

Metzger, Susanne; Schneider, Charlotte; Haselhofer, Manuel
**Förderung der MINT-Bildung durch hochschultypenübergreifende
Zusammenarbeit**

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 40 (2022) 1, S. 41-57



Quellenangabe/ Reference:

Metzger, Susanne; Schneider, Charlotte; Haselhofer, Manuel: Förderung der MINT-Bildung durch hochschultypenübergreifende Zusammenarbeit - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 40 (2022) 1, S. 41-57 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-245446 - DOI: 10.25656/01:24544

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-245446>

<https://doi.org/10.25656/01:24544>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

**BEITRÄGE ZUR LEHRERINNE-
UND LEHRERBILDUNG**

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für
Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9622

<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, auführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

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

Kontakt / Contact:

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

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN- UND LEHRERBILDUNG

Entwicklung der Fachdidaktiken

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

Erscheint dreimal jährlich.

Herausgebende und Redaktion

Dorothee Brovelli, Pädagogische Hochschule Luzern, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Sentimatt 1, 6003 Luzern, Tel. 041 203 01 52, dorothee.brovelli@phlu.ch

Christian Brühwiler, Pädagogische Hochschule St. Gallen, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Notkerstrasse 27, 9000 St. Gallen, Tel. 071 243 94 86, christian.bruehwiler@phsg.ch

Bruno Leutwyler, Pädagogische Hochschule Zürich, Prorektorat Forschung & Entwicklung, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Tel. 043 305 65 85, bruno.leutwyler@phzh.ch

Sandra Moroni, Pädagogische Hochschule Bern, Institut Sekundarstufe I, Fabrikstrasse 8, 3012 Bern, Tel. 031 309 25 00, sandra.moroni@phbern.ch

Kurt Reusser, Universität Zürich, Institut für Erziehungswissenschaft, Freiestrasse 36, 8032 Zürich, Tel. 044 634 27 68 (27 53), reusser@ife.uzh.ch

Afra Sturm, Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule, Zentrum Lesen, Medien, Schrift, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch, Tel. 056 202 80 23, afra.sturm@fhnw.ch

Markus Weil, Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule, Institut Weiterbildung und Beratung, Obere Sternengasse 7, 4502 Solothurn, Tel. 032 628 66 16, markus.weil@fhnw.ch

Manuskripte

Manuskripte können bei einem Mitglied der Redaktion eingereicht werden. Richtlinien für die Gestaltung von Beiträgen sind auf www.bzl-online.ch verfügbar (siehe «Beiträge einreichen» → «Manuskriptgestaltung»). Diese Richtlinien sind verbindlich und müssen beim Verfassen von Manuskripten unbedingt eingehalten werden.

Lektorat

Jonna Truniger, bzl-lektorat@bluewin.ch

Externe Mitarbeitende

Buchbesprechungen

Matthias Baer, Pädagogische Hochschule Zürich, Lagerstrasse 2, 8090 Zürich, Tel. 043 305 54 48, matthias.baer@phzh.ch

Für nicht eingeforderte Rezensionsexemplare übernimmt die Redaktion keinerlei Verpflichtung.

Neuerscheinungen und Zeitschriftenspiegel

Peter Vetter, Universität Freiburg, Departement Erziehungswissenschaften, Lehrerinnen- und Lehrerbildung für die Sekundarstufe I, Rue Faucigny 2, 1700 Freiburg, Tel. 026 300 75 87, peter.vetter@unifr.ch

Impressum

Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung

www.bzl-online.ch

Redaktion

Vgl. Umschlagseite vorn.

Inserate und Büro

Kontakt: Heidi Lehmann, Büro CLIP, Schreinerweg 7, 3012 Bern, Tel. 031 305 71 05,
bzl-schreibbuero@gmx.ch

Layout

Büro CLIP, Bern

Druck

Suter & Gerteis AG, Zollikofen

Abdruckerlaubnis

Der Abdruck redaktioneller Beiträge ist mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Abonnementspreise

Mitglieder SGL: im Mitgliederbeitrag eingeschlossen.

Nichtmitglieder SGL: CHF 80.–; Institutionen: CHF 100.–. Bei Institutionen ausserhalb der Schweiz erhöht sich der Betrag um den Versandkostenanteil von CHF 15.–.

Das Jahresabonnement dauert ein Kalenderjahr und umfasst jeweils drei Nummern.

Bereits erschienene Hefte eines laufenden Jahrgangs werden nachgeliefert.

Abonnementsmitteilungen/Adressänderungen

Schriftlich an: Giesshübel-Office/BzL, Edenstrasse 20, 8027 Zürich oder per Mail an: sgl@goffice.ch.

Hier können auch Einzelnummern der BzL zu CHF 28.–/EUR 28.– (exkl. Versandkosten) bestellt werden (solange Vorrat).

Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

www.sgl-online.ch

Die Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung SGL wurde 1992 als Dachorganisation der Dozierenden, wissenschaftlichen Mitarbeitenden und Assistierenden der schweizerischen Lehrerinnen- und Lehrerbildungsinstitute gegründet. Die SGL initiiert, fördert und unterstützt den fachlichen Austausch und die Kooperation zwischen den Pädagogischen Hochschulen bzw. universitären Instituten und trägt damit zur qualitativen Weiterentwicklung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung bei. Sie beteiligt sich an den bildungspolitischen Diskursen und bringt die Anliegen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung in den entsprechenden Gremien ein.

Editorial

Dorothee Brovelli, Bruno Leutwyler, Afra Sturm, Christian Brühwiler,
Sandra Moroni, Kurt Reusser, Markus Weil 3

Gutachterinnen und Gutachter des 39. BzL-Jahrgangs (2021) 6

Schwerpunkt

Entwicklung der Fachdidaktiken

**Barbara Bader, Cornelia Rosebrock, Timo Leuders, Ingo Thonhauser,
Jean-François de Pietro, Christina Colberg und Fabienne Brière**
Errungenschaften und Herausforderungen bei der Entwicklung der Fach-
didaktiken in der Schweiz – Die Perspektive des programmbegleitenden
Expertinnen- und Expertengremiums P9 7

Sabina Larcher «Lehrerbildung von morgen» – Nationale Strategie
Fachdidaktik 19

Hansjakob Schneider, Dieter Isler und Claudia Schmellentin Britz
Das Forschungsnetzwerk Schulsprachdidaktik als Sozialisationsraum und
Motor der Fach- und Personalentwicklung 29

Susanne Metzger, Charlotte Schneider und Manuel Haselhofer
Förderung der MINT-Bildung durch hochschultypenübergreifende
Zusammenarbeit 41

Katharina Kalesics und Markus Wilhelm Bedeutung einer «wissenschaft-
lichen» Fachdidaktik im Hinblick auf die Professionskompetenz von Lehr-
personen zum interdisziplinären Fachbereich «Natur, Mensch, Gesellschaft» 58

Marc Honsberger und Bernard Schneuwly Das «Centre de compétence
romand de didactique disciplinaire» (2Cr2D): Ein Konzept zur Ent-
wicklung der Fachdidaktik in einer Region 72

Michael C. Prusse Die Entwicklung der Fachdidaktiken als ein
Identitätsmerkmal der Pädagogischen Hochschulen 86

Felix Schreiber, Colin Cramer und Maximilian Randak Aufgaben und
Verortungen der Fachdidaktik in wissenschaftlicher Literatur. Systematische
Annäherung an den Begriffsgebrauch 97

Forum

- Guido McCombie und Titus Guldemann** Berufspraktische Ausbildung an Partnerschulen: Führen mehr Kooperation und mehr Kontinuität zu einer höheren Professionalisierung? 111

Rubriken

Buchbesprechungen

- Vogel, D. & Frischknecht-Tobler, U. (Hrsg.). (2019). Achtsamkeit in Schule und Bildung. Tagungsband. Bern: hep (Georg Hans Neuweg) 129
- Oberhaus, L. (2020). Musik in der Kita – inklusiv und kooperativ. Evaluation von Tandemarbeit im Bereich frühkindlicher musikalischer Bildung. Münster: Waxmann (Stefanie Stadler Elmer) 131
- Basten, M., Mertens, C., Schöning, A. & Wolf, E. (Hrsg.). (2020). Forschendes Lernen in der Lehrer/innenbildung. Implikationen für Wissenschaft und Praxis. Münster: Waxmann (Patricia Schuler) 133
- Hierholzer S. (2021). Basiswissen Sexualpädagogik. München: Ernst Reinhardt (Lukas Geiser) 136

Neuerscheinungen 138

Zeitschriftenspiegel 140

Vorschau auf künftige Schwerpunktthemen

Eine Vorschau auf die Schwerpunktthemen künftiger Hefte finden Sie auf unserer Homepage (www.bzl-online.ch). Manuskripte zu diesen Themen können bei einem Mitglied der Redaktion eingereicht werden (vgl. dazu die Richtlinien zur Manuskriptgestaltung, verfügbar auf der Homepage).

