journal*, 17(3), 229–246. doi.org/10.1080/09585170600909688.
- Ryckman, D. B. & Peckham, P. (1987). Gender differences in attributions for success and failure situations across subject areas. *Journal of Educational Research*, 81, 120–125.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: validation of construct of interpretations. *Review of Educational Research*, 46, 407–411.
- Spinath, B. & Spinath, F. M. (2005). Development of self-perceived ability in elementary school: the role of parents' perceptions, teacher evaluations, and intelligence. *Cognitive Development*, 20, 190–204.
- Stöger, H., Ziegler, A. & Heilemann, M. (Hrsg.) (2012). *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: Lit-Verlag.
- Wodzinski, R. (2010). Mädchen, Frauen und Physik – wie kann Unterricht Einfluss auf das Interesse von Mädchen an Physik nehmen? In D. Kröll (Hrsg.), «Gender und Mint» – *Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium* (S. 37–51)Kassel: Kassel University Press.

Gendersensibler Einsatz von Versuchsanleitungen

Valerie Amacker, Markus Wilhelm, Dorothee Brovelli

Im Forschungsprojekt «Präsentationsmodi bei Versuchsanleitungen» kamen in einem Workshop zum Thema Optik und Infrarotstrahlung drei unterschiedliche Anleitungen für sechs Schüler*innenversuche zum Einsatz. Die Schulklassen der Sekundarstufe I ($N = 820$) arbeiteten entweder mit Bild-Text-, Bild-Instruktions- oder Video-Anleitungen. Geschlechtsgetrennt untersucht wurde die Wirkung der verschiedenen Anleitungsvarianten auf den Lernfortschritt unter Berücksichtigung der allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung und der Lesekompetenz. Mediationsanalysen unter Einbeziehung der Selbstwirksamkeitserwartung und der Lesekompetenz sowie des Geschlechts ließen Unterschiede im Lernerfolg erkennen und könnten Hinweise zu einem gendersensiblen Einsatz von Versuchsanleitungen liefern.

1 Einleitung

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden vermehrt Schüler*innenversuche eingebaut, um theoretisch erarbeitetes Wissen praktisch überprüfen beziehungsweise naturwissenschaftliche Phänomene selbstständig erkunden zu können. Lehrpersonen greifen dabei auf Arbeitsblätter zurück, die den Versuchsaufbau rezeptartig erläutern, oder instruieren ihre Klasse mündlich. Dabei stellt sich die Frage, welcher Präsentationsmodus bei Schüler*innenversuchen im Physikunterricht lernförderlich ist und somit zum Erreichen eines Unterrichtsziels beitragen kann. Dieser Frage nachgehend kamen Bild-Text-, Bild-Instruktions- und Video-Anleitungen im Workshop «(Unsichtbares) Licht – mit dem Smartphone entdeckt» (Amacker, Wilhelm & Brovelli, 2022) zum Einsatz und wurden im Forschungsprojekt «Präsentationsmodi bei Versuchsanleitungen» empirisch untersucht. Neben der Ermittlung der Lernwirksamkeit des Workshops mittels eines Konzepttests (Amacker et al., 2023) wurden zusätzlich die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (Beierlein et al., 2014) und die Lesekompetenz (Schneider et al., 2017) miterhoben, da – ausgehend von der Genderforschung (Bartosch, 2014; Kessels, 2012; Kosuch, 2010; Stadler, 2010) – ein Zusammenhang dieser latenten Variablen mit der Lernleistung vermutet wird.

2 Aufbau der Versuchsanleitungen

Beim Aufbau der Versuchsanleitungen wurden zwei theoretische Ansätze multimedialen Lernens berücksichtigt: die Cognitive-Load-Theorie von Sweller (1994) und die kognitive Theorie multimedialen Lernens von Mayer (2009).

Nach der Cognitive-Load-Theorie treten im Arbeitsgedächtnis drei verschiedene kognitive Belastungen auf, die die Lernleistung beeinflussen können: Während der Intrinsic Cognitive Load aufgrund der inhaltlichen Komplexität entsteht und der Germane Cognitive Load aus dem Aufwand, den man aufbringen muss, um das Lernmaterial zu verstehen, lässt sich der Extraneous Cognitive Load durch entsprechendes Lernmaterial beeinflussen (Sweller & Chandler, 1994). Mehrere Studien konnten aufzeigen, dass sich der Extraneous Cognitive Load durch das Lernmaterial reduzieren lässt, wodurch die Lernenden ihre kognitiven Ressourcen für lernrelevante mentale Prozesse nutzen konnten, was wiederum den Lernerfolg beeinflusst (vgl. Haslam & Hamilton, 2010; Klepsch, 2020; Schmidt, Stiller & Wilde, 2019).

Mayer (2009) beschreibt in seiner kognitiven Theorie des multimedialen Lernens die Verarbeitung multimedialer Informationen, wobei er den Fokus auf die Verarbeitung der sprachlichen und der bildlichen Information vom sensorischen zum Arbeits- hin zum Langzeitgedächtnis in Form von kognitiven Schemata setzt. Akustische Informationen und bildliche Vorstellungen werden zu verbalen beziehungsweise bildhaften Modellen organisiert, mit dem im Langzeitgedächtnis vorhandenem Vorwissen abgeglichen und in neuen Schemata integriert. Die Integration dieser verbalen und bildhaften Modelle ist dabei entscheidend und kann durch instruktionale Maßnahmen gefördert werden. Studienergebnisse zeigen, dass vor allem die Gestaltung des Lernmaterials und das inhaltliche Niveau auf die Schüler*innen ausgerichtet sein sollten, um die Integration neuer Schemata zu ermöglichen (vgl. Heinen & Heinicke, 2021; Meier & Kastaun, 2021; Pietrusky, 2020).

Angelehnt an die vorgestellten theoretischen Ansätze multimedialen Lernens finden sich in der Literatur sogenannte Design-Effekte (vgl. Leutner, Opfermann & Schmeck, 2014; Scheiter et al., 2014), die als Leitfaden zur Gestaltung des Lernmaterials angesehen werden können. Diese sind in empirischen Studien zur kognitiven Verarbeitung des Lernmaterials untersucht worden und führten mehrheitlich zu übereinstimmenden Ergebnis-

sen und daraus resultierend zu Gestaltungsempfehlungen (Treagust, Duit & Fischer, 2017). Die Anleitungsvarianten, die für die Studie konzipiert wurden, wurden unter Berücksichtigung dieser Design-Effekte erstellt und sollen beispielhaft an einem Schüler*innenversuch mit Bild-Text-Anleitung aufgezeigt werden (siehe Abbildung 1):

- *Multimediaeffekt*: Alle drei Anleitungsvarianten enthalten statische oder dynamische Bilder sowie schriftliche oder mündliche Anweisungen, da die Verwendung beider Darstellungsvarianten (Wörter und Bilder) zu einer besseren Verarbeitung der dargebotenen Informationen verhelfen.
- *Kontiguitätseffekt*: Bei den Bild-Text-Anleitungen wurden die Bilder direkt neben den schriftlichen Anweisungen platziert und sind daher räumlich wie zeitlich nah beieinander. Bei den Bild-Instruktions-Anleitungen konnte dieser Aspekt nicht berücksichtigt werden, da zuerst instruiert wurde und nachdem die Lernenden wieder zurück am Versuchstisch waren, die Bilder als Erinnerungshilfe zum Einsatz kamen.
- *Signalisierungseffekt*: In den Bild-Text-Anleitungen wurden zentrale Punkte mit einem Symbol versehen und hervorgehoben (siehe Abbildung 1). In den Bild-Instruktions- und Video-Anleitungen wurden wichtige Hinweise mit entsprechendem Fingerzeig und Variierung der Stimmlage betont.
- *Segmentierungseffekt*: Die Anweisungen erfolgten in allen drei Anleitungsvarianten in einfachen und kurzgehaltenen Handlungsschritten. Diese wurden in den Bild-Text-Anleitungen durchnummeriert und mit einer Leerzeile optisch getrennt (siehe Kreise und Trennlinien in Abbildung 1). Bei den Bild-Instruktions- und Video-Anleitungen erfolgten nach jedem Handlungsschritt kurze Sprechpausen.
- *Kohärenzeffekt*: Die Darbietung sachfremder Informationen sollte möglichst vermieden werden. Daher wurde besonders bei den Bildern auf einen neutralen Hintergrund geachtet sowie nur relevante Handlungsdarstellungen ins Zentrum gestellt.

Infrarotdurchlässig oder infrarotundurchlässig?

Ob ein Material infrarotdurchlässig oder infrarotundurchlässig ist, hängt davon ab, wie groß die Anteile der reflektierten, absorbierten, gestreuten und hindurchtretenden Infrarotstrahlen ist.

1. Schalte die Flir One-Infrarotkamera ein und öffne die Flir One-App. Wähle unten rechts bei den Einstellungen «Paletten» die Option «Regenbogen».
2. Stelle dich eine Armlänge vor dein*e Mitschüler*in hin, die*der sich ein Materialquadrat vor ihr*sein Gesicht hält (siehe Foto). Dabei sollte das Quadrat immer nur am Streifenrand festgehalten werden, da sich sonst die Wärme der Hand auf das Material überträgt und so die Ergebnisse verfälscht.
3. Erstelle mit der Infrarotkamera ein Foto von ihrem*seinem Gesicht.



- ☛ Siehst du auf dem Foto das Gesicht durch das Materialquadrat in den Farben Grün, Gelb und Rot? ➔ infrarotdurchlässig
- ☛ Ist das Gesicht vom Materialquadrat verdeckt? ➔ infrarotundurchlässig

4. Wiederhole diesen Versuch mit den anderen Materialquadraten. Am Ende solltest du sechs Fotos gemacht haben (pro Quadrat eines, ohne Hohlspiegel).
5. Schau dir die Fotos in der Foto-App an und bearbeite die rechte Seitenhälfte des Arbeitsblatts auf Seite 1.

Abb. 1: Beispiel Bild-Text-Anleitung mit Berücksichtigung der Design-Effekte

Die Bild-Instruktions- und die Video-Anleitungen berücksichtigen zudem den Modalitätseffekt: Anhand von Bildern und gesprochenen Wörtern lernt man besser als anhand von Bildern und geschriebenen Wörtern. Dabei wurde zusätzlich der Redundanzeffekt beachtet, wonach Bilder, gesprochene und gleichzeitig geschriebene Erläuterungen vermieden werden sollten.

Alle drei Anleitungsvarianten enthalten gleiches Wort- und Bildmaterial, einzig die Informationsvermittlung variiert (schriftlich vs. mündlich, statisch vs. dynamisch). Es muss nun geklärt werden, ob Schüler*innen mit den entsprechenden Versuchsanleitungen gleiche Ergebnisse in der Lernleistung erzielen oder ob diese geschlechtsspezifisch variieren. Dabei stellen sich die folgenden Forschungsfragen:

- Unterscheidet sich die Lernleistung der Schüler*innen je nach Anleitungsvariante?

- Kann mit der allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung auf eine geeignete Anleitungsvariante rückgeschlossen werden?
- Beeinflusst die Lesekompetenz den Lernerfolg bei Bild-Text-Anleitungen?

3 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine Interventionsstudie mit Prä-Post- und Follow-up-Befragung an der Kantonsschule Reussbühl und in der Lernwerkstatt der Pädagogischen Hochschule Luzern durchgeführt. 49 Klassen der Sekundarstufe I besuchten den Workshop «(Unsichtbares) Licht – mit dem Smartphone entdeckt» (Amacker, Wilhelm & Brovelli, 2022), ein Lernangebot zum elektromagnetischen Spektrum mit Fokus auf dem sichtbaren Licht und der Infrarotstrahlung. In diesem Workshop führten 820 Lernende (50.1% weiblich, 49.9% männlich; $M = 13.7$ Jahre, $Mdn = 14$ Jahre, $SD = 1.1$ Jahre) sechs verschiedene Schüler*innenversuche in einer von drei randomisiert zugeteilten Experimentalgruppen mit unterschiedlichen Versuchsanleitungen durch. Eine Woche vor, unmittelbar nach und sechs Wochen nach dem Workshopbesuch wurden der aktuelle Wissensstand wie auch die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung erhoben. Der Lesegeschwindigkeits- und Verständnistest wurde einmalig vor dem Workshopbesuch durchgeführt.

Die Lernwirksamkeit wurde mittels eines Konzepttests zur Erfassung des Lernzuwachses im Bereich sichtbares Licht, Infrarotstrahlung und angewandtes Wissen ermittelt. Der Test besteht aus 15 dichotom kodierten Multiple-Choice-Items (richtig/falsch). Mit einer konfirmatorischen Faktorenanalyse wurde ein Messmodell gerechnet und die daraus resultierenden Faktorwerte für die Folgeanalysen genutzt. Da die Voraussetzungen für eine ANOVA mit Messwiederholung nicht gegeben waren (die abhängige Variable war nicht normalverteilt, die Sphärizität war nicht gegeben), wurde eine robuste zweifaktorielle mixed ANOVA mit getrimmten Mittelwerten nach Wilcox (2021) mit dem WRS2 Package (Mair & Wilcox, 2020) in R berechnet.

Die Selbstwirksamkeitserwartung wurde mithilfe der fünfstufigen Likert-Skala «Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzskaala» von Beierlein, Kovaleva, Kemper und Rammstedt (2014) erhoben. Auch hier wurden mittels einer

konfirmatorischen Faktorenanalyse die Faktorwerte berechnet und für die Folgeanalysen genutzt. Die erhobenen Daten von 820 Lernenden im Alter von 12 bis 16 Jahren wurden anhand eines Mehrebenenmodells mit Interaktion zwischen Anleitungsvariante und Lernleistung mit den männlichen Lernenden im Umgang mit Bild-Instruktions-Anleitungen als Referenzgruppe untersucht. Im Anschluss wurde eine Mediationsanalyse mit der gemessenen allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung als Mediator durchgeführt.

Die Erfassung der Lesekompetenz erfolgte durch den Lesegeschwindigkeits- und Verständnistest von Schneider, Schlagmüller und Ennemoser (2017), ein etabliertes Diagnoseinstrument zur Erfassung der Lesegeschwindigkeit und des Leseverständnisses. Bei den Analysen zur Lesekompetenz wurde gleich vorgegangen wie bei jenen zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. Einzig auf eine konfirmatorische Faktorenanalyse wurde verzichtet, da die Rohwerte des Leseverständnisses (Bewertung der Wortwahl im Lückentext) und der Lesegeschwindigkeit (erfasste Anzahl gelesener Wörter) direkt für die Analysen genutzt werden konnten.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse zur Lernleistung

Die Ergebnisse der robusten zweifaktoriellen mixed ANOVA zeigen signifikante Unterschiede auf die Lernleistung beim Geschlecht ($F(1, 977.89) = 25.27, p < 0.001, \hat{\xi} = .12$), wie auch beim erarbeiteten Thema ($F(2, 844.62) = 10.53, p < 0.001, \hat{\xi} = .16$). Zudem wurde ein signifikanter Effekt der Interaktion zwischen Geschlecht und Thema auf die Lernleistung gefunden ($F(2, 844.62) = 10.11, p < 0.001$). Im Mittelwertdiagramm (Punkt = Mittelwert, Fehlerlinie = Standardabweichung) ersichtlich (siehe Abbildung 2) ist der Lernzuwachs vom Prä- zum Posttest, wobei die Mädchen einen deutlich geringeren Zuwachs verzeichnen. Während der Wissensstand im Themenbereich sichtbares Licht nach sechs Wochen deutlich abfällt, bleibt das neu erworbene Wissen in den Bereichen Infrarotstrahlung und angewandtes Wissen bestehen.

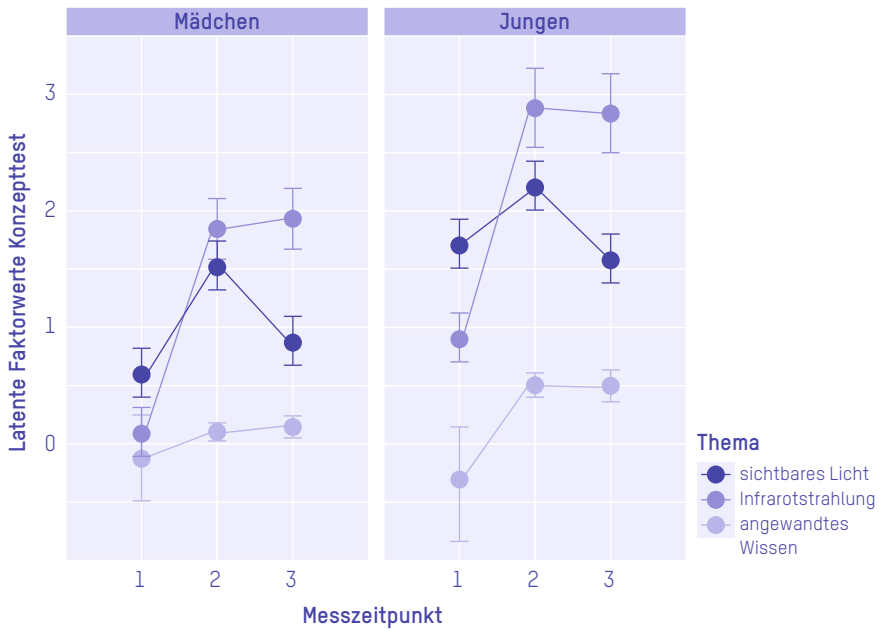


Abb. 2: Ergebnis im Konzepttest getrennt nach Thema und Geschlecht

Betrachtet man die Ergebnisse im Konzepttest direkt nach dem Workshop-besuch (Messzeitpunkt 2) getrennt nach Thema, Geschlecht (1 = weiblich, 2 = männlich) und Anleitungsvariante, zeigen sich Geschlechtsunterschiede auf die Lernleistung in der Nutzung der Anleitungsvarianten (siehe Abbildung 3). Während die Mädchen in allen drei Themenbereichen mit den Bild-Text-Anleitungen signifikant bessere Resultate erzielten als mit Bild-Instruktions-Anleitungen ($\beta = 0.96$, $SE = 0.40$, $t = 2.41$, $p = .016$), zeigte sich dieser Effekt bei den Jungen im Umgang mit Bild-Instruktions-Anleitungen im Vergleich zu Video-Anleitungen ($\beta = -0.63$, $SE = 0.29$, $t = -2.15$, $p = .031$) (siehe Tabelle 1).

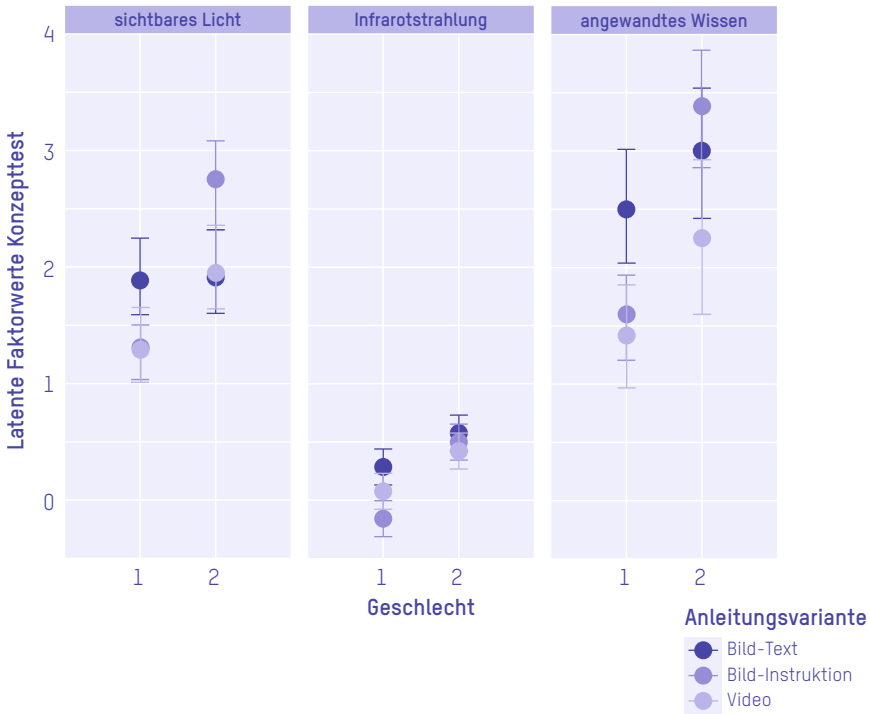


Abb. 3: Ergebnis im Konzepttest zum Messzeitpunkt 2 getrennt nach Thema, Geschlecht (1 = weiblich, 2 = männlich) und Anleitungsvariante

	Modell Lernleistung		
	β	SE	p
Mädchen	-1.24	.27	< .001
Bild-Text-Anleitung	-0.35	.28	.219
Video-Anleitung	-0.63	.29	.031
Mädchen: Bild-Text	0.96	.40	.016
Mädchen: Video	0.63	.41	.123

Tab. 1: Mehrebenenmodell mit Interaktion zwischen Anleitungsvariante und Ergebnis im Konzepttest zum Messzeitpunkt 2 mit den Jungen mit Bild-Instruktions-Anleitungen als Referenzkategorie

4.2 Ergebnisse zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung

Nach der Berechnung eines linear gemischten Modells mit dem Paket lme4 (Bates et al., 2015) zeigt sich eine signifikante Auswirkung des Geschlechts auf die allgemeine Selbstwirksamkeit, wobei die Jungen sich deutlich höher einschätzen als die Mädchen ($\beta = 0.17$, $SE = 0.04$, $t = 4.18$, $p < .001$). Die Ergebnisse zeigen aber keine Veränderung über den Messzeitpunkt 2 ($\beta = -0.04$, $SE = 0.04$, $t = -1.04$, $p = .299$) und den Messzeitpunkt 3 ($\beta = -0.06$, $SE = 0.04$, $t = -1.49$, $p = .137$) hinweg.

Mittels Mediationsanalyse wurde geprüft, ob der Einfluss des Geschlechts auf die Lernleistung durch die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung vermittelt wird. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung mit den Bild-Text-Anleitungen zu einer signifikant besseren Lernleistung führt als mit Bild-Instruktions-Anleitungen. Die dreifache Interaktion zwischen allgemeiner Selbstwirksamkeitserwartung, Bild-Instruktions-Anleitung und Geschlecht weist bei den Jungen auf einen höheren Lernzuwachs im Vergleich zu Bild-Text-Anleitungen hin, wobei dieser Zusammenhang nur tendenziell signifikant ausfällt ($p < .10$) (siehe Tabelle 2).

	Modell allg. Selbstwirksamkeitserwartung		
	β	SE	p
Allg. Selbstwirksamkeitserwartung (AS)	1.22	.32	< .001
AS: Bild-Instruktion	-1.23	.41	.003
AS: Video	-0.92	.49	.060
AS: Bild-Instruktion: Jungen	1.06	.64	.099
AS: Video: Jungen	0.84	.69	.229

Tab. 2: Mediationsanalyse mit Interaktion zwischen allgemeiner Selbstwirksamkeitserwartung, Anleitungsvariante und Geschlecht auf das Ergebnis im Konzepttest zum Messzeitpunkt 2 mit den Mädchen mit Bild-Text-Anleitungen als Referenzkategorie

4.3 Ergebnisse zur Lesekompetenz

Eine lineare Regression wurde durchgeführt, um den Einfluss des Geschlechts auf die Lesekompetenz zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen,

dass das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf das Leseverständnis hat. Die Jungen haben im Durchschnitt einen tieferen Wert im Leseverständnis als die Mädchen ($\beta = -0.71$, $SE = 0.25$, $t = -2.82$, $p = .005$). Das zeigt sich allerdings nicht bei der Lesegeschwindigkeit ($\beta = -13.95$, $SE = 11.35$, $t = -1.23$, $p = .219$).

Eine weitere Mediationsanalyse wurde berechnet, um zu überprüfen, ob das Geschlecht die Lernleistung vorhersagt und ob der direkte Pfad durch die Lesekompetenz vermittelt wird. Die Analyse fiel nicht signifikant aus ($\beta = -0.06$, $SE = 0.03$, $t = -1.77$, $p = .077$). Es zeigt sich aber eine Tendenz, dass Schüler*innen mit einer höheren Lesekompetenz in Bezug auf das Leseverständnis mit den Bild-Text-Anleitungen bessere Leistungen erzielen als mit Bild-Instruktions-Anleitungen (siehe Tabelle 3).

	Modell Leseverständnis		
	β	SE	p
Leseverständnis (LV)	0.12	.03	< .001
LV: Bild-Instruktion	-0.06	.03	.077
LV: Video	-0.01	.04	.997

Tab. 3: Mediationsanalyse mit Interaktion zwischen Leseverständnis und Anleitungsvariante auf das Ergebnis im Konzepttest zum Messzeitpunkt 2 mit Bild-Text-Anleitungen als Referenzkategorie

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Um der Frage nachgehen zu können, welcher Präsentationsmodus bei Schüler*innenversuchen im Physikunterricht lernförderlich ist, wurden anhand quantitativer Analysen zur Lernleistung, zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung und zur Lesekompetenz drei Forschungsfragen untersucht. Auf die Frage, ob sich die Lernleistung der Schüler*innen je nach Anleitungsvariante unterscheidet, konnte anhand eines Mehrebenenmodells aufgezeigt werden, dass die Mädchen deutlich schlechtere Resultate im Konzepttest erzielten als die Jungen. Dieses Resultat allein lässt aber noch nicht auf den Einfluss einer Anleitungsvariante schließen, zumal die Mädchen allgemein in physikalischen Themen schlechtere Ergebnisse erzielen als Jungen (Bartosch, 2014; Kessels, 2012). Doch zeigen sich in der in

diesem Beitrag vorgestellten Studie deutliche Geschlechtsunterschiede in der Nutzung von Bild-Text- und Bild-Instruktions-Anleitungen. Während die Jungen mit Bild-Instruktions-Anleitungen die besten Ergebnisse in der Lernleistung erzielten, gelang dies den Mädchen mit Bild-Text-Anleitungen. Ob dieses Resultat auf die Lesekompetenz zurückzuführen ist, bleibt offen. Die Mädchen zeigen zwar eine signifikant höhere Lesekompetenz beim Leseverständnis, doch fiel die Mediationsanalyse nicht signifikant aus. Dies kann auch dem Testinstrument geschuldet sein, da ein zeitökonomisches Verfahren zur Erfassung der Lesekompetenz genutzt wurde und die Lernenden maximal 10 Minuten für die Erfassung des Leseverständnisses und der Lesegeschwindigkeit aufwenden mussten.

Auf die Frage, ob anstelle der Lesekompetenz mit der allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung auf eine geeignete Anleitungsvariante rückgeschlossen werden kann, zeichnen sich ebenfalls lediglich Tendenzen ab. Aus empirischen Untersuchungen ist bekannt, dass Mädchen ihre Fähigkeiten und Kompetenzen pessimistischer einschätzen als Jungen (Kessels, 2012; Kosuch, 2010). Dies widerspiegelt sich in der gemessenen allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung, da die Mädchen sich signifikant tiefer einschätzten als die Jungen. Bezogen auf die Anleitungsvariante konnte die Mediationsanalyse aufzeigen, dass Lernende mit einer höheren allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung mit Bild-Text-Anleitungen signifikant bessere Lernleistungen erzielten als mit Bild-Instruktions-Anleitungen. Bei den Jungen zeigt sich in der Analyse aber die Tendenz, mit Bild-Instruktions-Anleitungen bei höherer allgemeiner Selbstwirksamkeitserwartung bessere Resultate in der Lernleistung zu erzielen als mit Bild-Text-Anleitungen.

Die Frage, welcher Präsentationsmodus für Schüler*innen gleichermaßen lernförderlich bei Schüler*innenversuchen im Physikunterricht ist, lässt sich anhand dieser Ergebnisse nicht eindeutig beantworten. Die eingesetzten Erhebungsinstrumente müssen kritisch betrachtet werden, da die Erhebung der Lesekompetenz in zehn Minuten erfolgte und die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung mit lediglich drei Items ermittelt wurde. Was die Anleitungsvarianten anbelangt, wurden diese stark vereinheitlicht, damit sie untereinander vergleichbar sind. So wurde bei den Bild-Instruktions- und Video-Anleitungen der gleiche Text wie bei der Bild-Text-Anleitung auswendig wiedergegeben. Im Unterricht wird dahingegen frei und nicht gescriptet instruiert.

Trotz diesen Limitationen können durchaus Empfehlungen für einen gendersensiblen Einsatz von Versuchsanleitungen gegeben werden. So scheinen den Mädchen Bild-Text-Anleitungen und den Jungen Bild-Instruktions-Anleitungen eher zu einem erfolgreichen Lernergebnis zu verhelfen als Video-Anleitungen. Der Aufwand, Video-Anleitungen zu erstellen, scheint nicht gerechtfertigt, da diese in keinen der Analysen einen positiv signifikanten Effekt auf die Lernleistung im Vergleich zu den anderen zwei Anleitungsvarianten zeigten. Es würde sich im Unterricht anbieten, eine kurze mündliche Instruktion zum Versuchsaufbau zu erteilen, um den Jungen gerecht zu werden, und im Anschluss am Arbeitsplatz Bild-Text-Anleitungen zur Verfügung zu stellen, damit die Mädchen auf eine für sie geeignete Lernhilfe zurückgreifen können.

Literatur

- Amacker, V., Lohse-Bossenz, H., Wilhelm, M. & Brovelli, D. (2023). Concept test on reflection and transmission in the range of visible and infrared optics. *International Journal of Science Education (IJSE)*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2263917>.
- Amacker, V., Wilhelm, M. & Brovelli, D. (2022). Entwicklung eines Workshops zur Infrarot-Optik nach dem Basismodell «Konzeptbildung». *Progress in Science Education*, 5(1), 61–75. <https://doi.org/10.25321/prise.2022.1283>
- Bartosch, I. (2014). Den Blick der Physik auf die Welt verstehen: Physikalische Bildung für ALLE. In IMST Gender_Diversitäten Netzwerk (Hrsg.), *Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht: Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer* (2. Aufl., S. 55–71). Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- Beierlein, C., Kovaleva, A., Kemper, C. J. & Rammstedt, B. (2014). *Ein Messinstrument zur Erfassung subjektiver Kompetenzerwartungen: Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzsкала (ASKU)*. Trier: ZPID.

- Haslam, C. Y. & Hamilton, R. J. (2010). Investigating the use of integrated instructions to reduce the cognitive load associated with doing practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1715–1737. <https://doi.org/10.1080/09500690903183741>.
- Heinen, R. & Heinicke, S. (2021). Gestaltung von Lernmaterial und Didaktische Typografie: Wie sich die Lesbarkeit von Texten auch ohne sprachliche Anpassungen verändern lässt. In J. Ellis-Grebe & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (S. 395–402). <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/1197> [11. 09. 2023].
- Kessels, U. (2012). Selbstkonzept: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 163–191). Berlin: Lit.
- Klepsch, M. (2020). *Differenzierte Messung kognitiver Belastung beim Lernen im Rahmen von Instruktionsdesignfragestellungen*. Ulm: Universität Ulm.
- Kosuch, R. (2010). Selbstwirksamkeit und Geschlecht. Impulse für die MINT-Didaktik. In D. Kröll (Hrsg.), *«Gender und Mint»: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium* (S. 12–36). Kassel: Kassel University Press.
- Leutner, D., Opfermann, M. & Schmeck, A. (2014). Lernen mit Medien. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (6. Aufl., S. 297–324). Weinheim: Beltz.
- Mair, P. & Wilcox, R. (2020). Robust statistical methods in R using the WRS2 package. *Behavior research methods*, 52(2), 464–488. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01246-w>.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. Aufl.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Meier, M. & Kastaun, M. (2021). Lernunterstützungen als Werkzeug individualisierter Förderung im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. In M. Meier, C. Wulff & K. Ziepprecht (Hrsg.), *Vielfältige Wege biologiedidaktischer Forschung: Vom Lernort Natur über Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung zur Lehrerprofessionalisierung* (S. 95–116). Münster, New York: Waxmann.
- Pietrusky, S. (2020). *Gestaltung einer integrierten Lernumgebung zur Förderung der Problemlösekompetenz im Physikunterricht: Eine Design-Based-Research-Studie* [Dissertation]. Koblenz-Landau: Universität Koblenz-Landau.

- Scheiter, K., Schüler, A., Gerjets, P., Huk, T. & Hesse, F.W. (2014). Extending multimedia research: How do prerequisite knowledge and reading comprehension affect learning from text and pictures. *Computers in Human Behavior*, 31, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.09.022>.
- Schmidt, S., Stiller, C. & Wilde, M. (2019). Hilfen beim Experimentieren: Auswirkungen unterschiedlicher Arten der Unterstützung auf den extraneous Cognitive Load. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 18, 9–23.
- Schneider, W., Schlagmüller, M. & Ennemoser, M. (2017). *LGVT 5–12+: Leseschwindigkeits- und Verständnistest für die Klassen 5–12+*. Göttingen: Hogrefe.
- Stadler, H. (2010). Konsequenzen aus TIMSS und PISA für einen geschlechtergerechten Physikunterricht. In D. Kröll (Hrsg.), *«Gender und Mint»: Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium* (S. 52–65). Kassel: Kassel University Press.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295–312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5).
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185–233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1.
- Treagust, D. F., Duit, R. & Fischer, H. E. (2017). *Multiple representations in physics education (Bd. 10)*. Cham: Springer International.
- Wilcox, R. R. (2021). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing* (5. Aufl.). London: Elsevier.

Naturwissenschaftliche Unterrichtstechniken für alle Geschlechter

Katrin Bölsterli Bardy, Regula Brun

Es gibt eine große Anzahl Unterrichtstechniken. Doch welche davon sind für alle Geschlechter gleichermaßen geeignet? Dieser Frage geht die Studie nach und untersucht, wie das Erstellen einer Radiosendung, eines Werbevideos, eines Concept-Maps und einer Chemie-Fotostory von angehenden Lehrpersonen dreier Module ($N_{\text{tot}} = 89$) wahrgenommen wird, und ob Geschlechterunterschiede auftreten. Die inferenzstatistischen Auswertungen weisen darauf hin, dass die Techniken als unterschiedlich motivierend, hilfreich und anspruchsvoll empfunden werden. Gemeinsam ist ihnen allen, dass sie wegen der fehlenden Geschlechterunterschiede geeignet für alle drei untersuchten Geschlechter zu sein scheinen.

1 Einleitung

Eine Unterrichtstechnik sollte den Lernprozess möglichst aller Schüler*innen unterstützen. Eine Möglichkeit, den unterschiedlichen Geschlechtern gerecht zu werden, sind offene Aufgabenstellungen, weil sie selbstdifferenzierend sind und Wahlmöglichkeiten enthalten. Da die Datenlage zu Geschlechterunterschieden bei offenen Aufgabestellungen eingebettet in konkrete Unterrichtstechniken dünn ist, werden in dieser Studie vier Unterrichtstechniken daraufhin untersucht, wie motivierend, hilfreich und anspruchsvoll sie sind und ob dabei Geschlechterunterschiede auftreten.

2 Theorie

2.1 Kriterien für geschlechtersensible Aufgabestellungen

Das Gender ist als ein bedeutsamer Diversitätsaspekt im Fach Natur und Technik zu verstehen. Zur Analyse der Lehre an Pädagogischen Hochschu-

len wurden deshalb literaturgestützte Kriterien für einen geschlechtersensiblen Unterricht in Natur und Technik erstellt (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020). Zu Aufgabenstellungen wird folgendes geschlechtersensibles Kriterium genannt: «Ich bereite problemorientierte Aufgabenstellungen mit offenen Fragen vor, die verschiedene, möglichst kreative Lösungen zulassen». Dieses Kriterium basiert unter anderem auf Arbeiten von Amon, Lembens und Wenzl (2014) sowie von Stadler (2004).

2.2 Unterrichtstechniken mit geschlechtersensiblen Aufgabestellungen

Als Beispiele für Unterrichtstechniken, die offen, selbstdifferenzierend, kreativ und problemorientiert sind und somit geschlechtersensible Aufgabestellungen enthalten, wurden in der einschlägigen Literatur das Erstellen einer Radiosendung, eines Werbe- und Erklärvideos, eines Concept-Maps oder einer Chemie-Fotostory genannt (Hakkarainen, 2011; Haugwitz & Sandmann, 2009; Mildner et al., 2013; Prechtel, 2007). Diese Unterrichtstechniken werden im Folgenden kurz erläutert.

2.1.1 Radiosendung

Bei dieser Unterrichtstechnik wird ein naturwissenschaftliches Thema in Form eines Radiobeitrags aufbereitet. Das erfordert nicht nur eine gute inhaltliche Auseinandersetzung mit dem gewählten Thema, sondern trainiert auch die Sprach- und Medienkompetenz (Mildner et al., 2013).

Beim Erstellen einer Radiosendung erfährt man, was es heißt, als Reporter*in unterwegs zu sein. Weiter vertieft man sich in ein Thema, indem man die vorgegebenen oder selbst formulierten Leit-Interviewleitfragen recherchiert, die Inhalte aufs Wesentliche beschränkt und akustisch zur Radiosendung aufarbeitet (ebd.).

2.1.2 Werbe- und Erklärvideo

Werbe- und Erklärvideos sind kurze Videoclips, bei denen Sachverhalte möglichst einfach und verständlich aufgearbeitet beziehungsweise erklärt werden (Hakkarainen, 2011). Beim Werbevideo werden sie zusätzlich in den Kontext des Werbens gestellt.

Das Erstellen eines Erklärvideos oder Werbevideos wird im Unterricht eingesetzt, um neue, komplexe, zu Beginn zunächst schwer zu verstehende Inhalte durch gekonnte Reduktion aufs Wesentliche aufzuarbeiten. Im Schul-

buch Prisma 2 (Berset et al., 2020, S. 126–127) und in der NaTech-Toolbox (Brückmann et al., 2019, S. 38–39) werden Vorgehensweisen und Tipps für ein gutes Gelingen eines Erklärvideos thematisiert.

2.1.3 Concept-Map

Das Concept-Map ist ein grafisches Hilfsmittel, um Zusammenhänge und Beziehungen zwischen Begriffen durch beschriftete Pfeile aufzuzeigen. Das Vorgehen und das Produkt sind offen (Haugwitz & Sandmann, 2009).

Das Concept-Map dient als Diagnoseinstrument (Gerstner & Bogner, 2009), das Einblick in die kognitive Struktur gibt und das Vorwissen aufzeigt (Haugwitz & Sandmann, 2009). Es kann beim Wissenserwerb und Aufbau von Konzepten unterstützen und als Zusammenfassung dienen.

