

## Special Issue

Proceedings of the 12th DiNat Forum 2022

# Praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten mit einem neuen Lehrmittel: Alles neu oder alles beim Alten?

Susanne Metzger<sup>1,2</sup>, Alexandra Totter<sup>3</sup>, Daniela Müller-Kuhn<sup>3</sup>

Received: May 2022 / Accepted: August 2022

## Structured Abstract

**Hintergrund:** Lehrmittel können in ihrer Funktion als Innovationsträger Neuerungen wie beispielsweise die durch den Lehrplan 21 intendierte Kompetenz- und Handlungsorientierung in den Unterricht tragen. Bis anhin fehlen allerdings empirische Befunde zum Einsatz von Lehrmitteln im naturwissenschaftlichen Unterricht aus fachdidaktischer Perspektive. Deshalb wurde begleitend zur Einführung eines neuen naturwissenschaftlichen Lehrmittels für die Sekundarstufe I untersucht, wie Lehrpersonen ihren naturwissenschaftlichen Unterricht gestalten und was sich während der Nutzung des neuen Lehrmittels verändert.

**Ziele:** Übergeordnetes Ziel dieses Beitrags ist die Beantwortung der Frage, inwiefern sich das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten im „Natur und Technik“-Unterricht an Schweizer Schulen der Sekundarstufe I während der Nutzung eines neuen Lehrmittels verändert. Zur Beantwortung werden drei Bereiche fokussiert: Ausstattung der Schulen mit Experimentiermaterialien, Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens und Veränderungen während der Nutzung des neuen Lehrmittels.

**Stichprobe/Rahmen:** Die Ergebnisse basieren auf Selbsteinschätzungen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I, die 2019 an den Einführungsveranstaltungen zum Lehrmittel „NaTech 7–9“ im Kanton Zürich teilgenommen haben. Die Einschätzungen wurden mithilfe von zwei Online-Befragungen direkt nach den Einführungsveranstaltungen (T1,  $N = 225$ ) und etwa eineinhalb Jahre später (T2,  $N = 111$ ) erhoben.

**Design und Methoden:** Die Datensätze der beiden Erhebungen wurden sowohl im Querschnitt als auch kombiniert als Längsschnittdatensatz ( $N = 81$ ) ausgewertet. Die Auswertung der Daten erfolgte explorativ mit deskriptiv-statistischen Verfahren sowie einem t-Test für abhängige Stichproben. Um Zusammenhänge zu prüfen, wurden für die quasimetrisch skalierten und normalverteilten Variablen jeweils der Pearsons Korrelationskoeffizient berechnet. Für die ordinal skalierten Variablen sowie die nicht-normalverteilten quasimetrischen Variablen wurde Spearmans Rho berechnet.

**Ergebnisse:** Die auf Selbsteinschätzungen der Lehrpersonen basierenden Ergebnisse zeigen, dass die Sekundarschulen im Kanton Zürich gut, aber nicht optimal mit Experimentiermaterialien ausgestattet waren und die Schülerinnen und Schüler sowohl zum Zeitpunkt T1 als auch zum Zeitpunkt T2 oft selbstständig praktisch-naturwissenschaftlich arbeiteten, wobei dies mit gewissen Facetten der Kompetenzorientierung, dem Leistungsniveau sowie mit der konstruktionsorientierten Überzeugung der Lehrpersonen zu Lehren und Lernen zusammenhängt.

**Fazit:** Auch wenn die Selbsteinschätzungen der Lehrpersonen erste Hinweise zur Nutzung des neuen Lehrmittels im „Natur und Technik“-Unterricht geben, bleibt offen, wie viel und in welcher Form tatsächlich praktisch-naturwissenschaftlich gearbeitet wird. Zudem kann die Frage, was sich durch den Einsatz von neuen Lehrmitteln verändern kann, nicht abschliessend beantwortet werden. Entsprechend wäre die Lancierung von Folgeprojekten sinnvoll, die klären, wie „Natur und Technik“-Lektionen tatsächlich konkret ablaufen und wie „NaTech 7–9“ genutzt wird.

**Keywords:** *Naturwissenschaftlicher Unterricht, Lehrmittel, Innovation, praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten, Experimentieren*

---

<sup>1</sup>Pädagogische Hochschule FHNW, <sup>2</sup>Universität Basel, <sup>3</sup>Pädagogische Hochschule Zürich  
✉ susanne.metzger@fhnw.ch



**Background:** In their function as innovation carriers, teaching materials can bring innovations such as the competence and action orientation intended by “Lehrplan 21” into the classroom. However, empirical findings on the use of teaching materials in science teaching from a science education perspective have been lacking until now. Therefore, accompanying the introduction of a new science schoolbook for lower secondary level, it was investigated how teachers design their science lessons and what changes occur during the use of the new teaching materials.