Förderung der MINT-Bildung durch hochschultypenübergreifende Zusammenarbeit

Susanne Metzger, Charlotte Schneider und Manuel Haselhofer

Zusammenfassung In den letzten etwa zwanzig Jahren gab es schweizweit verschiedene Initiativen zur Förderung der MINT-Bildung, welche auch den beteiligten Fachdidaktiken zugutekamen. Im Rahmen verschiedener Programme wurde dabei auf die Kooperation zwischen naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen gesetzt. In diesem Beitrag wird zunächst geklärt, was unter MINT und insbesondere unter Allgemeiner Technischer Bildung verstanden wird, bevor einige der Schweizer Programme im Bereich MINT sowie die Ergebnisse einer Untersuchung der hochschultypenübergreifenden Kooperation im Rahmen eines solchen Programms vorgestellt werden. Abschliessend wird das Potenzial dieser Initiativen zur MINT-Bildung diskutiert.

Schlagwörter Fachdidaktik MINT – Allgemeine Technische Bildung – hochschultypenübergreifende Zusammenarbeit – Kooperation

Promoting STEM education through cooperation across higher education institutions

Abstract In the last twenty years, there have been various initiatives throughout Switzerland to promote STEM education. The involved branches of subject-specific pedagogy have also benefited from these initiatives. Within the framework of various programmes, cooperation between universities of science and technology and universities of teacher education has been emphasized. This paper first clarifies what is meant by STEM and, in particular, by general technical education. Second, some of the Swiss programmes in the field of STEM as well as the results of an investigation of cross-university cooperation within the framework of such a programme are presented. Finally, the potential of these initiatives for STEM education is discussed.

Keywords STEM education – subject-specific pedagogy – general technical education – cooperation across different types of higher education institutions

1 Einleitung

In den letzten etwa zwanzig Jahren haben sich insbesondere die Fachdidaktiken im Bereich MINT in der Schweiz stark weiterentwickelt. Dies ist nicht zuletzt auch einigen grossen Programmen zur Förderung der MINT-Bildung und den damit verbundenen zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln zu verdanken. Insbesondere im Hinblick

auf die Positionierung der Fachdidaktiken im Spannungsfeld zwischen jeweiliger Bezugswissenschaft, Pädagogischer Psychologie und Allgemeiner Didaktik (Parchmann, 2013) ist die von einigen Programmen angestrebte Kooperation zwischen naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen von besonderem Interesse.

Im Folgenden wird zunächst geklärt, was unter MINT-Fachdidaktiken verstanden wird, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Bereich der Technikdidaktik gelegt wird. Anschließend werden einige der wesentlichen Schweizer Programme im Bereich MINT sowie die Ergebnisse einer Untersuchung der Kooperation zwischen verschiedenen Hochschultypen im Rahmen eines solchen Programms vorgestellt, bevor abschliessend das Potenzial der hochschulübergreifenden Zusammenarbeit diskutiert wird.

2 Fachdidaktiken im Bereich MINT

In der deutschsprachigen Bildungslandschaft haben sich Begriffe wie MINT-Bildung, MINT-Bereich oder MINT-Fachdidaktiken in den letzten fünfzehn Jahren etabliert, wobei das Akronym MINT für «Mathematik – Informatik – Naturwissenschaften – Technik» steht. Bei der Interpretation des Begriffs MINT ist jedoch eine gewisse Vielfalt zu beobachten (z.B. Lanz, 2019).

2.1 MINT als Sammelbegriff

Zum einen kann Fachdidaktik MINT als Oberbegriff für die einzelnen darin enthaltenen Fachdidaktiken stehen, also für Mathematik-, Informatik-, Biologie-, Chemie-, Physik- und Technikdidaktik. Die Entwicklung dieser einzelnen Fachdidaktiken ist unterschiedlich weit fortgeschritten: Während Informatik- und Technikdidaktik eher junge Disziplinen sind, können Mathematik- und Naturwissenschaftsdidaktiken im deutschsprachigen Raum auf eine vergleichsweise lange Tradition zurückblicken. Exemplarisch dafür sind der erste Lehrstuhl für Mathematikdidaktik 1893 an der Universität Göttingen sowie die Gründung des Instituts für Didaktik der Mathematik (IDM) in Bielefeld 1973 (Reiss, Reinhold & Strohmaier, 2020), des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) 1891, des Instituts für die Didaktik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel 1966 und der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) 1973 (Schecker, 2020), die erste Chemiedidaktikprofessur 1901 an der Universität Leipzig (Parchmann & Ralle, 2020) oder die Tatsache, dass Anfang der 1990er-Jahre erste empirische Forschungsprojekte zunächst in den Naturwissenschaftsdidaktiken durch Kooperationen mit Fachpersonen aus der empirischen Lehr- und Lernforschung realisiert wurden (Bayrhuber, 2020). Dagegen erfolgte die allmähliche Etablierung der Informatikdidaktik als Teilgebiet der Informatik erst in den 1990er-Jahren (Magenheim & Romeike, 2020); die Fachgruppe Didaktik der Informatik in der Gesellschaft für Informatik (GI) wurde erst 2002 gegründet. Und obwohl bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine Verbindung von Industriebildung und Erziehung festzustellen ist, die Gesellschaft für Arbeit, Technik und Wirtschaft

im Unterricht (GATWU) bereits 1977 gegründet wurde und in der ehemaligen DDR an lehrpersonenausbildenden Hochschulen viele wissenschaftliche Arbeiten im Bereich Technik entstanden, gibt es empirische Studien in der Technikdidaktik verstärkt erst seit einigen Jahren (Hüttner, 2020). Gemessen an der Anzahl an mit Forschung befassten Arbeitsgruppen oder Professuren sind die Naturwissenschaftsdidaktiken in der Schweiz am etabliertesten; darauf folgen die Mathematik-, die Informatik- und schliesslich die Technikdidaktik. Dies deckt sich weitgehend mit der Anzahl an Forschungs- und Entwicklungsprojekten an deutschsprachigen Pädagogischen Hochschulen der Schweiz aus dem Jahr 2013: Didaktik Informatik: 13, Didaktik Mathematik: 45, Didaktik Naturwissenschaften: 68, Didaktik Technik: 25 und Didaktik MINT: 4 (Wannack, 2021; Wannack, Freisler-Mühlemann & Rhyn, 2013). Dabei fällt auf, dass in den Bereichen Technik und MINT «vorwiegend Entwicklung, Implementierung und Evaluation von Förderprogrammen in den genannten Bereichen im Zentrum stehen» (Wannack et al., 2013, S. 353). Döbeli Honegger und Merz (2015) konstatieren ergänzend, dass in Fachdidaktik Informatik an Schweizer Pädagogischen Hochschulen kaum Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt würden.