2.1.4 Chemie-Fotostory

Eine Chemie-Fotostory ist eine Dokumentation eines laborpraktischen Versuchs im Comic-Stil (Prechtl, 2007; siehe auch Legscha, Ibraj und Prechtl in diesem Band). Personen, die am Laborieren sind, werden in einem Panel, sprich einem Kästchen im Comic, dargestellt. Die gezeichneten oder fotografierten Personen kommentieren mit Sprech- und Denkblasen (Prechtl, 2007).

Die Chemie-Fotostory stellt eine Alternative zum Laborprotokoll dar (Prechtl, 2007). Sie ist sehr geeignet für sprachlich schwache Schüler*innen, weil sie sich mit Bildern und Skizzen ausdrücken können. Diese Form von Protokoll lässt zudem mehr Kreativität zu als ein üblicher Laborbericht, weil neben Fakten auch Gefühle und Kommentare zum Vorgehen Platz haben. Anhand der Fotostorys kann gut beurteilt werden, was verstanden wurde und welches Vorwissen vorhanden ist.

3 Forschungslücke und Fragestellung

Seit der Jahrtausendwende wurde eine riesige Anzahl Publikationen zum Thema Gender im Bereich Natur und Technik veröffentlicht, unter anderem auch Studien zu Unterrichtstechniken, die auf Geschlechterunterschiede fokussieren, zum Beispiel von Gerstner und Bogner (2009). Zu Unterrichtstechniken, die für alle Geschlechter geeignet sind, wurde jedoch kaum

geforscht. Um diese Forschungslücke zu schmälern, wird in diesem Artikel den folgenden Fragestellungen nachgegangen:

Fragestellung 1: Empfinden Studierende, die sich als männlich, weiblich oder divers bezeichnen, die Unterrichtstechniken (Radiosendung, Werbevideo, Concept-Map und Chemie-Fotostory) unterschiedlich motivierend, hilfreich, kooperativ und kognitiv herausfordernd?

Hypothese 1: Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Geschlechtern bei den untersuchten Unterrichtstechniken (siehe Theorie, Kapitel 2).

Fragestellung 2: Empfinden die Studierenden die untersuchten Unterrichtstechniken unterschiedlich motivierend, hilfreich, kooperativ und kognitiv herausfordernd?

Da über den Vergleich der Unterrichtstechniken wenig bekannt ist, wird ein exploratives Vorgehen ohne Hypothesen gewählt.

4 Methode

4.1 Stichprobe und Durchführung der Untersuchung

Die Studie wurde an der Pädagogischen Hochschule Luzern in drei unterschiedlichen Modulen durchgeführt ($N_{\text{tot}} = 89$). Die Befragungen fanden jeweils nach dem Einsatz der Unterrichtstechniken in einer Online-Moodle-Erhebung statt. Das Ausfüllen der Fragebogen nahm zwischen fünf und 15 Minuten in Anspruch.

Die Radiosendungen erstellten Studierende von zwei Semestern im Modul «Einführung in die Pharmazie» des MINT-Spezialisierungsfachs. Die Studierenden übernahmen die Rolle ein*er Reporter*in, die*der Fragen von Zuhörer*innen in einer Radiosendung zum Thema Antibiotika beantwortet. An der Umfrage nahmen $N = 31$ Studierende teil, 52 Prozent männlich, 48 Prozent weiblich.

Das Concept-Map und das Erstellen eines Werbevideos wurden im Modul «Bildung für nachhaltige Entwicklung» in einer Blockwoche des 8. Semesters durchgeführt. Das Concept-Map wurde eingesetzt, um Verbindungen zwischen den Inhalten herzustellen, Ideen zu strukturieren und diese fortwährend zu einer Gesamtzusammenfassung zu ergänzen. Das

Werbevideo hatte zum Ziel, für das im Verlaufe der Woche hergestellte nachhaltige Produkt zu werben. Den Fragebogen zum Concept-Map und zum Werbevideo beantworteten $N = 18$ Lehramtsstudierende, 50 Prozent männlich, 44 Prozent weiblich, 6 Prozent divers.

Die Chemie-Fotostorys wurden im Modul «Anorganische Chemie und Atombau» im 5. Semester als Alternative zum Laborprotokoll eingeführt. An der Umfrage nahmen die Lehramtsstudierenden dieses Moduls teil ($N = 40$, 46 Prozent männlich, 49 Prozent weiblich, 2.5 Prozent divers, 2.5 Prozent ohne Angabe).

Beispiele der vier Unterrichtstechniken sowie weitere Beispiele zur Chemie-Fotostory sind online vorhanden unter: hep-verlag.ch/gendersensibilisierung-natur-und-technik.

4.2 Fragebogenerstellung

Die Fragebogen zu den Unterrichtstechniken bestanden aus vier Teilen: Teil 1 – Demografische Angaben; Teil 2 – Interesse am und Motivation für das Unterrichtsfach (in dieser Studie nicht von Relevanz); Teil 3 – Unterrichtstechnik: Die Motivation (mot) wurde mit einer leicht adaptierten Skala von Maynard und Hakel (1997) und die Qualität der Kooperation zwischen den Studierenden (koop) mit einer leicht angepassten Skala von Fechner (2009) erhoben. Wie hilfreich eine Unterrichtstechnik für die Studierenden ist (hilf), wurde mit einer eigenen Skala mit vier Items erhoben. Die faktorenanalytische Prüfung dieses Konstrukts zeigte, dass die Skala für eine valide Erhebung zulässig ist ($\alpha = .79$). Bei allen Skalen wurde ein fünfstufiges Antwortformat von «trifft überhaupt nicht zu» bis «trifft voll und ganz zu» verwendet. Zur Beurteilung der kognitiven Belastung wurde die empfundene Schwierigkeit (id) und die investierte Denkanstrengung (me) mit einer leicht adaptierten Skala von Habig (2017) mit Habigs siebenstufigem Antwortformat ermittelt. Zwei offene Fragen erhoben, was den Studierenden an der Unterrichtstechnik gefällt (gefallen) und ob sie die Unterrichtstechnik für zukünftige Module empfehlen würden (empfehlen).

4.3 Datenanalyse

Die Datenanalyse erfolgte mit IBM SPSS, Version 28.0.1.1.

Frage 1: Zur Analyse der Geschlechterunterschiede wurden zweiseitige t-Tests bei unabhängigen Stichproben gerechnet. In zwei Stichproben bezeichnete sich eine Person als divers. Sie wurde wegen einer zu kleinen

Stichprobe nicht in den Signifikanztest einbezogen. Frage 2: Zur Analyse der Unterschiede der Unterrichtstechniken wurde zwischen dem Concept-Map und dem Werbevideo ein zweiseitiger t-Test bei Stichproben mit paarigen Werten durchgeführt, da die Daten derselben Stichprobe entstammen. Wegen der geringen Stichprobengröße wurde als Effektstärke Hedges g gewählt. Alle anderen Vergleiche zwischen den Unterrichtstechniken wurden mit einer ANOVA gerechnet. Die Effektstärke wurde mit Eta-Quadrat berechnet. Wegen der unterschiedlichen Varianzen und Stichprobengrößen (Field, 2013) wurde der Post-hoc-Test Games-Howell gewählt.

Die qualitativen Daten wurden inhaltsanalytisch zusammengefasst.

5 Ergebnisse

5.1 Geschlechterunterschiede

Zur Beantwortung der Frage, ob die Geschlechter die Unterrichtstechniken unterschiedlich motivierend, hilfreich, kooperativ und kognitiv herausfordernd empfinden, werden hier die Resultate der t-Tests präsentiert:

- *Radiosendung*: Zwischen den 14 Studenten und 15 Studentinnen gab es bei keiner der untersuchten Variablen signifikante Unterschiede. Auf Geschlechterunterschiede wurde untersucht, wie motivierend (mot), hilfreich (hilf), kooperativ (koop) und kognitiv herausfordernd (id, me) die einzelnen Unterrichtstechniken wahrgenommen wurden. Zudem wurden die Maturanoten/Vorkursnoten in Chemie, Biologie und Physik auf Geschlechterunterschiede untersucht.
- *Werbevideo und Concept-Map*: Zwischen den sieben Studenten und acht Studentinnen gab es bei keiner der untersuchten Variablen signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede. Untersucht wurden dieselben Variablen wie bei der Radiosendung. Die Kooperation (koop) wurde jedoch nur beim Werbevideo erhoben, weil das Concept-Map in Einzelarbeit erstellt wurde.
- *Chemie-Fotostory*: Zwischen den 19 Studenten und 20 Studentinnen gab es bei keiner der untersuchten Variablen signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede. Untersucht wurden dieselben Variablen wie bei der Radiosendung.

5.2 Unterschiede zwischen den Unterrichtstechniken

Zur Beantwortung der Frage, ob es Unterschiede zwischen den Unterrichtstechniken gibt und als wie motivierend, hilfreich, kooperativ und kognitiv herausfordernd sie von den Studierenden wahrgenommen werden, wurden Gruppenvergleiche durchgeführt. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der vier Unterrichtstechniken sind in Tabelle 1 dargestellt.

	Radiosendung		Werbevideo		Concept-Map		Chemie-Fotostory	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Motivierend (mot)	2.80	.67	3.22	.79	1.76	.99	2.99	.69
Hilfreich (hilf)	2.91	.64	2.73	1.11	2.19	1.00	2.69	.66
Kooperativ (koop)	3.72	.42	3.75	.34	----	----	3.62	.488
Empfundene Schwierigkeit (id)	1.72	.98	2.56	1.04	2.39	1.24	1.76	1.18
Investierte Denkanstrengung (me)	3.16	1.03	3.83	1.25	3.06	1.31	2.98	1.35

Legende der Antwortformate:

Bei den Skalen mot, hilf und koop: 0: trifft überhaupt nicht zu; 1: trifft eher nicht zu; 2: weder noch; 3: trifft eher zu; 4: trifft voll und ganz zu. Bei der Skala id: 0: sehr leicht bis 6: sehr schwer. Bei der Skala me: 0: sehr gering bis 6: sehr hoch.

Tab. 1: Mittelwert und Standardabweichung der Unterrichtstechniken

Beim Vergleich des Werbevideos mit dem Concept-Map konnten signifikante Unterschiede mit großen Effekten im Hinblick darauf gefunden werden, als wie motivierend (mot), $t(17) = -7.67$, $p < .001$, $g = .85$ und hilfreich (hilf), $t(17) = -2.32$, $p < .033$, $g = 1.05$ die Technik wahrgenommen wurde, wobei das Erstellen des Werbevideos signifikant motivierender und hilfreicher wahrgenommen wurde als das Concept-Map. Bei der kognitiven Herausforderung (id, me) gab es keine signifikanten Unterschiede.

Beim Vergleich zwischen der Radiosendung, dem Concept-Map und der Chemie-Fotostory konnte ein signifikanter Unterschied darin beobachtet werden, wie motivierend (mot), $F(2, 81) = 9.80$, $p < .001$, $\eta^2 = .295$ und hilfreich (hilf), $F(2, 81) = 5.13$, $p = .008$, $\eta^2 = .113$ die Unterrichtstechniken sind. Beim Post-hoc-Test zeigte sich, dass das Concept-Map signifikant weniger motivierend wahrgenommen wurde als die Radiosendung ($p = .002$)

und eine Chemie-Fotostory ($p < .001$) signifikant weniger hilfreich als die Radiosendung ($p = .031$). Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich bei der kognitiven Herausforderung (id, me).

Beim Vergleich zwischen der Radiosendung, dem Werbevideo und der Chemie-Fotostory konnte ein signifikanter Unterschied bei der empfundenen Schwierigkeit (id), $F(2, 81) = 3.91$, $p = .024$, $\eta^2 = .088$ gefunden werden. Beim Post-hoc-Test zeigte sich, dass ein Werbevideo zu erstellen signifikant als schwieriger eingeschätzt wird als eine Radiosendung ($p = .031$) und die Chemie-Fotostory ($p = .034$). Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich darin, als wie motivierend (mot), hilfreich (hilf), kooperativ (koop) und anspruchsvoll (me) die Techniken wahrgenommen wurden.

6 Diskussion

Laut Hypothese bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Geschlechtern bei der Erstellung einer Radiosendung, eines Werbevideos, eines Concept-Maps und einer Chemie-Fotostory. Die Resultate zeigen der Hypothese folgend auf, dass Studentinnen und Studenten die vier Unterrichtstechniken als ähnlich motivierend, hilfreich, kooperativ und kognitiv herausfordernd erleben, wobei die Kategorie «divers» wegen des kleinen N leider nicht in die Analyse miteinbezogen werden konnte. Die Resultate weisen somit darauf hin, dass diese Techniken für Studentinnen und Studenten gleichermaßen geeignet sind. Daraus kann man mit einer gewissen Vorsicht vermuten, dass das Kriterium der offenen Aufgabestellung aus dem Kriterienraster für geschlechtersensible Aufgabestellungen in Natur und Technik (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020) in diesen Techniken gut umgesetzt zu sein scheint.

Vergleicht man die vier Unterrichtstechniken, nehmen die Studierenden das Concept-Map als am wenigsten motivierend und hilfreich wahr. Dies könnte daran liegen, dass es sich um eine klassische Paper-Pencil-Aufgabe handelt. Vereinzelt Studierende konnten bei den qualitativen Daten nichts äußern, was ihnen an der Methode gefällt. Trotzdem empfehlen laut den qualitativen Daten die meisten Studierenden die Methode in zukünftigen Modulen beizubehalten, weil sie das Concept-Map zur fortlaufenden Ergeb-

nissicherung, zur individuellen Visualisierung von Zusammenhängen, zur Sichtbarmachung des Lernzuwachses sowie als Merkhilfe schätzen.

Die Radiosendung wird als deutlich einfacher bewertet als das Werbevideo und als motivierender und hilfreicher als das Concept-Map. Laut der offenen Antworten gefielen den Studierenden die Gruppenarbeit, das Vertonen, die technischen Aspekte, die Recherchearbeiten, die Selbstständigkeit, die Freiheit, die Kreativität, die Abwechslung, die Nähe zum Unterrichten, der Platz für Humor, das Zusammenfassen und das Mündliche. Diese Aussagen passen sehr gut zum Kriterium für geschlechtersensible Aufgabenstellungen (ebd.), welches besagt, dass problemorientierte Aufgaben geeignet sind, wenn sie offen sind und verschiedene, möglichst kreative Lösungen zulassen.

7 Fazit, Limitationen und Ausblick

Alle vier Unterrichtstechniken können laut Untersuchung als gleichermaßen geeignet für Studentinnen und Studenten bezeichnet werden. Die Chemie-Fotostory, das Werbevideo und insbesondere die Radiosendung werden sehr positiv bewertet.

Diese Studie wurde mit kleinen Stichproben durchgeführt und kann somit erste Tendenzen im Sinne einer Pilotstudie aufzeigen. Um die Stichprobe zu erhöhen, werden wir in den kommenden Modulen weitere Studierende befragen.

Literatur

- Amon, H., Lembens, A. & Wenzl, I. (2014). *Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht* (2. Aufl.). Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- Berset, T., Durrer, K., Herger, H. & Iten, M. (2020). *Prisma 2 – Natur und Technik mit Physik, Chemie, Biologie*. Baar: Klett und Balmer.
- Brovelli, D., Schmid, A. M. & Gysin, D. (2020). *Kriterien für einen geschlechtersensiblen Unterricht in Natur & Technik*. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern.

- Brückmann, M., Engel, S., Kunz, P., Möschler, L., Murer, L. & Weidele, F. (2019). *NaTech Toolbox* (1. Aufl.). Zürich: LMVZ.
- Fechner, S. (2009). *Effects of context-oriented learning on student interest and achievement in chemistry education. Studien zum Physik- und Chemielernen: Band 95*. Berlin: Logos.
- Field, A.P. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics. SAGE edge*. Los Angeles: Sage.
- Gerstner, S. & Bogner, F.X. (2009). *Concept map structure, gender and teaching methods. Educational Research*, 51(4), 425–438. <https://doi.org/10.1080/00131880903354758>.
- Habig, S. (2017). *Systematisch variierte Kontextaufgaben und Ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren. Studien zum Physik- und Chemielernen: Band 223*. Berlin: Logos. <https://doi.org/10.30819/5605>.
- Hakkarainen, P. (2011). *Promoting meaningful learning through video production-supported PBL. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1217>.
- Haugwitz, M. & Sandmann, A. (2009). *Kooperatives Concept Mapping in Biologie: Effekte auf den Wissenserwerb und die Behaltensleistung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 89–107.
- Maynard, D.C. & Hakel, M.D. (1997). *Effects of objective and subjective task complexity on performance. Human Performance*, 10(4), 303–330. https://doi.org/10.1207/s15327043hup1004_1.
- Mildner, K., Swertz, C., Hilzensauer, W. & Berger, C. (2013). *Audioproduktion als Lernform. Medienimpulse*, 51(1). <https://doi.org/10.21243/MI-01-13-07>.
- Prechtl, M. (2007). *«Chemie-Fotostory»: Ein Methodenwerkzeug auf dem Weg. Chimica et ceterae artes rerum naturae didacticae*, 33(100), 109–127.
- Stadler, H. (2004). *Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt [Dissertation]*. Wien: Universität Wien.

Diversitätssensible Wissenschaftskommunikation – visuelles Storytelling zur Brennstoffzellentechnologie mit Role Models

Yannick L. Legscha, Krenare Ibraj, Markus Prechtl

Negative Stereotype über die Naturwissenschaften und Naturwissenschaftler*innen sowie das Fehlen von passenden Role Models tragen zur Unterrepräsentanz von Frauen im MINT-Bereich bei. Für eine bessere Zugänglichkeit bedarf es neuer Kommunikationsformen. Der Beitrag setzt hier an und stellt ein Methodenwerkzeug zur Wissenschaftskommunikation für die Bildung von Lehrpersonen vor. Die Studierenden werden angeregt, wissenschaftliche Inhalte kontextualisiert durch visuelles Storytelling zu vermitteln. Visualisierungen werden hierfür mithilfe der Paper-Cut-out-Technik eigenständig erstellt und als Anlass für Reflexionen über Vermittlungs- und Diversitätsdimensionen genutzt.

1 Einleitung

Die Naturwissenschaften werden oft als trocken, langweilig, abstrakt und sehr technisch angesehen. Wissenschaftler*innen werden einerseits als intelligent und ehrgeizig, andererseits als unnahbar und wenig empathisch wahrgenommen (Spitzer & Gröger, 2018). Zusätzlich gibt es Stereotype darüber, wie Wissenschaftler*innen seien – nämlich meistens männlich, weiß, älter und mit einem bestimmten akademischen Hintergrund. Diese Assoziationen können abschreckend wirken und verhindern, dass Menschen, die nicht diesem Bild entsprechen, sich für wissenschaftliche Themen interessieren (Hannover & Kessels, 2004). Diese Stereotype und das Fehlen von Role Models beeinflussen die Partizipation von Frauen in Naturwissenschaften in Schule und Beruf. Sie sind somit ein Grund für die Unterrepräsentanz von Frauen im MINT-Bereich (González-Pérez, Mateos de Cabo & Sáinz, 2020). Fachdidaktik und Wissenschaftskommunikation stellen sich diesen Herausforderungen. Einerseits werden wissenschaftliche Erkenntnisse, Entwicklungen und Forschungsergebnisse für ein breites Publikum zugänglich gemacht, indem Methoden und Herangehensweisen der Wissenschaft verständlich präsentiert werden. Andererseits soll ein

positives Fachimage geschaffen werden, indem Stereotype abgebaut und stattdessen diverse Role Models implementiert werden. Um diese recht komplexe Zielsetzung realisieren zu können, sollte Wissenschaftskommunikation in die Bildung von Lehrpersonen eingebunden werden. In diesem Beitrag wird ein Methodenwerkzeug vorgestellt, mit dem Studierende zur Wissenschaftskommunikation und zur diversitätssensiblen Visualisierung angeleitet werden. Die Umsetzung des Role Modelings erfolgt mithilfe von Paper-Cut-outs. Dabei werden grundlegende Aspekte von Unterrichtsplanung, unter anderem Elementarisierung, Strukturierung und Modellierung, vermittelt, sowie das für die Wissenschaftskommunikation charakteristische Storytelling geschult. Zudem lernen Studierende anhand ihrer kollaborativen Entscheidungen für oder gegen bestimmte visuelle Repräsentationsformen den sensiblen Umgang mit Diversitätsdimensionen zu reflektieren.

In diesem Zusammenhang bieten sich insbesondere Themen mit sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Dimensionen, wie Technologien der Energiewende, an. Denn bei diesen Themen ist es wichtig, den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu fördern, damit alle Bürger*innen an den nachhaltigen Entwicklungsprozessen partizipieren und auf wissenschaftlichen Informationen beruhende Entscheidungen treffen können. Exemplifiziert wird dies nachfolgend anhand der Brennstoffzellentechnologie – einem Nachhaltigkeitsthema mit gesellschaftlicher Relevanz.

2 Brennstoffzellen – eine nachhaltige Technologie

Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen spielen eine wichtige Rolle beim Übergang zu einer postfossilen Gesellschaft. Sie nutzen die in der chemischen Bindung des Wasserstoff-Moleküls gespeicherte Energie, um durch direkte Umwandlung elektrische Energie zu erzeugen (Bruijn, 2005). Es gibt verschiedene Arten von Brennstoffzellen, die jeweils unterschiedliche Brennstoffe oder Reaktionsbedingungen nutzen. Die sogenannte Protonaustauschmembran-Brennstoffzelle (engl.: Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC) ist aufgrund ihres technologischen Reifegrades am weitesten verbreitet und von besonderem Interesse für den Einsatz im Verkehrs- und Mobilitätssektor (Hart et al., 2022). Die verschiedenen Komponenten der

PEMFC werden in einem sandwichartigen Aufbau zu einer Zelle angeordnet (siehe Abbildung 1).

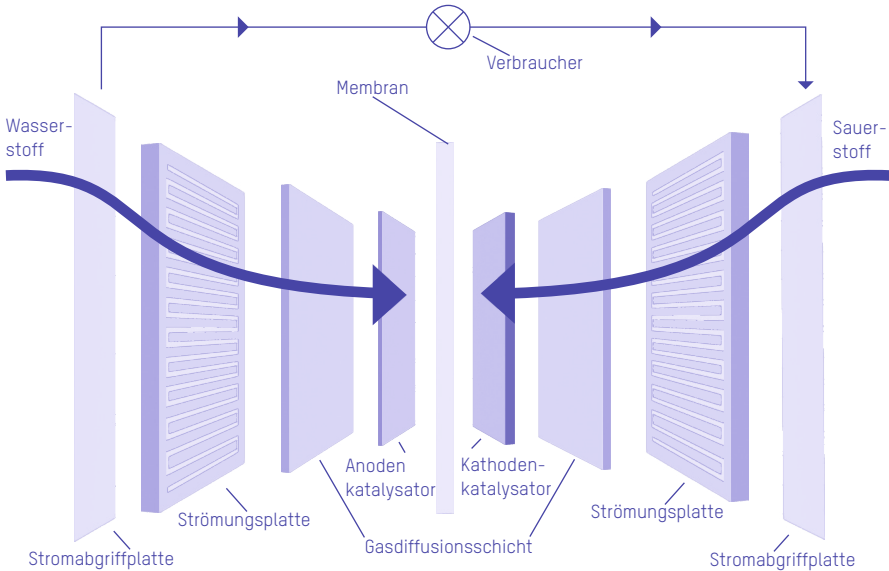


Abb. 1: Schematischer Aufbau einer Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle mit den Reaktionsschemata: Anode: $2 \text{H}_2 \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$; Kathode: $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$; Gesamt: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Während des Betriebs der PEMFC strömt Wasserstoff-Gas zur Anode, wo es am Anodenkatalysator oxidiert wird, wodurch Wasserstoff-Ionen und Elektronen entstehen. Während die Wasserstoff-Ionen durch die Elektromembran zur Kathodenseite gelangen können, ist die Membran für die Elektronen nicht permeabel. Diese werden stattdessen über einen externen Stromkreis geleitet, wodurch es zur Stromerzeugung kommt. Auf der Kathodenseite angelangt, verbinden sich die Elektronen und Wasserstoff-Ionen am Kathodenkatalysator mit dem Sauerstoff des Kathodengasstroms zu reinem Wasser. Werden Brennstoffzellen mit «grünem Wasserstoff» – also Wasserstoff aus Elektrolyse mit erneuerbaren Energiequellen – betrieben, entstehen keine Treibhausgasemissionen.

Das katalytisch aktive Material der PEMFC sind Platinanopartikel (Pt-NP). Während die Oxidation des Wasserstoffs an der Anode durch die Pt-NP ideal katalysiert wird, ist die Kinetik der Sauerstoffreduktion an der Kathode suboptimal. Um Spannungsverluste ausgleichen zu können, wird an der Kathode mehr Platin eingesetzt als an der Anode. Das Katalysatormateri-

al macht 43 Prozent der Gesamtkosten einer Brennstoffzelleneinheit aus und ist somit Hauptkostentreiber der PEMFC-Systeme (Kübler, 2021). Die Brennstoffzellentechnologie hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich verbessert, allerdings sind die Kosten des Pt-NP-Katalysators für die breite Anwendung weiterhin zu hoch (Hart et al., 2022). Platin ist ein geopolitisch kritischer Rohstoff, da sich 92 Prozent der Jahresproduktion auf drei Länder – primär Südafrika (82 Prozent) – verteilt (European Commission, 2020). Eine Erhöhung des Produktionsmaßstabs würde demnach weiter Druck auf den Weltmarkt ausüben und den Preis des Edelmetalls zusätzlich erhöhen (Bernhart et al., 2014). Dieses Spannungsfeld befördert zum einen chemisch-technische Innovationen, wie die Erforschung der Substitution von Platin auf Kathodenseite durch kostengünstigere Eisen-Stickstoff-Kohlenstoff-Katalysatoren (Kübler, 2021). Zum anderen wird hieran die Notwendigkeit von Wissenschaftskommunikation deutlich. Parallel stellt die Vermittlung der Tragweite der sozioökonomischen und ökologischen Dimensionen des Spannungsfelds eine Herausforderung für die Wissenschaftskommunikation dar. Das wissenschaftskommunikative Konzept des Storytellings setzt hier an.

3 Das Konzept des visuellen Storytellings

Storytelling hat das Potenzial, sachliche und zwischenmenschliche Bedeutungszusammenhänge deutlich zu machen sowie Sinnstrukturen zu schaffen, und ist ein Charakteristikum von Wissenschaftskommunikation (Kellermann, 2018). Storytelling hilft bei der Vermittlung von fachwissenschaftlichen Grundlagen, indem diese sinnstiftend kontextualisiert werden (Johnson, 2012). Im Kontext der Energiewende und eines nachhaltigen Verkehrs- und Mobilitätssektors kann beispielsweise die PEMFC und ihr Einsatz in Motoren für Fahrzeuge thematisiert werden. Auf diese Weise können soziale und affektive sowie ökologische Aspekte, wie menschliches Leid und Umweltzerstörung, fokussiert werden. Hierfür bedarf es allerdings einer andern Kommunikationsform als der klassischen Sprache der Wissenschaft. Visuelles Storytelling in Form von Paper-Cut-outs bietet in diesem Zusammenhang den Vorteil, sowohl Narratives als auch Fachliches darstellen zu

können (Prechtl & Legscha, 2022) sowie diversitätssensible Visualisierungen von Role Models zu realisieren.

4 Das Konzept der Paper-Cut-out-Technik

Bei der Paper-Cut-out-Technik werden ausgeschnittene Papierformen zu Flachfiguren, Objekten und Hintergründen zusammengefügt, auf einer Arbeitsfläche immer wieder neu angeordnet und abfotografiert. Die Technik lässt sich dabei in mehrere Phasen unterteilen. Zunächst werden Formen auf verschiedenfarbigem Papier vorgezeichnet, ausgeschnitten und mit Details versehen. Einzelteile werden zu Figurensammlungen sortiert, zu Objekten, wie etwa Laborequipment, oder Personen zusammengestellt und auf Hintergründen zu visuellen Designs angeordnet. Zum Fotografieren können sowohl Legetrickstudios (siehe Abbildung 2, links) als auch eine kostengünstige Variante, bestehend aus Büchern, einem Lineal und Mobiltelefon (siehe Abbildung 2, rechts), genutzt werden. Durch die Veränderung der Formen von Bild zu Bild entsteht ein dynamischer Eindruck in den Bildersequenzen. Für die Comicgestaltung werden diese Bildersequenzen digital in Panels angeordnet und durch textbasierte Elemente, wie Sprechblasen und Onomatopoesien, erweitert.



Abb. 2: Schematischer Aufbau eines Legetrickstudios (links) und einer kostengünstigen Alternative (rechts)

Das Konzept der Paper-Cut-out-Technik kann für die Seminararbeit in der Hochschullehre genutzt werden. Die Studierenden werden dazu herausgefordert, kollaborativ fachliche Inhalte für die Vermittlung in Kontexten vorzubereiten und als Comic zu gestalten. Anhand der Begutachtung der Ergebnisse im Plenum können Potenziale und Grenzen der Visualisierung reflektiert werden.

5 Das Potenzial des visuellen Storytellings

Das visuelle Storytelling mithilfe von Paper-Cut-outs bietet nicht nur das Potenzial, Versuchsaufbauten oder Laboreinrichtungen detailgetreu wiederzugeben, sondern auch technische Prozesse und Handlungen in Bilderfolgen nachvollziehbar darzustellen. Dies ist hilfreich, um die Komplexität einzelner Abbildungen zu verringern. Beispielsweise muss die Darstellung des Aufbaus einer Brennstoffzelle nicht in einem einzigen statischen Schaubild abgebildet werden (siehe Abbildung 1), sondern kann schrittweise entwickelt werden (siehe Abbildung 3). Dadurch ist es möglich, die Struktureinheiten des technischen Prozesses direkt mit den ablaufenden chemischen Reaktionen zu verknüpfen, ohne die Rezipient*innen kognitiv zu überfordern.

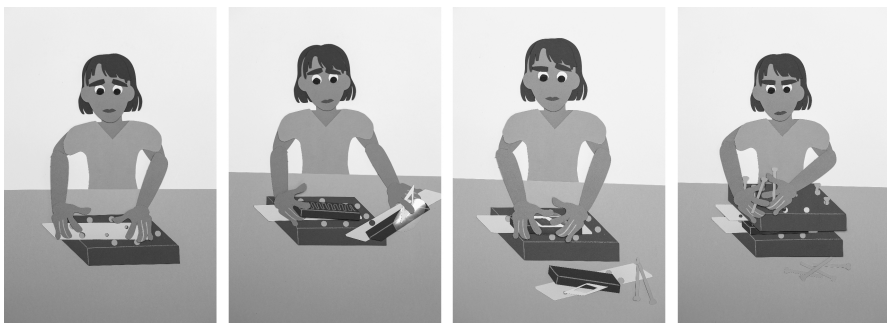


Abb. 3: Bildersequenz des Aufbaus einer Brennstoffzelle durch ein weibliches Role Model

Ein weiteres Potenzial des Konzepts liegt in der spezifischen Darstellung von Diversitätsdimensionen wie Geschlecht, Ethnie, Alter oder Behinderung. Außerdem lassen sich Personenmerkmale wie Teint, Haarfarbe, Frisur oder

Vorlieben für Accessoires abbilden (siehe Abbildung 4). Dadurch können individuelle Role Models präsentiert werden. Dies ist wichtig, da sich die Wahrnehmung von Personen, die in einem bestimmten Berufsfeld tätig sind, auf die Berufswahlentscheidungen von Jugendlichen auswirken kann (González-Pérez, Mateos de Cabo & Sáinz, 2020). Für die visuelle Gestaltung der Paper-Cut-outs bedeutet dies konkret, dass darauf zu achten ist, bestmögliche Kongruenz zwischen den antizipierten Rezipient*innen und den inszenierten Role Models zu schaffen. Die comichafte Gestaltung ist beim Identifikationsprozess keinesfalls hinderlich. Zwar führt die Stilisierung zum Wegfall von Details, dafür gestattet die Abstraktion mehr Menschen eine Identifikation (McCloud, 2021); analog zu einem Emoticon: Je stilisierter ein Gesicht ist, desto mehr Menschen repräsentiert es.



Abb. 4: Vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten von Diversitätsdimensionen und Personenmerkmalen mit der Paper-Cut-out-Technik

Zudem bietet der Gestaltungsprozess den Studierenden Anlässe zur Reflexion der gewählten spezifischen Darstellungen, da nicht nur die Entscheidung der äußerlichen Erscheinung der repräsentierten Role Models unter diversitätssensiblen Aspekten betrachtet werden, sondern auch ihre Interaktionen im gesellschaftlichen Rahmen. Die abgebildeten Interaktionen können hierarchisch oder gleichberechtigt gestaltet sein, sie können inkludieren oder

exkludieren, Rollenmuster überspitzt karikieren oder bewusst dekonstruieren, aber auch völlig neue Entwürfe von Prototypen einführen. Außerdem können über die Interaktion der Role Models in der Geschichte soziale und emotionale sowie ökologische Aspekte thematisiert werden. Darüber können gesellschaftliche Missstände in den Fokus gerückt werden, aber auch positive Gegenentwürfe realisiert werden.

Bei der Implementierung von persuasiven Botschaften ist darauf zu achten, dass die Rezipient*innen diese nicht als manipulativ auffassen, da dies zu Reaktanz führen kann. Die persuasive Kommunikation der Role Models kann mithilfe der Paper-Cut-out-Gestaltung subtil dargestellt werden. Gestisch und mimisch können so beispielsweise Selbstzweifel oder ermutigender Zuspruch visualisiert werden. Studien legen nahe, dass durch das biografische und narrative Storytelling von Comics die Empathie, emotionale Wahrnehmung und prosoziales Verhalten der Rezipient*innen gefördert werden können (Johnson, 2012).

6 Fazit

Resümierend lässt sich festhalten, dass Storytelling mithilfe der Paper-Cut-out-Technik das Potenzial hat, fachwissenschaftliche Inhalte kontextualisiert und adressat*innengerecht zu visualisieren. Darüber hinaus kann die kollaborative Gestaltung von Comics Studierende zur Wissenschaftskommunikation motivieren (Robin, Leblanc & Dumais, 2021) sowie zur Reflexion über Diversitätsdimensionen anregen. Insofern ist Wissenschaftskommunikation durch visuelles Storytelling eine Bereicherung für die Hochschullehre.

Material

Ein Tutorial zur Comicgestaltung und ein Beispiel-Comic können unter hep-verlag.ch/gendersensibilisierung-natur-und-technik, «Weitere Materialien», heruntergeladen werden.

Förderhinweis

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – Projektnummer 443703006 – SFB 1487.

Literatur

- Bernhart, W., Riederle, S., Yoon, M. & Aulbur, W.G. (2014). Fuel cells – A realistic alternative for zero emission? *Auto Tech Review*, 3(3), 18–23. <https://doi.org/10.1365/s40112-014-0568-z>.
- Bruijn, F. de (2005). The current status of fuel cell technology for mobile and stationary applications. *Green Chemistry*, 7(3), 132–150. <https://doi.org/10.1039/b415317k>.
- European Commission (2020). *Critical raw materials resilience: Charting a path towards greater security and sustainability*. Brüssel, 03.09.2020. COM(2020) 474 final.
- González-Pérez, S., Mateos de Cabo, R. & Sáinz, M. (2020). Girls in STEM: Is it a female role-model thing? *Frontiers in Psychology*, 11, 2204. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02204>.
- Hannover, B. & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>.
- Hart, D., Jones, S., Houghton, T., Cordobes, X. & Lewis, J. (2022). *The Fuel Cell Industry Review*. E4tech (Online). <https://fuelcellindustryreview.com>.
- Johnson, D.R. (2012). Transportation into a story increases empathy, prosocial behavior, and perceptual bias toward fearful expressions. *Personality and Individual Differences*, 52(2), 150–155. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.10.005>.
- Kellermann, R. (2018). *Das Storytelling-Handbuch*. Zürich: Midas.
- Kübler, M. (2021). *Developing a new synthesis strategy for Fe-N-C catalysts for the oxygen reduction reaction in proton-exchange-membrane fuel cells* [Dissertation]. Darmstadt: TU Darmstadt. <https://doi.org/10.26083/TUPRINTS-00017885>.
- McCloud, S. (2021). *Comics richtig lesen: Die unsichtbare Kunst* (H. Anders, Übers.). Carlsen Comics. Hamburg: Carlsen.

- Prechtl, M. & Legscha, Y.L. (2022). Storytelling zu Seltenerdelementen. *Plus Lucis*, (1), 11–15.
- Robin, O., Leblanc, B. & Dumais, N. (2021). Teaching science communication with comics for postgraduate students. *Frontiers in Communication*, 6, 758198. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.758198>.
- Spitzer, P. & Gröger, M. (2018). Einflussfaktoren auf chemiebezogene Berufswahlabsichten von Schülerinnen und Schülern. *CHEMKON*, 25(7), 263–268. <https://doi.org/10.1002/ckon.201800015>.

Wer schreibt Wissenschaftsgeschichte?

Tibor Gyalog, Alessandra Hool

Der Deutschschweizer Lehrplan 21 beinhaltet als Lernziel die Fähigkeit zur Beschreibung und Reflexion wissenschaftlicher Entdeckungen. Der vorliegende Beitrag argumentiert für die Schaffung und Verwendung eines gendersensiblen Kanons wichtiger Wissenschaftler*innen als Grundlage. Solch ein Kanon macht einerseits positive Rollenbilder für Mädchen sichtbar und stellt andererseits eine gleichwertige Alternative zu tradierten Überlieferungen dar, die davon ausgehen, dass die bedeutendsten Fortschritte in der Wissenschaft fast ausschließlich von einzelnen Männern erzielt wurden. Anhand von Beispielen aus der Wissenschaftsgeschichte werden Mechanismen aufgezeigt, die dazu beitragen, die Leistungen von Frauen in der Wissenschaft systematisch zu marginalisieren und abzuwerten. Autorin und Autor schlagen als alternativen Versuch der Darstellung vor, bekannte Entdeckungen der Wissenschaftsgeschichte als gemeinsame Errungenschaften von «Paaren» aus Frau und Mann zu präsentieren. Diese Darstellung von wissenschaftlichen Entdeckungsprozessen als Gemeinschaftsleistung ist eine alternative Herangehensweise, die den iterativen Charakter wissenschaftlichen Fortschritts betont. Der Artikel zeigt den subjektiven Charakter der Interpretation «wichtiger» Leistungen auf, und diskutiert den Einfluss gesellschaftlicher Normen auf die Rezeption und Anerkennung von Frauen in der Wissenschaft.