**Purpose:** The overall aim of this paper is to answer the question to what extent scientific inquiry in “Natur und Technik” lessons at Swiss lower secondary schools is changed during the use of a new schoolbook. Three areas are focused on to answer this question: Equipment of schools with experimental materials, lesson design in the area of scientific inquiry and changes during to the use of the new schoolbook.

**Sample/Setting:** The results are based on self-assessments by teachers at lower secondary level who took part in the introductory events for the new schoolbook “NaTech 7–9” in the Canton of Zurich in 2019. The assessments were collected with the help of two online surveys directly after the introductory events (T1,  $N = 225$ ) and about one and a half years later (T2,  $N = 111$ ).

**Design and methods:** The data sets of the two surveys were analysed both as a cross-sectional data set and combined as a longitudinal data set ( $N = 81$ ). The data were analysed exploratively using descriptive-statistical methods and a t-test for dependent samples. In order to test correlations, Pearson's correlation coefficient was calculated for the quasi-metrically scaled and normally distributed variables. Spearman's Rho was calculated for the ordinally scaled variables and the non-normally distributed quasimetric variables.

**Results:** The results show that secondary schools in the canton of Zurich are well, but not perfectly, equipped with experimental materials and that students are often self-directed in scientific inquiry at both time T1 and time T2. This is related to certain facets of competency orientation, achievement level, and teachers' constructivist beliefs about teaching and learning.

**Conclusions:** Even though the teachers' self-assessments give first indications of the use of the new schoolbook in “Natur und Technik” lessons, it remains open how much and in what form scientific inquiry is actually done. In addition, the question of what can change at all through the use of new teaching materials cannot be answered conclusively. Accordingly, it would make sense to launch follow-up projects to clarify how “Natur und Technik” lessons take place and how “NaTech 7–9” is used.

**Keywords:** *science teaching, teaching material, schoolbook, innovation, scientific inquiry*

---

## 1 Einleitung

Mit der Einführung des Lehrplans 21 (D-EDK, 2016) rückte in der Schweiz die Kompetenz- und Handlungsorientierung im Unterricht in den Fokus, welche sich für den Fachbereich „Natur und Technik“ insbesondere in der stärkeren Ausrichtung der Kompetenzen auf das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten (oft gleichgesetzt mit „Experimentieren“) zeigt. Damit dies auch im Unterricht sichtbar wird, können entsprechend gestaltete Lehrmittel in ihrer Funktion als Innovationsträger (Totter, 2021) hilfreich sein. Beispielsweise wird das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten in „NaTech 7–9“ bereits im ersten Kapitel durch den Experimentierprozess eingeführt und strukturiert (Metzger et al., 2019a); ausserdem werden niveaudifferenzierte Experimentieranleitungen für Schülerinnen und Schüler sowie Hilfestellungen für Lehrpersonen angeboten (Metzger, 2019). Das Lehrmittel als Innovationsträger in den Fokus nehmend, wird deshalb seit 2019 begleitend zur Einführung des Lehrmittels „NaTech 7–9“ in einem Forschungsprojekt der PH Zürich und der PH FHNW unter anderem untersucht, wie sich das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten an Schweizer Schulen der Sekundarstufe I während der Nutzung eines neuen Lehrmittels verändert. Zum Einsatz von Lehrmitteln im naturwissenschaftlichen Unterricht fehlen bis anhin empirische Befunde aus fachdidaktischer Perspektive, wengleich Forschungsbefunde aus naturwissenschaftsdidaktischer Perspektive zu Lehrmitteln als Produkt vorliegen – beispielsweise zu Kompetenzorientierung in Schulbüchern von Bölsterli Bardy (2015) resp. Bölsterli et al. (2015), zur Berücksichtigung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen von Beerenwinkel et al. (2007) oder zur sprachlichen Umsetzung von Gilg et al. (2019).