2.2 MINT als interdisziplinärer Bereich

Zum anderen kann MINT als ein interdisziplinärer Bereich aufgefasst werden, in dem «Forschung und Entwicklung stattfinden, an Technologien gearbeitet wird und Innovationen entstehen» (Graube & König, 2015, S. 2). Im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes sollen somit nicht einzelne Fächer, sondern Themen- und Problemfelder im Zentrum stehen, die kontinuierliche und lebenslange MINT-Bildung ermöglichen (Nationales MINT-Forum, 2014). Ein integrierter Ansatz hat sich weitgehend auch in der angelsächsischen Literatur für STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) durchgesetzt (z.B. Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016; Kennedy & Odell, 2014; Takeuchi, Sengupta, Shanahan, Adams & Hachem, 2020; Thibaut et al., 2018), wobei auch dort nicht einheitlich beschrieben wird, was STEM education ausmacht und ob dieses Feld als multidisziplinärer oder als integrierter Bereich betrachtet wird (z.B. Holmlund, Lesseig & Slavitt, 2018; Li, Wang, Xiao & Froyd, 2020; Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios & Vilchez-González, 2019). Auch bei einem integrierten Ansatz müssen nicht zwangsläufig immer alle MINT-Bereiche berücksichtigt werden; vielmehr ist wichtig, dass Schülerinnen und Schüler MINT-Handlungsweisen in einem authentischen Kontext, das heisst in einer realitätsnahen Situation, erlernen können, der zwei oder mehr Bereiche verbindet (Kelley & Knowles, 2016). Unter MINT-Kompetenz (bzw. STEM literacy) wird entsprechend die Fähigkeit verstanden, Problemstellungen in diesen authentischen Kontexten zu verstehen und lösen zu können, indem konzeptionelle, prozedurale und einstellungsbezogene Inhalte der verschiedenen MINT-Wissensbereiche identifiziert und angewendet werden (Martín-Páez et al., 2019; Thibaut et al., 2018).

Auch in der Schweiz wird MINT prinzipiell als interdisziplinärer Bereich aufgefasst. So beschreibt Lanz (2019) MINT als Resümee einer Befragung von acht Expertinnen

und Experten als einen fachübergreifenden Bereich, bei dem «die Inhalte, Erkenntnisse und Methoden der einzelnen Fachdisziplinen vernetzt und angewendet werden. Bei der Bearbeitung und Beurteilung einer Thematik werden die verschiedenen Blickwinkel eingenommen, mögliche Beziehungen betrachtet und Unterschiede festgehalten. Dabei sollen interdisziplinäre und vor allem lebensnahe Probleme mit Hilfe der Fachressourcen bearbeitet und gelöst werden» (Lanz, 2019, S. 76). Darüber hinaus werden Mathematik und Informatik von allen befragten Expertinnen und Experten als Hilfswissenschaften angesehen, wobei die Informatik aber insbesondere im Hinblick auf gesellschaftliche Faktoren auch als eigenständige Disziplin gesehen wird. Auch wenn sich die Befragten darin einig sind, dass Technik nicht ausschliesslich als Anwendung der Naturwissenschaften zu betrachten ist, geht nur der Experte aus dem Fachbereich Technik so weit, die Technik über die anderen Disziplinen zu stellen, indem er die Technik als die übergreifende und integrierende Disziplin für den MINT-Bereich bezeichnet (Lanz, 2019). Diese Aussage scheint zunächst befremdlich, ist aber durchaus nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass das primäre Ziel einer Allgemeinen Technischen Bildung die Menschenbildung ist (Schmayl, 2013). Vor diesem Hintergrund wird dieser Bereich im Folgenden genauer betrachtet.

2.3 Allgemeine Technische Bildung im Kontext von MINT

Im Hinblick auf eine bildungstheoretisch fundierte Zielperspektive zeigt sich Allgemeine Technische Bildung als Auseinandersetzung mit und Aneignung von Kultur, deren integraler Bestandteil der Gegenstandsbereich Technik ist (DGTB, 2018). Hierbei können sowohl sach- als auch soziotechnische Aspekte Berücksichtigung finden. Sachtechnische Aspekte richten sich dabei auf die technischen Objekte selbst, etwa auf ihren Aufbau, ihre Struktur oder ihre Funktion als informations-, stoff- und energieumsetzende Gebilde. Soziotechnische Momente umfassen ein Korpus unterschiedlicher sozialer und humaner Perspektiven, mit welchen sich die Genese, die Verwendung und die Auflösung technischer Artefakte erhellen lassen (Ropohl, 2009). Durch die Auseinandersetzung mit grundlegenden (exemplarischen) technischen Prinzipien, Strukturen und Kategorien des Gegenstandsbereichs Technik gewinnen Lernende spezifisches Wissen, spezifische Fähigkeiten und Einsichten, die sich in objektorientierte Ziele (Sachverstand und Sachlichkeit, soziotechnische Einsicht und Befähigung, Wertebewusstsein und Verantwortungsfähigkeit) und subjektorientierte Ziele (Können und Beherrschen, Wissen und Verstehen sowie Einstellung und Haltung) gruppieren lassen (Schmayl, 2013; Schmayl & Wilkening, 1995). In grosser Übereinstimmung mit dieser Zielformulierung werden in der Technikdidaktik verschiedene Konzepte beschrieben, so etwa das Konzept der technischen Mündigkeit (Fletcher, de Vries & Max, 2018), das lerntheoretisch orientierte Konzept zu sach- und soziotechnischen Denk-, Handlungs- und Bewertungsfähigkeiten (Schlagenhauf, 2015; Schmayl & Wilkening, 1995), die Richtzielperspektiven technischen Unterrichts an allgemeinbildenden Schulen (Sachs, 2001) oder die an Basiskonzepten orientierten «Standards for Technological Literacy» (ITEA, 2007).

2.3.1 Empirische Forschung im Bereich der Allgemeinen Technischen Bildung

Während sich der Erkenntnis- und Elaborationsstand Allgemeiner Technischer Bildung lange Zeit überwiegend auf eine Vielzahl hermeneutischer Arbeiten, insbesondere zu ihrer Konzeption, ihrer Charakteristik, ihrer Bedeutung und den von ihr intendierten Bildungsstandards (z.B. Graube & Mammes, 2013; Hüttner, 2015; ITEA, 2007; Pfenning, 2014; Sachs, 1979, 2001; Schlagenhaut, 2001, 2017; Schmayl, 2013; Schmayl & Wilkening, 1995; VDI, 2007), beschränkte, lassen sich in jüngerer Vergangenheit Studien mit empirischem Erkenntnisinteresse finden – allerdings in recht unterschiedlicher Komplexität. Zu nennen sind zum einen Arbeiten aus dem amerikanischen Raum, etwa zur Lehrpersonenbildung (z.B. Daugherty, 2005; Dugger, 2006), zu Technikkonzepten von Sekundarschülerinnen, Sekundarschülern und Erwachsenen (z.B. Harrison & Reed, 2016) oder zu ausgewählten technikbezogenen Denk- und Arbeitsweisen (z.B. Rodgers, 2005). Zum anderen gibt es einige skandinavische Arbeiten, etwa zur professionellen Kompetenz Unterrichtender (z.B. Eckman, Williams & Silver-Thorn, 2016; Fahrman & Gumaelius, 2016), zur Beurteilungspraxis von Techniklehrpersonen (z.B. Hartell, 2015) sowie zur Wirkung von Lernumgebungen auf Lernende (z.B. Svärd, Schönborn & Hallström, 2016). Infolge unterschiedlicher Forschungs- und Fachtraditionen (vgl. de Vries, 2018) sowie divergenter Erkenntnisinteressen können Wissenstransfer und damit die Anknüpfung an bestehende empirische Forschungsergebnisse jedoch nicht in jedem Fall gewährleistet werden.