1 Motivation und Problemlage

«Le présent enveloppe le passé, et dans le passé toute l'histoire a été faite par les mâles», schrieb Simone de Beauvoir 1949 in ihrem revolutionären Werk *Das andere Geschlecht* (de Beauvoir, 1949). Wir scheinen uns derart daran gewöhnt zu haben, dass unsere Vergangenheit und Tradition zum großen Teil von Männern gemacht wurde, dass wir in einzelnen Bereichen vergessen, zu überprüfen, ob es sich dabei auch um eine unwiderrufliche Tatsache handelt oder ob wir in der Interpretation und Rezeptionsgeschichte die Fakten in diese Richtung auslegen. Die Wissenschaftsgeschichte behandelt wichtige Leistungen und die Menschen, die dahinter stehen. Im vorliegenden Beitrag möchten wir zeigen, dass in der Wissenschaftsgeschichte die tra-

dierte Interpretation mehr oder weniger wichtiger Erkenntnisse und ihrer Protagonist*innen sich leicht auch anders interpretieren lässt, was zu einer alternativen Liste der wichtigsten Menschen der Wissenschaftsgeschichte führt.

Obwohl die Förderung von Mädchen und Frauen in MINT-Fächern ein immer wieder genanntes Bildungsziel ist (WBK-N, 2022), enthält das gängige Narrativ der Geschichte von Wissenschaft kaum weibliche Vorbilder und damit überhaupt die Vorstellung, dass Frauen bedeutende wissenschaftliche Leistungen vollbringen können (Reser et al., 2022). Standardwerke zur Wissenschaftsgeschichte und didaktische Lehrmittel befassen sich selten mit Frauen: In Physikzimmern hängen heute noch Plakate mit berühmten Köpfen der Wissenschaft und der Überschrift «Bedeutende Naturwissenschaftler» – die Frauen werden bereits im Titel ignoriert (Wick, 2019). «Das Wissenschafts-Buch» aus der Reihe «Big Ideas – Einfach erklärt», eine beliebte Informationsquelle für Lehrpersonen, behandelt 118 Personen der Wissenschaftsgeschichte; davon sind 114 männlich (Farndon et al., 2015). Gleichzeitig zeigen Studien, dass Mädchen in MINT-Fächern bessere Leistungen erbringen, wenn ihre Lehrbücher Illustrationen enthalten, die auch Frauen in wissenschaftlichen Rollen zeigen (Criado-Perez, 2019).

In der Wissenschaftsgeschichte entwickeln sich Narrative bedeutender Figuren, die über Erzählungen und Bücher als Wissenschaftstradition weitergegeben werden. Neue Bücher entstehen, welche die alten Bücher und tradierten Erzählungen als Quelle nutzen. Es ist ein Ding der Unmöglichkeit, eine Auflistung der wichtigsten Menschen der Wissenschaftsgeschichte zu publizieren, die Albert Einstein nicht erwähnt: Zu sehr hat sich Einstein als Epitom des Forschers in unserem Narrativ etabliert. Bei der Frage, nach welchen Kriterien wir «wichtige Entdeckungen» oder «wichtige Wissenschaftler*innen» in unser Narrativ aufnehmen, reicht es nicht, sich auf tradierte Listen zu beziehen: Galileo, Newton, Darwin, Einstein, Curie. Es ist ein Problem für die Identifikationsmöglichkeiten junger Frauen und Mädchen, dass hier keine Rollenvorbilder vorkommen, außer eben Marie Curie: die Ausnahme, die die Regel bestätigt. Wenn es berechnete Zweifel an der Annahme und Darstellung gibt, dass Wissenschaftsgeschichte fast ausschließlich die Geschichte von Männern ist (Jaeger, 2023a), dann ist es problematisch, diese Vorstellung der nächsten Generation so weiterzugeben.

2 Ziel des vorliegenden Artikels

Wir möchten zeigen, dass sich die Wissenschaftsgeschichte als gemeinsame Leistung von Paaren darstellen lässt. Damit möchten wir anregen, unsere Wissenschaftstradition neu zu denken und die tradierten Listen «wichtiger» Wissenschaftler zu hinterfragen und Alternativen aufzuzeigen. Es ist nicht die Forderung, die Geschichte umzuschreiben, damit Mädchen und junge Frauen sich selbst besser in einer wissenschaftlichen Karriere sehen können. Vielmehr möchten wir die Interpretation der Wissenschaftsgeschichte hinterfragen und die Möglichkeit anderer Interpretationen aufzeigen. Dabei soll mit der paritätischen Darstellung nicht behauptet werden, dass die Geschichte der Wissenschaft zu gleichen Teilen von Männern wie von Frauen geschrieben wurde; dies wäre allein durch den jahrhundertelangen weitgehenden Ausschluss der Frauen aus der akademischen Bildung und Institutionen kaum wahrscheinlich (von Aretin, 2018). Es geht um einen Denkanstoß, der zeigen soll, dass unser Bild «bedeutender Wissenschaftler» nicht eine auf klaren Kriterien begründete fundierte Wiedergabe der Realität wissenschaftlicher Entdeckungen ist. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind in der Regel das Resultat eines langen Prozesses, an dem viele Menschen beteiligt waren.

Wir werden etwas jovial mit dem Begriff der Wissenschaft umgehen und uns dabei zu einem großen Teil auf die Naturwissenschaften beschränken. Das dient der Lesbarkeit und dem Ziel: Das oben angesprochene Gender-Vorbilderproblem ist in den Geistes- und Sozialwissenschaften nicht ganz so dramatisch wie in gewissen Naturwissenschaften, insbesondere in der Physik.⁴ Zudem ist es wichtig, zu beachten, dass auch die Liste, die wir vorschlagen, den kritisierten Mechanismen kultureller Normen unterliegt. Die Hervorhebung von jeweils einem Wissenschaftspaar, bestehend aus einer Protagonistin und einem Protagonisten für eine Entdeckungsgeschichte⁵, ist nur eine von vielen Möglichkeiten der Darstellung kumulativer Leistungen.

4 Nach dem schweizerischen Bundesamt für Statistik lag der Frauenanteil unter Physikstudierenden 2022 bei 25 Prozent (BfS, 2022).

5 Der Begriff «Entdeckungsgeschichte» beschreibt den wissenschaftshistorischen Prozess, der einer punktuellen Entdeckung vorausging.

3 Der Matthäus-Effekt

Die wichtigen Menschen der Wissenschaft werden nicht selten von den Vertretenden des jeweiligen Fachs als Held*innen verehrt. Große wissenschaftliche Leistungen und Paradigmenwechsel (vgl. Kuhn, 1962) wie das heliozentrische Weltbild, die Evolution der Arten oder die Relativität von Raum und Zeit werden dabei mit bestimmten Personen – Galilei, Darwin, Einstein – gleichgesetzt. Von Wissenschaftler*innen wird oft betont, sie stünden «on the shoulders of giants» (Newton, 1675); man sieht sich damit in einer Tradition berühmter Vorbilder in der jeweiligen Disziplin, deren Arbeit man rezipiert und weiterführt.

Nicht nur die wissenschaftliche Leistung, sondern auch ihre Biografien und ihre Haltung in Lebens- oder Glaubensfragen: Berühmte Wissenschaftler*innen wecken oft Interesse. Fachlehrpersonen geben dieses Interesse für die wichtigen Vertreter*innen ihres Fachs weiter. So entstehen implizit neue Vorbilder für die Schüler*innen und eine Vorstellung davon, wie Menschen sind, die Wissenschaft betreiben und darin Außergewöhnliches leisten.

Eine Definition eines historischen Ereignisses lautet, dass es aus dem Zusammenhang der Geschichte als bemerkenswertes Ereignis herausragen und als solches interpretiert und benannt werden können muss (Demandt, 2003). Was «herausragt» und was man entsprechend interpretiert und benennt, ist naturgemäß das Ergebnis einer subjektiven Einschätzung. In der kumulativen Abfolge von Erkenntnissen im Laufe der Geschichte der Wissenschaften wird einzelnen Menschen mehr Wichtigkeit beigemessen als anderen, was oft zum sogenannten «Matthäus-Effekt»⁶ führt: Einmal eingetretene Erfolge erzeugen eine erhöhte Aufmerksamkeit und fördern damit erhebliche Überbewertungen, wodurch eine kleine Anzahl von Akteur*innen den Großteil von Erfolgen für sich beansprucht, während die Mehrheit unbekannt bleibt. Übertragen auf eine Systematik der Wichtigkeit von Wissenschaftler*innen bedeutet dies, dass wichtig ist, wer irgendwann irgendwie wichtig gemacht wurde. Jede Nennung in einer Liste wichtiger Wissenschaftler erhöht die Wichtigkeit eines Wissenschaftlers weiter, weil eine Form von positiver Rückkopplung entsteht. Dadurch werden Menschen,

6 Der Matthäus-Effekt bezieht sich auf den Bibelspruch Matthäus 25,29: «Denn wer da hat, dem wird gegeben, dass er die Fülle habe; wer aber nicht hat, dem wird auch das genommen, was er hat».

die einmal als wichtig angesehen wurden, immer wichtiger. Oft beginnen sie sogar, mit der Entdeckung, zu der sie beigetragen haben, eine Art Wissenssymbiose zu bilden: Ein Wissenschaftler oder – weitaus seltener – eine Wissenschaftlerin wird in der kollektiven Wahrnehmung untrennbar mit einer Entdeckung verbunden.

Albert Einstein erlangte 1919, nach der empirischen Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie, eine durchschlagende Berühmtheit, die bis heute beständig anwächst. Kaum ein Schulkind weiß nicht, wie Einstein aussah; kaum ein Teenager kennt nicht seine Ansichten über diverse Fragen des Lebens. Einsteins Konterfei prangt auf Büchern und Postern, Tassen und T-Shirts. Natürlich hat aber auch Einstein die Relativitätstheorie nicht im Alleingang entwickelt: Die Wissenschaftsgeschichte ist eine Abfolge von Entdeckungen und Erkenntnissen, die auf vielfältige Art und Weise aufeinander aufbauen (Niiniluoto, 2019). Die zentralen Postulate der Speziellen Relativitätstheorie, die die Grundlage für Einsteins weitere Arbeiten legte, sind die Unveränderlichkeit der physikalischen Gesetze in jedem Inertialsystem und die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Beide waren bereits bekannt: Mit dem relativen Verhalten der Systeme untereinander wurde zu Einsteins Zeiten bereits seit Jahren mit den von Hendrik Antoon Lorentz entwickelten Lorentz-Transformationen gerechnet (Janssen, 2002). Trotz dieses wichtigen Beitrags ist Lorentz heute den wenigsten Menschen ein Begriff, wohingegen Einstein und die Relativitätstheorie eine Wissenssymbiose bilden.

Rosalind Franklins wissenschaftlicher Beitrag war die Entdeckung der Doppelhelix-Struktur der DNA. Zusammen mit anderen Erkenntnissen konnten Watson und Crick daraus die Struktur und Funktionsweise der DNA ableiten. Die Wichtigkeit Rosalind Franklins für unser modernes Verständnis der DNA wird ihr aber erst in den letzten Jahrzehnten zugestanden. Obschon James Watson in seinem Buch «The Double Helix» offen über seine Verletzung des wissenschaftlichen *Code of Conduct* schrieb (Watson, 1968), blieb Watson im Kanon der wichtigen Wissenschaftler*innen und scheint bis heute untrennbar mit der Entdeckung der Doppelhelix verbunden.

4 Der Matilda-Effekt und seine Mechanismen

Die amerikanische Frauenrechtlerin Matilda Joslyn Gage wies bereits im 19. Jahrhundert darauf hin, dass wissenschaftliche Leistungen von Frauen systematisch kleingeredet werden (Lamm, 2023). Die amerikanische Wissenschaftshistorikerin Margaret W. Rossiter gab diesem Phänomen hundert Jahre später Gages Namen (Rossiter, 1993). Seither wird diese genderspezifische Kehrseite des Matthäus-Effekts als Matilda-Effekt bezeichnet (Reeder et al., 2012). Verschiedene Mechanismen des Matilda-Effekts lassen sich in diesem Zusammenhang in der Wissenschaftsgeschichte beobachten.

4.1 Zuschreibung der «wichtigen» Leistung an einen Mann

Henrietta Swan Leavitt war eine US-amerikanische Astronomin, die veränderliche Sterne beobachtete und katalogisierte. Aufgrund der damaligen Restriktionen, die Frauen den Gebrauch von Teleskopen untersagten, musste sie sich bei ihren Beobachtungen auf die Auswertung von Fotografien beschränken. Dennoch entdeckte sie im Jahr 1912 die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung bei Cepheiden, einer Art von pulsierenden Sternen (Johnson, 2006). Als Edwin Hubble 1920 Cepheiden identifizierte, die Millionen Lichtjahre entfernt lagen, wies er mithilfe des Modells von Leavitt nach, dass es sich dabei um Sterne in anderen Galaxien handelte. Dadurch kam er zu dem Schluss, dass andere Galaxien deutlich weiter entfernt sind, als man dachte, und dass weiter entfernte Galaxien sich schneller von uns entfernen (Resnick, Pinkerton & Northrop, 2017).

Das Zusammenspiel von Otto Hahn und Lise Meitner funktionierte ähnlich. Hahn entwickelte – aufbauend auf den Arbeiten Enrico Fermis – ein Experiment, mit welchem die Produkte des Neutronen-Beschusses von Uran nachgewiesen werden konnten. Daraus leitete Meitner die wissenschaftliche Erkenntnis ab, dass beim Neutronen-Beschuss von Uran nicht nur die bekannten Zerfälle stattfinden, sondern dass sich der Kern sogar spalten lässt (Rennert & Traxler, 2015). Im Jahr 1944 wurde jedoch ausschließlich Hahn der Nobelpreis für die Entdeckung der Spaltung schwerer Atomkerne zugesprochen (Epp, 2023).

Entscheidet man sich dafür, dass die resultierende Theorie wichtig ist, sind Meitner und Hubble wichtig, entscheidet man sich für die zugrunde liegende experimentelle Entdeckung, sind Hahn und Leavitt wichtig. In

den Büchern finden wir aber vor allem die beiden Männer Hahn und Hubble. Henrietta Leavitts Beitrag zur Kosmologie wird kleingeredet, weil sie «nur» die Technik bereitgestellt hat, um die Distanzen zu den Galaxien zu bestimmen. Lise Meitners Beitrag wird kleingeredet, weil sie die technische Grundlage für ihre Erkenntnisse nicht erbracht hat.

4.2 Umdeutung der Leistung

Ein weiterer Mechanismus der Marginalisierung wissenschaftlicher Leistungen von Frauen ist die Umdeutung der Leistung in einen Kontext klassisch «weiblicher» Motivationen und Eigenschaften. Hierbei werden statt der wissenschaftlichen Leistung die feminine Motivation und Struktur der zugrunde liegenden Arbeit betont.

Die deutsche Astronomin Caroline Herschel hatte im 18. Jahrhundert das Glück, dass sie die Schule besuchen und lesen und schreiben lernen durfte. Sie entschied sich gegen eine Ehe und die Laufbahn einer Sängerin und widmete sich dafür gemeinsam mit ihrem Bruder Wilhelm der Astronomie (Westhoff, 2023). Herschel trug durch ihre Arbeit wesentlich zum astronomischen Wissen bei. Sie veröffentlichte Abhandlungen in den *Philosophical Transactions* und entdeckte vierzehn Nebel. Zudem berechnete sie Hunderte von ihnen und begann einen umfangreichen Katalog für Sternhaufen und Nebelflecken anzufertigen, die heute als Deep-Sky-Objekte bekannt sind (Johnson-Roehr, 2022). Wir können davon ausgehen, dass es Caroline Herschels Faszination für wissenschaftliche Fragen war, die sie dazu brachte, eine für die Frau ihrer Zeit so unüblichen Lebensweg einzuschlagen. Gemäß den damaligen gesellschaftlichen Erwartungen betonte sie zu Lebzeiten stets ihre eigene Bedeutungslosigkeit und begegnete jedem Hinweis auf ihre eigene Leistung als Verdienst ihres Bruders (Feyl, 1984) – wohl eine Notwendigkeit, um nicht in den Verdacht zu geraten, mit den Männern in Konkurrenz treten zu wollen. Bei Wikipedia liest man jedoch auch noch heute zu Wilhelm Herschel: «Ohne die selbstlose Mithilfe seiner Schwester Caroline wären diese [Stern-]Kataloge nicht zustande gekommen.»⁷ Damit wird Caroline Herschels Leidenschaft für Astronomie in eine «typisch weibliche» Motivation der Fürsorge umgedeutet; die «Selbstlosigkeit» impliziert, dass ihr Antrieb nicht etwa ein eigenes Interesse an wissenschaftlichen Themen war, sondern der Aufopferung für ihren Bruder entsprang.

⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Herschel [15.09.2023].

4.3 Ablenkung von der Leistung

Neben der Umdeutung der wissenschaftlichen Motivation von Frauen als Fürsorge in ihrer Rolle als Mütter, Schwestern oder Ehefrauen werden Wissenschaftlerinnen in der öffentlichen Wahrnehmung oft in Bezug auf die Erfüllung von Erwartungen im Hinblick auf weibliches Verhalten beurteilt. Damit wird der Fokus von der wissenschaftlichen Leistung wegbewegt, die dadurch oft in den Hintergrund tritt.

So verfolgte die Öffentlichkeit nach dem Tod ihres Ehemanns, Pierre Curie, mit großem Interesse Marie Curies Verbindung mit dem verheirateten Kollegen Paul Langevin – eine regelrechte Hetzjagd entstand und das «skandalöse Verhältnis» erregte wesentlich mehr Aufmerksamkeit als die Verleihung des zweiten Nobelpreises an Marie Curie (Goldsmith, 2010). Rosalind Franklin blieb der Öffentlichkeit nach James Watsons Schilderung als hysterische «Rosy» in Erinnerung, die vielleicht etwas aus sich hätte machen können, wenn sie nur die Brille abgenommen und sich eine schickere Frisur zugelegt hätte (Watson, 1968). Emmy Noether wurde von Kollegen «der Noether» genannt, um herauszustreichen, dass sie wenig Wert auf feminine Kleidung legte (Kimberling, 1972).⁸ Die junge Informatikerin Katie Bouman, deren Arbeit 2019 maßgeblich das erste auf gemessenen Daten beruhende Bild eines Schwarzen Lochs ermöglichte, wurde im Netz angefeindet, da sie angeblich Leistungen für sich beansprucht, die von einem männlichen Kollegen erbracht wurden – obwohl Katie Bouman stets die Leistung des ganzen Teams herausgestrichen hatte (Stern, 2016).

Die Vielfalt der aufgeführten Beispiele wissenschaftlicher Leistungen von Frauen zeigen, dass das eingangs erwähnte Zitat von Simone de Beauvoir nicht kompromisslos korrekt sein kann, auch wenn es die kollektive Wahrnehmung gut wiedergibt. In der Bildung auf Sekundarstufe sollte daher mit Blick auf die Frauenförderung das Stereotyp, Naturwissenschaften seien ausschließlich männliche Domänen, aufgeweicht werden.

⁸ In der englischsprachigen Wikipedia wird diese durch den Mathematiker Pavel Alexandrow entstandene «Maskulinisierung» Noethers noch heute als Zeichen des Respekts gedeutet: https://en.wikipedia.org/wiki/Emmy_Noether [15.09.2023].

5 Eine alternative Liste der wichtigsten Menschen der Wissenschaftsgeschichte

Für Lehrpersonen der Sekundarstufe I wird gegenwärtig eine Broschüre mit 22 Doppelseiten erstellt, die 22 Männer und 22 Frauen sowie ihre gemeinsame wissenschaftliche Leistung zeigt (Gyalog & Hool, 2023). Die Broschüre gilt an der Pädagogischen Hochschule Nordwestschweiz ab 2024 als prüfungsrelevante Grundlage zum Lernziel NT.1.1 des Deutschweizer Lehrplans 21.⁹

Die wissenschaftlichen Einzelleistungen dieser Paare wurden als Teil einer größeren wissenschaftlichen Erkenntnis interpretiert. Bei Ehe- oder Geschwisterpaaren oder eng zusammenarbeitenden Kolleg*innen brauchte es für eine Darstellung als gemeinsam Forschende wenig Fantasie; etwas abenteuerlicher wird es bei Paaren, die sich niemals gekannt, vielleicht nicht einmal zur gleichen Zeit gelebt, aber vergleichbare Beiträge zu einem Wissenschaftsfeld geleistet haben. Nichtsdestotrotz zeigt die Zusammenstellung, dass es durchaus möglich ist, die modernen Naturwissenschaften als kumulative Folge von Erkenntnissen von (Wissenschaftler*innen-)Paaren zu beschreiben. Einige der vom Autor und der Autorin zusammengestellten Wissenschaftler*innenpaare werden in den folgenden Kapiteln präsentiert.

Wir erheben damit nicht den Anspruch auf alleinige Richtigkeit dieses Ansatzes. Im Gegenteil, wir möchten dazu anregen, auch andere Versuche zu unternehmen, den Fokus bei unserer Interpretation der Wissenschaftsgeschichte zu öffnen. So ist beispielsweise unsere Liste eine rein westlich geprägte Lesart der Geschichte bedeutender Entdeckungen, welche die wichtigen Errungenschaften anderer Kulturen – wie des arabischen oder asiatischen Kulturkreises – vollkommen außer Acht lässt. Statt einer Darstellung von Paaren könnte man zudem auch eine andere Anzahl von Personen vorstellen. Wichtig erscheint uns, dass die kumulative Natur wissenschaftlicher Erkenntnis in der Didaktik der Naturwissenschaften sichtbar wird, ohne auf einzelne spannende Episoden der Wissenschaftsgeschichte und Protagonist*innen als Identifikationsfiguren zu verzichten. Unsere Liste dient damit als ein erster Ansatz, um Traditionen infrage zu stellen.

9 «Die Schülerinnen und Schüler können Wege zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse beschreiben und deren kulturelle Bedeutung reflektieren» (D- EDK, 2014).

Wir stellen nachstehend einige Paare mit unterschiedlichem Hintergrund und in unterschiedlichen Konstellationen vor und beleuchten die Rezeption ihrer wissenschaftlichen Leistung kritisch.

5.1 Paare im engsten Sinn

Unter Paaren im engsten Sinn verstehen wir Menschen, die nicht nur gemeinsam Wissenschaft betrieben, sondern auch privat ein Paar bildeten. Marie Curie erlangte weltweite Bekanntheit durch ihre bahnbrechenden Forschungen zur Radioaktivität und wurde die erste Frau, die den Nobelpreis erhielt (Goldsmith, 2010). Sie arbeitete eng mit ihrem Mann Pierre Curie zusammen, mit dem sie ihre wissenschaftliche Leidenschaft teilte. Das Paar führte gemeinsame Experimente zur Erforschung der Radioaktivität durch und entwickelte zusammen neue Forschungsmethoden. Pierre Curie förderte die Karriere seiner Frau und setzte sich für die Anerkennung ihrer Leistungen ein. Die gemeinsame Tochter Irène Joliot-Curie führte das Erbe ihrer Eltern fort und machte ebenfalls bedeutende wissenschaftliche Entdeckungen: Gemeinsam mit ihrem Ehemann Frédéric Joliot gelang es ihr, nicht-radioaktive Elemente in radioaktive umzuwandeln. Dies hatte weitreichende Auswirkungen auf die Kernphysik und führte zur Entwicklung von Atomreaktoren und der Kernenergie (Meichsner, 2006). Ein weiteres Beispiel eines «Paares» sind die Geschwister Caroline und Wilhelm Herschel, die zusammen lebten und arbeiteten (Johnson-Roehr, 2022). Die wissenschaftliche Tätigkeit des Bruders und seine Bereitschaft, eine Frau als ebenbürtige Partnerin zu sehen und zu fördern, ermöglichte es Caroline Herschel, bedeutende wissenschaftliche Leistungen zu erbringen.

In diesen Lebens- und Wissenschaftspartnerschaften war es jeweils gelungen, bedeutende gemeinsame Forschungsleistungen zu erbringen. Oft war es die Verbindung zum Partner, die der Frau eine wissenschaftliche Betätigung überhaupt erst ermöglichte.

5.2 Paare als Arbeitskolleg*innen

Als Paare im weiteren Sinn bezeichnen wir Arbeitskolleg*innen, die gemeinsam an einem wissenschaftlichen Thema arbeiteten, aber keine partnerschaftliche oder familiäre private Beziehung führten – wie etwa Charles Babbage und Ada Lovelace. Die Beziehung zwischen Babbage und Lovelace drehte sich um ihr gemeinsames Interesse an Rechenmaschinen, den Vorläufern der heutigen Computer. Sie korrespondierten ausführlich

und arbeiteten gemeinsam an der Entwicklung und dem Verständnis der Rechenmaschine. Lovelace erkannte 1843 als Erste das bahnbrechende Potenzial einer solchen Maschine. Ihre Einblicke in deren Fähigkeiten und ihre visionären Vorstellungen über die Möglichkeiten der Datenverarbeitung legten den Grundstein für zukünftige Entwicklungen in der Informatik. Die Beziehung zwischen Charles Babbage und Ada Lovelace war eine fruchtbare Zusammenarbeit, die Babbages Vision von Rechenmaschinen mit Lovelaces mathematischen und analytischen Fähigkeiten vereinte (Hurt, 2017).

Andere Paare arbeiteten nicht direkt zusammen, kannten sich aber und standen in Kontakt, wie etwa Albert Einstein und Emmy Noether (siehe Abbildung 1). Beide lieferten einen wesentlichen Beitrag zu einem neuen Verständnis der Grundpfeiler der Physik, indem sie die scheinbar trivialen Rollen von Raum, Zeit und Symmetrie neu definierten (Jaeger, 2023b). So verstehen wir Raum und Zeit heute als relativ, und deren Symmetrien bilden die Ursache für Energie- und Impuls-Erhaltung. Obwohl die Arbeit von Einstein zur Relativität von Raum und Zeit einerseits und die Arbeiten von Noether zum Zusammenhang von Symmetrie und Erhaltungsgröße andererseits (Neuenschwander, 2017) in verschiedenen Disziplinen angesiedelt war, gab es zwischen den beiden einen wissenschaftlichen Austausch und eine gegenseitige Wertschätzung (Hsu, 2000). Und obwohl Einstein in der Öffentlichkeit seine Bewunderung für Noethers Arbeit ausdrückte (Siegmond-Schultze, 2007), fand ihr Name bisher kaum den Weg in die Wissenschaftsgeschichtsbücher. Ähnlich verhielt es sich mit Edwin Hubble und Henrietta Leavitt. Sie hatten eine wichtige wissenschaftliche Beziehung, die eng mit der Erforschung des Universums und insbesondere der Entdeckung der Hubble-Leavitt-Gesetze verbunden war (Johnson, 2006). Die Beziehung war eine Verbindung zwischen Leavitts grundlegenden Entdeckungen über Cepheiden und Hubbles revolutionären Erkenntnissen über die Ausdehnung des Universums. Ihre gemeinsamen Erkenntnisse haben das Feld der Astrophysik und unser Verständnis des Universums maßgeblich geprägt.

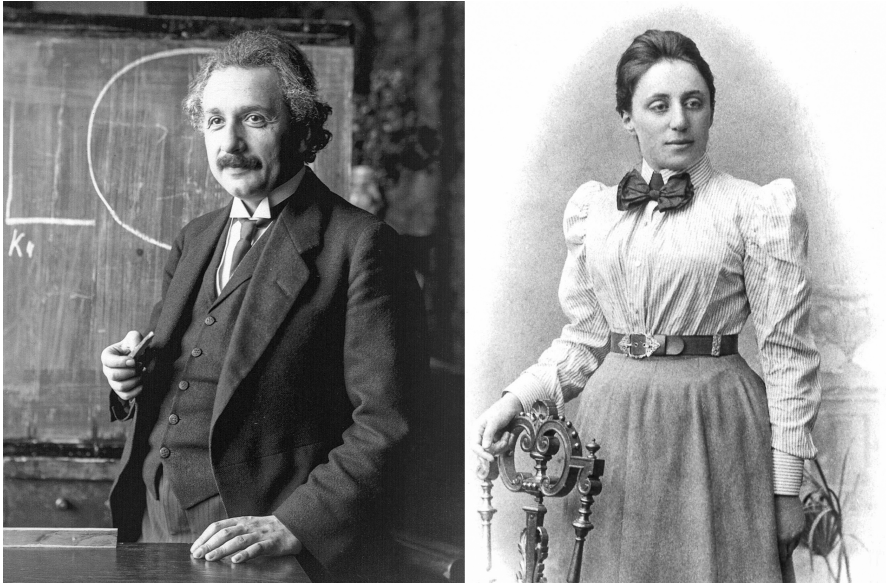


Abb. 1: Ein «Paar» – Albert Einstein und Emmy Noether haben zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Vorstellungen von Raum, Zeit und Symmetrie auf den Kopf gestellt (Bilder: Wikimedia Commons, gemeinfrei)

5.3 Paare im weiten Sinn

Nicht immer müssen sich Menschen gekannt haben, um einen Anteil an einer größeren Entdeckung zu haben. Emilie du Châtelet ist Isaac Newton nie begegnet, hat aber sein Werk übersetzt und kommentiert und selbst wichtige Beiträge zu Energie, Mechanik und Optik geleistet (Böttcher, 2013). Stephanie Kwolek war erst acht Jahre alt, als Thomas Edison starb. Beide taten sich hervor als herausragende Erfinder und Innovatoren, die kreativ die Eigenschaften von Materialien veränderten und nutzten.

Edison verbesserte – aufbauend unter anderem auf den Arbeiten von Humphry Davy – das Design und die Technologie der Glühlampe entscheidend und machte sie kommerziell erfolgreich. Er und sein Team entwickelten Methoden zur Herstellung von Wolframfilamenten, die die Produktion langlebiger und effizienterer Glühlampen möglich machte (Morris, 2019). Kwolek entdeckte das Aramidfaser-Material und entwickelte es mit ihrem Team weiter zu Kevlar, einem vielseitigen und extrem starken Material mit breiter Anwendungspalette. Kwoleks Entdeckung revolutionierte zahlreiche Industriezweige wie die Luft- und Raumfahrtindustrie und den Fahrzeugbau (Stewart, 2008). Sowohl Edison als auch Kwolek können als Pioniere in der

industriellen Anwendung von Materialien gesehen werden – Leistungen, die in einem größeren Rahmen der Forschung und Entwicklung mit weiteren bekannten und weniger bekannten Vertreter*innen erfolgten.

5.4 Der Umgang mit «toxischen Paaren»

Es gibt viele Beispiele von wissenschaftlichen Paarungen, in denen die Leistungen der Frau bereits von – direkten oder indirekten – Arbeitskolleg*innen marginalisiert wurden, und/oder die Leistung automatisch den männlichen Kollegen zugeschrieben werden. Maurice Wilkins etwa war der Arbeitskollege von Rosalind Franklin und erhielt 1962 gemeinsam mit James Watson und Francis Crick den Nobelpreis für die Entdeckung der Doppelhelix. Die drei hatten sich die Forschungsergebnisse Rosalind Franklins systematisch angeeignet, ohne Franklins Beitrag angemessen zu würdigen (Markel, 2021). Da den Autor*innen die individuelle Leistung von Francis Crick neben der von Rosalind Franklin für die Entdeckung der Doppelhelix am relevantesten erschien, haben wir ihn als «Partner» für unsere Liste gewählt.

Otto Hahn wird die Entdeckung der Kernspaltung zugeschrieben. Die von ihm 1938 durchgeführten Bestrahlungsexperimente und Analyse der Produkte führten zu einem damals unverständenen Resultat, welches erst später durch Lise Meitner als Kernspaltung erklärt wurde (Sime, 1996). Da mit ähnlichen Experimenten vermutlich auch Enrico Fermi bereits eine Kernspaltung erzeugte, deren Produkte er aber nicht identifizieren konnte, haben wir Lise Meitner mit Enrico Fermi gepaart. Die Leistung von Lise Meitner ist unbestritten, obschon sie im Gegensatz zu Hahn und Fermi trotz 49 Nominationen nie einen Nobelpreis erhielt (Jungk, 1956).

In den meisten biologischen Lehrbüchern wird behauptet, dass Thomas Hunt Morgan die erste Lokalisierung von Genen bei der Fruchtfliege *Drosophila* durchführte; tatsächlich war es seine Mitarbeiterin Nettie Stevens, die die Fruchtfliege in Morgans Labor einführte und zu einem bevorzugten Forschungsobjekt machte (Brush, 1978). Ihre Erkenntnisse über Vererbung stellen wir in unserer Liste den Entdeckungen Gregor Mendels zur Vererbungslehre gegenüber. Für ihre bahnbrechenden Arbeiten zur Detektion von Alphateilchen und Protonen erhielten nicht Marietta Blau und ihre Mitarbeiterin Hertha Warmbacher – die unter anderem von Erwin Schrödinger dafür vorgeschlagen wurden – sondern der britische Physiker Cecil Powell 1950 den Nobelpreis (Rosner & Strohmeier, 2003). Marietta Blau haben wir

in unserer Liste mit Peter Higgs, einem anderen wichtigen Vertreter der Teilchenphysik, gepaart.

6 Diskussion

Eine zwingend logische Gewichtung und eine systematische Berechnung von Wichtigkeit für wissenschaftliche Erkenntnisprozesse existieren nicht. Existierende Gewichtungen «bedeutender Wissenschaftler» sind daher nicht falsch. Sie sind aber den beschriebenen Matilda- und Matthäus-Effekten unterworfen und suggerieren damit, dass berühmte wissenschaftliche Leistungen fast ausschließlich Einzelleistungen von Männern sind. Es ist möglich, die Gewichtungen anders vorzunehmen und den Fokus in unserem Narrativ wissenschaftlicher Entdeckungsprozesse auf kumulative Leistungen zu legen. Solch ein Fokus bringt neue Protagonist*innen der Wissenschaftsgeschichte zutage. Wir haben gezeigt, dass sich wissenschaftliche Errungenschaften als Leistung von Paaren auflisten lässt, also als eine alternative Art, die Wissenschaftsgeschichte darzustellen.

Auch unsere Interpretation der historischen Fakten und unsere Gewichtung unterliegt unserem persönlichen Narrativ; unter anderem reflektiert sie den Eurozentrismus unserer Wahrnehmung «wichtiger» wissenschaftlicher Erkenntnisse. Wir möchten aber festhalten, dass unser Ansatz nicht weniger systematisch ist als der kanonische Ansatz, welcher im Wesentlichen eine etablierte Tradition widerspiegelt. Durch die Verknüpfung wissenschaftlicher Leistung mit den Beiträgen von jeweils zwei Menschen wird zudem die «Wissenssymbiose» von einer Erkenntnis mit einem einzelnen Protagonisten zumindest teilweise aufgeweicht und die kumulativen Leistungen hinter wissenschaftlichen Entdeckungsprozessen stärker gewürdigt. Es wäre interessant, den Versuch zu unternehmen, eine in sich geschlossene Systematik auf der Basis von – wenn auch nicht objektiven, so doch zumindest definierten – Kriterien zu entwickeln und davon ausgehend dann eine Liste der wichtigsten Menschen der Wissenschaftsgeschichte zu erstellen. Auch wenn es zweifelhaft ist, dass solch ein Kriterienkatalog weltweit Beachtung fände und genutzt würde, wäre es ein Schritt zur Sichtbarmachung weniger bekannter Wissenschaftler*innen und so vielleicht zur Etablierung neuer und diverserer Vorbilder.

Literatur

- Aretin, F. von (2018). *Mit Wagemut und Wissensdurst. Die ersten Frauen in Universitäten und Berufen*. Berlin: Sandmann.
- Beauvoir, S. de (1949). *Le Deuxième Sexe – Les Faits et les Mythes*. Paris: Éditions Gallimard.
- Böttcher, F. (2013). *Das mathematische und naturphilosophische Lernen und Arbeiten der Marquise du Châtelet (1706–1749). Wissenszugänge einer Frau im 18. Jahrhundert*. Frankfurt/Main: Springer Spektrum.
- Brush, S. G. (1978). Nettie Stevens and the discovery of sex determination by chromosomes. *Isis*, 69(2), 162–172.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2022). *Studierende an den Hochschulen 2021/2022*. <https://www.bfs.admin.ch/news/de/2022-0046>.
- Criado-Perez, C. (2019). *Invisible women – Exposing data bias in a world designed for men*. London: Abrams.
- Demandt, A. (2003). Was ist ein historisches Ereignis? In N. Müller-Schöll (Hrsg.), *Ereignis – eine fundamentale Kategorie der Zeiterfahrung. Anspruch und Aporien*. Frankfurt/Main: Transcript. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/22518/1/1007638.pdf#page=64> [11. 09. 2023].
- Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz, D-EDK (2014). *Lehrplan 21*. <http://lehrplan21.ch> [11. 09. 2023].
- Epp, E. (2023). Lise Meitner war 49 Mal für den Nobelpreis nominiert – sie ging immer leer aus. *Stern.de*, 05. 02. 2023. <https://www.stern.de/panorama/wissen/geschichte/lise-meitner-war-49-mal-fuer-den-nobelpreis-nominiert---und-ging-immer-leer-aus-33108060.html> [11. 09. 2023].
- Farndon, J., Green, D., Harvey, D., Johnson, P., Palmer, D., Parker, S. & Sparrow, G. (2015). *Big Ideas – Das Wissenschafts-Buch. Naturwissenschaft einfach erklärt*. London: Dorling Kindersley.
- Feyl, R. (1984). *Der lautlose Aufbruch. Frauen in der Wissenschaft*. Berlin: Neues Leben.
- Goldsmith, B. (2010). *Marie Curie: Die erste Frau der Wissenschaft*. München: Piper.
- Gyalog, T. & Hool, A. (2023). *Berühmte Wissenschaftler:innen und ihre Entdeckungen*. In Vorbereitung.
- Hsu, J.-P. (2000). *Einstein's relativity and beyond: New symmetry approaches*. Singapur, River Edge: World Scientific.