## 2 Hintergrund

### 2.1 Praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht

Das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten ist eines der zentralen Elemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Bybee, 2006; Emden et al., 2019), wobei die verfolgten Ziele vielfältig sein können: Steigerung der Motivation und des Interesses, Erkenntnisgewinnung, Vertiefung und Sicherung des theoretischen Wissens, Förderung des naturwissenschaftlichen Denkens oder Einübung von Fertigkeiten (Wilhelm & Kunz, 2016). Auch wenn insbesondere im Kontext von Unterricht oft „Experimentieren“ als Synonym für das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten verwendet wird, beinhaltet das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten verschiedene Facetten wie zum Beispiel das Betrachten, Beobachten, Messen, Vergleichen, Versuchen oder Experimentieren, wobei nicht alle diese Facetten in

den drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik die gleiche Bedeutung haben (z. B. Metzger et al., 2020; Wilhelm & Kunz, 2016).

Eine wichtige Voraussetzung für das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten im Unterricht ist eine entsprechende Ausstattung der Schulen mit Experimentiermaterial. Im Rahmen einer Bestandserhebung im Kanton Zürich (Metzger, 2010) stimmte die Mehrheit (68 %) der Lehrpersonen der Sekundarstufe I ( $N = 356$  Teilnehmende) völlig resp. eher der Aussage zu, dass in ihrem Schulhaus genügend Experimentiermaterial zur Verfügung stünde (nur 11 % stimmten gar nicht zu). Dennoch experimentierten die Sekundarschülerinnen und -schüler im Mittel nur in etwa jeder vierten „Natur und Technik“-Lektion selbst, wobei die Streuung sehr gross war. Insgesamt ergab sich in der Bestandserhebung ein schwacher, aber hoch signifikanter Zusammenhang (Kendalls  $\tau = .14$ ,  $p < .01$ ) zwischen dem Anteil des Experimentierens der Lernenden und dem im Schulhaus verfügbaren Experimentiermaterial (Metzger, 2010). Für die Themen Elektrizität und Mechanik zeigte die IPN-Videostudie (Seidel et al., 2006), dass Phänomene meist durch Demonstrations- und selten durch Schülerinnen- und Schülerexperimente veranschaulicht wurden. Die Auswertung der Experimentierzeit ergab, dass die Schülerinnen und Schüler etwa doppelt so lang selbst experimentierten wie Experimente vorgeführt wurden (Tesch & Duit, 2004). Mögliche Zusammenhänge zwischen dem selbstständigen Experimentieren der Schülerinnen und Schüler und ihrem Leistungsniveau wurden bis dato nur von Börlin (2012) untersucht. Er fand in seiner Untersuchung zum Experimentieren im Bereich elektrische Energie keine spezifischen Unterschiede zwischen verschiedenen Schultypen hinsichtlich der Sichtstrukturmerkmale des experimentellen Handelns im Unterricht (Börlin, 2012).

Des Weiteren spielt die Aus- und Weiterbildung resp. die Selbstwirksamkeitserwartung der Lehrpersonen im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens eine wichtige Rolle für die Umsetzung im Unterricht. Gemäss der bereits erwähnten Bestandserhebung fühlen sich die Lehrpersonen der Sekundarstufe I bezüglich der Organisation und Durchführung von Demonstrationsexperimenten sowie dem eigenständigen Experimentieren der Schülerinnen und Schüler im Mittel recht gut ausgebildet (Metzger, 2010). Eine Befragung von Teilnehmenden einer Weiterbildungsreihe zu naturwissenschaftlich-technischen Themen für die Sekundarstufe I ( $N = 25$ ) zeigte mit  $M = 2.79$  ( $SD = 0.58$ ) eine niedrigere Ausprägung auf der Skala „Selbstwirksamkeit Experimentieren“<sup>1</sup> – beispielsweise im Vergleich zur Skala „Selbstwirksamkeit Naturwissenschaftsunterricht“<sup>2</sup> mit  $M = 3.37$  ( $SD = 0.42$ ) – bei einer 4-stufigen Likert-Skala von 1 = „stimme gar nicht zu“ bis 4 = „stimme voll zu“ (Brückmann et al., 2015).

## 2.2 Innovationen durch den Lehrplan 21

Durch die Einführung des Lehrplans 21 rückten diverse Innovationen in den Fokus der Unterrichtsgestaltung im Fach „Natur und Technik“, wobei grundsätzlich die Kompetenzorientierung zentral ist. Aufbauend auf Feindt & Meyer (2010), Hittler & Stammel (2011), Meyer (2012), Preckel (2008) sowie Ziener (2009) nennen Joller-Graf et al. (2014) acht charakteristische Merkmale für kompetenzorientierten Unterricht:

1. Lernprozesse sind an authentischen Anforderungssituationen ausgerichtet.
2. Wissen und Können wird kontinuierlich an konkreten Handlungen überprüft.
3. Wissen wird lösungsorientiert über Instruktion, eigenes Entdecken und Austausch mit anderen Personen aufgebaut.
4. Kompetenzerwartungen sind transparent.
5. Aufgaben sind auf die jeweiligen Lern- und Verhaltensmöglichkeiten abgestimmt.
6. Kompetenzentwicklung ist als langfristiger, kumulativer Prozess gestaltet.
7. Sicht- und messbare Ergebnisse des Handelns werden als Rückmeldungen für das Lernen genutzt.
8. Lernprozesse werden reflektiert und Konsequenzen für den Umgang mit ähnlichen Situationen werden gezogen.