Technikbezogene empirische Arbeiten des deutschen Sprachraums widmen sich – auch hier noch tendenziell vereinzelt und wenig systematisiert – der Wirkung bestimmter Lehr-Lern-Arrangements (Nepper, 2019; Walker, 2013), dem technischen Handeln als Grossbereich (Binder, 2014) bzw. vereinzelt Handlungskompetenzfacetten von Schülerinnen und Schülern (Stemann, 2016), Gender- oder Selbstkonzeptaspekten von Lernenden (Adenstedt, 2018; Güdel, 2014), der Erfassung professioneller Kompetenz von Lehrpersonen (Goreth, Geißel & Rehm, 2015) bzw. angehender Lehrpersonen (Straub, 2020) sowie der Entwicklung und Überprüfung von Erhebungsinstrumenten zur Erfassung divergenter technikbezogener Inhaltskonstrukte (Fletcher & Deutsch, 2016; Haselhofer & Metzger, 2021; Zinn, Latzel & Ariali, 2017). Aus der keinesfalls abschliessenden Auflistung soll deutlich werden, wie inhaltlich divers und auf verschiedene Personengruppen zentriert sich die derzeitige empirische Befundlage im Feld der Allgemeinen Technischen Bildung darstellt. Noch immer gelten aber grundlegende technikunterrichtsbezogene Forschungsfelder als unbearbeitet. Zu nennen sind unter anderem Forschungsdesiderate zur Weiterentwicklung der Fachdidaktik Technik allgemein, zur Kompetenzmodellierung und zum Kompetenzerwerb sowie zur Weiterentwicklung der Lehrpersonenbildung (Geißel, 2018; Zinn, 2014).

2.3.2 Allgemeine Technische Bildung in der Schweiz

Die Allgemeine Technische Bildung Schweizer Prägung ist insbesondere von den Diskursen der deutschsprachigen technikdidaktischen Forschungsgemeinschaft (Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung; Verband Deutscher Ingenieure; Journal of

Technical Education) sowie englischsprachigen Körperschaften (International Technological Education Association) und Publikationsorganen (Technology and Design Education; International Journal for Technology Education; The International Journal of STEM Education) beeinflusst. Eine Besonderheit der Allgemeinen Technischen Bildung in der Schweiz – verglichen mit anderen Ländern wie etwa Deutschland – stellen die Integration und die Beteiligung verschiedener Fächer bzw. Fächerverbände im technikbezogenen Lehren und Lernen dar. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang etwa die Fachbereiche «Natur, Mensch, Gesellschaft» sowie «Textiles und Technisches Gestalten», aber auch «Natur und Technik», «Wirtschaft, Arbeit, Haushalt» sowie «Räume, Zeiten, Gesellschaft» und das Modul «Medien und Informatik» (D-EDK, 2016; Güdel & Heitzmann, 2016). Technikorientiertes Lehren und Lernen fällt somit in den Verantwortungsbereich diverser Fächer des obligatorischen Schulwesens – mit je eigenem fachdidaktischem Überbau.

3 Programme zur Förderung der MINT-Bildung

In der Schweiz gab es in den letzten etwa fünfzehn Jahren vermehrt Programme zur Förderung der MINT-Bildung – hauptsächlich ausgelöst durch den Mangel an MINT-Fachkräften (Bundesrat, 2010). Bereits die Entwicklung von Bildungsstandards in Mathematik und den Naturwissenschaften im Rahmen von HarmoS (Harmonisierung der obligatorischen Schule) sowie die daran anschließende Entwicklung von Lehrplänen und Lehrmitteln wird vom Bundesrat (2010) als eine Massnahme gegen den MINT-Fachkräftemangel beschrieben. Auch die Lancierung von SWiSE (Swiss Science Education, www.swise.ch) und insbesondere das Projekt SWiSE-Schulen, das von diversen Kantonen unterstützt wurde, kann als Förderung der MINT-Bildung verstanden werden. Ausserdem erhielten die Akademien der Wissenschaften Schweiz vom Staatssekretariat für Forschung, Bildung und Innovation (SBFI) inzwischen drei Mandate für die Förderung von MINT-Kompetenzen (2013–2016, 2017–2020 und 2021–2024). Eine Erkenntnis aus dem MINT-Mandat 2013–2016 war, dass MINT-Projekte besonders nachhaltig sind, wenn sie die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen sowie konkrete Unterrichtsmaterialien fokussieren. Entsprechend sei die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen an den Pädagogischen Hochschulen im Bereich MINT nachhaltig zu verbessern (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2018).

3.1 Zusammenarbeit verschiedener Hochschultypen

Ausgehend von den Annahmen, dass ein verstärktes Interesse von Schülerinnen und Schülern an MINT-Themen zu einer nachhaltigen Erhöhung des Anteils an MINT-Studienabschlüssen führt, ein guter Unterricht dieses Interesse steigert und Lehrpersonen zentral für einen guten und motivierenden Unterricht sind, war es das Ziel des Bundesrats (2010), eine gute Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im Bereich MINT sicherzustellen. Insbesondere wenn MINT als integrativer Bereich verstanden wird (vgl. Abschnitt 2.2), ist es wichtig, dass keines der Teilgebiete vernachlässigt oder

bevorzugt wird – weder im schulischen Unterricht noch in der Ausbildung der Lehrpersonen. Für das Fach «Natur und Technik» auf der Sekundarstufe I beispielsweise war dies aber nicht unbedingt gegeben. Zum Beispiel hat eine Bestandserhebung im Kanton Zürich 2009 gezeigt, dass sich Sekundarlehrpersonen in Biologie signifikant besser ausgebildet fühlen als in Chemie und Physik, was ein Grund dafür sein könnte, dass auf der Sekundarstufe I hauptsächlich biologische und so gut wie keine fächerverbindenden Themen behandelt werden (Metzger, 2010). Wenn die Ausbildung zur Lehrperson für «Natur und Technik» auf der Sekundarstufe I aber konsequent integriert erfolgt, das heisst gleichermassen biologische, chemische, physikalische und naturwissenschaftlich übergreifende Inhalte aufweist, erreichen die Absolventinnen und Absolventen signifikant höhere fachdidaktische Kompetenzen als in vergleichbaren disziplinär ausgerichteten Studiengängen (Rehm, Brovelli, Wilhelm & Marx, 2016).

Mit dem Ziel, die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen zu verbessern, sollte die Zusammenarbeit von naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen im Bereich der MINT-Bildung gefördert werden (Bundesrat, 2010). Explizit schlägt auch die Rektorenkonferenz der Fachhochschulen der Schweiz (KFH) die «systematische Zusammenarbeit von Fachhochschulen und Pädagogischen Hochschulen in der Ausbildung von MINT-Lehrpersonen» (KFH, 2016, S. 20) als eine Massnahme zum Abbau des Fachkräftemangels im Bereich MINT und zur Schaffung eines ausgeglicheneren Verhältnisses von Männern und Frauen in MINT-Berufen und MINT-Studiengängen vor. Auch die Strategische Initiative EduNaT der Fachhochschule Nordwestschweiz setzte von 2015 bis 2017 auf die Zusammenarbeit von Expertinnen und Experten verschiedener Hochschulen, um «das Interesse von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen an Naturwissenschaften und Technik sowie die Bildung in diesem Bereich zu fördern» (Stübi, 2017, o.S.).

3.2 Nationales Netzwerk MINT-Bildung

Gestützt auf die in vorangegangenen Initiativen und Programmen generierten Erkenntnisse wurde im Rahmen der projektgebundenen Beiträge des Bundes 2017–2020 schliesslich das Programm «Aufbau eines nationalen Netzwerks zur Förderung der MINT-Bildung – hochschultypenübergreifende Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen» realisiert. Mit dem Programm sollten durch die Bündelung des Know-hows von naturwissenschaftlich-technischen Fachhochschulen und Pädagogischen Hochschulen notwendige Strukturen geschaffen werden, um gemeinsam Gefässe für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen der obligatorischen Schule in MINT-Fächern zu entwickeln und bereitzustellen. Zu diesem Zweck arbeitete in sechs Regionen jeweils eine Pädagogische Hochschule mit einer oder mehreren naturwissenschaftlich-technischen Hochschulen zusammen. Insgesamt wurden so unter Beteiligung von 14 (Teil-)Hochschulen in den Regionen Bern, Graubünden, Luzern, Nordwestschweiz und Tessin 27 Projekte realisiert (vgl. Abbildung 1; Projektbeschreibungen unter www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/ht/mint-bildung). Die inhaltliche Steuerung des Netzwerks gestaltete der Programmausschuss, der sich aus zwölf Vertreterinnen und Vertretern

der verschiedenen Regionen und Hochschultypen zusammensetzt. Für die zweite Phase (2021–2024) wurde das Netzwerk des Programms auf 23 Hochschulen aus der Deutschschweiz, der Romandie und dem Tessin vergrössert (weitere Informationen unter www.mint-bildung.ch).