- Hurt, A. E. (2017). *Ada Lovelace: Computer programmer and mathematician*. New York: Cavendish Square.
- Jaeger, L. (2023a). *Geniale Frauen in der Wissenschaft: Versteckte Beiträge, die die Welt verändert haben*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Jaeger, L. (2023b). *Emmy Noether. Ihr steiniger Weg an die Weltspitze der Mathematik*. Konstanz: Südverlag.
- Janssen, M. (2002). Reconsidering a scientific revolution: The case of Einstein versus Lorentz. *Physics in Perspective*, 4, 421–446. <https://doi.org/10.1007/s000160200003>.
- Jungk, R. (1956). *Heller als tausend Sonnen. Das Schicksal der Atomforscher*. Bern, Stuttgart, Wien: Scherz.
- Johnson, G. (2006). *Miss Leavitt's stars: The untold story of the woman who discovered how to measure the universe*. New York: Norton.
- Johnson-Roehr, S.N. (2022). Caroline Herschel claims her comet. *JSTOR Daily*, 27. 08. 2022. <https://daily.jstor.org/caroline-herschel-claims-her-comet/> [11. 09. 2023].
- Kimberling, C. H. (1972). Emmy Noether. *The American Mathematical Monthly*, 79(2).
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lamm, L. (2023). Der Matilda-Effekt. Wie Frauen in der Wissenschaft unsichtbar werden. *National Geographic*, 10. 02. 2023. <https://www.nationalgeographic.de/geschichte-und-kultur/2023/02/diskriminierung-der-matilda-effekt-wie-frauen-in-der-wissenschaft-unsichtbar-werden> [11. 09. 2023].
- Markel, H. (2021). *The secrets of life: Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, and the discovery of DNA's double helix*. New York: Norton.
- Meichsner, I. (2006). *Von trügerischer Hoffnung auf Frieden erfüllt*. Deutschlandfunk, 17. 03. 2006. <https://www.deutschlandfunk.de/von-truegerischer-hoffnung-auf-frieden-erfuellt-100.html> [11. 09. 2023].
- Morris, E. (2019). *Edison*. New York: Random House.
- Neuenschwander, D. E. (2017). *Emmy Noether's wonderful theorem*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Newton, I. (1675). *Letter from Sir Isaac Newton to Robert Hooke*. Historical Society of Pennsylvania, <https://discover.hsp.org/Record/dc-9792/Description#tabnav> [11. 09. 2023].
- Niiniluoto, I. (2019). Scientific progress. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-progress/> [11. 09. 2023].

- Reeder, H., Pyke, P. A., Lubamersky, L., Chyung, S. Y. & Schrader, C. B. (2012). *Perceptions about women in science and engineering history*. Boise: Boise State University. https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1031&context=ipt_facpubs [11. 09. 2023].
- Rennert, D. & Traxler, T. (2018). *Lise Meitner: Pionierin des Atomzeitalters*. Salzburg: Residenz.
- Resnick, B., Pinkerton, B. & Northrop, A. (2023). How scientistis discovered the universe is really freaking huge. Edwin Hubble's name is everywhere. Henrietta Leavitt's should be too. *Vox.com*, 19. 01. 2023. <https://www.vox.com/unexplainable/22547100/henrietta-leavitt-cosmic-ruler-podcast> [11. 09. 2023].
- Reser, A., McNeill, L., Krabbe, W. & Werner, H. (2022). *Frauen, die die Wissenschaft veränderten: Von der Antike bis zur Gegenwart*. Bern: Haupt.
- Rosner, R. & Strohmeier, B. (Hrsg.) (2003). *Marietta Blau – Sterne der Zertrümmerung. Biographie einer Wegbereiterin der modernen Teilchenphysik*. Wien: Böhlau.
- Rossiter, M. W. (1993). The Matthew Matilda effect in science. *Social Studies of Science*, 23(2). <https://doi.org/10.1177/03063129302300200>.
- Siegmund-Schultze, R. (2007). Einsteins Nachruf auf Emmy Noether in der New York Times 1935. *Mitteilung der DMV*, 17(4), 221–227.
- Sime, R. L. (1996). *Lise Meitner – a life in physics*. Berkeley: University of California Press.
- Stern (2016). Sexismus: Die junge Frau, die das schwarze Loch fotografierte, wird im Netz angefeindet. *Stern.de*, 17. 04. 2019. <https://www.stern.de/neon/wilde-welt/gesellschaft/sexismus-im-netz--warum-die-junge-wissenschaftlerin-katie-bouman-attackiert-wird-8670870.html> [15. 09. 2023].
- Stewart, G. B. (2008). *Stephanie Kwolek: Creator of Kevlar*. New York: Greenhaven Press.
- Watson, D. (1968). *The double helix: A personal account of the discovery of the structure of DNA*. New York: Atheneum.
- WBK-N (2022). *Bericht und Strategie zur Steigerung des Frauenanteils in MINT-Berufen*. Postulat 22.3878 vom 30. 06. 2022.
- Westhoff, A. (2023). Caroline Herschel – zu Lebzeiten ein Star der Astronomie. *Deutschlandfunk.de*, 9. 01. 2023. <https://www.deutschlandfunk.de/caroline-herschel-astronomin-100.html> [15. 09. 2023].

Wick, H. (2019). Wie Frauen der Spaß an MINT-Fächern verdrängt wird. *Spektrum.de*, 20.08.2019. <https://www.spektrum.de/kolumne/frauen-wuerden-mint-faechern-nutzen-aber-sexismus-und-rollenklischees-halten-sie-ab/1668960> [15.09.2023].

Material

Die Liste der Wissenschaftspaare kann unter hep-verlag.ch/gendersensibilisierung-natur-und-technik, «Weitere Materialien», heruntergeladen werden.

Von Dingen und Menschen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Albert Zeyer

Menschen interessieren sich einerseits für Dinge (things-orientation), und möchten deren Zusammenspiel voraussagen und beeinflussen (systemizing). Andererseits interessieren sie sich auch für Menschen (people-orientation) und möchten deren Gefühle und Gedanken verstehen (empathizing). Da sich eine Mehrheit der Frauen und eine recht große Minderheit der Männer als Menschen-orientiert und empathisierend einschätzt, fühlen sich diese Menschen von den Dinge-orientierten, systematischen Naturwissenschaften und MINT-Berufen nur beschränkt angezogen. Naturwissenschaftlicher Unterricht, der *alle* Schüler*innen motivieren will, muss daher mehr sein als nur ein Spiegel der Naturwissenschaften. Er sollte gezielt neben den naturwissenschaftlichen Themen auch Menschen-orientierte Kontexte einbeziehen. Im Beitrag wird eine Checkliste «Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht» vorgestellt, die diesen Gesichtspunkt in Praxis und Forschung unterstützen kann.

1 Grundidee

Dieser Beitrag basiert auf breit abgestützten Forschungsergebnissen (siehe nächsten Abschnitt), die zeigen, dass man bei den meisten Menschen zwei grundsätzliche Neigungen unterscheiden kann, die sich gut abgrenzen lassen: Sie interessieren sich einerseits für Dinge und andererseits für Menschen. Bei den Dingen interessieren sie sich für deren systematisches Zusammenspiel und wollen dieses voraussagen und kontrollieren. Bei den Menschen wollen sie deren Gedanken und Gefühle verstehen und adäquat darauf reagieren (Empathie). Die erste Neigung wird als *Dinge-orientiert* (things-oriented) und *systematisierend* bezeichnet, die zweite als *Menschen-orientiert* (people-oriented) und *empathisierend*.

Die Forschung zeigt, dass Dinge-orientierte Menschen in Ausbildung und Berufswahl eher zu den MINT-Fächern neigen, während sich Menschen-orientierte Menschen eher zu sozialen Berufen hingezogen fühlen. Das scheint auch intuitiv plausibel und nicht besonders spektakulär zu sein.

Kontroverser und für das Thema der Gendersensibilisierung relevanter wird es, wenn man die breite Evidenz einbezieht, dass sich Frauen selbst im Durchschnitt eher als Menschen-orientiert und empathisch einschätzen, während Männer sich im Durchschnitt eher als Dinge-orientiert und systematisch beurteilen. Was bedeutet das? Muss man also davon ausgehen, dass Mädchen sich grundsätzlich nicht für die Naturwissenschaften und die damit verbundenen Berufe interessieren?

Natürlich besteht immer die Gefahr einer Stereotypisierung. Jedoch ist es hier wie meistens in solchen Fällen: Es handelt sich um Aussagen über Mittelwerte, und die Streuung ist groß. Es gibt also viele Dinge-orientierte, systematisierende Frauen und ebenso viele Menschen-orientierte, empathisierende Männer. Aber in der Tendenz scheint es umgekehrt zu sein, und es ist wohl nicht sinnvoll, diese evidenzbasierten Ergebnisse einfach zu ignorieren.

Vor allem darf eine wichtige Überlegung nicht untergehen, die für die Didaktik der Naturwissenschaften zentral sein könnte: Die Naturwissenschaften sind in ihrer Grundanlage Dinge-orientiert und systematisch. Naturwissenschaftlicher Unterricht muss daher *mehr* sein als ein Spiegel der Naturwissenschaften, sonst motiviert er nur die Dinge-orientierten Schüler*innen (das heißt systematisierende Jungen und Mädchen).

Will der naturwissenschaftliche Unterricht *alle* Schüler*innen motivieren, also auch die Menschen-orientierten Schüler*innen (empathisierende Mädchen und Jungen), so muss er beide Interessen bedienen: das systematische Interesse an Dingen und das empathische Interesse an Menschen.

Im Folgenden werde ich zuerst kurz die oben angesprochenen evidenzbasierten Grundlagen darlegen, und dann eine Checkliste «Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht» vorschlagen. Sie wurde entwickelt, um Lehrer*innen und Forscher*innen im naturwissenschaftlichen Unterricht gezielt dabei zu unterstützen, Menschen-orientierte Kontexte zu berücksichtigen.

2 Orientierung an Dingen und Menschen

Die Gegenüberstellung von Ding-orientiert versus Menschen-orientiert stammt aus der Literatur zur Berufsforschung (vgl. z.B. Kuhn & Wolter,

2022) und geht mindestens auf die 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts zurück. Dabei wird argumentiert, dass die Orientierung an Dingen beziehungsweise an anderen Menschen ein umfassendes Merkmal sei, das sich auch in alltäglichen Verhaltensweisen manifestiert, wie zum Beispiel in der Vorliebe für bestimmte Bücher oder sogar in den Objekten, die Personen gerne mögen und betrachten (ebd.). Es gibt zahlreiche Belege dafür, dass das Interesse an MINT-Bildung und -Berufen stark mit der Orientierung an Dingen zusammenhängt (Kuhn & Wolter, 2022; Luoto, 2020; Su & Rounds, 2015).

3 Systematiker*innen und Empathiker*innen

Ganz ähnlich wie die Unterscheidung zwischen Dinge-orientierten und Menschen-orientierten Personen ist die Unterscheidung zwischen Systematiker*innen und Empathiker*innen. Dieser Forschungsstrang kommt ursprünglich aus der Autismusforschung und wurde vom Psychologen Baron-Cohen begründet (vgl. z. B. Baron-Cohen, 2009). Während der Dinge-Menschen-Ansatz die ontologische Dimension betont (d. h., woraus die Welt aufgebaut ist), konzentriert sich der zweite auf die kognitive Dimension (d. h., wie wir die Welt erkennen).

Systematiker*innen sind Menschen, die sich für Dinge interessieren und danach streben, die dynamischen Mechanismen von Systemen zu verstehen. Empathiker*innen hingegen interessieren sich für Menschen und bemühen sich, ihre Gefühle und Gedanken zu verstehen und angemessen darauf zu reagieren (ebd.).

In zahlreichen, zum Teil sehr großen Studien wurde ebenfalls gezeigt, dass Systematiker*innen zu den MINT-Ausbildungen und Berufen neigen, während Empathiker*innen geisteswissenschaftliche und soziale Tätigkeiten bevorzugen (Greenberg et al., 2018; Jungert et al., 2018).

In einer Reihe von Forschungsarbeiten (Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2012; Zeyer & Wolf, 2010), einschließlich einer großen kulturübergreifenden Studie mit mehr als 1200 Schüler*innen (Zeyer et al., 2013) konnten wir zeigen, dass die Tendenz der Schüler*innen zur systematisierenden Kognition mit einer höheren Motivation zum Erlernen von Naturwissenschaften verbunden ist, während es keinen Zusammenhang zwischen Empathie und der

Motivation zum Erlernen von Naturwissenschaften gibt (siehe Abbildung 1). Wir interpretierten dieses konsistente Ergebnis dahingehend, dass der übliche naturwissenschaftliche Unterricht die Motivation von Empathiker*innen (und Menschen-orientierten Schüler*innen) zum Erlernen von Naturwissenschaften zu wenig fördert (Zeyer & Dillon, 2018).

4 Die Rolle des Geschlechtes

Sowohl der Dinge-Menschen-Ansatz als auch der Systemizing-Empathizing-Ansatz beinhalten einen geschlechtsspezifischen Aspekt, nämlich dass Frauen eher personenorientiert (Kuhn & Wolter, 2022) und empathisch (Greenberg et al., 2018) sind, während sich Männer eher Dinge-orientiert und systematisch einschätzen.

Die Dinge-/Personenorientierung ist in der Berufsforschung eines der am stärksten ausgeprägten Merkmale der Differenz zwischen Männern und Frauen. Großes Aufsehen hat kürzlich eine Studie mit fast einer halben Million Schüler*innen aus PISA 2018 in über 80 Ländern erregt (Stoet & Geary, 2022). Darin wurden die Berufswünsche der Schüler*innen in Kombination mit ihren Leistungen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften analysiert sowie mit den Berufen der Eltern und dem Wohlstand der Familie. Es zeigte sich, dass in jedem Land und jeder Region mehr Jungen als Mädchen einen Dinge-orientierten Beruf anstrebten und mehr Mädchen als Jungen einen Menschen-orientierten Beruf. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede waren in Ländern mit einem höheren Grad an Selbstbestimmung der Frauen sogar größer. Man bezeichnet dies auch als Geschlechterparadox. Der Grund dafür ist unklar und umstritten (ebd.). Die Forschung zu Systematisieren/Empathisieren zeigt aber, dass eine Stereotypisierung fehl am Platz ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine empathische Person weiblich ist, liegt nämlich nur ungefähr bei zwei zu eins, und umgekehrt (Wright & Skagerberg, 2012).

Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Einbeziehung des empathischen Blickwinkels im naturwissenschaftlichen Unterricht ein didaktischer Schlüssel sein könnte, um auch Mädchen für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu motivieren. Es scheint mir aber wichtig zu betonen, dass hierbei

nicht nur Mädchen berücksichtigt würden, sondern auch empathische Jungen, das heißt eine beträchtliche Minderheit unserer männlichen Schüler.

Ein Strukturgleichungsmodell, das sich in unserer Forschung (Zeyer, 2018; Zeyer et al., 2012; Zeyer et al., 2013; Zeyer & Wolf, 2010) als überaus stabil erwies, zeigt einen interessanten Sachverhalt, der die Rolle von Gender für die Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht gleichzeitig bestätigt und relativiert (siehe Abbildung 1).

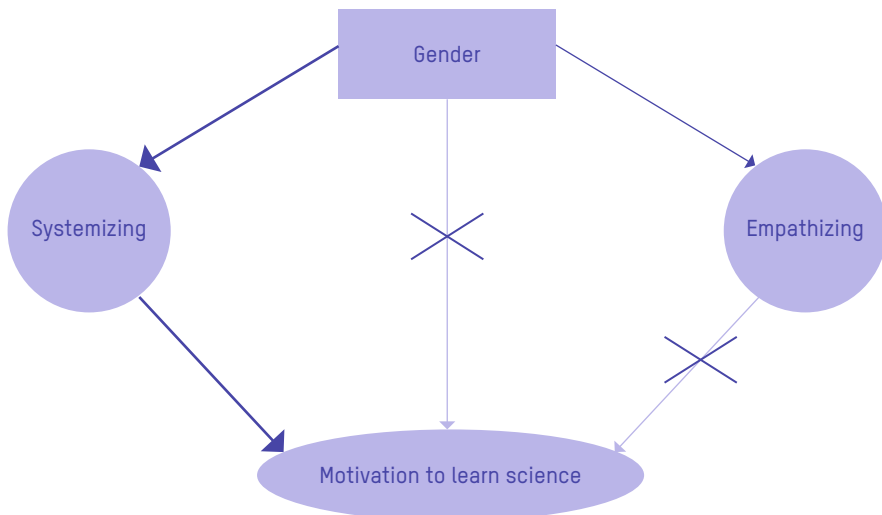


Abb. 1: Das schematisierte Strukturgleichungsmodell zur Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht (nach Zeyer et al., 2013)

In all diesen Studien mit insgesamt fast zweitausend Schüler*innen aus verschiedenen Kulturkreisen wurden der Empathie-Quotient und der Systematisierungs-Quotient nach Baron-Cohen sowie der Science-Motivation-Quotient (Glynn, Taasobshirazi & Brickman, 2009) bestimmt und mit diesen Daten das obige Strukturgleichungsmodell getestet. Immer zeigten sich die drei gleichen wichtigen Resultate. Einerseits ergaben die Modellrechnungen keinen direkten Einfluss des Geschlechts auf die Motivation. Andererseits hatte das Geschlecht aber einen indirekten Einfluss auf die Motivation, nämlich über das Systematisieren. Jungen sind demnach wirklich mehr an den Naturwissenschaften interessiert als Mädchen, aber nicht, weil sie Jungen sind, sondern weil sie mehr zum systematisierenden Denken neigen. Drittens, und vielleicht anders als man erwarten würde, hat das Ausmaß der empathischen Kognition überhaupt keinen Einfluss auf die Motivation, also

auch keinen negativen. Es ist, als ob es zwei prinzipielle Tore zur Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht gäbe, aber nur eines wird benutzt.

5 Die Checkliste «Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht»

Es liegt also nahe zu versuchen, das Empathie-Tor im naturwissenschaftlichen Unterricht zu öffnen. In der Tat, wenn es den Lehrpersonen gelingen würde, die empathische Kognition im naturwissenschaftlichen Unterricht gezielt zu fördern, verspräche das Strukturgleichungsmodell einen Zuwachs an Motivation besonders bei empathischen Schüler*innen, letztlich aber bei allen Schüler*innen, die nicht sehr einseitig systematisch denken. In letzter Zeit haben wir begonnen, mit einer Checkliste «Empathie im naturwissenschaftlichen Unterricht» zu experimentieren, die aus einer bekannten Darstellung der wissenschaftlichen Aspekte der Empathie (Dvash & Shamay-Tsoory, 2014) abgeleitet ist und mit der Recherche zu Ergebnissen der Motivationsforschung im naturwissenschaftlichen Unterricht verbunden wurde (Zeyer & Dillon, 2018) (siehe Tabelle 1).

	Beschreibung	Beispiele
Affektive Empathie	Soziale Interaktion im Klassenzimmer	Zwischen den Schüler*innen Mit der Lehrperson (mit Betreuer*innen und Eltern)
Kognitive Empathie	Affektive Theory of mind («nachdenken über die Gefühle von anderen»)	Kontexte aus «life events» Erfahrungen aus der Gemeinschaft der Peers Erfahrungen aus der kulturellen Gemeinschaft Humanbiologische und medizinische Kontexte Altruistische Kontexte
	Kognitive Theorie of Mind («nachdenken über das Denken anderer»)	Kontexte aus Gesundheit und Umwelt Socio-scientific issues Human factor Ethische und moralische Fragen

Tab. 1: Checkliste Empathie nach (Zeyer & Dillon, 2018)

Die Idee dahinter ist naheliegend. Während der naturwissenschaftliche Unterricht aufgrund der Fächer Biologie, Chemie und vor allem Physik die systematische Auseinandersetzung mit den Dingen gewissermaßen intrinsisch fördert (Zeyer, 2018), muss die Einbeziehung von Menschen gezielt berücksichtigt werden, sowohl in der Vorbereitung als auch in der Durchführung und Evaluation von Unterricht. Dazu dient die Checkliste. Durch die bewusste Anreicherung des Unterrichts mit empathischen Elementen, so die Hypothese, könnte naturwissenschaftlicher Unterricht auch für Menschen-orientierte, empathische Schüler*innen, insbesondere also für viele Mädchen, aber auch für Menschen-orientierte Jungen attraktiver werden.

Erste, noch unveröffentlichte Ergebnisse eines Pilotversuchs mit zukünftigen Lehrpersonen an der Pädagogischen Hochschule Luzern zeigen, dass die Umsetzung der Checkliste erhebliche Anforderungen an eine Lehrperson stellt und im eigentlichen Sinne gelernt werden muss. Zukünftige Lehrpersonen bekamen die Aufgabe, mithilfe der Checkliste Unterrichtssequenzen vorzuschlagen, welche empathische Aspekte im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Inhalten berücksichtigen. Als Thema wurde die Kurzsichtigkeit und ihre Behandlung gewählt, weil sich diese Fragestellung, die physikalische Optik mit der Biologie des Auges verknüpft, gut für integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht eignet.

In einer ersten, kursorischen Beurteilung lässt sich sagen, dass der Aspekt der affektiven Empathie in der Checkliste für die Studierenden am einfachsten zu verstehen und umzusetzen war. Es wurden viele Unterrichtssequenzen vorgeschlagen, die soziale Interaktionen beförderten, wie zum Beispiel «sich mit einem Brillenträger austauschen», «erfahren, wie es ist, stark kurzsichtig zu sein» usw. Man sollte diese Vorschläge nicht unterschätzen. Immerhin sorgen sie dafür, dass affektive Qualitäten und Beziehungsaspekte, die oft als nebensächlich für den naturwissenschaftlichen Unterricht angesehen werden, ihren theoriegestützten Platz bekommen.

Auf der anderen Seite zeigt sich auch die Grenze des rein affektiven Zugangs: Die Naturwissenschaften sind dabei «nur» Quellen des Kontextes, und wissenschaftliche Argumentation, die ein zentraler Aspekt des Lehr-Lern-Geschehens im Unterricht sein sollte, kommt bestenfalls beiläufig ins Spiel.

Hier versprechen Aspekte der kognitiven Empathie deutlich mehr. Bei der Thematik Kurzsichtigkeit zum Beispiel geht es nicht nur darum, eine Brille zu tragen, sondern auch um alternative Augentrainings oder laserge-

stützte Behandlungen der Kurzsichtigkeit. Hier könnte zum Beispiel der Entscheid, welche Behandlung infrage käme, viele Aspekte der kognitiven Empathie (was fühlt bzw. denkt jemand, der vor dieser Frage steht) mobilisieren, die in direktem Zusammenhang zu naturwissenschaftlichen Fakten stehen, und Menschen-orientierte Empathiker*innen zu motivieren vermögen.

Literatur

- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: the empathizing-systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 68–80. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04467.x>.
- Dvash, J. & Shamay-Tsoory, S. G. (2014). Theory of mind and empathy as multidimensional constructs. *Topics in Language Disorders*, 34(4), 282–295. <https://doi.org/10.1097/tld.000000000000040>.
- Glynn, S. M., Taasoobshirazi, G. & Brickman, P. (2009). Science motivation questionnaire: Construct validation with nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 127–146. <https://doi.org/10.1002/tea.20267>.
- Greenberg, D. M., Warriar, V., Allison, C. & Baron-Cohen, S. (2018). Testing the empathizing-systemizing theory of sex differences and the extreme male brain theory of autism in half a million people. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(48), 12152–12157. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811032115>.
- Jungert, T., Hubbard, K., Dedic, H. & Rosenfield, S. (2018). Systemizing and the gender gap: examining academic achievement and perseverance in STEM. *European Journal of Psychology of Education*, 34(2), 479–500. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0390-0>.
- Kuhn, A. & Wolter, S. C. (2022). Things versus people: Gender differences in vocational interests and in occupational preferences. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 203, 210–234. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2022.09.003>.
- Luoto, S. (2020). Sex differences in people and things orientation are reflected in sex differences in academic publishing. *Journal of Informetrics*, 14(2). [https://doi.org/ARTN 10102110.1016/j.joi.2020.101021](https://doi.org/ARTN%2010102110.1016/j.joi.2020.101021).

- Stoet, G. & Geary, D. C. (2022). Sex differences in adolescents' occupational aspirations: Variations across time and place. *PLoS One*, *17*(1), e0261438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261438>.
- Su, R. & Rounds, J. (2015). All STEM fields are not created equal: People and things interests explain gender disparities across STEM fields. *Frontiers in Psychology*, *6*, 189. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00189>.
- Wright, D. B. & Skagerberg, E. M. (2012). Measuring empathizing and systemizing with a large US sample. *PLoS One*, *7*(2), e31661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031661>.
- Zeyer, A. (2018). Gender, complexity, and science for all: Systemizing and its impact on motivation to learn science for different science subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(2), 147–171. <https://doi.org/10.1002/tea.21413>.
- Zeyer, A., Bölsterli, K., Brovelli, D. & Odermatt, F. (2012). Brain type or sex differences? A structural equation model of the relation between brain type, sex, and motivation to learn science. *International Journal of Science Education*, *34*(5), 779–802. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.635165>.
- Zeyer, A., Çetin-Dindar, A., Md Zain, A. N., Juriševič, M., Devetak, I. & Odermatt, F. (2013). Systemizing: A cross-cultural constant for motivation to learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, *50*(9), 1047–1067. <https://doi.org/10.1002/tea.21101>.
- Zeyer, A. & Dillon, J. (2018). The role of empathy for learning in complex Science|Environment|Health contexts. *International Journal of Science Education*, *41*(3), 297–315. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1549371>.
- Zeyer, A. & Wolf, S. (2010). Is there a relationship between brain type, sex and motivation to learn science? *International Journal of Science Education*, *32*(16), 2217–2233. <https://doi.org/10.1080/09500690903585184>.

Ansätze für eine gendersensiblere Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen – Entwicklungen und Erfahrungen an der Pädagogischen Hochschule Zürich

Judith Lanka, Hanspeter Pfirter, Jürg Fleischmann, Josiane Tardent, Christoph Gut

Mit dem Projekt «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» ergab sich an der Pädagogischen Hochschule Zürich die Möglichkeit, den Kanon von Themen des gendersensiblen Unterrichts, die bisher in unterschiedlichen Modulen der fachdidaktischen Ausbildung punktuell angesprochen wurden, zu analysieren und in einer Basisveranstaltung neu zu bündeln und zu erweitern. Die Basisveranstaltung bildete den Ausgangspunkt für Makrobezüge in Form von dahingehend angepassten Arbeitsaufträgen, Leistungsnachweisen bis hin zu Diplomprüfungen. Der Beitrag berichtet von den im Curriculum der Natur- und Technik-Ausbildung vorgenommenen Entwicklungen und gesammelten Erfahrungen und illustriert diese an drei ausgewählten Beispielen.

1 Einleitung

Das Projekt «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» wurde an der Pädagogischen Hochschule Zürich 2020 mit einer internen Schulung initiiert. Eine anschließende Analyse der Lehre anhand einer im Vorgängerprojekt von der Pädagogischen Hochschule Luzern entwickelten Checkliste zeigte, dass das Thema Gendersensibilisierung in der Ausbildung der angehenden Natur- und Techniklehrpersonen der Sekundarstufe I an der Pädagogischen Hochschule Zürich punktuell, aber noch zu wenig konsequent mit Studierenden erarbeitet wird. Es wurden daher verschiedene Ansätze für eine gendersensiblere Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen geprüft und Projekte sowie Maßnahmen bestimmt, die unterschiedliche Module im Rahmen der Gesamtausbildung im Fach Natur und Technik an der Pädagogischen Hochschule Zürich betreffen (siehe Tabelle 1).

1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	
	Fachdidaktik Naturwissenschaften 1 Gendersensibilisierung in Tiefenstrukturmaps (Abs. 3)			Fachdidaktik Naturwissenschaften 2 Papersession zur Gendersensibilisierung	
		Fachwissenschaft Biologie 1 und 2	Fachdidaktik Biologie 1 Selbstevaluation mit Checkliste und Beobachtungsprotokoll	Fachdidaktik Biologie 2 Monoedukative Lehre (Abs. 4)	Diplomprüfung Fachdidaktik Biologie Gendersensibilisierung als Analysethema (Abs. 2)
Fachwissenschaft Chemie 1	Fachwissenschaft Chemie 2		Fachdidaktik Chemie 1 Selbstevaluation mit Checkliste und Beobachtungsprotokoll	Fachdidaktik Chemie 2 Monoedukative Lehre (Abs. 4)	Diplomprüfung Fachdidaktik Chemie Gendersensibilisierung als Analysethema (Abs. 2)
Fachwissenschaft Physik 1	Fachwissenschaft Physik 2		Fachdidaktik Physik 1 Selbstevaluation mit Checkliste und Beobachtungsprotokoll Basisveranstaltung (Abs. 2)	Fachdidaktik Physik 2 Monoedukative Lehre (Abs. 4)	Diplomprüfung Fachdidaktik Physik Gendersensibilisierung als Analysethema (Abs. 2)

Tab. 1: Verortung der Gendersensibilisierungsmaßnahmen in der fachdidaktischen Ausbildung im Fach Natur und Technik an der Pädagogischen Hochschule Zürich

Eine erste Maßnahme war die Neuentwicklung einer Basisveranstaltung zu zentralen Theorien zum Thema Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht, auf die sich die weiteren Modulveranstaltungen beziehen können. Ausgehend von dieser Basisveranstaltung erfuhren gewisse Arbeitsaufträge für Studierende und ein forschungsbasierter Modulnachmittag (Papersession) eine neue Ausrichtung auf das Thema Gendersensibilisierung. Darüber hinaus wurde ein Beobachtungsprotokoll für die Analyse der Lehre konzipiert – ein Instrument, das Dozierende in der eigenen

Lehre, aber auch für Unterrichtsbesuche und das kollegiale Feedback nutzen können (siehe Tabelle 1). Aufgrund der pandemiebedingten Maßnahmen in der Lehre ergab sich zudem die Möglichkeit, während eines Semesters ein mono- und koedukatives Setting in Halbklassen einzurichten – eine, wie sich herausstellte, für alle Beteiligten neue und lehrreiche Erfahrung (siehe Tabelle 1).

In diesem Beitrag werden stellvertretend für die im Rahmen des Projekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» an der Pädagogischen Hochschule Zürich erfolgten Entwicklungen und Erfahrungen drei Projekte vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einem Fazit und Desiderata.

2 Gendersensibilisierung in der Lehrpersonenausbildung – Basisveranstaltung und Implikation für die Diplomprüfungen

Eine erste und wichtige Maßnahme im Rahmen des Projekts war, den Kanon zu Themen des gendersensiblen Unterrichts in der Fachdidaktikausbildung des Fachs Natur und Technik neu zu strukturieren. Diesbezügliche Inhalte, die bisher in unterschiedlichen Modulen der Ausbildung punktuell angesprochen wurden, wurden neu in einer Basisveranstaltung gebündelt und gleichzeitig thematisch erweitert. Seit dem Frühjahrssemester 2021 findet diese Basisveranstaltung zu Beginn der fachdidaktischen Ausbildung im 4. Semester (siehe Tabelle 1) im Rahmen der ersten Veranstaltung des Moduls «Fachdidaktik Physik 1» statt. In ihr wird das Basiswissen für Makrobezüge in allen Fachdidaktikmodulen des 4. und 5. Semesters aufgebaut. Bezüge zu dieser Basisveranstaltung werden seither auch in den mündlichen Diplomprüfungen erwartet. Im Folgenden wird der Kanon der Basisveranstaltung beschrieben sowie dessen Relevanz für die Diplomprüfungen dargelegt.

2.1 Entwicklung: Basisveranstaltung und Diplomprüfungen

Die neu entwickelte Basisveranstaltung orientiert sich am Testkonstruktionsmodell zu Wirkmechanismen der Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht (siehe Tardent und Gut in diesem Band, Abbildung 1). Sie widmet sich dem differenziellen Einfluss des Naturwissenschaftsunter-

richts auf die drei personalen Variablen von Schüler*innen *fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept* (Kessels, 2012), *Selbstwirksamkeitserwartung* (Bandura & Locke, 2003) und *Fachinteresse* (Holstermann & Bögeholz, 2007), die als intermediär für die intrinsische Motivation bei naturwissenschaftlichen und technischen Tätigkeiten sowie für die Berufswahl angesehen werden. Auf der Ebene des Unterrichts werden als Einflussfaktoren dieser drei Variablen die *Feedback- und Interaktionskultur der Lehrperson* (Schmirnl et al., 2012), die *genderbezogene Inszenierung* des Unterrichts (Faulstich-Wieland, 2009), die *Kontextualisierung* von Unterrichtsgegenständen und *Schaffung von Sachinteresse* für die Unterrichtsgegenstände (Häußler et al., 1998; Holstermann & Bögeholz, 2007) sowie die *genderbezogene Darstellung des Fachs* im Unterricht (Fanger, 2013) eingeführt. Die genderspezifischen Einflüsse der Faktoren des Unterrichts auf die personalen Variablen werden anhand der *Attribuierung* von Schüler*innenleistungen (vgl. Attribuierungsstile bei Herzog et al., 1997) und des *Selbst-Prototypen-Abgleichs* (Kessels, 2012) thematisiert. Auch werden Maßnahmen für den Unterricht in Bezug auf die Einflussfaktoren Feedback, Interaktion, genderbezogene Inszenierung, Kontextualisierung, Schaffung von Sachinteresse, genderbezogene Darstellung des Fachs vorgestellt (u. a. Herzog, 1996).

Die Basisveranstaltung wurde im Einführungsjahr auch genutzt, um das Fachinteresse der Studierenden mit einem Onlinetest zu erheben. Dieses Wissen konnte für die Entwicklung eines Fachwissenstests genutzt werden (siehe Tardent und Gut in diesem Band). Seit Herbstsemester 2022 werden die Fachinhalte der Basisveranstaltung zudem als reguläre Modulinhalt in der Physikdidaktikprüfung, die am Ende des 5. Semesters stattfindet (siehe Tabelle 1), geprüft. Darüber hinaus können sie von den Studierenden auch an den mündlichen Diplomprüfungen als Kriterium für die Analyse einer von ihnen neu konzipierten Lernaufgabe hinzugezogen werden.

2.2 Erfahrung

Die Erfahrungen mit der neuen Modulveranstaltung zeigen, dass das Thema Gendersensibilisierung bei den Studierenden beider Geschlechter auf hohes Interesse stößt. Obwohl die Veranstaltung hauptsächlich eine Vorlesung mit nur wenig selbsttätigen Sequenzen ist, wird es von den Studierenden begrüßt, zu Beginn der Fachdidaktikausbildung eine kompakte Einführung ins Thema zu erhalten. Die Idee, die Basisveranstaltung in der Physikdidaktik zu verorten, scheint sich zu bewähren, da in diesem Fach die Studierenden

bereits eine gewisse Sensibilisierung bezüglich Genderaspekten mit in den Unterricht bringen.

3 Gendersensibilisierung in der Lehrpersonenausbildung – Tiefenstrukturmaps als Anlass für eine Diskussion

Im Modul Naturwissenschaftsdidaktik 1 (siehe Tabelle 1) setzen sich die zweitsemestrigen Studierenden auf Sekundarstufe I an der Pädagogischen Hochschule Zürich erstmals mit der Unterrichtskonzeption gemäß dem Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. (1997) auseinander. Exemplarische fachliche Inhalte werden elementarisiert und für den Unterricht in adressat*innengerechte Lernstrategien eingebettet. Die Lernprozesse im Sinne des rekonstruierten Unterrichts werden mit der netzplanähnlichen Darstellungsmethode «Tiefenstrukturmap» nach Gut und Brückmann (2019) visualisiert (siehe Abbildung 1).

Der Rekonstruktionsprozess der Sachstruktur des Unterrichts wird dabei schrittweise in verschiedenen aufeinander aufbauenden praktischen Vorübungen angeleitet, verankert und reflektiert. Auf der Basis dieses Wissens konzipieren die Studierenden in Partnerarbeit eine eigene Planung in Form einer Tiefenstrukturmap einer Lerneinheit zum Thema «Flaschenzüge», die sie anschließend im Hinblick auf die Qualität der angelegten Lernprozesse und der verwendeten Lernstrategien analysieren (siehe Abbildung 1). Im Sinne einer Weiterentwicklungsmaßnahme wurde der beschriebene Analyseauftrag an die Studierenden in Bezug auf den Aspekt der Gendersensibilisierung ergänzt. In den zwei folgenden Abschnitten wird auf die Entwicklung dieser Maßnahme und die Erfahrungen eingegangen.

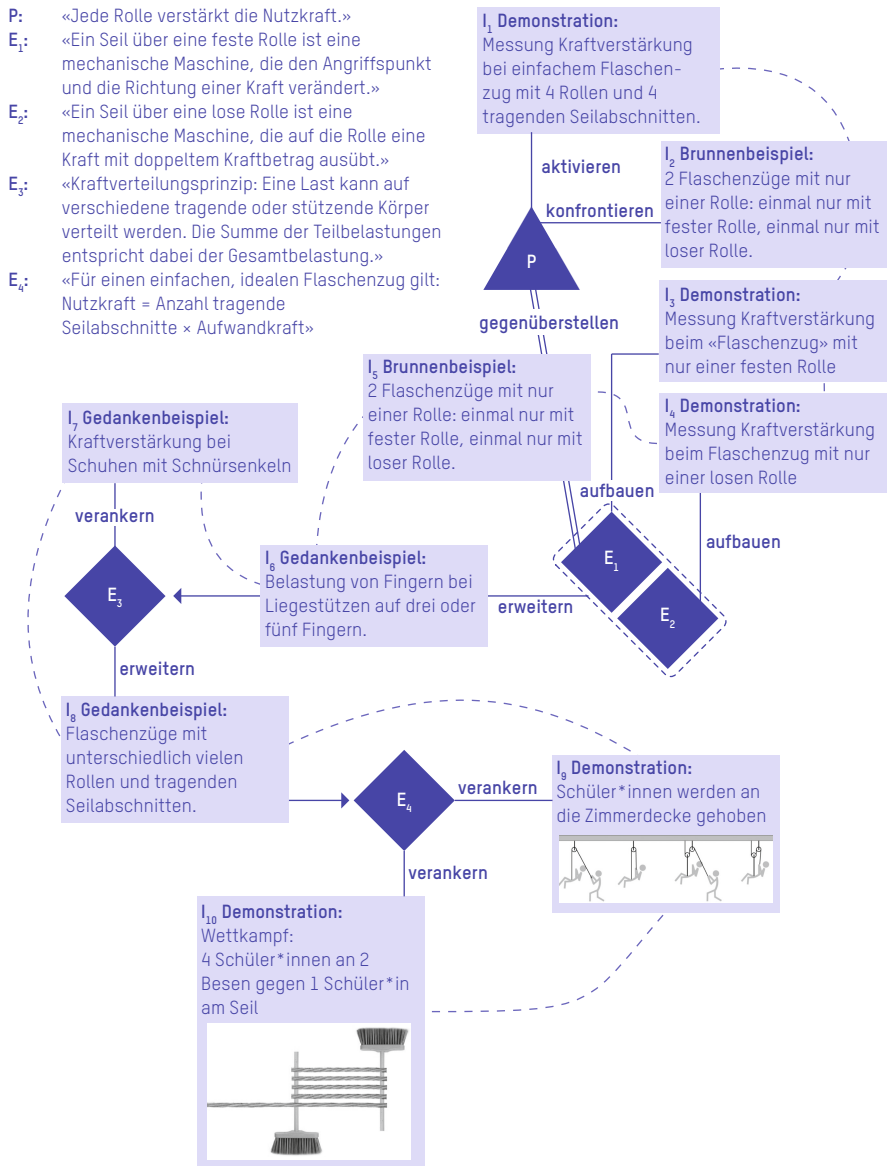


Abb. 1: Tiefenstrukturmap zum Thema «Flaschenzüge» im Modul «Naturwissenschaftsdidaktik 1» (erstellt von den Studierenden A. Cavegn & S. Truong, 2022): E = Elementare Grundidee, P = Präkonzept, I = Intervention)

3.1 Entwicklung

In den Herbstsemestern 2021 und 2022 wurden Studierende aufgefordert, ihren mit der Methode «Tiefenstrukturmap» konzipierten Unterricht auch im Hinblick auf die Erfordernisse eines gendersensiblen Unterrichts kritisch zu analysieren. Zudem wurden die Studierenden schriftlich befragt, was aus ihrer Sicht Aspekte von gendersensiblen Physikunterricht seien. Die Synthese aus der Auseinandersetzung mit den Tiefenstrukturmaps und der Befragung ergibt eine Momentaufnahme der Perspektive von Studierenden, die am Anfang ihrer Ausbildung stehen und bis zu diesem Zeitpunkt noch keinen Input zum Thema Gendersensibilisierung im Naturwissenschaftsunterricht (Basisveranstaltung; siehe Abschnitt 2) erfahren hatten.