Bei den Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung werden bei jedem dieser acht Merkmale die Lernenden ins Zentrum gesetzt: Mit dem Unterricht soll sichergestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler auf ihren jeweils aktuellen Kompetenzstufen arbeiten können (Joller-Graf et al., 2014). Entsprechend sollte ein kompetenzorientierter Unterricht zum Beispiel gewährleisten, dass die Lernenden ihr Wissen und Können in konkreten Handlungen anwenden können, ihrem Leistungsniveau angepasste Aufträge erhalten und ihren Lernfortschritt reflektieren können (sei es durch eigene Überprüfung des Lernfortschritts oder durch Rückmeldungen von der Lehrperson). Ergänzend trägt es zur Individualisierung bei, wenn sie für die Bearbeitung der Aufträge die Schwierigkeit und die Sozialform selbst wählen können. Im „Natur und Technik“-Unterricht wird die Handlungsorientierung konkret dadurch sichtbar, dass die Schülerinnen und Schüler selbst praktisch-naturwissenschaftlich arbeiten (statt passiv das Handeln der Lehrperson zu verfolgen). Dieses praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten wird im Lehrplan 21 in den so genannten „Denk-, Arbeits- und

<sup>1</sup> Die Skala „Selbstwirksamkeit Experimentieren“ (6 Items) misst, wie sich eine Lehrperson bzgl. Auswahl, Planung und Durchführung von Experimenten im Unterricht einschätzt.

<sup>2</sup> Die Skala „Selbstwirksamkeit Naturwissenschaftsunterricht“ (7 Items) erhebt, wie sich eine Lehrperson bzgl. naturwissenschaftlichen Inhalten sowie bzgl. Planung und Durchführung von naturwissenschaftlichem Unterricht einschätzt.

Handlungsweisen“ (DAH; D-EDK, 2016, S. 21) wie beispielsweise betrachten, beobachten, fragen, vermuten, laborieren, untersuchen oder experimentieren abgebildet. Dabei ist zu beachten, dass das Experimentieren im Lehrplan 21 als Prozess der Erkenntnisgewinnung beschrieben wird, also mit Handlungsorientierung insbesondere nicht das unstrukturierte Hantieren mit Material gemeint ist.

Für viele Kantone neu war mit der Einführung des Lehrplans 21 zudem die konsequente fächerübergreifende Ausrichtung des Fachs „Natur und Technik“ auf der Sekundarstufe I – im Gegensatz zum zuvor meist separat organisierten Biologie-, Chemie- und Physikunterricht. Entsprechend galt es, das naturwissenschaftliche Experimentieren einzuführen.

### 2.3 Die Rolle des Lehrmittels als Innovationsträger

Neben den bereits in den Abschnitten 2.1 und 2.2 beschriebenen Faktoren wird im Folgenden die Rolle des Lehrmittels für das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten im Unterricht betrachtet, da dem Lehrmittel generell eine wichtige Rolle für das Lernen und Lehren in der Schule zugesprochen wird. So beeinflusst das Lehrmittel in seiner didaktisch-methodischen Funktion die Gestaltung von Unterricht, insbesondere über die Unterrichtsvorbereitung, und bietet eine reichhaltige Lernbasis für Lernende (Reusser, 2009). In seiner gesellschaftlichen Funktion stellt es den Bezug zum Lehrplan her, gewährleistet Chancengleichheit und vermittelt zwischen Lehrplanvorgaben sowie konkreter Unterrichtspraxis (Doll et al., 2012; Oelkers et al., 2008). Durch die Innovationsfunktion fördert das Lehrmittel den Transfer neuester Erkenntnisse der fachdidaktischen und lerntheoretischen Forschung. Dabei sollen Veränderungen der methodischen und didaktischen Gestaltung des Unterrichts, aber auch gesellschaftliche Wandlungsprozesse angestossen werden (Totter, 2021).