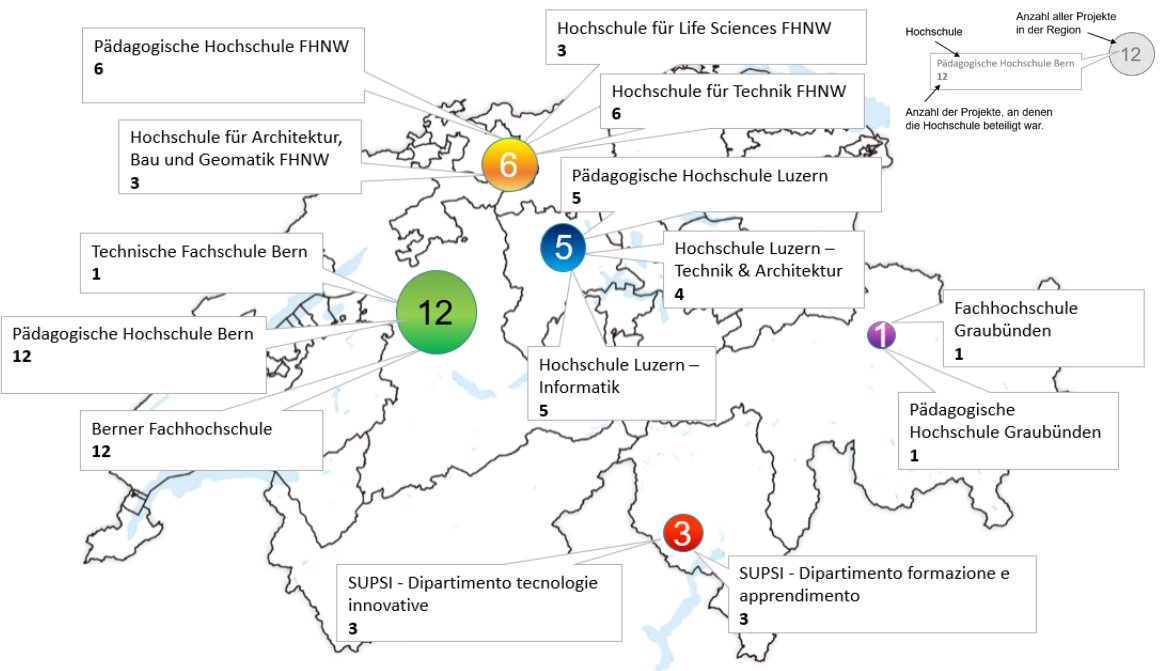


Abbildung 1: Teilnehmende Hochschulen im Programm «Nationales Netzwerk MINT-Bildung» inklusive der Anzahl der realisierten Projekte 2017–2020.

4 Kooperation zwischen naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen

Um den Erfolg des Programms «Nationales Netzwerk MINT-Bildung» und die Erreichung der Programmziele zu überprüfen, wurde unter Leitung der Autorinnen eine begleitende Evaluation durchgeführt.¹ Dabei war insbesondere die Kooperation von Interesse, da die hochschultypenübergreifende Zusammenarbeit und die Bildung eines Netzwerks mit entsprechenden Partnerinstitutionen aus verschiedenen Landesteilen in der Schweiz bis dato einzigartig waren. Grundlage für die Evaluation waren die Ziele des Programms:

- Förderung der MINT-Bildung und Aufbau eines nationalen Netzwerks zwischen naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen sowie
- Bereicherung der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen, unter anderem durch stärkere Anbindung an die aktuelle Forschung, um neue Ansätze und Impulse über die Lehrpersonen in die Klassenzimmer zu tragen.

4.1 Fragestellung und Datengrundlage

Die Fragestellungen der Evaluation bezogen sich einerseits darauf, inwiefern die Arbeitsform, nämlich die hochschulübergreifende Kooperation, gelungen war, und andererseits darauf, ob die Programmziele erreicht wurden und die Bildung eines hochschulübergreifenden MINT-Netzwerks geglückt ist. Dazu wurde über verschiedene Datenerhebungen vier Fragestellungen nachgegangen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über die Fragestellungen der Evaluation und die dazugehörigen Datengrundlagen

	Fragestellungen	Datengrundlagen
Kooperation	1. Inwieweit wird die Kooperation von den Beteiligten als gelungen wahrgenommen?	a) Online-Befragung aller Beteiligten (N = 97; entspricht einem Rücklauf von 77%) des Nationalen Netzwerks MINT-Bildung
	2. Welche Herausforderungen ergeben sich im Rahmen der hochschulübergreifenden Kooperation?	
Programmziele und Netzwerk-bildung	3. Inwiefern wurden die Teilziele auf Programmebene erreicht?	b) Qualitatives Interview mit dem Programmausschuss
	4. Inwieweit ist die Bildung des Netzwerks erfolgreich?	c) Abschlussreporting der regionalen Programmleitenden

Als Datengrundlagen dienten dabei eine online durchgeführte Vollbefragung aller Projektbeteiligten über ihre Erfahrungen (a), ein Interview mit den Mitgliedern des Programmausschusses (b) sowie das Abschlussreporting der Projektleitenden, in dem diese Auskunft über die Zielerreichung gaben (c). Zur Beantwortung der Fragen zur

¹ Ein herzlicher Dank geht an Monika Holmeier und Heli Schaffter für ihre wertvolle Unterstützung bei der Evaluation.

Kooperation (1. und 2.) wurden alle Projektleitenden und Projektmitarbeitenden jeweils am Ende der einzelnen Projekte per Online-Fragebogen (a) befragt. Der grösste Teil des Fragebogens bestand aus geschlossenen Fragen aus bereits validierten Skalen zur Kooperation (Bos, Buddeberg & Lankes, 2005; Frey & Asseburg, 2009; Fussangel, Lettau, Niehoff & Radisch, 2017; Gebhard et al., 2014; Hollaender, 2005; Institut für Gewaltprävention, Selbstbehauptung und Konflikttraining, o.J.; Quellenberg, 2009; Wegner, 2017), welche sprachlich, aber nicht inhaltlich leicht adaptiert wurden. Das ergänzende Interview mit den Mitgliedern des Programmausschusses am Programmende (b) ermöglichte eine Beurteilung der Kooperation auf überregionaler Ebene und erweiterte somit die Perspektive der Projektleitenden und Programmmitarbeitenden. Die Fragen zur Zielerreichung (3.) und zur Netzwerkbildung (4.) wurden mittels des Abschlussreportings (c) beantwortet. Die regionalen Programmleitenden schätzten dabei auf zehnstufigen Skalen ein, inwieweit die Ziele des Programms in ihrer Region erreicht wurden und inwieweit neue Impulse für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen im MINT-Bereich gesetzt werden konnten. Auch diese Daten wurden durch das Gruppeninterview mit den Mitgliedern des Programmausschusses am Programmende ergänzt (b).

4.2 Datenauswertung und Ergebnisse

Zur Beantwortung der Fragen, inwieweit die Kooperation als gelungen wahrgenommen wurde und welche Herausforderungen sich ergeben hatten (1. und 2. Fragestellung), wurden sowohl die offenen Fragen als auch die Vier-Punkt-Likertskalen des Online-Fragebogens ausgewertet. Auch wenn im Wesentlichen auf etablierte Skalen zurückgegriffen werden konnte, waren diese aus verschiedenen Arbeiten zusammengeführt und im Rahmen der neuen Kooperationsform noch nicht erprobt. Deswegen musste davon ausgegangen werden, dass sich einige Skalen neu zusammenfassen oder einzelne Items neu zuordnen lassen würden. Aus diesem Grund wurde eine explorative Faktorenanalyse durchgeführt, aus der sich fünf Skalen für folgende Bereiche ergaben:

- *Kooperationsgestaltung (19 Items)*: Rahmenbedingungen, Arbeitsorganisation und inhaltliche Strukturierung, Kooperationsbereitschaft der Beteiligten, (hochschulübergreifende) Identifikation mit dem Projekt/Programm.
- *Kommunikation (5 Items)*: Grad des Austauschs und der Weitergabe von Informationen.
- *Arbeitsklima (6 Items)*: Grad des wertschätzenden Umgangs, der Offenheit und der Fähigkeit, Probleme anzusprechen und auszuhandeln.
- *Motivation und Elan (4 Items)*: Grad des Elans und Motivationsgewinns aufgrund der Kooperation.
- *Belastungsempfinden (-) (3 Items)*: Grad der Belastung aufgrund der Kooperation.