3.2 Erfahrung

Aufgrund der in den Tiefenstrukturmaps beschriebenen Interventionen konnten mit den Studierenden gezielt Diskussionen über Genderaspekte geführt werden. So wurde beispielsweise bei der Demonstration von Flaschenzügen zu Beginn des Lernzyklus abgewogen (siehe Abbildung 2, Intervention 1), welche Anwendungsbeispiele (z. B. Seilzug im Baumhaus oder Brunnen statt Kran) auch die Mädchen ansprechen könnten. Insgesamt zeigte die Sichtweise der Studierenden eine hohe Übereinstimmung mit Erkenntnissen und Empfehlungen aus der fachdidaktischen Literatur. Die von den Studierenden angesprochenen Themen sind unter anderem die genderspezifischen/-neutralen Kontextualisierungen (Holstermann & Bögeholz, 2007), mädchenorientierte Unterrichtsformen und monoedukative Unterrichtssettings (Herzog, 1996), weibliche Vorbilder und genderspezifische Attribuierungen von Erfolgen und Misserfolgen (Herzog, 1996), die Vorbildfunktion der Lehrpersonen sowie der Umgang mit gesellschaftlichen Stereotypen (Wodzinski, 2010).

Von den Studierenden als problematisch eingestuft wird die Gefahr der Zementierung von Stereotypen durch genderspezifische Kontextualisierungen wie beispielsweise der als eher maskulin empfundene Zugang zum Kraftbegriff über die kinästhetisch-körperliche Wahrnehmung, der nicht zu einem biologischen Kräften messen zwischen Jungen und Mädchen führen sollte. Aber auch die Konsequenzen eines unausgeglichene Geschlechterverhältnisses bei den Lehrpersonen der obligatorischen Schulzeit sowie die zukünftige Bedeutung des Fachs Physik wurden erwähnt. Das Fach

Physik und das physikalische Konzept der «Kraft» werden von einigen Studentinnen als männlich konnotiert bezeichnet. Auch die Darstellungsmethode «Tiefenstrukturmap» wird von einzelnen Studentinnen mit männlichen Attributen («kubisch, technisch und emotionslos») assoziiert. Dies führt zur fachdidaktisch interessanten Frage, ob und inwiefern wissenschaftliche Konzepte oder Darstellungsmethoden überhaupt männlich konnotiert sein können.

Der Analyseauftrag einer selbstkonzipierten Tiefenstrukturmap in Bezug auf den Aspekt der Gendersensibilisierung ist seither ein fester Bestandteil in der Ausbildung angehender Naturwissenschafts- und Techniklehrpersonen und, wie sich gezeigt hat, auch ein guter Anknüpfungspunkt für die später stattfindende Basisveranstaltung (siehe Kapitel 2).

4 Gendersensibilisierung in der Lehrpersonenausbildung – mono- und koedukative Lehr- und Lernsettings

Im Herbstsemester 2021 bot sich bedingt durch die Coronapandemie die Gelegenheit, die fachdidaktischen Natur- und Technik-Module des 5. Semesters in Halbklassen zu führen (siehe Abbildung 1). Der Halbklassenmodus wurde im Rahmen des Genderprojekts genutzt, um Effekte eines monoedukativen Lernsettings auf Studierende und Dozierende zu untersuchen. Die in diesem Zusammenhang erfolgten Entwicklungen und gesammelten Erfahrungen werden in den nächsten Abschnitten vorgestellt. Im Hinblick auf die wahrgenommenen Effekte sollen zunächst einige empirische Befunde beleuchtet werden. Dabei handelt es sich um ausgewählte Studien, die sich auf Unterricht sowohl mit Schüler*innen als auch mit Studierenden beziehen.

4.1 Empirische Befunde zu mono- und koedukativen Lernsettings

Die Studienlage zu den Effekten von Monoedukation im MINT-Bereich erweist sich als uneindeutig (Pahlke, Hyde & Allison, 2014). Parker und Rennie (2002) konnten in Mädchengruppen im Vergleich zu Jungengruppen ein unterstützenderes, kollegialeres und fehlertoleranteres Lernklima feststellen. Dabei wenden Lehrpersonen in Mädchengruppen mehr Zeit für Unterstützung in Hands-on-Phasen auf und schätzen sich zufriedener als im Unterricht mit Jungengruppen ein. Mädchen beziehungsweise Frauen

zeigen demgegenüber in monoedukativen Lernsettings mehr Engagement als Jungen beziehungsweise Männer (Kessels, 2002; Sax, Riggers & Eagan, 2013). Wie eine Studie von Sax, Riggers und Eagan (2013) zeigt, sind im monoedukativen Lernsetting Interaktionen mit der Lehrperson, selbstständige Lernzeit und Anwesenheitsquoten bei Studentinnen höher als bei Studenten und führen zu höherwertigen Abschlüssen. Das Engagement wird aber auch unabhängig vom Lernsetting durch die Gruppengröße beeinflusst (Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004). Mädchen und Frauen haben außerdem ein geringeres fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept in den MINT-Fächern als Jungen und Männer (Faulstich-Wieland, 2009; Kessels, 2012) und werden bei Hands-on-Aktivitäten von den aktiveren Jungen und Männern eher in die Rolle von Protokollantinnen oder Assistentinnen gedrängt (Brotman & Moore, 2008; Herzog, 1996). Die eigene Geschlechtszugehörigkeit erweist sich in genderhomogenen Gruppen psychologisch weniger bedeutsam als in gemischten Gruppen (Hannover, 1997). Positive Effekte von Monoedukation sollten sich daher in Fächern oder Situationen zeigen, in denen eine Bedrohung durch Stereotype besteht, also zum Beispiel beim Experimentieren und Hantieren mit als männlich empfundenem Material und in der Physik (Kessels, 2012).

Die dargelegten Befunde verdeutlichen, dass Lehrpersonen die wichtige Rolle von Sozialisationsagent*innen einnehmen. Ihre genderstereotypen Annahmen und Erwartungen prägen ihr pädagogisches Handeln und haben Auswirkungen auf Motivation, Leistungen und ein fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept bei den Lernenden (Kessels, 2007). Welche Erfahrungen Dozierende und Studierende an der Pädagogischen Hochschule Zürich in Bezug auf das mono- beziehungsweise koedukative Lehr- und Lernsetting gemacht haben, ist Gegenstand der folgenden Ausführungen.

4.2 Entwicklung: Befragung zu den mono- und koedukativen Lehr- und Lernsettings

In drei fachdidaktischen Modulen «Fachdidaktik Biologie 1», «Fachdidaktik Chemie 1» und «Fachdidaktik Physik 1» sowie in einem bereichsdidaktischen Modul «Naturwissenschaftsdidaktik 2» wurden acht der zwölf Modulgruppen monoedukativ und vier koedukativ unterrichtet (siehe Abbildung 1). An der Lehre waren insgesamt acht Dozierende beteiligt, die den Studierenden aus früheren Modulen bereits bekannt waren. Die vermittelten Inhalte blieben unabhängig vom Lehr- und Lernsetting innerhalb einer

Fachdidaktik beziehungsweise Bereichsdidaktik gleich. Gegen Ende des Semesters wurden fünf Dozierende, die diese Kurse unterrichteten, sowie je drei Studentinnen und Studenten aus den monoedukativen Halbklassen einzeln interviewt. Im Zentrum der Interviews standen Fragen zu Effekten, die von den Studierenden und Dozierenden in Bezug auf das monoedukative beziehungsweise koedukative Lehr- und Lernsetting wahrgenommen wurden.

Die Interviews wurden leitfadengestützt (semistrukturiert) durchgeführt, aufgenommen, transkribiert und mit MAXQDA 2022 (VERBI Software, 2021) analysiert. Nach Abschluss des Semesters waren alle Studierenden angehalten, einen Fragebogen zum Lehr- und Lernsetting auszufüllen (Rücklauf N = 26; monoedukativ: 11 w, 6 m; koedukativ: 3 w, 6 m). Die Fragen fokussierten auf die Themen Lernklima, Lernen, Verhalten (eigenes, der Mitstudierenden und Dozierenden), Emotionen, Selbstwirksamkeitserwartung, Rolle der Dozierenden und zukünftiges Rollenverständnis der Studierenden als Lehrperson.

4.3 Erfahrung: monoedukative und koedukative Lehr-Lern-Settings in der Lehre

Das Ziel der Befragungen war unter anderem festzustellen, inwieweit bei der Wahrnehmung des mono- und koedukativen Unterrichts von Studierenden bekannte empirische Forschungsergebnisse reproduziert werden.

4.3.1 Ergebnisse aus der schriftlichen Befragung von Studentinnen und Studenten

Die Befragung ergab, dass die Gruppenzusammensetzung, unabhängig von der Form des Lernsettings, bei Studentinnen einen Einfluss auf das Lernklima hatte – sowohl in positiver als auch in negativer Hinsicht. In den monoedukativen Frauengruppen wurden insbesondere die positive Lernatmosphäre, die größere Möglichkeit für konkretes Handeln sowie die Verstärkung von Stereotypen und eine gegenseitige negative Beeinflussung erwähnt:

Wenn ich in das Klischee der «schlechteren Frauen in NT» passe, dann fühlt man sich in einer Frauengruppe erst recht «nach unten gezogen». Wenn ich mit meiner Kollegin arbeiten muss, die genauso wenig wie ich versteht, kommen wir nicht weiter. Ich halte mich also

*gerne an Kolleg*innen, die besser als ich sind, was meistens Männer sind in diesem Fall. (Weiblich, monoedukativ)*

In den koedukativen Halbklassen war für Studentinnen hauptsächlich die Gruppenzusammensetzung für den Lernerfolg entscheidend. Ebenso wurde die Selbstwirksamkeitserwartung gemäß schriftlicher Befragung bei Studentinnen durch die Gruppenzusammensetzung beeinflusst. Für die Studenten hatte die Gruppenzusammensetzung weder in mono- noch in koedukativen Halbklassen einen Einfluss auf das Lernklima und die Selbstwirksamkeitserwartung.

4.3.2 Ergebnisse aus den Einzelinterviews mit Studentinnen und Studenten aus dem monoedukativen Lernsetting

Einzelinterviews wurden mit je drei Studentinnen und Studenten am Ende des 5. Semesters geführt. In den Einzelinterviews mit Studentinnen überwiegen positive Aussagen zum monoedukativen Unterricht, während sich positive und negative Aussagen bei den Studenten die Waage halten. Als Gründe für die positivere Bewertung des monoedukativen Lernsettings wurden von den Studentinnen angegeben, dass sie sich mehr zutrauen, dass die Atmosphäre offener sei, keine Gruppenbildung und kein Bloßstellen stattfänden.

[...] habe ich mich leicht anders verhalten, ja, weil ich mich einfach mehr getraut habe [...]. (Weiblich, monoedukativ)

[...] dann kommt diese Gesprächskultur, die eben stimmig ist. (Weiblich, monoedukativ)

In Bezug auf die Selbstwirksamkeitserwartung wurde von den Studentinnen am häufigsten erwähnt, dass durch die Gruppenzusammensetzung mehr eigenständiges Handeln möglich wurde.

[...] es gab zwei weibliche Studierende, [...] und die haben sehr Freude gehabt am Experimentieren, weil sie eben auch gesehen haben, ich kann das selber machen. (Weiblich, monoedukativ)

Demgegenüber empfanden es Studenten als positiv, dass mehr Dynamik entstanden sei, der Austausch freier und die Gruppe ausgeglichener gewesen sei.

*Vielleicht hängt es [die Unterschiede zwischen Studentinnen und Studenten; Anm. d. Autor*innen] ein bisschen mit dem fachlichen Wissen zusammen oder auch einfach mit dem Vorstellungsvermögen. (Männlich, monoedukativ)*

Negativ wurde auch die Aufgabenverteilung bei praktischen Arbeiten in den Männergruppen erwähnt.

Also bei uns ging es immer so ein bisschen, hey, wer darf sezieren, wer muss protokollieren. (Männlich, monoedukativ)

Ein Student sprach zudem explizit den für ihn klaren Mehrwert von Studentinnen in der Zusammenarbeit an.

*[...] für mich ist das alles [die Zusammenarbeit mit Frauen; Anm. d. Autor*innen] immer viel ehrlicher und man kann sagen, dass man etwas nicht weiß, und bei den Männern hat man eigentlich immer das Gefühl, dass, ja, sie zeigen wollen, was sie können [...]. (Männlich, monoedukativ)*

Alle interviewten Studierenden kommentierten, dass ihnen durch das monoedukative Lernsetting Geschlechterstereotype bewusst(er) geworden waren. Dies beeinflusst ihre zukünftige Tätigkeit als Natur und Technik-Lehrperson insofern, als sie solche Stereotype durchbrechen wollen. Die Studierenden nahmen auch eine Verhaltensänderung bei den Dozentinnen und Dozenten in den monoedukativen Lernsettings wahr. Studentinnen würden dieses Lernsetting in der Ausbildung gerne wiederholen, während die Studenten kaum einen Mehrwert erkannten.

4.3.2 Ergebnisse aus den Einzelinterviews mit Dozierenden

Das Lernklima in den monoedukativen Lehrsettings wurde von den Dozierenden (N = 5; Fächer Biologie-, Physik-, NT-Didaktik) wiederholt als äußerst positiv hervorgehoben und lässt sich mit den Schlagwörtern Vertrauen, Spaß

und geteilte Verantwortung umschreiben. Hauptaussagen zum Verhaltensengagement sind, dass sich in den monoedukativen Gruppen alle Studierenden mit der Sache beschäftigten, die Auseinandersetzung intensiver war und eine stärkere Fragekultur entstand. Das emotionale Engagement der Studierenden war geprägt von hoher Motivation und Präsenz.

*Sie [die Frauengruppe; Anm. d. Autor*innen] ist eben motiviert und dabei. (Dozent*in 1).*

Vor allem die Studentinnen in den monoedukativen Gruppen zeigten weniger stereotypes Experimentierverhalten, welches die Dozierenden durch die homogenen Gruppen erklärten.

*Die Frauen schreiben auf, die Jungs trauen sich an die Technik, das ist aufgehoben. (Dozent*in 2)*

Die Dozierenden selbst erlebten die Lernatmosphäre im monoedukativen Unterricht – unabhängig vom Fach und von der Gruppe – als angenehmer als in den koedukativen Gruppen. Als Konsequenz des erhöhten Engagements der Studierenden betonten alle Dozierenden, dass sie mehr Einblick in das Lernen der Studierenden hatten.

*Das ist ja eigentlich das Schöne am Unterrichten, dass es viel zahlreichere Beiträge gab, ich näher an die Studierenden herangekommen bin, an ihr Denken und es mehr ein gemeinschaftlicher Prozess war, also diese Inhalte, diese Themen miteinander zu erarbeiten. (Dozent*in 3)*

Die Dozierenden kommentierten, dass sie beim Experimentieren bezüglich Gruppenbildung und Aufgabenverteilung weniger Einfluss nehmen mussten.

Was ich aber schon festgestellt habe, ist, dass es irgendwie keine Frage ist, wer jetzt welches Experiment macht. [...] Ob jetzt auch eine Person, der ich jetzt eher attestieren würde, dass sie sich nicht an Geräte heranwagt, jetzt halt auch mal so ein Netzgerät einschaltet und da etwas hantiert, ist irgendwie für mich als Dozent gar kein Thema

*mehr. Sonst mache ich mir immer ein bisschen Gedanken, oder, weil man ja weiß, dass dann gewisse Leute [Frauen; d. Anm. Autor*innen] sich zurückziehen, das Material nicht in die Hand nehmen, das ist da irgendwie so nicht ein Thema. (Dozent*in 1)*

Sowohl das eigene Geschlecht als auch das der Studierenden trat für die Dozierenden in den Hintergrund. Alle fünf Dozierende äußerten sich dahingehend, dass sich ihr Bewusstsein zur Gendersensibilisierung aufgrund des monoedukativen Lehrsettings geschärft habe.

4.4 Diskussion

Die in Abschnitt 4.3 dargelegten Erfahrungen und Wahrnehmungen von Studierenden und Dozierenden in monoedukativen Lehr- und Lernsettings decken sich mit den aus der Literatur bekannten Erwartungen (siehe Abschnitt 4.1). Dies betrifft das generell weniger positive Selbstkonzept von Mädchen in MINT-Fächern, das von Studentinnen der monoedukativen Halbklassen genannte gestärkte Selbstvertrauen, die im Verlauf des Semesters positiver erlebte Gruppenzusammensetzung und Beziehung zu den Dozierenden sowie die sowohl von Studierenden als auch von Dozierenden als angenehmer empfundene Lernatmosphäre in den monoedukativen Halbklassen.

Der Kontrast zwischen der bisher erlebten koedukativen Ausbildung und dem monoedukativen Setting verstärkt laut Kessels (2012) die Wahrnehmung der positiven Effekte einer monoedukativen Lehre besonders in Situationen, in denen eine Bedrohung durch Stereotype besteht, zum Beispiel, wenn Studentinnen in koedukativen Gruppen in Physik experimentieren. Dabei könnten Erwartungseffekte das positive Erleben der monoedukativen Lehre der Dozierenden und Studierenden beeinflusst haben (Kessels, 2007).

Offen bleibt die Frage, wie groß der Einfluss der geringen Gruppengröße war. Wären die gleichen Effekte aufgrund von monoedukativen Lehr- und Lernsettings auch bei großen Gruppen beobachtbar? Würden auch dann die Studentinnen aus monoedukativen Halbklassen in den Prüfungen am besten abschließen? Lassen sich zudem die Erkenntnisse auf andere (handlungsorientierte) Fächer übertragen?

5 Fazit und Desiderata

Die drei vorgestellten Projekte verdeutlichen den Entwicklungszuwachs, der aufgrund des Projekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur und Techniklehrpersonen» an der Pädagogischen Hochschule Zürich möglich wurde. Die Basisveranstaltung zum Thema «Gendersensibilisierung» hat sich als fester Bestandteil der Ausbildung etabliert und schafft eine wichtige Grundlage für Makrobezüge. Diese Bezüge konnten mit erweiterten Arbeitsaufträgen und anderem aufgebaut werden und sollen im Curriculum der Natur- und Technik-Ausbildung mit zukünftigen Leistungsnachweisen sowie mit Reflexionskriterien für das Quartalspraktikum weiter ausgebaut werden. Auch erwägen die Dozierenden eine weitere Durchführung des mono- und koedukativen Lernsettings in der Fachdidaktikausbildung, jedoch in Modulgruppen normaler Größe. Die qualitativen Ergebnisse aus dem Herbstsemester 2020 geben Anlass zur Annahme, dass ein solches Setting in Verbindung mit der im Basismodul initiierten Auseinandersetzung mit Studienergebnissen und Handlungsmöglichkeiten für Lehrpersonen einen verstärkenden Effekt hinsichtlich der Gendersensibilisierung haben könnte.

Literatur

- Bandura, A. & Locke, E.A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1), 87–99.
- Brotman, J.S. & Moore, F.M. (2008). Girls and science: a review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971–1002.
- Fanger, F. (2013). *Darstellung der Geschlechter im Chemieschulbuch Elemente. Eine Inhaltsanalyse eines Schulbuches der Sekundarstufe II*. Masterarbeit im Rahmen des SNF-Projekts «Geschlechtsuntypische Berufs- und Studienwahlen bei jungen Frauen». Bern: Universität Bern.
- Faulstich-Wieland, H. (2009). Gender und Naturwissenschaften – Geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Schule. In T. Schweiger & T. Hascher (Hrsg.), *Geschlecht, Bildung und Kunst* (S. 41–60). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Fredricks, J.A., Blumenfeld, P.C. & Paris, A.H. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
- Gut, C. & Brückmann, M. (2019). *Conceptual Instruction Maps (CIMS): planning science lessons with CIMS*. Referat an der ESERA Konferenz. Bologna, 29.08.2019.
- Hannover, B. (1997). *Das dynamische Selbst: Die Kontextabhängigkeit selbstbezogener Wissens*. Bern: Hans Huber.
- Häubler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. & Sievers, K. (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223–238.
- Herzog, W. (1996). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines «mädchengerechten» koedukativen Unterrichts. *Neue Sammlung: Vierteljahres-Zeitschrift für Erziehung und Gesellschaft*, 36(1), 61–91.
- Herzog, W., Labudde, P., Gerber, C., Neuenschwander, M.P. & Violi, E. (1997). Koedukation im Physikunterricht. Eine Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 19(2), 132–158.
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 71–86.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Kessels, U. (2002). *Undoing gender in der Schule: eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht*. Weinheim: Juventa.
- Kessels, U. (2007). Alles nur Placebo? Warum Monoedukation im Physikunterricht das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen beeinflusst. In P. H. Ludwig & H. Ludwig (Hrsg.), *Erwartungen in himmelblau und rosarot*. (S. 251–267). Weinheim: Juventa.
- Kessels, U. (2012). Selbstkonzept: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 163–191). Berlin: Lit.
- Pahlke, E., Hyde, J.S. & Allison, C.M. (2014). The effects of single-sex compared with coeducational schooling on students' performance and attitudes: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 140(4), 1042.

- Parker, L.H. & Rennie, L.J. (2002). Teachers' implementation of gender-inclusive instructional strategies in single-sex and mixed-sex science classrooms. *International Journal of Science Education*, 24(9), 881–897.
- Sax, L.J., Riggers, T.A. & Eagan, M.K. (2013). The role of single-sex education in the academic engagement of college-bound women: a multilevel analysis. *Teachers College Record*, 115(1), 1–27.
- Schmir, J., Pufke, E., Schirner, S. & Stöger, H. (2012). Das Zusammenspiel geschlechtsspezifischer Erwartungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Lehrkräften und Schülerinnen im MINT-Unterricht. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 59–75). Berlin: Lit.
- VERBI (2021). *MAXQDA 2022 Manual*. <https://www.maxqda.com/de/hilfe-mx22/willkommen> [03.05.2023].
- Wodzinski, R. (2010). Mädchen, Frauen und Physik – wie kann Unterricht Einfluss auf das Interesse von Mädchen an Physik nehmen? In D. Kröll (Hrsg.), *«Gender und MINT» – Schlussfolgerungen für Unterricht, Beruf und Studium. Tagungsband zum Fachtag* (S. 37–51). Kassel: Kassel University Press.

Kriteriengeleitete Modulentwicklung für einen gendersensiblen Natur- und Technikunterricht

Andrea Maria Schmid, Dorothee Brovelli

Als Unterstützung zur Förderung der Gendersensibilität von Lehrpersonen für Natur und Technik erstellte das Projektteam der Pädagogischen Hochschule Luzern eine Kriterienliste zur Analyse des eigenen Unterrichts. Im Beitrag wird exemplarisch anhand eines hochschulübergreifenden Moduls mit physikalisch-technischem Schwerpunkt die Umsetzung einer solchen kriteriengestützten Modulentwicklung in der Lehramtsausbildung der Sekundarstufe I für Naturwissenschaften und Technik aufgezeigt sowie theoretisch und empirisch eingebettet diskutiert. Das Resultat der interferenzstatistischen Analyse (Interventions- und Kontrollgruppe $N = 176$) impliziert, dass die Intervention im Modul positive, genderspezifische Effekte auf das physikbezogene Selbstkonzept hat.

1 Einleitung

Diverse Studien liefern Hinweise darauf, dass Mathematik, Physik und Chemie – im Vergleich zu sprachlich-geisteswissenschaftlichen Fächern – im Sinne von kollektiven Einstellungen unserer Gesellschaft oft männlich konnotierte sind und als harte beziehungsweise schwierige Fächer stereotypisiert werden, so auch in Deutschland und der Schweiz (Archer, Moote & MacLeod., 2020; Boerlin, Beerenwinkel & Labudde, 2014; Christidou, 2011; Kessels, 2015; Lindner et al., 2022; Makarova & Herzog, 2015; Wang & Degol, 2013). Geschlechterstereotype werden den kollektiven Einstellungen zugeordnet und resultieren aus multiplen Einflüssen (Eckes, 2008; Hale, Holl & Melzer, 2022). Die Lehrperson kann methodisch und didaktisch unter anderem durch ihre Vorbild- und Vermittlungsrolle stereotype Einstellungen mit den Lernenden reflektieren und eine positive Einstellungs- sowie Interessensentwicklung fördern (Kessels, 2015; Luo, Stoeger & Subotnik, 2022; Makarova, Aeschlimann & Herzog, 2019; Makarova & Herzog, 2015; OECD, 2019; Schmader & Hall, 2014; Thomas, 2017). Dazu gehört, dass sie ihre

eigenen Stereotype hinterfragt, ihren Unterricht analysiert, gendersensibel im Sinne einer reflexiven Koedukation weiterentwickelt und an ihrem eigenen akademischen beziehungsweise fachbezogenen Selbstkonzept arbeitet (u. a. Amon et al., 2014; Brovelli, Vogler & Schmid, 2019; Faulstich-Wieland, 2009; Finsterwald et al., 2012).

Das *fähigkeitsbezogene Selbstkonzept* kann als die Selbstwahrnehmung einer Person bezüglich der eigenen Stärken und Schwächen der einzelnen Fächer, wie zum Beispiel Physik, im akademischen Umfeld definiert werden (Scherer, 2013). Es wird kontinuierlich durch Erfahrungen und Interaktionen mit der Umgebung geformt (ebd.). Fähigkeitsbezogene Selbstkonzepte sind als Konstrukt in der fachdidaktischen Forschung wichtig, weil sie, direkt oder moderiert durch motivationale Variablen, schulische Lernprozesse nachweislich beeinflussen (Eccles & Wigfield, 2002; Kessels, 2012; Möller et al., 2020; Wu et al., 2021).

Der vorliegende Beitrag beleuchtet exemplarisch, wie Aspekte für gendersensiblen Unterricht in den Fokus einer Modulentwicklung respektive -weiterentwicklung in der Lehramtsausbildung der Sekundarstufe I für Naturwissenschaften und Technik genommen werden können und welche möglichen Wirkungen sich aus der daraus resultierenden Intervention ableiten lassen.

2 Kriterien für gendersensiblen Natur- und Technikunterricht

Das Desiderat nach einem bewussteren Aufbau von Kompetenzen für gendersensiblen Unterricht im MINT-Bereich bei angehenden Lehrpersonen führte zu den beiden vom Eidgenössischen Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann (EBG) geförderten Entwicklungsprojekten der Pädagogischen Hochschule Luzern als Leading House in Kooperation mit den Pädagogischen Hochschulen Bern, St. Gallen, Zürich und der Pädagogischen Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz. Als Unterstützung zur Förderung der Gendersensibilität von Lehrpersonen für Natur und Technik stellte das Projektteam der Pädagogischen Hochschule Luzern – bestehend aus Fachdidaktiker*innen Naturwissenschaften und Technik sowie unter Einbeziehung von Fachpersonen aus den Bildungs- und Sozialwissenschaft-

ten – literaturbasiert eine Kriterienliste für die Analyse der eigenen Lehre zusammen (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020).

Der Aufbau dieser Liste orientiert sich an Handlungsaspekten der Lehrperson während der Planung, Durchführung und Reflexion des Unterrichts. Wie der nachfolgende Auszug in Tabelle 1 zeigt, wurden die Kategorien zur Ausdifferenzierung und Operationalisierung durch Subkategorien, Indikatoren und Literaturhinweise ergänzt.

Kategorie	Subkategorie	Indikatoren	Literaturhinweis
Planung	Materialien	Ich verwende Unterrichtsmaterialien, die Geschlechterrollen zeitgemäß sowie vielfältig darstellen, z. B. gendertypische berufliche Vorbilder.	Makarova, Aeschlimann & Herzog, 2015; Wedel & Bartsch, 2015; Bartosch, 2008; Stamm, 2007; Willems, 2007; Stadler, 2004; Niedenthal, Cantor & Kihlstrom, 1985
Durchführung	Interaktion	Ich achte darauf, dass bei kooperativen Lernformen die Rollen in Gruppen bewusst gewechselt werden.	Faulstich-Wieland, 2009; Bartosch, 2008; Stadler, 2004
Reflexion	Schüler*innen	Ich ermutige Schüler*innen, den Einfluss von Eltern und Peergroups auf die persönlichen Interessen sowie die Berufswahl zu hinterfragen.	Amon et al, 2014; Bartosch, 2008

Tab. 1: Auszug Kriterienliste gendersensibler NT-Unterricht (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020)

Die einzelnen Indikatoren in der Liste stützen sich auf theoretische und empirische Befunde aus der Fachdidaktik für Naturwissenschaften und Technik. Die Kriterienliste ist kein Forschungsinstrument, aber als nicht validiertes Analyseinstrument in der Praxis einsetzbar, um Lehrpersonen dabei zu unterstützen, ihren naturwissenschaftlich-technischen Unterricht bewusst geschlechtersensibel zu gestalten. Im Sinne des *Undoing Gender* (Bartosch, 2008) sollen Unterrichtssettings für alle Geschlechter ansprechend und gerecht geplant, durchgeführt und reflektiert werden, ohne dabei Stereotypisierungen von Geschlechterrollen zu dramatisieren. Die Indikatoren sind situational zu betrachten und entsprechend umzusetzen.

Die entwickelte Kriterienliste wurde während der Projektlaufzeit (Projekt Luzern: 2019–2022; Projekt hochschulübergreifend: 2020–2023) an mehreren pädagogischen Hochschulen für Analysezwecke sowie mögliche Weiterentwicklungen auf Dozierenden- und Studierendenebene sowie für Lehrpersonen eingesetzt und weiterentwickelt. Sie steht in angepasster Form als Open Education Resource (OER) auch zur Analyse des Unterrichts für unterschiedliche Schulstufen zur Verfügung. Diese Kriterienliste soll zum Denken anregen und entlang des aktuellen Diskurses in der Forschung und im Berufsfeld laufend weiterentwickelt werden.

Nachfolgend wird der mögliche Einsatz dieser Kriterienliste anhand einer Modulentwicklung respektive -weiterentwicklung aus der Projektlaufzeit beispielhaft aufgezeigt und diskutiert.

3 Einblick in die Modulentwicklung «Technik und Wissenschaft im öffentlichen Raum»

In diesem Kapitel wird exemplarisch anhand des Moduls «Technik und Wissenschaft im öffentlichen Raum» aufgezeigt, wie eine Modulentwicklung beziehungsweise -weiterentwicklung anhand der Kriterienliste im Projekt erfolgen kann.

Im Rahmen des schweizweiten Programms *Nationales Netzwerk MINT-Bildung* kooperieren seit dem Jahr 2017 Pädagogische Hochschulen und technische Fachhochschulen regional und als Gesamtnetzwerk für MINT-Projekte in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen (siehe auch Projektwebseite www.mint-bildung.ch). In der Region Zentralschweiz setzen die Pädagogische Hochschule Luzern und die Hochschule Luzern mit den Departementen Technik & Architektur unter anderem das Teilprojekt «Kontexte aus der technischen Forschung für angehende Lehrpersonen der Sekundarstufe I» um. Im dazugehörigen Modul werden folgende Ziele für die Lehramtsstudierenden aus dem Bereich Naturwissenschaften und Technik verfolgt: Anregungen zu konkreten Unterrichtsideen aus physikalisch-technischen Forschungskontexten (a), Förderung der Kompetenz zur Entwicklung lernförderlicher, lehrplanrelevanter und gendersensibler Unterrichtsarrangements zu aktuellen MINT-Themen (b), Förderung von MINT-Interesse und -Selbstkonzept (c), Änderung der Einstellungen zu

Naturwissenschaften und Technik (d). Hierfür wurde ein Seminar entwickelt und untersucht, auf das nachfolgend näher eingegangen wird.

3.1 Beschreibung des Moduls

Das als Seminar geführte Modul «Technik und Wissenschaft im öffentlichen Raum» für Lehramtsstudierende beschäftigt sich mit aktuellen Forschungsprojekten der Hochschule Luzern Technik & Architektur, die als authentische Kontexte für physikalisch-technische Lerninhalte im Lehramtsstudium für die Sekundarstufe I in den Naturwissenschaften eingesetzt werden können (Schmid, Rehm & Brovelli, 2021; Schmid, 2023). Die Umsetzung erfolgt im Setting eines Lehr-Lern-Labor-Seminars im Modul «Technik und Wissenschaft im öffentlichen Raum» für Masterstudierende (7.–9. Semester) an der Pädagogischen Hochschule Luzern. Dabei erfassen die Studierenden die zugrunde liegenden physikalischen Konzepte und bereiten daraus kontextualisierte Lernumgebungen mit Lehrplanbezug im Fach Natur und Technik für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (7.–9. Schuljahr) vor. Das Forschungsprojekt als fachwissenschaftlicher Lernkontext wird von den Studierendengruppen nach dem Kennenlernprozess fachlich elementarisiert (Reinhold, 2006) und nach dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) als 20-minütige Unterrichtsminiatur aufbereitet.

Innerhalb der didaktischen Strukturierung werden Kriterien für gendersensiblen Natur- und Technikunterricht (Amon et al., 2014; Brovelli, Schmid & Gysin, 2020) im Seminar exemplarisch durch Fachdidaktiker*innen vorgestellt und für die Planung und Durchführung durch die Studierenden miteinbezogen. Unterstützung erhalten die Studierenden in ihrer Erarbeitung fachwissenschaftlich von wissenschaftlichen Mitarbeitenden der Hochschule Luzern T & A und fachdidaktisch von Dozierenden der Pädagogischen Hochschule Luzern.

Daraus resultieren 20-minütige Unterrichtsminiaturen, die anschließend von den Lehramtsstudierenden direkt in den Laboren der Hochschule Luzern mit Schulklassen selbst durchgeführt werden.

Beispiel einer von Lehramtsstudierenden der PH Luzern für Schüler*innen der Sekundarstufe I durchgeführten Unterrichtsminiatur im Werkstofflabor an der Hochschule Luzern, Departement Technik & Architektur

Die Unterrichtsminiatur zum Kontext Werkstoffprüfung in kleinen Dimensionen startet mit der Frage: «Warum reißt das Seil nicht?» Vermutungen der Schüler*innen werden gesammelt. Anschließend wird ein Freihandexperiment mit dem Zerreißen von Woll- und Packschnur durchgeführt. Mit der zum Kontext gehörenden und im Labor der Durchführung gut sichtbaren Mikrozugprüfmaschine wird ergänzend mit einer Probe der Packschnur ein Mikrozugversuch aufgezeigt, das dazugehörige Spannungs-Dehnungs-Diagramm wird fachlich besprochen. Dies wird mit der Makrozugmaschine und einer Metallprobe wiederholt und die Eingangsfrage besprochen. Zum Schluss wird Bezug auf die Forschung der Werkstoffprüfung an der Hochschule Luzern genommen und mit Beispielen anhand von Alltagsgegenständen aufgezeigt, wann und wo diese Kennzahlen für die Sicherheit wichtig sind.

Zur Förderung der Reflexionskompetenzen führt jede Gruppe ihre Unterrichtsminiatur abschließend mehrfach, an zwei Halbtagen jeweils mit einer bis zwei Schulklassen, in insgesamt drei Kleingruppen (maximal 12 Lernende pro Gruppe) aufgeteilt durch. Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Rückmeldungen in Form von reflexiven Gesprächen erfolgen durch die am Seminar beteiligten Mitarbeitenden beider Hochschulen nach jeder Durchführung. Dies ermöglicht den Studierenden, zwischen den Präsentationen innerhalb eines Halbtages, situative Anpassungen an der Unterrichtsminiatur vorzunehmen und für die darauffolgende Woche bei Bedarf größere.

Durch das Setting von authentischen Laborumgebungen wird diese Form des Lehr-Lern-Labor-Seminars einer erweiterten Form außerhalb der Räumlichkeiten der Lehramtsausbildungsstätte zugeordnet. Das dafür genutzte Setting in Anlehnung an *Microteaching* ist laut Literatur besonders geeignet für erste Lehrerfahrungen: Es ermöglicht grundsätzlich eine Komplexitätsreduktion aufgrund von eingeschränkter Zeitdauer, reduzierter Themenauswahl sowie angepassten Räumlichkeiten und verkleinerter Gruppengröße der Schüler*innen (Rehfeldt et al., 2020; Rehfeldt et al., 2018).