Die Ergebnisse der Befragung waren sehr positiv (vgl. Abbildung 2). Herausragend war die Beurteilung der Kooperationsgestaltung und des Arbeitsklimas, welche von den Beteiligten als äusserst positiv wahrgenommen wurden – oder mit den Worten eines Projektmitarbeiters ausgedrückt: «[Hier entstand] eine echte Kooperation, die etwas

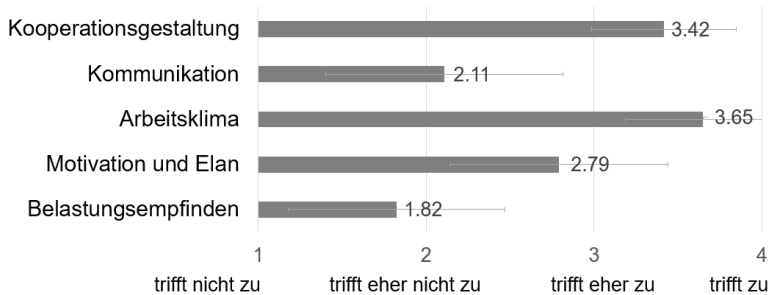


Abbildung 2: Mittelwerte der Skalen aus der Online-Vollbefragung ($N = 97$) bezüglich der Frage, inwieweit die Kooperation als gelungen wahrgenommen wird.

aushalten will und kann.» Einzig die Kommunikation lief für die Beteiligten offenbar nicht zu vollster Zufriedenheit ab und stellte eine Herausforderung dar. Zwar wurden die Gesprächsinhalte als wertvoll und relevant eingeschätzt, wie die folgende Aussage zeigt: «Spannende Diskussionen, bereichernder Austausch, Vergrößerung des persönlichen Netzwerks über die Hochschule hinaus» (offene Frage im Online-Fragebogen a). Aber die Häufigkeit des Austauschs – vor allem hochschulübergreifend – wurde im Durchschnitt als eher selten (weniger als ein Gespräch pro Woche) eingeschätzt. Dies lässt vermuten, dass die eine oder andere relevante Information nicht bei allen Projektbeteiligten angekommen ist. Diese Einschränkung in der ansonsten positiven Wahrnehmung der Arbeitsform der hochschulübergreifenden Kooperation hatte nach Meinung der Projektbeteiligten keine negativen Auswirkungen auf den Nutzen des Programms für die Realisierung von Projekten und für den Wissenstransfer der beteiligten Hochschulen in die Lehrpersonenbildung (vgl. Abbildung 3).

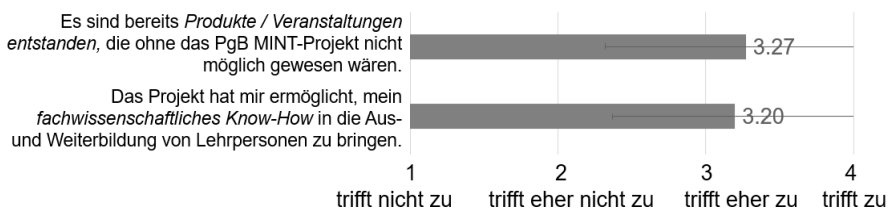


Abbildung 3: Zustimmung der Projektbeteiligten ($N = 97$) zu Aussagen zum Nutzen des Programms (PgB = Projektgebundene Beiträge des Bundes 2017–2020).

Die in Abbildung 3 dargestellte Einschätzung aller Projektbeteiligten wurde von den Angaben der regionalen Programmleitenden im Abschlussreporting (c) gestützt. Diese gaben an, dass die Ziele des Programms zu einem hohen Masse erreicht wurden und die Ausbildung eines MINT-Netzwerks erfolgreich war (3. und 4. Fragestellung; vgl. Abbildung 4).

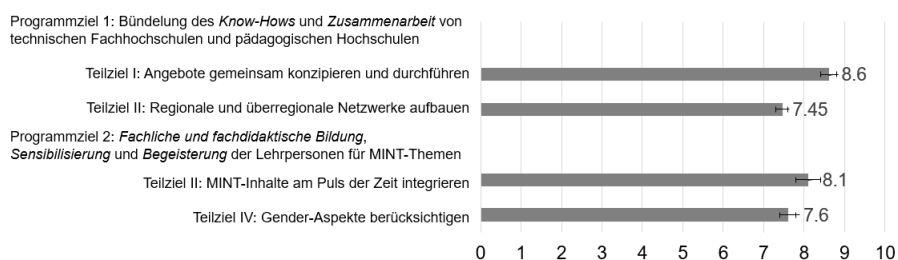


Abbildung 4: Einschätzung der Zielerreichung der regionalen Programmleitenden ($N = 5$) im Abschlussreporting (zehnstufige Skala von 1 = «nicht erreicht» bis 10 = «voll erreicht»).

Auch die Aussagen der Mitglieder des Programmausschusses im Interview (b) zeigten, dass das Programm «Nationales Netzwerk MINT-Bildung» eine grosse Bedeutung für die MINT-Bildung in den Regionen sowie für die Ausbildung eines MINT-Netzwerks hatte. Sie berichteten, dass die Wahrnehmung der einzelnen Projekte und der gesamten MINT-Thematik in den Regionen mit zunehmender Programmlaufzeit gewachsen sei und an Bedeutung gewonnen habe. Dies zeigt sich insbesondere darin, dass in drei der fünf Regionen sogar Kooperationen und Einrichtungen entstanden sind, die nicht Teil des Programms waren und die es ohne die Sensibilisierung für das Thema MINT-Bildung nicht gegeben hätte. So wurde beispielsweise im Erziehungsdepartement eines Kantons eine spezielle MINT-Abteilung eingerichtet und in einem anderen Kanton eine Kooperation zur MINT-Förderung zwischen politischen Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern, Schulen und Hochschulen aufgelegt.

5 MINT-Förderung und das Potenzial der hochschulübergreifenden Zusammenarbeit

Betrachtet man die Ziele der Allgemeinen Technischen Bildung wie beispielsweise den Aufbau von Einsichten sowie Handlungs- und Bewertungsmustern bei technischen Laiinnen und Laien, welche ihnen selbst- und mitbestimmtes sowie solidarisches Handeln in ihrer auch durch Technik geprägten Welt ermöglichen sollen (DGTB, 2018; Klafki, 1985), stellt sich die Frage, ob ausnahmslos verwertungsbezogene Ansprüche – wie beispielsweise Fachkräfte- und Standortsicherung, Innovation und Wohlstand – nicht im Widerspruch dazu stehen. Insofern scheint eine allein auf wirtschaftlichen Nutzen gerichtete Argumentation für die Notwendigkeit der MINT-Förderung (acatech &

Körper-Stiftung, 2021; acatech & VDI, 2009; Labudde, Börlin & Beerenwinkel, 2014) zumindest reflexionsbedürftig. Allerdings konnte vor allem die Allgemeine Technische Bildung von den in Abschnitt 3 beschriebenen MINT-Programmen profitieren. Durch das Zusammenwirken bildungswissenschaftlicher, schulpraktischer und fachwissenschaftlicher Akteurinnen und Akteure und insbesondere durch die Zusammenarbeit naturwissenschaftlich-technischer und Pädagogischer Hochschulen konnten finanzielle Mittel im Kontext der MINT-Förderung akquiriert werden, um die Botschaften Allgemeiner Technischer Bildung deutlicher als bislang vorgenommen zu kommunizieren (z.B. Stübi, 2021; SWiSE, 2018). Zudem liessen sich sowohl technikuterrichtsbezogene Forschung und Entwicklung stärken (z.B. durch die Strategische Initiative EduNaT; Stübi, 2017) als auch Impulse für die Aus- und Weiterbildung angehender bzw. berufstätiger Lehrpersonen setzen (z.B. Erziehungsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021). So konnten evidenz-, empirie- und entwicklungsorientierte Bildungsvorhaben realisiert werden, die ohne die interdisziplinären MINT-Programme nicht möglich gewesen wären.