3.2 Klärung gendersensibler Aspekte in der Modulentwicklung

Die Modulentwicklung berücksichtigt im Bereich Planung Indikatoren der Kriterienliste nach Brovelli, Schmid und Gysin (2020) für den Fachinhalt,

zum Beispiel «Ich erkläre Phänomene und Gesetze in Kontexte eingebettet, die für alle Geschlechter relevant sowie vertraut sind» und «Ich berücksichtige im Seminar und in der Vorlesung unterschiedliche naturwissenschaftliche, sozialisations- und entwicklungsbezogene Vorerfahrungen sowie Interessen aller Geschlechter». So wurden für das Seminar unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Indikatoren insgesamt sechs unterschiedliche Forschungsprojekte der Hochschule Luzern T & A mit physikalisch-technischem Fachinhalt ausgewählt, die als authentische und aktuelle, besondere Kontexte mit Alltagsbezug für Lerninhalte im Lehramtsstudium eingesetzt werden: Energy-Harvesting (a), Latentspeicher für Heiz- und Kühlanwendungen (b), Werkstoffprüfung in kleinen Dimensionen (c), Licht-Dosimeter zum Messen der Lichtintensität und deren Auswirkung auf den Melatoninspiegel (d), Messung von Schalleistungspegel-Werten (e) und Licht für gesunde und produktive Arbeitsplätze (f). Die Auswahl erfolgte kooperativ durch Fachdidaktiker*innen der Pädagogischen Hochschule Luzern und die Koordinationsperson für MINT-Förderung an der Hochschule Luzern. Als Grundlage dienten die Kompetenzen für den Bereich Physik und Technik im Lehrplan 21 (D-EDK, 2016) sowie eine Liste aktueller Projektbeschreibungen der Hochschule Luzern.

Aufgrund der beiden Indikatoren «Ich überprüfe mein Seminar und meine Vorlesung (nach vordefinierten Kriterien) hinsichtlich Geschlechtergerechtigkeit und leite daraus Entwicklungsmaßnahmen ab» und «Ich überprüfe mein Seminar und meine Vorlesung hinsichtlich der Entwicklung des Selbstkonzepts sowie der Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden» im Bereich der Reflexion auf Ebene der Dozierenden wurde das Modul entlang der Kriterienliste analysiert und unter anderem in den folgenden Bereichen weiterentwickelt (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020):

- Planung (Materialien): Ich verwende Seminar-/Labor-/Vorlesungsunterlagen, die Geschlechterrollen zeitgemäß sowie vielfältig darstellen, z. B. genderatypische berufliche Vorbilder.
- Planung (Materialien): Ich thematisiere aktuelle naturwissenschaftliche Forschung im Seminar und in der Vorlesung, sowohl das Feld der Grundlagenforschung als auch das breite Feld der angewandten Forschung.
- Reflexion (Student*in): Ich ermutige Studierende, ihre geschlechtsspezifischen Stereotype zu hinterfragen.
- Reflexion (Student*in): Ich ermutige Studierende, Diskriminierungen zu erkennen und aufzubrechen.

Die Analyse zeigt unter anderem eine Problematik im Bereich der Rollenbilder auf, da die PH-Studierenden im hochschulübergreifenden Modul vorwiegend männliche Mitarbeitende und Studierende an der Hochschule Luzern, Bereich Technik, antreffen. So wurden für die Weiterentwicklung folgende Zielsetzungen verfolgt:

1. Die Lehramtsstudierenden können die Unterrepräsentation von Frauen in naturwissenschaftlich-technischen Berufen am Beispiel der Hochschule Luzern T & A kritisch hinterfragen.
2. Die Lehramtsstudierenden können die Notwendigkeit gendergerechten Unterrichts anhand aktueller Forschungsergebnisse zu affektiven und kognitiven Merkmalen von Jugendlichen in der Schweiz bzw. in Europa erkennen und aufzeigen.
3. Die Lehramtsstudierenden können bei der Planung und Umsetzung ihrer Unterrichtsarrangements gendergerechte Aspekte berücksichtigen, zum Beispiel: gendergerechte Abbildungen und Sprache verwenden, das Selbstbild der Jugendlichen stärken, die Interessen von Mädchen und Jungen bei der Themenwahl und den Beispielen berücksichtigen.

Konkret wurden folgende Modulanpassungen vorgenommen, um die Zielsetzungen zu erreichen: In einer Doppellektion erhalten die Studierenden einen Input zu kontextualisiertem Lernen, Interessenskomponenten von Mädchen und Jungen anhand von Studienergebnissen und zu physikalisch-technischen Präkonzepten sowie dem Diagnoseinstrument Concept-Cartoon/Konzeptdialog (Naylor & Keogh, 2013). Diese didaktischen Inputs gelten als Grundlage für die Erarbeitung ihrer Unterrichtsarrangements in Kleingruppen. In einer weiteren Doppellektion werden aktuelle Forschungsergebnisse zu MINT-Schulleistungen und Interessen von Jugendlichen in der Schweiz und im Ländervergleich anhand von Daten der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) sowie mögliche Maßnahmen aufgezeigt (u. a. Potvin & Hasni, 2014; OECD, 2019). Die Studierenden erhalten danach Zeit, diese Ergebnisse und Maßnahmen in ihren Unterrichtsarrangements aufzugreifen und mit den wissenschaftlichen Mitarbeitenden der Hochschule Luzern T & A zu besprechen.

Die Anpassungen der Modulentwicklung wurden durch die Modulleitung anhand von Gesprächen mit den Lehramtsstudierenden sowie Kooperationspartner*innen evaluiert und die Unterrichtsarrangements der Studier-

enden in Form der erbrachten Leistungsnachweise überprüft. Nachfolgend wird auf empirische Befunde zur Wirksamkeit dieses als Intervention angelegten Moduls eingegangen.

3.3 Empirische Befunde

Das Konzept des Lehr-Lern-Labor-Seminars wird als Rahmen für die authentischen Kontexte in der Lehramtsausbildung genutzt. Gemäß einem systematischen Review von Rehfeldt et al. (2020) wird dem Format das Potenzial zugeschrieben, die Professionskompetenz angehender Lehrpersonen gezielt zu entwickeln. Die empirische Prüfung der Interventionswirkung dieses Moduls betreffend affektive Merkmale erfolgte in den Jahren 2017 bis 2020 anhand eines quantitativen, quasi-experimentellen Prä-Inter-Post-Designs mit insgesamt $N = 176$ Lehramtsstudierenden (Schmid, 2023). Nachfolgend wird exemplarisch auf ein zentrales Konstrukt der Analyse, das fähigkeitsbezogene Selbstkonzept, eingegangen.

Innerhalb der Interventionsgruppe konnte ein signifikanter Anstieg des physikbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts bei den angehenden Lehrkräften nachgewiesen werden, $F(1, 141) = 8.33$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .06$ (siehe Abbildung 1). Der Post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur zeigt den Unterschied der Ergebnisse zu den beiden Messzeitpunkten vor und unmittelbar nach der Moduldurchführung auf ($M_{diff} = 0.08$, 95 %-KI [0.02, 0.13]). Ein Gruppenvergleich zwischen den Geschlechtern belegt, dass dieser Effekt des Anstiegs nur bei den Probandinnen signifikant ausfällt, $F(1, 70) = 9.09$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .11$. Des Weiteren weist die Analyse anhand univariater Tests auf geschlechtsspezifische Unterschiede für das physikbezogene Fähigkeitsselbstkonzept hin, $F(1, 141) = 32.40$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .19$. Der Post-hoc-Test mit Bonferroni-Korrektur zeigt die Geschlechterunterschiede für dieses Konstrukt auf ($M_{diff} = 0.47$, 95 %-KI [0.31, 0.64]). Auf einer Skala von 1 bis 4 (1 = tief, 4 = hoch) weisen die Probandinnen ($N = 74$, $Ms = 2.31$ vs. 2.41, $SDs = 0.56$ vs. 0.51) im Gegensatz zu den Probanden ($N = 69$, $Ms = 2.80$ vs. 2.85, $SDs = 0.48$ vs. 0.51) vor und nach dem Modul tiefere Werte für das physikbezogene Fähigkeitsselbstkonzept auf. Bei der Kontrollgruppe werden keine Haupt- oder Interaktionseffekte bei den univariaten Tests gemessen.

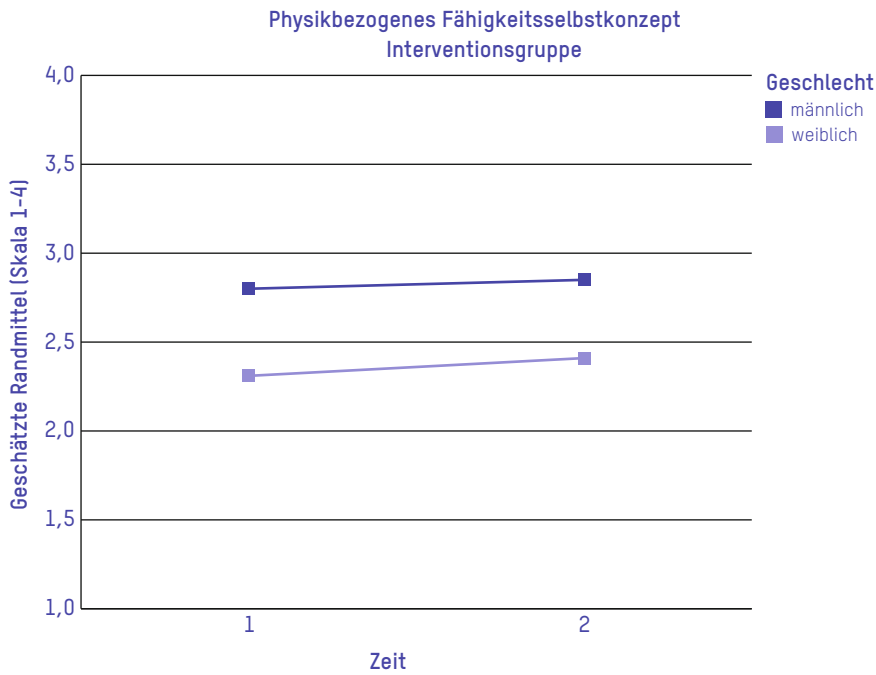


Abb. 1: Entwicklung des physikbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts in der Interventionsgruppe nach Geschlecht (männlich, weiblich) getrennt

Die Messung des Fähigkeitsselbstkonzepts in der Studie erfolgte absolut und im Prä-Post-Vergleich individuell-temporal. Das Resultat der univariaten Varianzanalyse impliziert, dass die Intervention positive, genderspezifische Effekte beim physikbezogenen Selbstkonzept bewirkt.

4 Fazit und Ausblick

Eine kriteriengeleitete Analyse gendersensibler Aspekte der eigenen Lehre kann – wie anhand des oben dargelegten Beispiels ersichtlich – als iterativer Prozess in die reguläre Modulentwicklung respektive -weiterentwicklung integriert werden. Dabei können anhand der Kriterienliste unterschiedliche Schwerpunkte in der Weiterentwicklung gelegt werden, ohne Anspruch auf eine einmalig umfassende Überarbeitung.

In Anbetracht der im Modul erfolgten genderspezifischen Steigerung des physikbezogenen Selbstkonzepts und des Einflusses dieses affektiven Merkmals auf nachfolgende Lernleistungen hat das hochschultypenübergreifende Modul das Potenzial, die Performanz von Lehramtsstudierenden in Bezug auf Physik und Technik zu steigern, ohne zu einer möglichen Überschätzung der eigenen Kompetenzen zu führen (Möller & Trautwein, 2015). Die damit verbundene Steigerung der Professionskompetenzen angehender Lehrpersonen kann sich ihrerseits erweitert positiv auf motivationale und kognitive Aspekte von Schüler*innen auswirken (u. a. Baumert et al., 2010; Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015; Keller, Neumann & Fischer, 2017).

Literatur

- Amon, H., Bartosch, I., Lembens, A. & Wen, I. (Hrsg.) (2014). *Gender_Diversity-Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht: Fachdidaktische Anregungen für Lehrerinnen und Lehrer* [Sonderheft]. Klagenfurt: Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung.
- Archer, L., Moote, J. & MacLeod, E. (2020). Learning that physics is «not for me»: Pedagogic work and the cultivation of habitus among advanced level physics students. *Journal of the Learning Sciences*, 29(3), 347–384. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1707679>.
- Bartosch, I. (2008). *Undoing Gender im MNI-Unterricht. Analyseprojekt*. https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/7/71/Langfassung_Bartosch2008.pdf [04.11.2022].
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R.J. (2015). Beyond dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>.
- Boerlin, J., Beerenwinkel, A. & Labudde, P. (2014). *Bericht Analyse MINT-Nachwuchsbarometer: Auswertung der Datenerhebung vom Frühsommer 2012*. Basel: PH FHNW, Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik.

- Brovelli, D., Schmid, A.M. & Gysin, D. (2020). *Kriterien für einen geschlechter-sensiblen Unterricht in Natur & Technik: Arbeitspapier im Projekt «Lehrpersonenbildung für einen gendergerechten Natur- und Technikunterricht auf der Sekundarstufe I»*. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern. https://www.ph-gendersensibilisierung.ch/_Resources/Persistent/9/d/d/1/9dd1c693b3d462a7c97fb999ea41f6c7ebf3a51e/Gender-Nawi-Kriterienliste-Unterricht_PHLU_OER.pdf [30.03.2023]
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A.M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht – Eine Vignettenstudie bei angehenden Lehrkräften. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus Forschung und Praxis* (S.149–163). Bern: hep. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3568807>.
- Christidou, V. (2011). Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with the voices of school science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(2), 141–159.
- Deutscheschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz, D-EDK (Hrsg.) (2016). *Lehrplan 21 Natur & Technik für den 3. Zyklus*. <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b|6|2> [15.09.2023].
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>.
- Eckes, T. (2008). Geschlechterstereotype: Von Rollen, Identitäten und Vorurteilen. In R. Becker, B. Kortendiek & B. Budrich (Hrsg.), *Geschlecht und Gesellschaft: Bd. 35. Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung: Theorie, Methoden, Empirie* (2. Aufl., S.171–182). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91972-0_20
- Faulstich-Wieland, H. (2009). Gender und Naturwissenschaften: Geschlechtergerechter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Schule. In T. Schweiger (Hrsg.), *Geschlecht, Bildung und Kunst: Chancengleichheit in Unterricht und Schule* (1. Aufl., Bd. 33, S. 41–60). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91332-2_3.
- Finsterwald, M., Schober, B., Jöstl, G. & Spiel, C. (2012). Motivation und Attributionen: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Lehr-Lern-Forschung: Bd. 1. Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: Lit.

- Hale, M.L., Holl, E. & Melzer, A. (2022). Geschlechterbezogene Rollen und Stereotype und ihre Auswirkungen auf das Leben Jugendlicher und junger Erwachsener. In A. Heinen, R. Samuel, C. Vögele & H. Willems (Hrsg.), *Wohlbefinden und Gesundheit im Jugendalter*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengiesser, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)*, (3), 3–17.
- Keller, M.M., Neumann, K. & Fischer, H.E. (2017). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. <https://doi.org/10.1002/tea.21378>.
- Kessels, U. (2012). Selbstkonzept: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), *Lehr-Lern-Forschung: Bd. 1. Mädchen und Frauen in MINT: Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten* (S. 163–192). Berlin: Lit.
- Kessels, U. (2015). Zur Kompatibilität von Geschlechtsidentität, MINT-Fächern und schulischem Engagement: Warum wählen Mädchen seltener Physik und machen häufiger Abitur als Jungen? In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 19–30). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Lindner, J., Makarova, E., Bernhard, D. & Brovelli, D. (2022). Toward gender equality in education: Teachers' beliefs about gender and math. *Education Sciences*, 12(373), 1–25. <https://doi.org/10.3390/educsci12060373>.
- Luo, L., Stoeger, H. & Subotnik, R.F. (2022). The influences of social agents in completing a STEM degree: an examination of female graduates of selective science high schools. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00324-w>.
- Makarova, E., Aeschlimann, B. & Herzog, W. (2019). The gender gap in STEM fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education*, 4, Artikel 60. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>.
- Makarova, E. & Herzog, W. (2015). Trapped in the gender stereotype? The image of science among secondary school students and teachers. *Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal*, 34(2), 106–123. <https://doi.org/10.1108/EDI-11-2013-0097>.

- Möller, J. & Trautwein, U. (2015). Selbstkonzept. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Pädagogische Psychologie* (S. 177–199). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2_8.
- Möller, J., Zitzmann, S., Helm, F., Machts, N. & Wolff, F. (2020). A meta-analysis of relations between achievement and self-concept. *Review of Educational Research*, 90(3), 376–419. <https://doi.org/10.3102/0034654320919354>.
- Naylor, S. & Keogh, B. (2013). Concept cartoons: What have we learnt? *Journal of Turkish Science Education*, 10(1), 3–11.
- OECD (Hrsg.) (2019). *PISA 2018 results (Volume II): Where all students can succeed*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.
- Potvin, P. & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>.
- Rehfeldt, D., Klempin, C., Brämer, M., Seibert, D., Rogge, I., Lücke, M., Sambanis, M., Nordmeier, V. & Köster, H. (2020). Empirische Forschung in Lehr-Lern-Labor-Seminaren – Ein Systematic Review zu Wirkungen des Lehrformats. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 34(3–4), 149–169. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000270>.
- Rehfeldt, D., Seibert, D., Klempin, C., Lücke, M., Sambanis, M. & Nordmeier, V. (2018). Mythos Praxis um jeden Preis? Die Wurzeln und Modellierung des Lehr-Lern-Labors. *die hochschullehre: interdisziplinäre Zeitschrift für Hochschule und Lehre*, 4, 90–114. <https://doi.org/10.17169/refubium-1702>.
- Reinhold, P. (2006). Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion. In H. Mikelskis (Hrsg.), *Physikdidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 86–101). Berlin. Cornelsen Scriptor.
- Scherer, R. (2013). Further evidence on the structural relationship between academic self-concept and self-efficacy: On the effects of domain specificity. *Learning and Individual Differences*, 28, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.09.008>.
- Schmader, T. & Hall, W.M. (2014). Stereotype threat in school and at work. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 1(1), 30–37. <https://doi.org/10.1177/2372732214548861>.
- Schmid, A. M. (2023). *Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen. Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik* [Dissertation]. *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos.

- Schmid, A. M., Rehm, M. & Brovelli, D. (2021). Innovative Kooperation mit Forschungsabteilungen aus Physik und Technik für das Lehramtsstudium – Kontextualisiertes Lernen anhand aktueller Forschungsprojekte. In J. Arnold, N. Graulich, M. Kubsch & S. Sorge (Hrsg.), *Lehrkräftebildung neu gedacht – Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 102–107). München: Waxmann.
- Stadler, H. (2004). *Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt. Dissertation zur Erlangung des Akademischen Grades «Doktorin der Naturwissenschaften»* [Dissertation]. Wien: Universität Wien, Fakultät für Physik.
- Thomas, A. E. (2017). Gender differences in students' physical science motivation: Are teachers' implicit cognitions another piece of the puzzle? *American Educational Research Journal*, 54(1), 35–58.
- Wang, M.-T. & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304–340. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.001>.
- Wu, H., Guo, Y., Yang, Y., Zhao, L. & Guo, C. (2021). A meta-analysis of the longitudinal relationship between academic self-concept and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1749–1778. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09600-1>.

Nature versus Nurture: Naturwissenschaften und gendersensible Hochschuldidaktik – eine (Selbst-)Evaluierung

Julia Ha

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit gendersensiblen Aspekten des Lehrens und Lernens in der eigenen Hochschullehre. Dazu wurden Dozierende der Fachschaft Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule St. Gallen über eine Selbstevaluierung eingeladen, ihre eigene Hochschuldidaktik in Bezug auf Gendersensibilität zu reflektieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass Dozierende als Expert*innen ihres Fachs über hochschuldidaktische Kompetenzen verfügen und daher Erfahrungen und Vorstellungen mitbringen, was sie unter einer erfolgreichen gendersensiblen Hochschuldidaktik verstehen. Die vorliegenden Erkenntnisse fassen die Reflexionen über Genderkompetenzen zusammen und geben Einblicke in gendersensible Haltung und gendersensibles Handeln.

1 Einleitung

1.1 Kontextualisierung der (Selbst-)Evaluierung

Im Rahmen des Forschungsprojekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur- und Techniklehrpersonen» der Pädagogischen Hochschulen Luzern, Bern, Zürich, St. Gallen und der Fachhochschule Nordwestschweiz wurde das Ziel verfolgt, die Lehrpersonenausbildung (Sekundarstufe I) für den Natur- und Technikunterricht gendergerecht zu gestalten. Lehrkompetenz an sich ist eine hochkomplexe Verknüpfung aus Wissen, Ethik, Handlungsfähigkeit, Praxisentwicklung und weiterer Ausdifferenzierung zu Methodenkompetenz, systemische Kompetenz, Sozialkompetenz und hochschuldidaktischer Fachkompetenz (Stahr, 2009, S. 80). Um künftige Lehrpersonen für einen gendersensiblen Natur- und Technikunterricht vorzubereiten, wird der Fokus im vorliegenden Artikel auf den Zugang zur gendersensiblen Lehre von Dozierenden der Fachschaft Natur und Technik der Pädagogischen Hochschule St. Gallen gelegt.

1.2 Genderkompetenzen und gendersensible Lehre

Gute Lehre hat den Anspruch, gender- und diversitätssensibel zu sein (Janzen-Schulz, 2008; Auferkorte-Michaelis et al., 2009; Metz-Göckel, 2012). Lehrkompetenz verbunden mit Genderkompetenzen werden von Metz-Göckel und Roloff (2002) auch als Schlüsselqualifikationen bezeichnet. Vor allem, wenn es darum geht, den gegebenen Schieflagen und Ungleichheiten der Geschlechter zum Beispiel im Beruf entgegenzuwirken. Die beiden Autorinnen verstehen Genderkompetenz als Wissen, um soziale Zuschreibungen und «soziale Festlegungen im (privaten, beruflichen, universitären) im Alltag zu erkennen» (Metz-Göckel & Roloff, 2002, S. 8), und die Fähigkeit, damit umzugehen, damit allen Geschlechtern Entwicklungsmöglichkeiten offenstehen. Gendersensibilität deutet daher auf die Berücksichtigung und das Einbetten der Genderkompetenzen in der eigenen Lehre hin. Hier spielt das Genderwissen eine zentrale Rolle in der Genderkompetenz. Wie aber gendersensible Lehre umgesetzt wird, hängt auch weitgehend davon ab, welche Wissensbestände insbesondere Dozierende haben. Die vorliegende Evaluierung fragt die Dozierenden nach ihren Wissensbeständen sowie ihrer Umsetzung in gendersensible Lehre. Dabei wurden die drei Genderkompetenzebenen «Wollen (Motivation für Gleichstellung), Wissen (spezifisches Genderwissen) und Können (gendersensible Methoden und Didaktiken)» von Budde und Venth (2009, S. 22–24) eingesetzt.

2 Die (Selbst-)Evaluierung und Auswertung

Die Fachschaft Natur und Technik der Pädagogischen Hochschule St. Gallen hatte das Bedürfnis, sich am Ende des Projekts «Gendersensibilisierung in der Ausbildung zu Natur- und Techniklehrpersonen» selbst zur gendersensiblen Lehre zu evaluieren und gab eine sogenannte Inhouse-Evaluierung in Auftrag. Ein Schwerpunkt sollte auf die Reflexivität gelegt werden, weswegen die Evaluierung einen Selbstevaluierungsteil als Einstieg (erster Teil als Einzelvorbereitung) für das halbstündige pädagogisch-reflexive Expert*inneninterview (zweiter Teil) beinhaltete.

Der erste Teil der Evaluierung bestand aus einer PowerPoint-Präsentation, in der die Begrifflichkeiten der Genderkompetenz (Definition nach

Rosenkranz-Fallegger, 2009) und deren Ebenen Wollen, Wissen und Können nach Budde und Venth (2009) vorgestellt wurden. Dadurch sollten alle Befragten ein gemeinsames Definitionsverständnis erhalten. Die Selbstevaluierung ging der Frage nach, was die sechs Dozenten, zwei Dozentinnen und eine wissenschaftliche Mitarbeiterin (N = 9) zur gendersensiblen Lehre wissen, können und machen. Die Erkenntnisse aus der Selbstevaluierung dienten als Einstieg in das leitfadengestützte, pädagogisch-reflexive Expert*inneninterview (zweiter Teil).

Der zweite Teil der Evaluierung beinhaltet ein Interview, welches aus der Verbindung aus dem pädagogischen reflexiven Interview nach Christof (2009) und dem Expert*inneninterview nach Meuser und Nagel (2008) zusammensetzt ist.

Die neun Expert*inneninterviews wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) mit Unterstützung der Software MAXQDA analysiert. Im Folgenden werden ausgewählte Kategorien basierend auf den Genderkompetenzen nach Budde und Venth (2009) genauer beschrieben. Die deduktiven Hauptkategorien sind nach den Genderkompetenzen von Budde und Venth (Wissen, Können und Wollen) gegliedert. Darunter befinden sich weitere induktive Kategorien, die sich aus dem Interviewmaterial ergeben haben. Für die jeweiligen Hauptkategorien wurde eine Subkategorie ausgewählt und hier vorgestellt.

3 Erste Erkenntnisse

Die Dozierenden der Fachschaft Natur und Technik der Pädagogischen Hochschule St. Gallen bringen unterschiedlich lange Erfahrung (zwischen einem Semester und über 25 Jahre) aus verschiedenen Fächern und Fächerkombinationen (z. B. Biologie, Physik, Bildung für nachhaltige Entwicklung) mit. Generell gibt es eine große Bandbreite von Antworten bezüglich dessen, was sie im Hinblick auf ihre eigene gendersensible Lehre schon «wissen», «können» und «wollen». Dabei können weder die Dienstjahre noch das eigene Geschlecht Hinweise auf Verknüpfungen zu Genderkompetenzen oder Genderwissen geben. Allerdings lassen sich den Interviews Informationen zur persönlichen Prägung von Gendersensibilität wie zum Beispiel Arbeit mit Expert*innen in Forschungsteams, Zusammenarbeit mit bestimm-

ten Vorgesetzten oder der Austausch mit Familienmitgliedern entnehmen. Ein Auszug der Haupt- und Subkategorien soll als Orientierung für die Ergebnisdarstellung der nächsten Kapitel dienen (siehe Tabelle 1).

Hauptkategorien	Wissen	Können	Wollen
Subkategorien	Gendersensible Sprache	Gruppenarbeiten	Beziehung und Begleitung
	Genderneutralität	Gruppeneinteilungen	

Tab. 1: Überblick der Haupt- und Subkategorien

3.1 Wissen: Gendersensible Sprache ist gut, Genderneutralität ist besser, Individualisieren ist am besten

Die deduktive Hauptkategorie «Wissen» beschreibt die theoretischen Grundlagen für das Erkennen und Aufschlüsseln genderbezogener Strukturen im alltäglichen Handeln, in Institutionen etc. (Budde & Venth, 2009, S. 24). Die Aussagen zu ausgewählten induktiven Subkategorien, wie zum Beispiel gendersensible Sprache oder Genderneutralität, werden hier zusammengefasst vorgestellt.

Für die meisten ist die gendersensible Sprache das bekannteste «Werkzeug» für gendersensible Lehre. Allerdings sehen viele Dozierende die Anwendung kritisch. Vielmehr geht es ihnen darum, genderneutral zu formulieren, um die kritischen Aspekte, die bei der Verwendung der gendersensiblen Sprache mitschwingen, zu umgehen, wie folgende Aussage zeigt.

Ich habe dann auch [...] Unterlagen angeschaut und habe jetzt nie das Gefühl gehabt [...], dass nur Männer abgebildet sind, ich habe immer versucht das neutral zu formulieren. Nicht mit Gendersternen oder weiß der Geier was, man probiert das etwas zu umschiffen. (I:130_Pos. 116)

Letztlich formulieren Dozierende, dass sie ihre Studierenden als Menschen mit ihren Einzigartigkeiten wahrnehmen möchten. Einige Dozierende streichen diesen Aspekt heraus – auch in Anlehnung daran, dass es mehr Differenzkategorien als nur das Geschlecht gibt. Die Mehrheit betrachtet Gender und Geschlecht als einen Teil von Diversität, daher wurde oft die diversitätssensible Lehre als wichtigeres Ziel erwähnt.

3.2 Können: Alle machen alles

Die deduktive Hauptkategorie «Können» bezeichnet die Beherrschung methodischer und didaktischer Grundlagen und Strategien zur Umsetzung einer gendersensiblen Lehre (Budde & Venth, 2009, S. 24). Im Folgenden werden wiederum Aussagen zur induktiven Subkategorie (Gruppenarbeit und Gruppeneinteilung) von «Können» zusammengefasst und beschrieben.

Neben der gendersensiblen Sprache ist die Gruppeneinteilung bei Gruppenarbeiten ein wichtiges Instrument in der gendersensiblen Lehre. Allen Befragten ist bekannt, dass es in der Gruppenarbeit darauf zu achten gilt, Stereotype wie passive Weiblichkeit und aktive Männlichkeit zu vermeiden. Vielen ist ein bestimmtes geschlechtsspezifisches Verhalten aufgefallen, wenn es um gemischtgeschlechtliche Arbeitsgruppen geht, wie dieses Zitat veranschaulicht:

[...] wenn wir gemischte Gruppen haben, ist die Verteilung oft klar, wer das Protokoll schreibt und wer den Versuch nachher durchführt. (I:103_Pos.33)

Die Beobachtungen werden situativ angesprochen, sind aber zentral für das Erkennen der genderspezifischen Schiefen im eigenen Fach. So erwähnen die Befragten unterschiedliche Strategien, wie sie damit umgehen. Beispielsweise greifen einige aktiv in die Gruppeneinteilung ein, andere lassen die Studierenden frei wählen mit dem Hinweis, dass es sich um erwachsene Personen handelt. Vielfach wird darüber berichtet, dass sich bei freier Gruppenwahl ohnehin oft gleichgeschlechtliche Gruppen bilden. Manche Dozierende haben wiederum versucht, mit der «Alle machen alles»-Strategie, geschlechtsspezifische Gruppendynamiken zu umgehen. Sie haben gute Erfahrungen gemacht, indem sie die Studierenden gebeten haben, alle Tätigkeiten auszuführen, um Rollenstereotypen vorzubeugen, wie dieses Zitat aufzeigt:

[...] mir ist es ganz wichtig [...], dass sie alles müssen oder machen dürfen [...], da zwingt mich sie dann teilweise eben auch [...], weil später [...] im Beruf, bist du auch allein. (I:130_Pos.70)

3.3 Wollen: Befähigen, Beziehung und Begleitung

Eine weitere Ebene der Genderkompetenz ist nach Budde und Venth (2009, S. 24) das Wollen, das heißt die prinzipielle Bereitschaft, die eigene Lehre gendersensibel zu gestalten. Ein solches Wollen attestieren sich alle Befragten. Alle wollen ihre Studierenden befähigen, ihr Potenzial fördern und sie darin begleiten, gute Lehrpersonen zu werden. Hilfreich dabei sind die eigenen beruflichen oder persönlichen Sozialisationsfelder oder Personen, die zur eigenen Gendersensibilität der Befragten beigetragen haben, wie zum Beispiel Forschungsteams, Vorgesetzte oder Familienmitglieder. Diese Schlüsselpersonen tragen wesentlich dazu bei, die Verantwortung hinsichtlich einer gendersensiblen Lehre anzuerkennen und auch in der Lehre weiterzuvermitteln, wie dieses Zitat veranschaulicht:

Sie haben nicht auf alles Einfluss, aber während dieser Zeit haben sie eine gewisse Verantwortung [...]: So gendersensibel wie möglich zu sein und allen gerecht zu werden. (I:205_Pos. 38)

Gemeinsam ist den Dozierenden auch die Haltung, dass sie niemanden benachteiligen oder bevorzugen möchten. Eine diskriminierungsfreie Lehre hat Priorität, und daher ist der Wunsch, dass alle gleich behandelt werden, in den meisten Interviews sehr zentral. So betrachten sich auch viele Dozierende als Coach oder Begleitung im Prozess der Befähigung der Studierenden zu Lehrpersonen.

4 Diskussion und Fazit

Die Mehrheit der Befragten ist sich der genderspezifischen Schief lagen in der eigenen Fachschaft bewusst. Die Wirkungen von Zuschreibungen sind bekannt und darüber, dass Rollenstereotype für ihr Fach hinderlich sind, herrscht Einigkeit. Die eigene Lehre wird aber nur punktuell unter dem Gesichtspunkt der Gendersensibilität reflektiert (z.B. bei der Gruppeneinteilung). Die Ergebnisse der Evaluierung decken sich weitgehend mit den Erkenntnissen aus der Literatur zu Einstellungen zur gendersensiblen oder diversitätssensiblen Lehre, die sich nur langsam verändern (Schneider,

Ducki & Ihsen, 2016; Bütow, Eckert & Teichmann, 2016). Darüber hinaus ist festzuhalten, dass Geschlecht und Gender komplexe wissenschaftliche Begriffe sind. Die darin verhandelten Geschlechterdifferenzen sind mittlerweile nicht mehr so eindeutig erkennbar, sondern subtil, fast nicht mehr bemerkbar. Viele junge Frauen werden sich im Alltag nicht aufgrund ihres Geschlechts als benachteiligt wahrnehmen. Im Gegenzug zeigt sich aber eine sehr starke Schieflage in der Berufswahl und im Karriereverlauf zwischen den Geschlechtern (Metz-Göckel, Selent & Schürmann, 2010). In diesem Spannungsfeld zeigt sich, dass unterschiedliche Gruppen unterschiedliches für wissenswert halten. Die Personengruppen (breite Bevölkerung, Expert*innen etc.) orientieren sich auch bei der Beurteilung dessen, was für sie wissenswert und glaubwürdig ist, an *selbst auferlegten Gütekriterien*. Wetterer (2009, S. 46) weist auf die Herausforderung hin, dass das jeweilige Genderwissen in den verschiedenen Kontexten manchmal mehr und manchmal weniger akzeptiert und anerkannt wird. Die Vermittlung von Genderwissen erachtet sie daher als wesentlich, aber eine «Belehrung» betrachtet sie als wenig konstruktiv.

Genderkompetenz umfasst neben der Vermittlung von Genderwissen vor allem auch das Sichtbarmachen, Aufdecken und Deuten von genderbezogenen biografischen Erfahrungen und die Thematisierung der eigenen Zielvorstellung (z. B. welche Erwartungen mit Genderkompetenz verbunden werden) von Teilnehmenden und Expert*innen. So können damit die jeweiligen Vorstellungen verhandelt und gemeinsam reflektiert werden (Kaschuba & Hösl-Kulike, 2014).

Einen weiteren Aspekt von Genderkompetenz stellt das Infragestellen der eigenen Privilegien nach Spivaks (1993) «unlearning of privileges» dar. Hier geht es um die Reflexion der eigenen Position als Dozierende in der Lehre. Wie können Dozierende beispielsweise ihre Vorstellungen von Räumen, der Sitzordnung oder der Trennung zwischen Lehrenden und Lernenden verändern oder «verlernen», sodass eine neue Ordnung entstehen kann? Die Veränderung kann auch auf die Atmosphäre oder Dynamik in der Lehre bezogen werden. Es geht darum, die besondere Bedeutung der Situation in einem Labor oder Vorlesungsraum zu erkennen und sich bewusst zu machen, was es heißt, eine situierte dozierende Person zu sein. Die Lehrperson vermittelt nicht nur Wissen, sondern möchte die Studierenden anregen, diese Wissensinhalte kritisch zu reflektieren. In MINT-Fächern zeigt sich diese Form von Hierarchie von Wissensvermittelnden und Wissensaufnehmenden

durch die Raumaufteilung recht deutlich. Hier sind die Räume selten so gestaltet, dass etwas umgestellt oder verändert werden kann (Eckert, 2014, S. 51).

An dieser Stelle sollte auch das Einbeziehen von Studierenden in das «Wissenschaft-Machen» nach Kraus (2000) erwähnt werden. Wissenschaft-Machen beschäftigt sich mit der Frage, wie Wissenschaft als soziales Feld funktioniert und wie zum Beispiel Frauen sich in diesem Feld positionieren können. Es stellt gleichzeitig die Voraussetzung für gender- und diversitätssensible Lehre dar und fragt nach, wie Wissenschaft entsteht. Dabei geht es um die Bewusstseinswerdung von Machtstrukturen und Herrschaftsverhältnissen (Friebertshäuser, 2007), welche in den Selbstevaluierungen kaum thematisiert wurden und auf die künftig in der Reflexion eigener gendersensibler Lehre ein Fokus gelegt werden sollte.

Ziel der Dozierenden könnte es auch sein, die Reproduktion von Machtverhältnissen zu thematisieren. Das bedeutet einerseits, Räume zu schaffen, in denen die Reproduktion von Machtverhältnissen nicht zu irreversiblen negativen Konsequenzen führt, und in denen andererseits die Reproduktion von Machtverhältnissen tatsächlich bearbeitet werden kann (Goel, 2016, S. 42). Hier helfen fehlerfreundliche Formate, die eine kritische Auseinandersetzung ermöglichen.

Literatur

- Auferkorte-Michaelis, N., Fitzek, I., Schönborn, A. & Stahr, I. (Hrsg.) (2009). *Gender als Indikator für gute Lehre: Erkenntnisse, Konzepte und Ideen für die Hochschule*. Opladen: Barbara Budrich.
- Budde, J. & Venth, A. (2009). *Genderkompetenz für lebenslanges Lernen. Bildungsprozesse geschlechterorientiert gestalten*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Bütow, B., Eckert, L. & Teichmann, F. (2016). *Fachkulturen als Ordnungen der Geschlechter. Praxeologische Analysen von Doing Gender in der akademischen Lehre*. Barbara Budrich.
- Christof, E. (2009). Das pädagogisch reflexive Interview. Bildungsprozessen auf der Spur. *Magazinerwachsenenbildung.at*, (7/8), 10.

- Eckert, L. (2014). Das Konzept des Lehrens mit Epistemologie zur Vermittlung von Gender als Querschnittsthema in der Hochschullehre. Ein lernendes Projekt. *FZG – Freiburger Zeitschrift für Geschlechterstudien*, 120(1), 9–10.
- Friebertshäuser, B. (2007). Heterogenität als hochschulpolitische Herausforderung. In K. Reiber & R. Richter (Hrsg.), *Entwicklungslinien der Hochschuldidaktik. Ein Blick zurück und nach vorn* (S. 167–187). Berlin: Logos.
- Goel, U. (2016). Die (Un)Möglichkeiten der Vermeidung von Diskriminierungen. In AG Lehre (Hrsg.), *Diskriminierungskritische Lehre. Denkanstöße aus den Gender Studies* (S. 39–47). Berlin: ZtG.
- Jansen-Schulz, B. (2008). Genderintegrierte Hochschuldidaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 3(2), 30–47.
- Kaschuba, G. & Hösl-Kulike, C. (2014). Gender-Kompetenz in Koproduktion. *GEN-DER – Zeitschrift für Geschlecht, Kultur und Gesellschaft*, 6(1), 7–8.
- Krais, B. (2000). Das soziale Feld Wissenschaft und die Geschlechterverhältnisse. Theoretische Sondierung. In Kreis, B. (Hrsg.), *Wissenschaftskultur und Geschlechterordnung. Über die verborgenen Mechanismen männlicher Dominanz in der akademischen Welt* (S. 31–54). Frankfurt/Main: Campus.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.
- Metz-Göckel, S. & Roloff, C. (2002). Genderkompetenz als Schlüsselqualifikation. In Internationales Netzwerk Weiterbildung INET (Hrsg.), *Genderkompetenz: Ein Reader für die Praxis* (S. 12–18). Leipzig-Mölkau.
- Metz-Göckel, S. (2012). Genderdimensionen in der Hochschuldidaktik-Forschung. In M. Kampshoff, C. Wiepcke & S. Metz-Göckel (Hrsg.), *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik* (S. 317–330). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Metz-Göckel, S., Selent, P. & Schürmann, P. (2010). Integration und Selektion. Dem Dropout von Wissenschaftlerinnen auf der Spur. *Beiträge zur Hochschulforschung*, 32(1), 8–35.
- Meuser M. & Nagel, U. (2008). ExpertInneninterview: Zur Rekonstruktion spezialisierten Sonderwissens. In R. Becker et al. (Hrsg.), *Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung Theorie, Methoden, Empirie* (S. 326–329). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rosenkranz-Fallegger, E. (2009). Genderkompetenz. Eine theoretische und begriffliche Eingrenzung. In B. Liebig, E. Rosenkranz-Fallegger & U. Meyerhofer (Hrsg.), *Handbuch Gender-Kompetenz. Ein Praxisleitfaden für (Fach-)Hochschulen* (S. 29–48). Zürich: vdf, Hochschulverlag an der ETH.

- Schneider, W., Ducki, A. & Ihsen, S. (2016). Zur Integration von Gender und Diversity in der hochschulischen Lehre. Hintergründe, Möglichkeiten und Wirksamkeit von Maßnahmen. *ZDfm – Zeitschrift für Diversitätsforschung und -management*, 1(1), 15–16.
- Spivak, G. C. (1993). *Outside in the Teaching Machine*. London, New York: Routledge.
- Stahr, I. (2009). Hochschuldidaktik und Gender – gemeinsame Wurzeln und getrennte Wege. In N. Auferkorte-Michaelis, I. Stahr, A. Schönborn & I. Fitzek (Hrsg.), *Gender als Indikator für gute Lehre: Erkenntnisse, Konzepte und Ideen für die Hochschule*. Opladen: Barbara Budrich.
- Wetterer, A. (2009). Gleichstellungspolitik im Spannungsfeld unterschiedlicher Spielarten von Geschlechterwissen. Eine wissenssoziologische Rekonstruktion. *GEN- DER – Zeitschrift für Geschlecht, Kultur und Gesellschaft*, 1(2), 45–60.

Gendersensibler Elektrizitätsunterricht an der Pädagogischen Hochschule Bern

Olivia Stowasser, Matthias Bigler

Elektrizität gilt gemeinhin als technisch und abstrakt sowie wenig attraktiv, insbesondere für Mädchen und Frauen. Um beobachteten Geschlechterdifferenzen entgegenzuwirken und den Elektrizitätsunterricht an der Pädagogischen Hochschule Bern gendersensibler zu gestalten, wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, wie das Schaffen vielfältiger Lebensweltbezüge, die sorgfältige Auswahl von Modellen und Experimenten, die Arbeit in monoedukativen Laborgruppen sowie das Einbeziehen von weiblichen Rollenmodellen.

1 Ausgangslage

Gleichstellungsanalysen und Bildungsberichte zeigen, dass in der Schweiz, wie auch in anderen Ländern, junge Frauen Studienrichtungen und Berufe im MINT-Bereich meiden, was in den betroffenen Berufsgruppen unter anderem zu einem Fachkräftemangel führt (Aeschlimann, Herzog & Makarova, 2015). «In Hinblick auf den Fachkräftemangel in den MINT-Berufen sind bereits zahlreiche Einflussfaktoren bekannt, wie z. B. Interesse, Selbstkonzept, Attributionsmuster, Geschlechterstereotype, Rollenmodelle oder der Einfluss von Eltern, Peers, Medien und Lehrpersonen» (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019, S. 1). Es ist auch «unbestritten, dass der Unterricht in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern einen direkten Einfluss auf Interessen, Selbstkonzept und Leistungen von Kindern und Jugendlichen ausübt und damit auch ein großes Potenzial zu ihrer Förderung birgt» (a. a. O., S. 1 f.).

Physikalische Themenbereiche, wie die Elektrizität, gelten als ausgesprochen technisch und abstrakt, sowie wenig zugänglich und wenig attraktiv für viele Jugendliche – insbesondere für Mädchen. Elektrizität, in einem breiten Sinn verstanden, nimmt jedoch einen wichtigen Teil im Deutschschweizer Lehrplan 21 ein. An der Pädagogischen Hochschule Bern steht die Thematik gleich am Anfang der fachwissenschaftlichen Ausbildung der angehenden Lehrpersonen im Fachbereich Natur und Technik (NT) der Sekundarstufe I

und umfasst einen Vorlesungsteil, Laborarbeiten (Praktikum) und selbstorganisiertes Lernen (SOL).

Im Rahmen dieses Lernangebots konnten wir neben allgemeinen Defiziten auch Geschlechterdifferenzen wahrnehmen. Durch Gespräche, Beobachtungen und Umfragen wurde unter anderem ersichtlich, dass ...

- mehr Studenten als Studentinnen eine Ausbildung in einem technischen Bereich mitbringen,
- viele Studierende in ihrer bisherigen Schulkarriere wenig naturwissenschaftlich-praktischen Erfahrungen sammeln durften,
- eher Studentinnen im Laborteam eine passive Rolle beim Experimentieren einnehmen und sich dem Protokollieren widmen, wohingegen Studenten tendenziell weniger protokollieren,
- eher Studentinnen wenig Vertrauen in ihre Fähigkeiten im naturwissenschaftlich-technischen Bereich haben.

Aufgrund dieser Beobachtungen und angestoßen durch das Projekt «Gendersensibilisierung in der Ausbildung von Natur und Technik Lehrpersonen» wurden konkrete Maßnahmen ausgearbeitet und umgesetzt, um Geschlechterdifferenzen zu reduzieren und den Elektrizitätsunterricht gendersensibler zu gestalten.

2 Labor

Eine wichtige Maßnahme stellt die hohe Gewichtung der Laboranteile dar. Entsprechend dem Umfang der Vorlesungsteile zum Thema Elektrizität finden zwölf Labordoppelstunden statt. Im Labor haben alle die Möglichkeit, naturwissenschaftlich-praktische Erfahrungen zu sammeln und aufgrund der kleinen Gruppen von maximal 16 Studierenden individuell gefördert zu werden (siehe Abbildung 1). Angesichts der unterschiedlichen Vorerfahrungen wurden Differenzierungsmöglichkeiten geschaffen, sodass die Studierenden sowohl im eigenen Tempo arbeiten als auch individuelle Schwerpunkte setzen können. Ergänzend zu Vorlesung und Labor steht ein Brückenangebot zur Verfügung, um individuelle Lücken zu schließen. Das kooperative und kommunikative Arbeiten steht im Labor im Vordergrund.

Die Studierenden arbeiten jeweils in Zweiertteams, führen gemeinsam Versuche durch und beschreiben und erklären sich die Versuche gegenseitig. In einem gemeinsamen Laborjournal werden in einem zweiten Schritt die Gedanken und das Besprochene geordnet und verschriftlicht. Erst danach wird die Fachsprache aus der Alltags- und Unterrichtssprache entwickelt. Das Berücksichtigen von Interesse und Vorerfahrungen, das kooperative und kommunikative Arbeiten sowie ein sprachsensibles Lernen ist gemäß Labudde (1999) im Hinblick auf einen gendergerechten Unterricht zentral.



Abb. 1: Elektrizitätslabor an der Pädagogischen Hochschule Bern

Eine besondere Maßnahme, um Geschlechterdifferenzen im Labor zu minimieren, ist das Arbeiten in monoedukativen, das heißt geschlechtergetrennten Gruppen (Häußler & Hoffmann, 1998; Labudde, 1999). Diese Maßnahme wurde im Frühlingssemester 2020 umgesetzt und evaluiert. Während drei Labordoppelstunden zum Thema Elektrizität arbeiteten die Studierenden in monoedukativen Gruppen (jeweils ca. 8 Studierende) und innerhalb dieser Gruppen formten sich monoedukative Zweiertteams. Nach dieser Intervention wurde eine schriftliche Befragung durchgeführt und die Erfahrungen

der Studierenden in eine fachdidaktische Veranstaltung aufgenommen und reflektiert. Die Intervention verfolgte zwei Ziele: (1) Lern- und Reflexionsprozess für die Studierenden zu sein. (2) Der Frage nachzugehen, inwiefern die Intervention im Elektrizitätslabor an der Pädagogischen Hochschule Bern die Selbstwirksamkeit, die Rolle im Team und die Motivation der Studierenden beeinflusst.

Aus den Antworten der Studierenden wurde ersichtlich, dass die Intervention zusammen mit der Befragung und der anschließenden fachdidaktischen Diskussion einen Lern- und Reflexionsprozess auslöste und einige Studierenden dadurch sensibilisiert wurden. Zwei Zitate hierzu:

Mir ist bewusst, dass wir nicht immer getrennte Laborarbeiten durchführen können, trotzdem habe ich dieses Experiment als sehr interessant empfunden (im Hinblick auf das eigene Verhalten bei gemischten Gruppen und getrennten Gruppen). (Studentin)

Ich wurde durch die Umfrage sensibilisiert. (Student)

Im Rahmen dieser Evaluation konnte die Fragestellung nicht empirisch beantwortet werden, da beispielsweise die Effekte einerseits nicht klar getrennt betrachtet werden können, die Maßnahmen (Arbeiten in mono-educativen Gruppen und Zweierteams) zu weiteren unkontrollierbaren Einflussfaktoren führten (zum Beispiel ungleiche Gruppengrößen) und ein komplexes Zusammenspiel zwischen Effekten und Einflussfaktoren besteht. Dennoch ließ die Intervention einige Erkenntnisse zu. An der Evaluation nahmen 63 Studierende teil. Die Evaluation zeigte, dass 47 Prozent der Studentinnen und 36 Prozent der Studenten bereits vor der Intervention während sieben Labordoppelstunden immer in monoeducativen Teams gearbeitet haben.

Einzelne Studierende konnten einen positiven Effekt bezüglich der Selbstwirksamkeit wahrnehmen. Im Folgenden die Zitate von zwei Studentinnen:

Die Selbstwirksamkeit war eher höher, weil ich gemerkt habe, dass wir Frauen auch in der Lage sind, das Labor alleine zu bewältigen. (Studentin)

Ich persönlich hatte in dieser Arbeitsumgebung weniger Druck, dass ich vielleicht zu wenig schnell vorwärtskomme oder nicht auf die gleichen Resultate wie bestimmte Männergruppen komme. Natürlich hat diese positive Veränderung [weniger Druck/Konkurrenz] dazu geführt, dass sich meine Freude und Motivation im Labor gesteigert hat. [...] durch den eher geringeren Druck und Konkurrenzkampf, habe ich mehr das Gefühl erhalten, dass ich schwierige Situationen aus eigener Kraft meistern kann. (Studentin)

Nur zwei Studierende haben einen Rollenwechsel wahrgenommen. Eine Studentin beschreibt, dass sie mehr in die Expertinnenrolle schlüpfen konnte und ein Student hat sich neu mit dem Dokumentieren auseinandergesetzt, wie das folgende Zitat nahelegt:

Es gab Probleme beim Schreiben der Dokumentationen, da dies meistens eine Frau erledigte. [...] Ich habe mich mehr mit dem Schreiben einer Dokumentation auseinandergesetzt. (Student)

Auffallend war, dass die Laborleitung deutlich mehr Rollenwechsel beobachten konnte. Bei einzelnen Studierenden hatte die Intervention eine eher negative Auswirkung auf die Motivation, wobei der Motivationsverlust meistens nur vorübergehend war und von diversen Faktoren abhing, wie das folgende Zitat einer Studentin zeigt:

Ich war am Anfang sehr unmotiviert, da ich im letzten Semester einen guten Partner für die Laborberichte hatte. Ich war nicht so motiviert, mich auf eine neue Person einzulassen, da ich nur mit jemandem arbeiten wollte, der die Ausbildung ernst nimmt und fleißig daran arbeiten möchte. Als ich mich dann auf das Abenteuer einließ, hat es mir Spaß gemacht und wir hatten auch lustige Gespräche. Daher war die Motivation schlussendlich auch da. (Studentin)

Der von den Studierenden am meisten genannte Haupteinflussfaktor für die wahrgenommenen Effekte war der Wechsel des Laborpartners beziehungsweise der Laborpartnerin unabhängig vom Geschlecht.

Liest man die Antworten der Studierenden, lässt sich erahnen, dass diese sowohl abhängig sind von ihrer Selbstwahrnehmungs- und Selbstreflexions-

fähigkeit als auch geprägt sind von einer Vorsicht, sich nicht genderstereotypisierend zu zeigen. Bei der Frage zur Rolle im Team wird die Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung der Studierenden und den Beobachtungen der Laborleitung sichtbar. Ein Laborteamwechsel unabhängig vom Geschlecht, gekoppelt mit Reflexionsfragen zur Rolle im Team könnte die Studierenden unterstützen, ihre Rolle im Team besser wahrzunehmen und diese allenfalls zu variieren.

Aufgrund der Erfahrungen aus dieser Intervention wird das bewusste Arbeiten in ko- und monoedukativen Teams (ohne räumliche Trennung) im Elektrizitätslabor in der Lehrpersonenausbildung mit einer anschließenden fachdidaktischen Diskussion besonders im Hinblick auf den Lern- und Reflexionsprozess der Studierenden als gewinnbringend angesehen.

Die räumliche Trennung der Geschlechter (zusätzlich zum Arbeiten in monoedukativen Teams) führte zwar zu angeregten Diskussionen mit oder unter den Studierenden, aber auch zu größeren organisatorischen Herausforderungen (zum Beispiel Betreuung über zwei Räume). Wir vermuten, dass die räumliche Trennung der Geschlechter in anderen Settings, wie beispielsweise einem Seminar mit mehr Plenumsdiskussionen, stärkere Effekte hervorbringen und die Umsetzung somit gewinnbringender sein könnte.

3 Vorlesung

Es ist zentral, dass sich die Studierenden im Labor handlungsorientiert mit den Themen der Elektrizität auseinandersetzen und diese inhaltlich vertiefen. Ausgangspunkt dazu bildet eine Vorlesung im gleichen Umfang, aufgeteilt in 24 Einzelstunden. Hierbei geht es darum, die zentralen Konzepte der Elektrizität herauszuarbeiten und zu strukturieren und die Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten anhand von Beispielen und Anwendungen aus Natur und Technik zu verankern und damit vielfältige Lebensweltbezüge zu schaffen, denn Kontexte sind ein zentrales Element eines gendergerechten NT-Unterrichts (Aeschlimann, Herzog & Makarova, 2015; Häußler & Hoffmann, 1998; Labudde, 1999; Stadler, 2004).

Elektrizität wird von vielen Menschen auf technische Anwendungen reduziert. Dabei manifestieren elektrische und magnetische Phänomene eine

der zwei mit unseren Sinnen direkt wahrnehmbaren grundlegenden Wechselwirkungen des Universums. Elektrostatische Aufladung ist ein alltägliches Phänomen, das unsere Haare widerspenstig macht, als Knistern hörbar wird und gelegentlich zu sich unangenehm anfühlenden Entladungen führt. Dasselbe Phänomen im Großen, die Urgewalt eines Blitzes, lässt keinen Menschen unberührt, nicht einmal aus sicherer Entfernung. Im Kleinen kann faszinierend sein, dass beispielsweise Hummeln das elektrische Feld nutzen, wenn sie Nahrung sammelnd Pflanzen bestäuben (Clarke et al., 2013; Schlichting, 2020), wie auch Spinnen die Elektrostatik nutzen, um ihr Netz zwischen weit auseinanderliegenden Strukturen aufzuspannen (Schlichting, 2022).

Präkonzepte, die wir jeweils zu Beginn der Vorlesung erhoben haben, weisen darauf hin, dass sogar bei uns auf der Tertiärstufe noch nicht bei allen Studierenden verankert ist, dass elektrische Kräfte alles Materielle zusammenhalten und hinter chemischen Reaktionen stehen und dass elektrische Impulse Bewegungen und Körperfunktionen von Lebewesen steuern und es ermöglichen, die Welt wahrzunehmen, zu wissen, zu denken und zu handeln, dass Elektrizität also die Grundlage der Chemie und Biologie bildet. Dies im Elektrizitätsunterricht zu thematisieren und naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit dem eigenen Körper in Verbindung zu setzen, kommt den Interessen vieler Mädchen entgegen (Häußler & Hoffmann, 1998; Labudde, 1999; Stadler, 2004).

Ausgehend von persönlich genutzten Alltagsgeräten kann die umfassende technische Nutzung der Elektrizität von einem abstrakten in einen für die Studierenden relevanten Kontext gestellt werden (Häußler & Hoffmann, 1998; Labudde, 1999; Stadler, 2004). Mit einfachen Leistungsmessgeräten oder unter Einbeziehung der Angaben auf Typenschildern und in Bedienungsanleitungen können individuelle Messungen und Berechnungen initiiert, durchgeführt, ausgewertet, gegenseitig validiert und schließlich miteinander verglichen und diskutiert werden. Welche Energie ist für die Nutzung des Wasserkochers, die Bürotischlampe, das Aufladen des Smartphones, den Standbymodus des Bildschirms, das Induktionskochfeld oder die Waschmaschine erforderlich? Durch das Quantifizieren und Bewerten von Aspekten der persönlichen Energienutzung können Lehrbuchaufgaben weitgehend durch kontextbezogene Aufgaben ersetzt werden. Dazu gehören auch Langzeitbeobachtungen des Stromzählers im eigenen Haushalt. Die Einbeziehung außerschulischer Lernorte erweitert des Weiteren die Per-

spektive, indem neben dem Energieaspekt gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Aspekte direkt sichtbar werden können.

Die nicht mehr aus dem Alltag wegzudenkenden Kommunikationstechnologien können ebenfalls als relevante Zugänge zur Elektrizität dienen, insbesondere zur Elektronik und zur Digitalität. Hier müssen jedoch die grundlegenden physikalischen Konzepte in den Vordergrund rücken und technische Details ausgeklammert werden, weil es sonst schnell unüberschaubar und komplex wird. Die Basiskonzepte werden jedoch von den meisten als relevant empfunden und stoßen auf breites Interesse: Wie werden Daten, das heißt Textnachrichten, Fotos und Videos, gesendet, übermittelt und empfangen? Wie stellt der Bildschirm visuelle und der Kopfhörer akustische Informationen bereit? Wie reagiert der Bildschirm zusätzlich auf Berührungen? Wie hält die Kamera Fotos und Videos fest? Wie werden Daten gespeichert? Wie der aktuelle Standort ermittelt? Schließlich ist der Akkustand des Smartphones schon fast zu einer existenziellen Frage geworden, wobei sich der Kreis von den Kommunikations- zu den Energieaspekten schließt. Kontroverse gesellschaftliche Debatten wie aktuelle zu Mobilfunkstandards und konkreten Standorten von Mobilfunkantennen sind herausfordernd, sollten jedoch deswegen nicht ausgeklammert werden.

Grundlegende Fehlkonzepte wie eine Stromverbrauchsvorstellung oder das Nichterkennen des Systemcharakters von Stromkreisen sind auch bei Studierenden, die das Fach NT gewählt haben, keine Seltenheit. Die bereits erwähnten Präkonzepterhebungen zu Studienbeginn zeigen uns regelmäßig, dass nur rund ein Drittel der Studierenden die elektrische Stromstärke verbal einigermaßen korrekt definieren kann, bei der elektrischen Spannung gelingt dies sogar nur einzelnen. Die abstrakten Größen Spannung und Stromstärke zu unterscheiden und in einen kausalen Zusammenhang zu stellen, bleibt somit ein weiterhin anzustrebendes Lernergebnis, auch auf der Tertiärstufe.

Eine Auswahl an zugänglichen, zielstufengerechten Modellen muss das unterschiedliche Vorwissen der Studierenden berücksichtigen, sie bei ihrem eigenen Lernen unterstützen und eine Basis für ihr späteres Unterrichten legen. Das im Lehrplan 21 im Zyklus 2 verankerte «Wasserkreislaufmodell» ist hilfreich, den Stromkreis als solchen und seinen Systemcharakter aufzuzeigen und zu verankern. Es zeigt aber Schwierigkeiten bei der Etablierung der im Zyklus 3 relevant werdenden Größen im Stromkreis, der Stromstärke und der Spannung, wenn versucht wird, diese aus Konzep-

ten der Fluidodynamik abzuleiten, die von den meisten Lernenden noch nicht verstanden sind (Burde & Wilhelm, 2018). Hier bietet ein von uns modifiziertes «Rucksackmodell» als Analogiemodell einen weiteren Zugang, indem es anhand von animistischen Rollen («Trennerli» für die Spannungsquelle, «Trägerli» für die beweglichen Ladungen und, selbsterklärend, «Verbraucherli») die Lernenden unterstützt, zwischen Ladung und Energie zu unterscheiden, die Energieformen und Energieumwandlungen in den Vordergrund rückt und damit eine zugängliche Definition und Quantifizierung von Stromstärke und Spannung ermöglicht (jedoch beispielsweise mit dem Nachteil, dass ein lokaler Charakter der Spannung als Fehlkonzept begünstigt werden kann). Wenn elektronische Inhalte in den Vordergrund rücken und der Stromkreis und sein Systemcharakter etabliert sind, gewinnt das «Wasserhöhenmodell» an Bedeutung. Es zielt auf den Potenzialbegriff, der jedoch nicht explizit thematisiert wird, und ermöglicht es, die Funktionsweise des für die Elektronik und Digitalisierung wichtigen Transistors zu verstehen.

Schließlich ist ein zentraler Ansatz, die männlich dominierte Wissenschaftsgeschichte mit Porträts von Frauen aus aktuellen Forschungsgebieten der Elektrizität zu kontrastieren, um aktuelle Rollenmodelle anzubieten (Stöger, Ziegler & Heilemann, 2012). Im Gegensatz zum Ansatz, Paare der Wissenschaftsgeschichte zu porträtieren (siehe Gyalog und Hool in diesem Band), kann der Fokus auch auf inhaltliche Bezüge gelegt werden, also auf Frauen und Männer, die zu verschiedenen Zeiten inhaltlich an verwandten Themen, jedoch nie konkret zusammengearbeitet haben. Auf diese Weise lassen sich einige Beispiele finden, drei seien in der Folge kurz vorgestellt.

Um 1800 entwickelte Alessandro Volta (1745–1827) die erste funktionsfähige Batterie, die Volta'sche Säule, und leitete damit die systematische Erforschung und technische Entwicklung und damit das Zeitalter der Elektrizität ein. Als aktuelles Pendant dazu kann die Chemikerin Esther Takeuchi (1953) vorgestellt werden, die Batterien entwickelt, die in der Medizin für die Implantation geeignet sind. Damit kann die weitreichende Bedeutung der Speicherung und Bereitstellung elektrischer Energie unterstrichen werden.

Thomas Alva Edison (1847–1931) steht als Erfinder der Glühlampe sowie weiterer Geräte, wie dem Phonographen und dem Kinetographen ikonisch für das «T» im Fach NT. Er revolutionierte die Beleuchtung und legte den Grundstein für die Unterhaltungsindustrie. Als Zeitgenossin und erste Elektroingenieurin experimentierte Hertha Marks Ayrton (1854–1923)

neben zahlreichen anderen Forschungsprojekten mit dem Lichtbogen, der für lange Zeit bei Projektoren zum Einsatz kam und noch heute beim Schweißen und bei der Stahlherstellung von Bedeutung ist. Mit ihr kann aufgezeigt werden, dass die Elektrizität schon von Beginn an keinesfalls ausschließlich Männersache war. Doch der Weg für Frauen zu dieser Zeit in diesen Gebieten überhaupt forschen und arbeiten zu dürfen und Anerkennung zu erhalten, war außerordentlich beschwerlich. So blieb ihr eine Mitgliedschaft in der renommierten Royal Society zeitlebens verwehrt. Neben ihren wissenschaftlichen Arbeiten setzte sie sich aktiv für das Frauenwahlrecht ein, das schließlich in England 1918 eingeführt wurde.

Als drittes Beispiel seien der Elektroingenieur Michail von Dolivo-Dobrowolsky (1862–1919) und die Elektroingenieurin Gabriela Hug (1979) einander gegenübergestellt. Er entwickelte 1888 den Dreiphasenwechselstrom und 1889 den heute weit verbreiteten Drehstrom- oder Asynchronmotor. Zudem baute er 1891 die erste Hochspannungsleitung für Dreiphasenwechselstrom und legte damit den Grundstein für das heutige Stromnetz. Gabriela Hug forscht aktuell an der ETH Zürich an der Weiterentwicklung des Stromnetzes, was hinsichtlich der anstehenden Energiewende von großer gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Bedeutung ist.

Abschließend zwei Zitate von Studierenden mit Rückmeldungen zu den hier beschriebenen unterrichtlichen Umsetzungen:

Die verschiedenen Modelle (vor allem das Rucksackmodell) hat mir stark beim Verständnis geholfen. Dies wurde sowohl in der Vorlesung als auch im Labor immer wieder aufgegriffen. Zudem haben mir auch die praktischen Arbeiten im Labor für das Verstehen der Prinzipien geholfen. Bereits einmal die Berechnungen durchführen zu können und Schaltungen zu zeichnen und aufzubauen, hat meinen Vorbereitungen auf die Prüfung und auch später auf das Unterrichten sehr gedient. (Studentin)

*Ich fand die Demonstrationen während der Vorlesung spannend, bei denen mit Haushaltsgeräten gearbeitet wurde. Das zeigte mir zum einen, dass genau mit diesen Geräten einfache Phänomene gezeigt werden können, aber auch, wie wir die Lebenswelt der Schüler*innen, in der diese Geräte auch auftauchen, in den Unterricht einbauen können. (Student)*

Literatur

- Aeschlimann, B., Herzog, W. & Makarova, E. (2015). Bedingungen für eine geschlechtsuntypische Berufswahl bei jungen Frauen. Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt. *Die berufsbildende Schule*, 67 (5), 173–177.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A. M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht – Eine Vignettenstudie bei angehenden Lehrkräften. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl: Beiträge aus Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep.
- Burde, J.-P. & Wilhelm, T. (2018). Hilft die Wasserkreislaufanalogie? In T. Wilhelm (Hrsg.), *Stolpersteine überwinden im Physikunterricht – Anregungen zu fachgerechten Elementarisierungen* (S. 100–104). Seelze: Aulis Verlag in Friederich Verlag.
- Clarke, D., Whitney, H., Sutton, G. & Robert, D. (2013). Detection and Learning of Floral Electric Fields by Bumblebees. *Science*, 340(6128), 66–69.
- Häußler, P. & Hoffmann, L. (1998). Chancengleichheit für Mädchen im Physikunterricht – Ergebnisse eines erweiterten BLK-Modellversuchs. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), 51–67.
- Labudde, P. (1999). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik, Reflexive Koedukation im Physikunterricht, *Unterricht Physik*, 10 (49), 4–10.
- Schlichting, H. J. (2020). Bienen und Blumen unter Spannung. *Spektrum der Wissenschaft*, 04, 2020, 50–61.
- Schlichting, H. J. (2022). Segelfliegende Spinnen. *Spektrum der Wissenschaft*, 11, 2022, 65–65.
- Stadler, H. (2004). *Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt*. Dissertation, Fakultät für Physik der Universität Wien.
- Stöger, H., Ziegler, A., Heilemann, M. (Hrsg.) (2012). *Mädchen und Frauen in MINT*. Berlin: LIT Verlag.

Gendersensibilisierung in der Natur-Mensch-Gesellschaft-Ausbildung von Primarlehrer*innen an der Pädagogischen Hochschule Luzern

Matthias Hoesli, Ueli Studhalter, Eveline Thaler

In der naturwissenschaftlichen und technischen Bildung werden Mädchen nach wie vor häufig unterschätzt und ungenügend gefördert. Die mangelnde Förderung der Mädchen zeigt sich später in tiefen Frauenquoten in der Ausbildung von Berufen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) und in MINT-Studiengängen und verschärft die andauernde Problematik des Fachkräftemangels. Es stellt sich die Frage, wie angehende Primarlehrer*innen ausgebildet werden können, um dem Gender-Gap in der MINT-Bildung entgegenzuwirken. Die fachliche und fachdidaktische Auseinandersetzung mit der Mädchenförderung und der Diversitätsfrage im weiteren Sinne ist in der Ausbildung aufgrund der generalistischen Ausbildung der Primarlehrpersonen zeitlich sehr begrenzt. Im vorliegenden Beitrag werden Teile einer Intervention zur Gendersensibilisierung vorgestellt, welche im Rahmen der Ausbildung in der Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) umgesetzt werden. Die Intervention wurde im Rahmen des Programms *Nationales Netzwerk MINT-Bildung* als Kooperation zwischen der Pädagogischen Hochschule Luzern und der Hochschule Luzern – Technik & Architektur entwickelt. Sie leistet einen Beitrag zur Gendersensibilisierung in der MINT-Bildung. Ein besonderes Augenmerk wird auf einen Austausch zwischen Ingenieurinnen und Primarlehrpersonen gelegt, welche im Rahmen dieser Intervention an den gemeinsamen Tisch gebracht werden.

1 Ausgangslage

Aus rechtlicher Sicht sind Männer und Frauen seit 1991, durch die Einführung des Gleichstellungsartikels in der Schweizerischen Bundesverfassung, gleichberechtigt (Art. 8 Abs. 3 BV). Im Artikel wird die Gleichstellung insbesondere in den Bereichen Familie, Ausbildung und Arbeit grundgelegt. «Während bei der rechtlichen Gleichstellung seither große Fortschritte erzielt wurden, zeigt sich bei der Umsetzung der Gleichstellung im Alltag ein anderes Bild» (Kappler & Dürig, 2021, S. 3). Zwar sind Frauen heute ebenso gut wie Männer, wenn nicht sogar besser ausgebildet, dennoch

weisen die Berufswahl und die Erwerbsverläufe von Frauen und Männern nach wie vor große Unterschiede auf und Frauen verdienen für gleiche und gleichwertige Arbeit noch immer weniger als Männer (von Felten, 2021). Bei der Geburt eines Kindes sind es immer noch die Frauen, die ihre Erwerbsarbeit unterbrechen, mit der Folge einer Entwertung ihrer Berufsqualifikationen, gefolgt von schlechteren Aufstiegschancen. «Männer wiederum werden auch heute noch häufig auf ihre Rolle als *Familienernährer* festgelegt. Teilzeitarbeit für Männer ist noch lange keine Selbstverständlichkeit. Unsere Gesellschaft ist nach wie vor von geschlechtsspezifischen Rollenerwartungen geprägt» (Kappler & Dürig, 2021, S. 3).

1.1 Rolle der Schule in der Gendersensibilisierung

Obwohl die Genderthematik nicht neu ist, scheint sich nur langsam etwas zu verändern. Wie die soziale Geschlechterordnung perpetuiert wird und wo die Schule anzusetzen hat, veranschaulicht der Zirkel zur sozialen Geschlechterordnung von Grünewald-Huber und von Gunten (2009; siehe Abbildung 1).

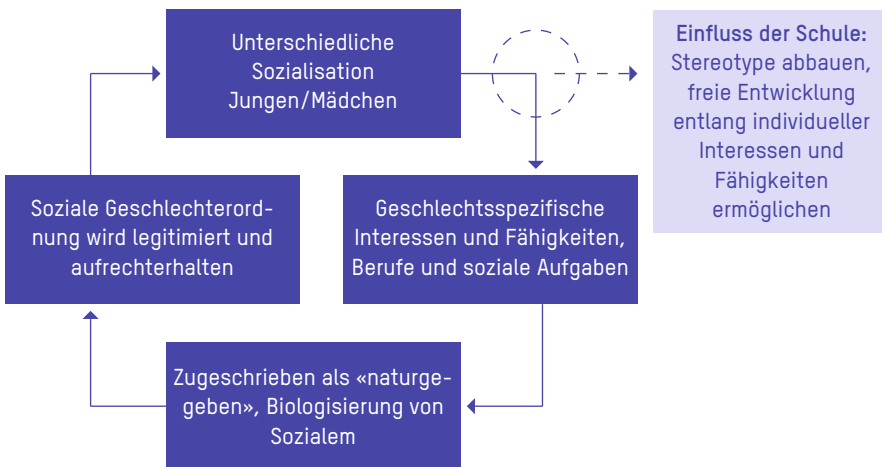


Abb. 1: Zirkel zur sozialen Geschlechterordnung und zur Einflussmöglichkeit der Schule [in Anlehnung an Grünewald-Huber & von Gunten, 2009, nach Kappler & Dürig, 2021, S. 5]

So werden Mädchen und Jungen unterschiedliche Eigenschaften zugeschrieben und entsprechend behandelt. Die Kinder entwickeln vermeintlich geschlechterspezifische Interessen und Fähigkeiten. Aufgrund dessen übernehmen sie in der Familie, im Beruf oder auch in der Öffentlichkeit

unterschiedliche Aufgaben, was für Frauen und Männer «typische» Lebensläufe erzeugt. «Diese wiederum werden dann ursächlich in der Natur, d. h. in den biologischen Anlagen der Geschlechter gesehen, sodass die geltende soziale Geschlechterordnung legitimiert und aufrechterhalten wird» (Kappler & Schär, 2017, S. 4).

Die Schule kann – als eine zentrale Sozialisationsinstanz neben Familie und Peers – den Zirkelschluss durch eine Biologisierung von Sozialem aufbrechen. Dies geschieht durch qualifizierte Lehrpersonen, die Interessen und Fähigkeiten aller gleichermaßen fördern, indem sie diese von vermeintlichen Geschlechterspezifikationen lösen und der gesamten Schülerschaft entsprechende Erfahrungen ermöglichen (Kappler & Schär, 2017).

Bereits im Kindergarten zeigen sich Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Bezug auf ihre Fähigkeitsüberzeugungen in MINT-Bereichen, die über die Schuljahre hinweg zunehmen (Kuratli Geeler, 2019; Pässler & Schneider, 2019). Allerdings sind die in Leistungstests erhobenen Kompetenzunterschiede zwischen Mädchen und Jungen eher gering (Nonte, Steinmayr & Scholz, 2020). Daher müssen zusätzliche Faktoren berücksichtigt werden, um geschlechtsspezifische Fähigkeitszuschreibungen und die davon abhängige Wahl von Schulfächern, Studienrichtungen und MINT-Berufen zu erklären (ebd.).

Mögliche Hinweise finden sich in der Erziehung (Kuratli Geeler, 2019), welche stets soziale Rollen(-erwartungen) transportiert (Griese, 1977), und einer zunehmenden Bedeutung sozialer Vergleiche (Pässler & Schneider, 2019) sowie einer stereotypen Wahrnehmung der Schüler*innen von Berufen. Im Hinblick auf den Fachkräftemangel im MINT- (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) sowie im Gesundheitsbereich besteht demnach Handlungsbedarf. Deshalb ist es wichtig, bereits in der Phase der obligatorischen Schulzeit die Geschlechterspezifitäten angemessen zu berücksichtigen. Damit jedoch eine gleichberechtigte Teilhabe stattfinden kann, muss den Schüler*innen eine gleichstellungsorientierte und gendersensible Bildung ermöglicht werden, die es den Kindern und Jugendlichen erlaubt, «sich gesund zu entwickeln und entlang ihrer individuellen Interessen, Eigenschaften und Fähigkeiten zu entfalten – ohne durch starre Rollenbilder und enge Schemata eingeschränkt oder diskriminiert zu werden» (Kappler & Dürig, 2021, S. 3).

Neben den soeben angeführten Determinanten spielen Lehrer*innen eine zentrale Rolle bei der «Erziehung zur Gleichstellung von Frauen und Män-

nern» (vgl. u. a. Schneider, Traunsteiner & Tanzberger, 2016). Lehrer*innen müssen daher «für die Problematik sensibilisiert und zu einem gendergerechten Unterricht befähigt sein [...] sowie ihre eigenen impliziten Stereotype reflektieren» (Brovelli, Vogler & Schmid, 2019, S. 149), und dies über ein rein binäres Geschlechterverständnis hinaus. Denn «die Wirkung eines *heimlichen Lehrplans* der Geschlechtererziehung in der Schule ist durch wissenschaftliche Untersuchungen schon seit langer Zeit belegt: Über Bildung wird immer auch eine spezifische Geschlechterkultur oder Geschlechterordnung vermittelt» (Burren, Schlegel & Rüefli, 2015, S. 11). Es reicht nicht aus, die Gleichstellung lediglich als Unterrichtsthema zu behandeln. Lehrpersonen sollten eine Einstellung entwickeln, die geprägt ist von Gendergerechtigkeit und Diversitätssensibilität. «Kinder kann man auf die Länge nicht mit ungedeckten Schecks betrügen. [...] Man muss leben können, um leben zu lehren. Man muss selbst Interessen haben, um Interessen wecken zu können» (Spaemann, 2001, S. 505).

1.2 Die Struktur der Genderkompetenz

Die Genderkompetenz ist «eine zentrale Schlüsselkompetenz für das pädagogische Personal bei der Bewältigung sozialer und beruflicher Anforderungen» (Budde & Venth, 2010, S. 23) und setzt sich aus den drei Elementen «Wissen», «Können» und «Wollen» zusammen. Budde und Venth (2010) beschreiben die Genderkompetenz als eine *Reflexionskompetenz*, wobei ebenfalls die angesprochenen Elemente erkennbar sind. Nach deren Konzeption setzt ein genderkompetenter Unterricht seitens der Lehrperson zunächst voraus, dass sie die Geschlechterverhältnisse in unserer Gesellschaft verstehen und bewerten kann und sich der Frage annimmt, wie sich Geschlechterdifferenzen in sozialen Strukturen und unseren Denksystemen verfestigen (Wissen). Hierzu gilt es auch, eine historische und kulturelle Auseinandersetzung mit der Wandelbarkeit dieser Verhältnisse zu führen. Des Weiteren muss die Lehrperson die Bereitschaft aufbringen, «ihre persönlichen Einstellungen zu Geschlechterrollen zu reflektieren und gegebenenfalls zu ändern» (Weiss Sampietro et al., 2010, S. 27) (Wollen). Nicht zuletzt geht es darum, dass die Lehrperson über konkrete Strategien und Methoden verfügt, die es ihr erlauben, «geschlechterdifferenzierende Aspekte zu berücksichtigen und die Interaktion mit den Lernenden geschlechtergerecht auszugestalten» (a. a. O., S. 28) (Können).