Im Hinblick auf die hochschultypenübergreifende Zusammenarbeit sprechen die positiven Ergebnisse der Evaluation des Programms «Nationales Netzwerk MINT-Bildung» für sich und deuten darauf hin, dass die institutionalisierte Vernetzung zwischen naturwissenschaftlich-technischen und Pädagogischen Hochschulen geglückt ist. Es sind nach Aussagen der Beteiligten Projekte entstanden, die es ohne das Programm nicht gegeben hätte. Die entstandenen Kooperationen und Projekte legten den Grundstein dafür, dass aussergewöhnliche, vielfältige und aktuelle Angebote für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen entwickelt werden konnten und weiterhin entwickelt werden können, um so neue Impulse für den MINT-Unterricht auf allen Bildungsstufen zu geben.

Literatur

- acatech & Körper-Stiftung.** (2021). *MINT-Nachwuchsbarometer 2021*. München: acatech.
- acatech & VDI.** (2009). *Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften*. München: acatech.
- Adenstedt, V.** (2018). Pilotierung eines Fragebogens zur Erhebung des Technischen Selbstkonzepts von durchschnittlich Neunjährigen. *Journal of Technical Education*, 6 (1), 9–29.
- Akademien der Wissenschaften Schweiz.** (2018). *Schlussbericht Mandat MINT 2013–2016*. Bern: SCNAT.
- Bayrhuber, H.** (2020). Biologiedidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 25–51). Münster: Waxmann.
- Binder, M.** (2014). *Technisches Handeln – Eine Studie zu einem zentralen Begriff Technischer Bildung*. Inaugural-Dissertation. Weingarten: Pädagogische Hochschule Weingarten.
- Bos, W., Buddeberg, I. & Lankes, E.-M.** (Hrsg.). (2005). *IGLU. Skalenhandbuch zur Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Bundesrat.** (2010). *Mangel an MINT-Fachkräften in der Schweiz*. Bern: Bundeskanzlei.
- Bybee, R. W.** (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Washington, DC: National STEM Teachers Association.

- Daugherty, M.** (2005). A changing role for technology teacher education. *Journal of STEM Teacher Education*, 42 (1), Article 4.
- D-EDK.** (2016). *Lehrplan 21*. Luzern: Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz.
- de Vries, M. J.** (Hrsg.). (2018). *Handbook of technology education*. Cham: Springer.
- DGTB.** (2018). *Anliegen und Grundzüge Allgemeiner Technischer Bildung. Grundsatzpapier Nr. 1*. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung.
- Döbeli Honegger, B. & Merz, T.** (2015). Fachdidaktik Medien und Informatik. Ein Beitrag zur Standortbestimmung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 33 (2), 256–263.
- Dugger, W. E.** (2006). Twenty years of educational standards for technology education in the United States. In M. de Vries & I. Mottier (Hrsg.), *International handbook of technology education. Reviewing the past twenty years* (S. 65–82). Rotterdam: Sense.
- Eckman, E., Williams, M. A. & Silver-Thorn, M. B.** (2016). An integrated model for STEM teacher preparation. The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51 (1), Article 8.
- Erziehungsdepartement des Kantons Basel-Stadt.** (2021). *MINT-Wahlpflichtfach*. Verfügbar unter: <https://www.edubs.ch/unterricht/faecher/mint> (30.11.2021).
- Fahrman, B. & Gumaelius, L.** (2016). Technology teachers' views on general pedagogical knowledge. In M. J. de Vries, A. Bekker-Holtland & G. van Dijk (Hrsg.), *PATT-32 proceedings: Technology education for 21st century skills* (S. 170–178). Utrecht: University of Applied Sciences.
- Fletcher, S. & Deutsch, J.** (2016). Energiemündigkeit von Schülerinnen und Schülern am Ende der Sekundarstufe I – Konzeptionalisierung eines Modells zur Energiemündigkeit und Entwicklung eines darauf basierenden Testwerkzeugs. *Journal of Technical Education*, 4 (2), 106–127.
- Fletcher, S., de Vries, M. & Max, C.** (2018). Die technische Mündigkeit von Schüler/-innen zum Ende der Sek. I im internationalen Vergleich – Entwicklung eines Testinstruments und erste Ergebnisse. *Journal of Technical Education*, 6 (4), 30–51.
- Frey, A. & Asseburg, R.** (Hrsg.). (2009). *PISA-2006-Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Fussangel, K., Lettau, W.-D., Niehoff, S. & Radisch, F.** (2017). *Skala: Kommunikationsformen zwischen Personal und Lehrkräften*. Verfügbar unter: https://www.fdz-bildung.de/skala.php?erhebung_id=54&skala_id=7331 (07.06.2021).
- Gebhard, S., Happe, C., Paape, M., Riestenpatt, J., Vögler, A., Wollenweber, K. U. et al.** (2014). Merkmale und Bewertung der Kooperation von Sonderpädagogen und Regelschullehrkräften in inklusiven Unterrichtsettings. *Empirische Sonderpädagogik*, 6 (1), 17–32.
- Geißel, B.** (2018). Technikbezogenes Lernen in der Sekundarstufe I. In B. Zinn, R. Tenberg & D. Pittich (Hrsg.), *Technikdidaktik. Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* (S. 215–230) Stuttgart: Steiner.
- Goreth, S., Geißel, B. & Rehm, M.** (2015). Erfassung fachdidaktischer Lehrkompetenz im technikbezogenen Unterricht der Sekundarstufe I. Instrumentenkonstruktion und erste Befunde. *Journal of Technical Education*, 3 (1), 13–38.
- Graube, G. & König, N.** (2015). *MINT als Chance für technische Allgemeinbildung*. Düsseldorf: VDI.
- Graube, G. & Mammes, I.** (2013). *Didaktische Konzeption eines interdisziplinären Ansatzes Natur und Technik für die Gymnasialklassen fünf und sechs*. Düsseldorf: VDI.
- Güdel, K.** (2014). *Technikaffinität von Mädchen und Jungen der Sekundarstufe I. Untersuchung von Technikinteresse, Selbstwirksamkeitserwartung, Geschlechterrollen und Berufswünschen*. Dissertation. Genf: Universität Genf.
- Güdel, K. & Heitzmann, A.** (2016). Naturwissenschaften in der Gesellschaft: Perspektive Technik. In S. Metzger, Ch. Colberg & P. Kunz (Hrsg.), *Naturwissenschaftsdidaktische Perspektiven. Naturwissenschaftliche Grundbildung und didaktische Umsetzung im Rahmen von SWiSE* (S. 180–192). Bern: Haupt.
- Harrison, H. L. & Reed, P. A.** (2016). Comparing high school students' and adults' perceptions of technology. *Journal of STEM Teacher Education*, 51 (1), Article 4.
- Hartell, E.** (2015). *Necessities and complexities regarding teachers' assessment practices in technology education*. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology, School of Education and Communication in Engineering Science.