Interventionen zur Entwicklung der Genderkompetenz von angehenden Primarlehrpersonen müssen folglich die drei Elemente (Wissen, Können, Wollen) mitberücksichtigen.

2 Gendersensibilisierung in der NMG-Ausbildung

Auf der Grundlage der obigen Ausführungen wurde an der Pädagogischen Hochschule Luzern – in der Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft – die Gendersensibilisierung als explizites Themenfeld in einem Ausbildungsseminar implementiert. Das Ausbildungsseminar sowie die Kurzintervention zur Arbeit an der Genderkompetenz der Studierenden – als Teil des Ausbildungsseminars – werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

Ausbildungsseminar: Perspektivische Welterschließung – Natur und Technik sowie Räume, Zeiten, Gesellschaften

Im vierten Semester der Primarlehrer*innen-Ausbildung besuchen die Studierenden an der Pädagogischen Hochschule Luzern das Ausbildungsseminar *Perspektivische Welterschließung NT / RZG*. Mit Bezug auf die Professionskompetenzen, die im Referenzrahmen der Pädagogischen Hochschule Luzern beschrieben sind (Krammer et al., 2013), arbeiten Studierende im vorliegenden Ausbildungsseminar im Besonderen an der Kompetenz zur Gestaltung eines kompetenzorientierten, verstehensorientierten und motivierenden Unterrichts sowie der Reflexionskompetenz. Die Studierenden nehmen die beiden ausgewählten Perspektivbereiche Natur und Technik sowie Räume, Zeiten, Gesellschaften in den Blick. Sie erarbeiten auf der Grundlage ausgewählter fachlicher/fachdidaktischer Konzepte sowie der entsprechenden Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen deren spezifisches Potenzial für einen kompetenzorientierten NMG-Unterricht. Miteinbezogen werden dabei die didaktischen Chancen und Möglichkeiten von außerschulischen Lernorten. Außerdem wird ein Schwerpunkt auf die Gendersensibilisierung gelegt.

3 Intervention Gendersensibilisierung

In zwei der Seminarveranstaltungen à je vier Lektionen werden die Studierenden in den gendersensiblen NT-Unterricht eingeführt. Die beiden

Veranstaltungen arbeiten an folgenden Kompetenzen, welche entlang der drei Dimensionen einer Genderkompetenz formuliert wurden:

1. Die Studierenden können Geschlechterverhältnisse in den MINT-Berufen/Studien verstehen und bewerten.
2. Die Studierenden können verstehen, wie sich Geschlechterdifferenzen in sozialen Strukturen und unseren Denksystemen verfestigen.
3. Die Studierenden können ihre persönlichen Einstellungen zu Geschlechterrollen reflektieren.
4. Die Studierenden können über die Auswirkung von geschlechtsspezifischen Zuschreibungen nachdenken.
5. Die Studierenden können konkrete Strategien und Methoden nutzen, um die Interaktion mit den Lernenden geschlechtergerecht auszugestalten.

Nachfolgend werden die drei zentralen Bestandteile der Intervention zur Gendersensibilisierung ausgeführt: soziale Zuschreibungen, Austausch mit Ingenieurinnen und Unterrichtsgestaltung.

3.1 Entstehung und Auswirkungen sozialer Zuschreibungen im MINT-Bereich in Bezug auf Geschlecht

Ein erster Teil der Intervention arbeitet an den Kompetenzen 1 und 2. Hierfür werden den Studierenden in einem Input zunächst die Auswirkungen sozialer Zuschreibungen in Bezug auf Geschlecht im MINT-Bereich dargelegt, welche im schulischen Kontext bei der Berufs- und Studienwahl augenscheinlich werden. Unter Bezugnahme auf den *Zirkel zur sozialen Geschlechterordnung* (siehe Abschnitt 1.1) sollen die Studierenden nachvollziehen, wie sich Geschlechterdifferenzen in sozialen Strukturen und unseren Denksystemen verfestigen. Dabei wird die Thematik insbesondere mit Rückgriff auf sozialkonstruktivistische Erkenntnisse gerahmt (Loge, 2020). Da die Genderkompetenz als Reflexionskompetenz verstanden werden kann (siehe Abschnitt 1.2), findet in diesem Teil der Intervention weiter eine Auseinandersetzung mit dem persönlichen Gewordensein statt. Ansatzweise soll einer Betrachtung und Aufarbeitung der eigenen NT-spezifischen Sozialisationsgeschichte Raum gegeben werden (Grünewald-Huber & von Gunten, 2009).

3.2 Im Austausch mit Ingenieurinnen

Die gendersensible Biografieforschung geht davon aus, dass die soziale Konstruktion von Geschlecht auch eine biografische Dimension besitzt. Eine vergeschlechtlichte Techniksozialisation findet einerseits bereits früh in den Herkunftsfamilien statt, andererseits dann später auch durch Lehrpersonen. Das Technikinteresse wird durch Vorbildverhalten von Bezugspersonen gefördert. Frauen, die ein Ingenieurstudium wählen, weisen oft eine hohe Technikaffinität und eine hohe technische Selbstkompetenz auf (Loge, 2020).

In einem zweiten Teil der Intervention, bei dem es um die Kompetenzen 3 und 4 geht, findet ein Austausch der Studierenden mit Ingenieurinnen aus den drei großen Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinenbau und Bauingenieurwesen statt. Ziel ist es, durch diese Begegnungen positive emotionale Betroffenheit auszulösen, die für das Lernen von zentraler Bedeutung ist (Greder-Specht, 2008).

Die Studierenden werden in Gruppen aufgeteilt und interviewen je eine Ingenieurin zu ihrem Werdegang und versuchen den Einfluss der Sozialisation auf ihre Studienwahl zu evaluieren. Es werden einige relevante Fragen vorgegeben, weitere aber bewusst offengelassen. Die vorgegebenen Fragen betreffen die Ausbildung und den Beruf von Mutter und Vater, die Arbeitsaufteilung in der Herkunftsfamilie, aber auch die eigenen Hobbys und die Freizeitgestaltung sowie Vorbilder, Schulleistungen in MINT-Fächern, die Rolle von Lehrpersonen, konkretes Interesse (Interesse steht über Leistung) und bildungsbiografische Selbstbehauptungsprozesse.

Die einzelnen Biografien werden im Anschluss verglichen, wodurch die Studierenden zum einen erkennen sollen, dass die Biografien genauso unterschiedlich sind wie die Ingenieurinnen. Zum anderen sollen die Studierenden erkennen, dass es Einflussfaktoren gibt, an denen auch sie als Primarlehrpersonen arbeiten können. Es spielt eine Rolle, welche Einstellung die Lehrperson hat und wie die eigenen Stereotype aussehen, da diese einen großen Einfluss auf die Schüler*innen nehmen können (Ertl, Luttenberger & Paechter, 2014).

3.3 Gendergerechten NT-Unterricht gestalten

Ein dritter Teil der Intervention arbeitet an der Kompetenz 5. Die Studierenden lernen die *Kriterienliste für einen geschlechtersensiblen Unterricht in Natur und Technik* (Brovelli, Schmid & Gysin, 2020) kennen und wen-

den die Kriterien der Subkategorie *Interaktion* auf schriftlich beschriebene Unterrichtssituationen (sog. Vignetten) an. Es werden in Gruppen konkrete geschlechtersensible Handlungs- und Optimierungsmöglichkeiten diskutiert. Des Weiteren spüren die Studierenden der Frage «Sind Lehrmittel gendergerecht?» nach, dies exemplarisch anhand des naturwissenschaftlich-technischen Lehrmittels *NaTech 1–6* (Bölsterli Bardy et al., 2017), das die Studierenden im Rahmen ihres NMG-Studiums bereits kennengelernt haben. Die Themen werden im Lehrmittel meist in Kontexte (z. B. einer Alltagssituation) eingebettet. Mithilfe von Diskussionspunkten und Aufgaben analysieren die Studierenden, welche Kontexte gendergerecht sind und wie sie allenfalls das Lehrmittel nutzen können, um einen gendergerechten Unterricht zu planen.

4 Ausblick

Die Studierenden wurden im Rahmen der regulären Modulevaluation unter anderem nach der Bedeutung des Austauschs mit Ingenieurinnen für ihre eigene berufliche Praxis befragt. Dabei zeigte sich deutlich, dass die Studierenden den Austausch als wertvoll bewerten, weil dieser zur Reflexion der eigenen Rollenbilder und Stereotype anregt.

Die eigenen Vorurteile müssen [...] immer wieder hinterfragt werden, damit man diese nicht unterbewusst weitergibt. (Aussage einer Studentin / eines Studenten)

Weiter beschreibt ein Teil der Studierenden ihre Motivation, künftig in ihrem NMG-Unterricht ebenfalls ausgewählte Fachpersonen über deren Berufsbiografie sprechen zu lassen und den eigenen Unterricht gendergerecht zu gestalten.

Das Gespräch hat mich angeregt, darüber nachzudenken, wie ich als Lehrperson mit meinem Unterricht die Schülerinnen und Schüler in ihren Interessen beeinflussen oder auch ermutigen kann. (Aussage einer Studentin / eines Studenten)

Diese Rückmeldungen stimmen zuversichtlich, da künftige Lehrpersonen im MINT- und besonders im NT-Unterricht über eine geschlechterreflektierende Haltung beziehungsweise Genderkompetenzen verfügen müssen, zumal die Reflexivität als Schlüsselkompetenz für das pädagogische Handeln gesehen werden kann (vgl. u. a. Klinger, 2014). Neben einer Selbstreflexion und einem kritischen Gegenübertreten gesellschaftlich erwachsener (Rollen-)Bilder müssen die Lehrpersonen über Instrumente verfügen, die eine reflexive, stufengerechte und produktive Gendersensibilisierung ermöglichen.

Eine besondere Rolle kommt dabei der persönlichen Betroffenheit zu, wie es in der hier umrissenen Intervention, unter anderem durch die Begegnung mit Ingenieurinnen, angestrebt wird. In einer Welt, die durch die digitalen Medien neue Räume eröffnet und Wissen unmittelbar zugänglich macht, besteht auch eine gewisse Gefahr von Entfremdung und der unreflektierten Übernahme von Bildern und Stereotypen. Urteile fallen schnell und noch schneller, wo keine persönliche Betroffenheit besteht. Es gilt nicht nur die Frage zu kultivieren: «Was macht dies mit mir und ist dies gut/in Ordnung für mich?», sondern auch: «Was macht dies mit meinen Mitmenschen und ist dies gut/in Ordnung für sie?», ganz im Sinne unserer sozialen und gesellschaftlichen Verantwortung.

Literatur

- Bölsterli Bardy, K., Brückmann, M., Brugger, P. et al. (2017). *NaTech 1–6*. Bern, Zürich: Schulverlag Plus, Lehrmittelverlag Zürich.
- Brovelli, D., Schmid, A. M. & Gysin, D. (2020). *Kriterien für einen geschlechter-sensiblen Unterricht in Natur & Technik: Arbeitspapier im Projekt «Lehrpersonenbildung für einen gendergerechten Natur und Technikunterricht auf der Sekundarstufe I»* [Hochschulinternes Dokument]. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern.
- Brovelli, D., Vogler, E. & Schmid, A. M. (2019). Geschlechtersensibler Naturwissenschafts- und Technikunterricht. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl. Beiträge aus Forschung und Praxis* (S. 149–163). Bern: hep.
- Budde, J. & Venth, A. (2010). *Genderkompetenz für lebenslanges Lernen. Bildungsprozesse geschlechterorientiert gestalten*. Bielefeld: Bertelsmann.

- Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft [BV] vom 18. April 1999 (Stand 13. Februar 2022). <https://fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1999/404> [19.05.2023].
- Burren, S., Schlegel, F. & Rüefli, M. (2015). *Geschlecht in schulischen Lehrplänen – Massnahmen für einen geschlechtergerechten Unterricht. Eine Bestandesaufnahme zur Schweiz und Erfahrungen aus dem europäischen Ausland*. Brugg-Windisch: PH FHNW.
- Ertl, B., Luttenberger, S. & Paechter, M. (2014). Stereotype als Einflussfaktoren auf die Motivation und die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bei Studentinnen in MINT-Fächern. *Gruppendynamik & Organisationsberatung*, 45, 419–440.
- Felten, D. von (2021). Lohnunterschiede zwischen Frau und Mann – auch im FM. *Fmpro service*, 6, 28–29.
- Greder-Specht, C. (2008). *Emotionen im Lernprozess. Eine qualitative Studie zur Erkundung der Beziehung zwischen Emotionen und Wirkungseinschätzungen von Teilnehmenden einer Weiterbildung basierend auf einem entwickelten Instrument zur Abbildung emotionaler Lernverfassungen*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Griese, H. M. (Hrsg.) (1977). *Soziale Rolle. Zur Vermittlung von Individuum und Gesellschaft*. Opladen: Budrich.
- Grünewald-Huber, E. & von Gunten, A. (2009). *Werkmappe Genderkompetenz. Materialien für geschlechtergerechtes Unterrichten*. Zürich: Pestalozzianum.
- Kappler, C. & Dürig, A. (2021). *Gleichstellung in der Schule. Ein Schulentwicklungsprogramm*. Zürich: Stadt Zürich.
- Kappler, C. & Schär, P. (2017). *Genderkompetenzen von angehenden Lehrpersonen. Ein Forschungsprojekt der PH Zürich*. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich.
- Klinger, S. (2014). *(De-)Thematisierung von Geschlecht. Rekonstruktionen bei Studierenden der Erziehungs- und Bildungswissenschaften*. Opladen: Budrich Uni-Press Ltd.
- Krammer, K., Zutavern, M., Joller, K., Lötscher, H. & Senn, W. (2013). *Referenzrahmen Ausbildung Lehrpersonen: Professionskompetenzen, Handlungsfelder, Kompetenzaspekte*. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern.
- Kuratli Geeler, S. (2019). *Mathematische Kompetenzen von Kindergartenkindern. Überprüfung eines Testinstrumentes und Analyse von Unterschieden in der numerischen Leistungsentwicklung*. Zürich: Universität Zürich.
- Loge, L. (2020). *Von Bauingenieurinnen und Sozialarbeiterinnen. Studien(fach)wahlen im Kontext von sozialem Milieu und Geschlecht*. Wiesbaden: Springer.

- Nonte, S., Steinmayr, R. & Scholz, L. (2020). Geschlechterunterschiede in mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. In K. Schippert, D. Kasper, O. Köller et al. (Hrsg.), *TIMSS 2019. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 223–262). Münster: Waxmann.
- Pässler, K. & Schneider, N. (2019). Stabilität und Veränderung geschlechtsspezifischer Interessen im Primarschulalter. Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In E. Makarova (Hrsg.), *Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl. Beiträge aus Forschung und Praxis* (S. 12–26). Bern: hep.
- Schneider, C., Traunsteiner, B. & Tanzberger, R. (2016). *Erziehung zur Gleichstellung von Frauen und Männern. Informationen und Anregungen zur Umsetzung in der Volksschule*. Wien: Bundesministerium für Bildung.
- Spaemann, R. (2001). *Grenzen. Zur ethischen Dimension des Handelns*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Weiss Sampietro, T., Ramsauer, N., Burkart, A. & Karvounaki Marti, S. (2010). *Genderkompetenz in der Lehre an Fachhochschulen. Wege zur Umsetzung in den Fachbereichen Kunst, Pädagogik, Soziale Arbeit und Wirtschaft*. Winterthur: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.

MINT-Förderung für Mittelstufen-Schülerinnen – Erfahrungen aus dem Projekt «It's MINT»

Franziska Schwab

Im Beitrag wird das geringe Interesse von Mädchen im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) in der Schweiz untersucht. Trotz hoher Leistung in diesen Fachgebieten zeigt sich ein geringeres Interesse und eine geringere Selbstwirksamkeit bei Mädchen im Vergleich zu Jungen. Geschlechterstereotype und mangelnde weibliche Vorbilder spielen dabei eine zentrale Rolle. Das Projekt «It's MINT» bietet Forscherinnen-Treffs an Primarschulen, in denen Mittelstufen-Schülerinnen in einer geschützten Umgebung experimentieren und forschen können. Die Treffen werden von Frauen aus dem MINT-Bereich geleitet, die als Vorbilder dienen. Durch die begleitende Evaluation können positive Auswirkungen auf das Interesse und die Selbstwirksamkeit der Mädchen festgestellt werden. Abschließend werden Empfehlungen gegeben, wie diese Erkenntnisse auf das Schulsystem übertragen werden können, um das Interesse von Mädchen an MINT-Fächern zu fördern und Geschlechterstereotype abzubauen.

1 MINT-Interesse von Mädchen in der Schweiz

Warum geben Mädchen in der Schweiz an, sich weniger für MINT zu interessieren, und wählen schließlich auch seltener MINT-Fächer und -Berufe? Im Jahr 2021 betrug beispielsweise der Frauenanteil bei den Eintritten in die universitäre Hochschule im Fachbereich der technischen Wissenschaften 34,1 Prozent und in der beruflichen Grundbildung betrug im Jahr 2020 der Frauenanteil im ersten Ausbildungsjahr im Berufsfeld Ingenieurwesen und Technik lediglich 7,3 Prozent (BfS, 2022). Die Ergebnisse des Programme for International Student Assessment (PISA) zu den Unterschieden zwischen Jungen und Mädchen in Bezug auf Interesse, Selbstwirksamkeit und Leistung in den MINT-Fächern wurden bereits ausführlich diskutiert (vgl. Barmert, 2020). Mädchen in der Schweiz zeigen ein geringeres Interesse an MINT als ihre Mitschüler und bleiben somit hinter dem Durchschnitt der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2019). Sie haben beispielsweise eine niedrigere Selbstwirksamkeit in Mathematik

als Jungen (ebd.) und erreichen eine durchschnittlich niedrigere Punktzahl in Mathematik als die gleichaltrigen Schüler (ebd.).

In engem Zusammenhang damit stehen vorhandene Fächer- und Geschlechterstereotype. Mädchen, die Stereotype in Bezug auf MINT-Fächer internalisiert haben, besitzen weniger Vertrauen in ihre Fähigkeiten und wählen weniger wahrscheinlich einen MINT-Beruf (Aeschlimann, Herzog & Makarova, 2015). Jungen und Mädchen selbst geben häufiger an, dass sie denken, MINT-Fächer seien besser für Jungen geeignet (ebd.). Es lässt sich zudem feststellen, dass sowohl das Selbstkonzept als auch das Interesse von Mädchen an MINT-Fächern mit zunehmendem Alter abnimmt, bei Jungen jedoch stabil bleibt oder steigt (Ertl, Luttenberger & Paechter, 2017). Studien mit Kindern im Primarbereich können bereits internalisierte Geschlechterstereotype nachweisen (Priess-Groben & Lindberg, 2013). Zusätzlich können Lehrpersonen, Eltern und Peers, bewusst oder unbewusst, Geschlechterstereotype weiter verstärken, indem sie unterschiedliche Erwartungen an Mädchen und Jungen in Bezug auf MINT-Fächer kommunizieren (Kessels, Rau & Hannover, 2006). Hinlänglich bekannt ist zudem, dass ein frühzeitiger Zugang zu MINT-Themen und -Aktivitäten dazu beiträgt, dass insbesondere Mädchen ein nachhaltiges Interesse daran entwickeln (BMBF, 2019).

Ebenso hat das Fehlen weiblicher Vorbilder eine zentrale Auswirkung auf die MINT-Fächer- und Berufswahl von Schülerinnen. Mädchen, die weibliche Vorbilder im MINT-Bereich kennen, zeigen doppelt so häufig Interesse an MINT-Fächern (41 % versus 26 %) im Vergleich zu Mädchen, die angeben, keine weiblichen Vorbilder im MINT-Bereich zu kennen (Microsoft & KRC Research, 2017).

Um die geschlechtsspezifische Diskrepanz in MINT-Berufen in der Schweiz zu verringern, ist es wichtig, Geschlechterstereotypen entgegenzuwirken und Mädchen zu ermutigen, MINT-Fächer zu wählen. Im Projekt «It's MINT» wird dies durch den Einsatz von Rollenmodellen und die Schaffung eines niedrigschwelligen Angebots, in dem ausschließlich Mädchen experimentieren und forschen können, realisiert.

2 MINT-Förderung im Projekt «It's MINT»

Im Folgenden werden die Eckpunkte des Projekts «It's MINT» näher vorgestellt. Unter Berücksichtigung der vorab genannten Forschungsergebnisse werden Konzeptentscheidungen aus der Projektpraxis reflektiert. Abschließend werden zentrale Ergebnisse der Begleitforschung vorgestellt.

2.1 Eckpunkte des Projekts: MINT macht Spaß

Seit 2020 führt das Projekt «It's MINT» Forscherinnen-Treffs an Primarschulen in der Deutschschweiz durch. Zielgruppe sind Schülerinnen der Mittelstufe (4.–6. Klasse), die für zehn Treffs in einer festen Gruppe von acht bis maximal zwölf Mädchen zusammenkommen. Das Projekt richtet sich bewusst an neun- bis elfjährige Schülerinnen, da in diesem Alter die Grundlagen für Interessen und Fähigkeiten gelegt werden und frühe Interventionen entscheidend sein können, um das Interesse von Mädchen an MINT-Fächern zu fördern und geschlechtsspezifische Stereotype und Barrieren abzubauen (vgl. BMBF, 2019). Das monoedukative Setting wurde gewählt, weil einige Studien Hinweise darauf geben, dass Mädchen in diesem Format eine stärkere Selbstwirksamkeit und höheres Interesse an MINT entwickeln können, da sie weniger geschlechtsbezogenen Stereotypen und Erwartungen ausgesetzt sind (vgl. Oppermann & Keller, 2018).

Die MINT-Treffs sind ein außerschulisches Lernangebot, das am Nachmittag jeweils für die Dauer von neunzig Minuten stattfindet. Es handelt sich weder um ein Programm der Begabtenförderung noch um Förderunterricht. Das Angebot soll niedrigschwellig sein, so ist die einzige Voraussetzung für die Teilnahme das Interesse an und die Neugier auf MINT-Themen.

Geleitet werden die Treffs von «MINT-Frauen», die selbst in diesem Bereich ein Studium oder eine Berufsausbildung absolvieren oder bereits in einem solchen Beruf tätig sind. Für die Identifikation mit der MINT-Frau als Vorbild ist es wichtig, dass diese auch Eigenschaften aufweisen, mit denen sich die Teilnehmerinnen identifizieren können. Die Treff-Leiterinnen stellen sich persönlich als ehemalige Schülerinnen vor, zum Beispiel als Person, die als Einzige in der Klasse Mathematik sehr mochte, die gern Klavier spielt, Musikfan und Sportlerin ist. Neben der Vorstellung als MINT-Fachfrau ist auch das Präsentieren der Person an sich sehr wichtig (vgl. MINTvernetzt,

2022). Die Treff-Leiterin darf zudem geduzt werden und wenn alle einverstanden sind, wird in Mundart gesprochen.

Die Treff-Leiterinnen werden vorab geschult, um als Nichtpädagoginnen mit einem Grundlagenwissen zum Anleiten von Lernprozessen ausgestattet zu sein.

Die Inhalte der MINT-Treffs werden von der Projektleitung erarbeitet, sodass die Treff-Leiterinnen umfangreiches Material für die Durchführung zur Verfügung haben. Die Treff-Inhalte orientieren sich an Alltagsphänomenen und der Lebenswelt der Schülerinnen. Auf den Einsatz von fertigen Bausätzen wird verzichtet. Die Schülerinnen werden thematisch eingestimmt und erhalten dann eine Aufgabenstellung, die sie mit bereitgestelltem Material zu lösen versuchen. Im Fokus steht der Spaß als emotionale und motivationale Bindung, und die Freude an MINT, das eigenständige Ausprobieren, das Forschen mit Variablenänderung und das Experimentieren in Kleingruppen. Zusätzlich orientiert man sich bei der Auswahl der Themen am STEAM-Ansatz (bzw. im deutschsprachigen Raum hat sich die Bezeichnung MINT+ durchgesetzt), wodurch künstlerische Aspekte einbezogen werden. Erste Hinweise aus der Forschung sprechen dafür, dass der STEAM-Ansatz die Motivation, das Interesse und das Vertrauen in die eigenen MINT-Fähigkeiten vor allem von Mädchen steigert (Ng & Fergusson, 2020). Im Treff werden Beobachtungen zusammen besprochen, Fehlerquellen reflektiert und Ergebnisse dokumentiert. Beispiele aus dem Portfolio der MINT-Themen sind der Bau einer Münzsortiermaschine, das Recyceln von Papier, der Bau eines Kritzel-Roboters oder das Forschen zum Stromkreis mittels Elektroknete.

Zum Abschluss des MINT-Treffs wird ein regionales Unternehmen der MINT-Branche besucht. Während einer Werksführung oder Unternehmenspräsentation, die von Mitarbeiterinnen, die selbst im technischen oder naturwissenschaftlichen Bereich tätig sind, geführt wird, haben die Schülerinnen die Möglichkeit weitere MINT-Frauen und -Berufe kennenzulernen. Auch während dieser Exkursion gibt es einen Workshop-Anteil, in dem die Teilnehmerinnen selbst etwas ausprobieren oder bauen können. Das Projekt wird bis 2026 vom Eidgenössischen Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann finanziert.

2.2 Ergebnisse aus der Begleitforschung

Ich habe gehört, dass nur Mädchen dort sind und dass es um Jobs geht, die nur Jungs machen. Aber ich will, dass auch Mädchen sie machen. Und ich will Informatikerin werden. (Antwort einer Teilnehmerin der Evaluation, eigene Transkription)

Die Evaluation der ersten Projektlaufzeit (2020–2023) wurde extern betreut. Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse der Befragung der Treff-Teilnehmerinnen vorgestellt: die motivationale Ausgangslage der Teilnehmerinnen, die Einschätzungen zu den Inhalten im Treff und die Einschätzung zur Treff-Leiterin. Im Zeitraum von Dezember 2021 bis Januar 2023 nahmen insgesamt 99 MINT-Treff-Teilnehmerinnen an der Befragung teil.

Fragt man die Teilnehmerinnen, warum sie sich für einen MINT-Treff interessierten, geben 62 von 99 an, dass sie einfach neugierig waren, 50 interessieren sich allgemein für MINT und 44 für ein spezielles MINT-Thema. Aber auch der Aspekt, gemeinsam etwas mit der Freundin (14) beziehungsweise in einer Gruppe von Mädchen (26) zu unternehmen und dabei eine MINT-Frau kennenzulernen (15), sollte nicht unterschätzt werden (Mehrfachnennung möglich). Die Mädchen kommen mit MINT-Vorinteresse in den Treff und haben dann die Chance, klassenübergreifend «Gleichgesinnte» kennenzulernen. Im MINT-Treff finden sie einen Raum, ihr Interesse auszuleben und darin bestärkt zu werden.

Wie schätzen die Befragten die Inhalte im MINT-Treff ein? Obwohl Schülerinnen mit unterschiedlichen Wissensbeständen und Erfahrungen teilnahmen, geben sie an, dass ihnen die Treff-Inhalte sehr viel Freude machten. Die Aufgaben waren ihnen mehrheitlich noch nicht bekannt, und sie geben an, dass sie diese ab und an zu Hause wiederholten. Die Aufgaben machten die Schülerinnen neugierig, die Aufgaben und Experimente beurteilten sie als nicht zu leicht und inhaltlich gut verständlich.

Die Treff-Leiterin selbst wird von den Mädchen insgesamt sehr positiv eingeschätzt. Der Aussage «Sie wirkte immer gut vorbereitet» stimmen 94 von 99 Teilnehmerinnen (sehr) zu. Der Treff-Leiterin wird von der großen Mehrheit der Teilnehmerinnen attestiert, inhaltlich gut vorbereitet zu sein, sich genügend Zeit zu nehmen und gut erklären zu können. Schließlich stimmen sogar 81 der 99 befragten Teilnehmerinnen der Aussage «Die

Treff-Leiterin ist für mich ein Vorbild» (sehr) zu. Das Projekt profitiert von den fachlichen, aber auch persönlichen Stärken der MINT-Frauen, die einen Treff leiten und einen Zugang zu den Schülerinnen finden. Nahezu alle befragten Teilnehmerinnen (96 von 99) würden den MINT-Treff gern noch einmal besuchen beziehungsweise einer Freundin empfehlen (97 von 99).

2.3 Fazit aus dem Projekt «It's MINT»

Mit Blick auf die eingangs erwähnten forschungsbasierten Konzeptentscheidungen, die Praxiserfahrung sowie die Hinweise der Evaluation – auch wenn diese nur geringe statistische Aussagekraft aufweisen – können folgende Faktoren, die den Projekterfolg positiv beeinflusst haben, genannt werden:

- MINT macht Spaß und das erhöht langfristig das Interesse und die Motivation an MINT.
- Selbstständiges Experimentieren, Bauen und Forschen bestärkt Mädchen in ihrer Selbstwirksamkeit.
- MINT-Frauen können starke Rollenmodelle in fachlicher und menschlicher Hinsicht sein.
- Klischees zu durchbrechen und Geschlechterstereotype wie «typisch Mädchen» aufzulösen, die Durchführung in den Räumen der Schule, mit deren Infra- und Zeitstruktur, klassenübergreifend, mit anderen (Formen von) Aktivitäten als üblich und einer externen Person, mit der eine andere Art der Beziehung als zu einer Lehrperson eingegangen wird, wird als positiv eingeschätzt.

3 Ausblick

Es bleibt zu diskutieren, welche Erkenntnisse oder Praxisanregungen sich aus dem Projekt auf das System Schule und den Unterricht übertragen lassen.

Die Rahmenbedingungen sind in den Schweizer Schulen sehr unterschiedlich, was die technische Ausstattung, den fachlichen Hintergrund oder das MINT-Interesse der Primarlehrpersonen betrifft. Daher beschränken wir uns auf Anregungen, die ohne große Schwierigkeiten und ohne großen Einsatz finanzieller Mittel umgesetzt werden können.

Es braucht mehr weibliche Rollenmodelle, die Eigenschaften aufweisen, mit denen Schülerinnen sich identifizieren. Forscherinnen und ihre Entdeckungen sind eine gute Möglichkeit, diese in den Unterricht einzubauen. Auch über Marie Skłodowska Curie als erste Frau mit Nobelpreis hinaus gibt es erfolgreiche Frauen, gerade auch in der Schweiz. Hier hat zum Beispiel Gertrud Woker gelebt und geforscht. Dieser Ansatz kann je nach Klassenstufe als Referat, eigenständige Recherche oder in Form eines Poster-Porträts umgesetzt werden.

Zeitweise monoedukative Settings schaffen. Getrennt-geschlechtliche Gruppenarbeit kann dazu führen, dass Mädchen während des Experimentierens nicht nur das Protokoll schreiben, sondern selbst aktiv werden und so eine größere Selbstwirksamkeit entwickeln, schließlich bessere Leistungen und höheres Interesse an MINT haben.

MINT-Förderung gehört kontinuierlich in den Primarbereich. Sind Geschlechterstereotype einmal verfestigt, ist es schwer, sie wieder aufzulösen. Die Förderung des naturwissenschaftlichen und technischen Interesses von Primarschülerinnen muss daher frühzeitig, altersgerecht und lebensweltnah ansetzen. Dabei stehen für Zehnjährige Neugierde und Spaß an MINT im Mittelpunkt, weniger die konkrete Berufsorientierung. Niedrigschwellige außerschulische Angebote wie «It's MINT» sind wichtig und richtig, aber Ziel muss es sein, die geschlechtersensible MINT-Förderung kontinuierlich in der Bildungskette zu verankern.

Diese Anregungen aus der Projektpraxis sind sicherlich spannend im Hinblick auf eine tiefere wissenschaftliche Erforschung, auch im Sinne des Theorie-Praxis-Dialogs.

Literatur

- Aeschlimann, B., Herzog, W. & Makarova, E. (2015). Gender stereotyping and its impact on pupil's career perceptions and choices in STEM fields. An analysis of Swiss 7th-grade students. *International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)*, 2(2), 87–106. https://www.researchgate.net/publication/334362501_The_Gender_Gap_in_STEM_Fields_The_Impact_of_the_Gender_Stereotype_of_Math_and_Science_on_Secondary_Students%27_Career_Aspirations [15.09.2023].
- Bamert, J. (2020). Geschlechterunterschiede in MINT-Studiengängen: Eine deskriptive Analyse. *KOF Analysen*, (3), 81–94. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000447332>.
- Bundesamt für Statistik, BFS (2022). *Berufs- und Studienfachwahl*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/wirtschaftliche-soziale-situation-bevoelkerung/gleichstellung-frau-mann/bildung/berufs-studienfachwahl.html> [15.09.2023].
- Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF (2019). *Mit MINT in die Zukunft. Der MINT-Aktionsplan des BMBF*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/1/31481_Mit_MINT_in_die_Zukunft.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [15.09.2023].
- Ertl, B., Luttenberger, S. & Paechter, M. (2017). The impact of gender stereotypes on the self-concept of female students in STEM subjects with an under-representation of females. *Frontiers in Psychology*, 8, 703. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.00703/full> [15.09.2023].
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). Differenzielle Kontexteffekte der schulischen Mathematik- und Physikumwelt auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen und Jungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1–2), 63–74.
- Microsoft & KRC Research (2017). *Why Europe's girls aren't studying STEM*. Microsoft Philanthropies. https://news.microsoft.com/wp-content/uploads/2017/02/Microsoft_girls_in_STEM_final-Whitepaper.pdf [15.09.2023].
- MINTvernetzt (2022). Welche Eigenschaften haben wirksame weibliche MINT-Rollenmodelle? *MINTvernetzt*, 14.06.2022. <https://mint-vernetzt.de/news/weibliche-mint-rollenmodelle> [15.09.2023].

- Ng, W. & Fergusson, J. (2020). Engaging high school girls in interdisciplinary STEAM. *Science Education International*, 31(3), 283–294. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i3.7>.
- OECD (2019). *PISA 2018 results. Where all students can succeed*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.
- Oppermann, E. & Keller, L. (2018). *Geschlechtsunterschiede in der frühen MINT-Bildung. Forschungsüberblick*. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. https://www.klischee-frei.de/de/klischeefrei_91280.php [15.09.2023].
- Priess-Groben, H.A. & Lindberg, S.M. (2013). Genderspezifische Fächerstereotype und Fächerselbstkonzepte von Grundschulkindern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27(3), 159–169.

Autor*innen

Valerie Amacker, Pädagogische Hochschule Luzern

Sanja Atanasova, Pädagogische Hochschule St. Gallen, Pädagogische Hochschule Luzern

Matthias Bigler, Pädagogische Hochschule Bern

Katrin Bölsterli Bardy, Pädagogische Hochschule Luzern

Dorothee Brovelli, Pädagogische Hochschule Luzern

Regula Brun, Pädagogische Hochschule Luzern

Melanie Elderton, Pädagogische Hochschule Luzern

Jürg Fleischmann, Pädagogische Hochschule Zürich

Christoph Gut, Pädagogische Hochschule Zürich

Tibor Gyalog, Pädagogische Hochschule Nordwestschweiz

Daniel Gysin, Pädagogische Hochschule Luzern

Julia Ha, Pädagogische Hochschule St. Gallen

Matthias Hoesli, Pädagogische Hochschule Luzern

Alessandra Hool, ESM Foundation

Krenare Ibraj, Technische Universität Darmstadt

Judith Lanka, Pädagogische Hochschule Zürich

Yannick L. Legscha, Technische Universität Darmstadt

Hanspeter Pfirter, Pädagogische Hochschule Zürich

Markus Prechtel, Technische Universität Darmstadt

Thorid Rabe, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Nicolas Robin, Pädagogische Hochschule St. Gallen

Andrea Maria Schmid, Pädagogische Hochschule Luzern

Franziska Schwab, Jumpps, Fachstelle für geschlechtersensible Pädagogik

Olivia Stowasser, Pädagogische Hochschule Bern

Ueli Studhalter, Pädagogische Hochschule Luzern

Josiane Tardent, Pädagogische Hochschule Zürich

Eveline Thaler, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Markus Wilhelm, Pädagogische Hochschule Luzern

Albert Zeyer, Pädagogische Hochschule Luzern



Elena Makarova (Hrsg.)

Gendersensible Berufsorientierung und Berufswahl

Beiträge aus Forschung und Praxis

Warum sind Männer in pflegerischen, frühpädagogischen oder sozialen Berufen meist untervertreten? Wieso entscheiden sich junge Frauen nur selten für Studiengänge im MINT-Bereich? Seit Jahrzehnten rastert diese Aufteilung unsere Gesellschaft auf. Warum ist das so, und was lässt sich dagegen unternehmen? Da sich bereits Kinder mit ihren Traumberufen auseinandersetzen, ist eine gendersensible Berufsorientierung an Schulen zentral. Aber auch an Hochschulen ist sie wichtig, um das Geschlechterverhältnis in den Studiengängen und bei der Berufsfindung auszugleichen. Im Buch werden Erkenntnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie innovative Beispiele der Umsetzung einer gendersensiblen Berufsorientierung im (Hoch-)Schulkontext gebündelt.



Christoph Gut,
Josiane Tardent (Hrsg.)

Naturwissenschaftlich- Technisches Handeln

Kompetenzmodell und praktische
Lernaufgaben für die Sekundarstufe I

Wie erwerben Schüler*innen Kompetenzen im Naturwissenschaftlich-Technischen Handeln? Dazu braucht es sinnvolle praktische Lernaufgaben, deren Lernwirksamkeit allerdings von der passenden Strukturierung des praktischen Problemlöse- und des kognitiven Lernprozesses abhängt. In diesem Buch werden ausgehend von einem Modell für das Naturwissenschaftlich-Technische Handeln Prinzipien für die Strukturierung von Lernaufgaben vorgestellt und mit praxiserprobten Beispielen aus der Biologie, Chemie und Physik illustriert.