- Haselhofer, M. & Metzger, S.** (2021). Entwicklung und inhaltliche Validierung eines Modells zum Gegenstandsbereich Technik. *Journal of Technical Education*, 9 (1), 91–112.
- Hollaender, K.** (2005). *Interdisziplinäre Forschung. Merkmale, Einflußfaktoren und Effekte*. Köln: Universität Köln.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K. & Slavik, D.** (2018). Making sense of «STEM education» in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5 (32), 1–18.
- Hüttner, A.** (2015). Verzahnung von Theorie und Praxis in der technischen Allgemeinbildung als Basis von Kompetenzentwicklung. In B. Meier & G. Banse (Hrsg.), *Allgemeinbildung und Curriculumentwicklung – Herausforderungen an das Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik* (S. 83–100). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Hüttner, A.** (2020). Technikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 419–443). Münster: Waxmann.
- Institut für Gewaltprävention, Selbstbehauptung und Konflikttraining.** (o.J.). *Fragebogen zur Situation im Kollegium/im Team*. Verfügbar unter: https://www.i-gsk.de/fileadmin/templates/igsk/pdf/Fragebogen_zur_Situation_im_Kollegium-Team.pdf (07.06.2021).
- ITEA.** (2007). *Standards for Technological Literacy*. Reston: International Technology Education Association.
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G.** (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (11), 1–16.
- Kennedy, T. & Odell, M.** (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25 (3), 246–258.
- KFH.** (2016). *Strategische Planung KFH 2017–2020*. Bern: Rektorenkonferenz der Fachhochschulen der Schweiz.
- Klafki, W.** (1985). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Labudde, P., Börlin, J. & Beerenwinkel, A.** (2014). *Das MINT-Nachwuchsbarometer: Ergebnisse der Studie*. Verfügbar unter: https://www.satw.ch/fileadmin/user_upload/documents/02_Themen/07_Technik-Bildung/Tagung/2014_Tagung_Labudde.pdf (30.11.2021).
- Lanz, A.** (2019). *Integrierte MINT-Förderung auf der Sekundarstufe I. Grundlagen, Konzept und Entwurf einer Handreichung für Lehrpersonen*. Masterarbeit. Bern: Pädagogische Hochschule Bern, Institut Sekundarstufe I.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. & Froyd, J. E.** (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7 (11), 1–17.
- Magenheim, J. & Romeike, R.** (2020). Informatikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 182–207). Münster: Waxmann.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. & Vélchez-González, J. M.** (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103 (4), 799–822.
- Metzger, S.** (2010). Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I? Ein Blick auf den Kanton Zürich und die Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 32 (3), 421–444.
- Nationales MINT-Forum.** (Hrsg.). (2014). *MINT-Bildung im Kontext ganzheitlicher Bildung*. München: Utz.
- Nepper, H. H.** (2019). *Die situierte Fehlersuche an elektronischen Schaltungen im Anschluss an den Cognitive Apprenticeship Ansatz*. Dissertation. Ludwigsburg: Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.
- Parchmann, I.** (2013). Wissenschaft Fachdidaktik – Eine besondere Herausforderung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 31 (1), 31–41.
- Parchmann, I. & Ralle, B.** (2020). Chemiedidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 52–74). Münster: Waxmann.

- Pfennig, U.** (2014). Zur Legitimation von Technikbildung – ein wissenschaftliches Plädoyer. *Journal of Technical Education*, 2 (2), 48–69.
- Quellenberg, H.** (2009). *Studie zur Entwicklung von Ganztagschulen (StEG) – ausgewählte Hintergrundvariablen, Skalen und Indices der ersten Erhebungswelle* (Materialien zur Bildungsforschung, Band 24). Frankfurt am Main: Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung.
- Rehm, M., Brovelli, D., Wilhelm, M. & Marx, C. M.** (2016). Effektive Lehrerinnen- und Lehrerbildung für das integrierte Fach Naturwissenschaften. *Beiträge zu Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 34 (3), 317–334.
- Reiss, K., Reinhold, F. & Strohmaier, A.** (2020). Mathematikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H.J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 236–261). Münster: Waxmann.
- Rogers, G. E.** (2005). Pre-engineerings' place in technology education and its effect on technological literacy as perceived by technology education teachers. *Journal of STEM Teacher Education*, 42 (3), Article 2.
- Ropohl, G.** (2009). *Allgemeine Technologie*. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Sachs, B.** (1979). Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts. In Deutsches Institut für Fernstudien (Hrsg.), *Fernstudienlehrgang Arbeitslehre* (S. 41–80). Tübingen: DIF.
- Sachs, B.** (2001). Technikunterricht. Bedingungen und Perspektiven. *tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 26 (1), 5–12.
- Schecker, H.** (2020). Physikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham, H. Bayrhuber, V. Frederking, W. Jank & H.J. Vollmer (Hrsg.), *Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (S. 289–314). Münster: Waxmann.
- Schlagenhauf, W.** (2001). Technikdidaktik und Technikwissenschaft. Überlegungen zu einer fachlichen Bezugsdisziplin der Technikdidaktik. *tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 36 (1), 16–20.
- Schlagenhauf, W.** (2015). Alltagstechnik als Gegenstand des Technikunterrichts. *tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 40 (1), 5–11.
- Schlagenhauf, W.** (2017). Technische Bildung heute. Ein Strukturmodell als Diskussionsgrundlage. *tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 42 (1), 5–16.
- Schmayl, W.** (2013). *Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Schmayl, W. & Wilkening, F.** (1995). *Technikunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Stemmann, J.** (2016). *Technische Problemlösekompetenz im Alltag – theoretische Entwicklung und empirische Prüfung des Kompetenzkonstruktives Problemlösen im Umgang mit technischen Geräten*. Dissertation. Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Straub, F.** (2020). *Erfassung fachdidaktischer Kompetenzfacetten angehender Lehrpersonen technikbezogenen Unterrichts. Empirische Untersuchungen zur Erweiterung und längsschnittlichen Erprobung des Vignettentestinstrumentes PCK-T*. Berlin: Logos.
- Stübi, C.** (2017). *EduNaT*. Verfügbar unter: <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/strategische-initiativen-15-17/edunat> (30.11.2021).
- Stübi, C.** (2021). *Technische Bildung – systematisieren, integrieren, optimieren*. Verfügbar unter: <https://iit.cs.technik.fhnw.ch/mint/> > «Technisch-naturwissenschaftliche Bildung» > «Technische Allgemeinbildung» (30.11.2021).
- Svärd, J., Schönborn, K. & Hallström, J.** (2016). Designing a module for authentic learning in upper secondary technology education. In M.J. de Vries, A. Bekker-Holtland & G. van Dijk (Hrsg.), *PATT-32 proceedings: Technology education for 21st century skills* (S. 454–462). Utrecht: University of Applied Sciences.
- SWiSE.** (2018). *9. Innovationstag: Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht*. Muttenz: Swiss Science Education.
- Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M.-C., Adams, J. D. & Hachem, M.** (2020). Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56 (2), 213–253.

- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A. et al.** (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1–12.
- VDI.** (2007). *Bildungsstandards Technik für den mittleren Schulabschluss*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.
- Walker, F.** (2013). Das technische Experiment – Ein Vergleich von Schüler-, Demonstrationsexperiment und dem lesenden Bearbeiten von Experimenten. *Journal of Technical Education*, 1 (1), 75–97.
- Wannack, E.** (2021). Persönliche Auskunft der Projektleiterin in Ergänzung zu Wannack, Freisler-Mühlemann & Rhyn (2013), S. 350 ff.
- Wannack, E., Freisler-Mühlemann, D. & Rhyn, H.** (2013). Themenfelder in Forschung und Entwicklung an deutschsprachigen pädagogischen Hochschulen der Schweiz. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 31 (3), 345–357.
- Wegner, S.** (2017). *Kooperative Strukturen von Schulen und Hochschulen: eine empirisch gestützte Analyse der Einflussfaktoren einer erfolgreichen Gestaltung*. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Zinn, B.** (2014). Technische Allgemeinbildung – Bedeutungsspektrum, Bildungsstandards und Forschungsperspektiven. *Journal of Technical Education*, 2 (2), 24–47.
- Zinn, B., Latzel, M. & Ariali, S.** (2017). Entwicklung und Erprobung eines Instruments zur Erfassung technischen Wissens im Fach Naturwissenschaft und Technik. *Journal of Technical Education*, 5 (1), 76–99.

Autorinnen und Autor

Susanne Metzger, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule FHNW, susanne.metzger@fhnw.ch
Charlotte Schneider, M. Ed., Pädagogische Hochschule FHNW, charlotte.schneider@fhnw.ch
Manuel Haselhofer, M. Ed., Pädagogische Hochschule FHNW, manuel.haselhofer@fhnw.ch