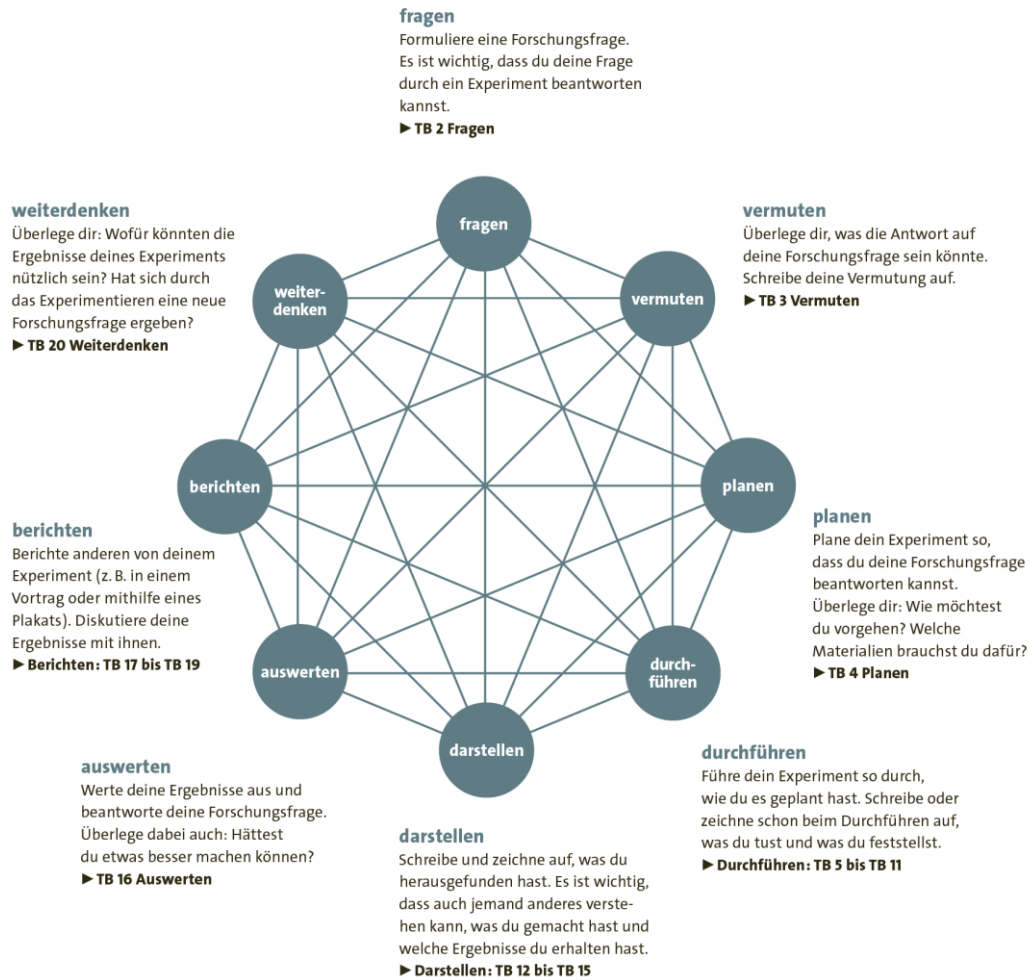
Die Rolle des Lehrmittels in einem solchen Innovationsprozess wird von Heinze (2011) beschrieben: „In einem Innovationsprozess kann das Schulbuch sowohl produktive systemverändernde als auch [...] konservative systemstabilisierende Funktionen übernehmen. Das Schulbuch steht also im Vermittlungsprozess immer in einer Relation zu den Polen Kontinuität und Innovation“ (S. 42). Des Weiteren weist er darauf hin, dass in einem Lehrmittel Innovationen in Anlehnung an Cuban (1993, S. 3) als „incremental reforms“ erfolgen oder im Sinne einer Verbesserungsinnovation (Goldenbaum, 2012). Letzterer werden aufgrund des evolutionären Charakters grössere Erfolgchancen eingeräumt und sie wird als verbesserte Weiterentwicklung der bisher üblichen Praxis verstanden. Heinze (2011) macht auch deutlich, dass der Transfer einer pädagogischen Innovation mittels eines Lehrmittels in eine erfolgreiche soziale Praxis nur dann gelingt, wenn das Lehrmittel strukturell anschlussfähig ist und sich am jeweiligen gesellschaftlichen Kontext orientiert. Das heisst, pädagogische Innovationen lassen sich nie ausschliesslich durch ein Lehrmittel umsetzen (Gräsel & Parchmann, 2004).

Daraus wird deutlich, dass nicht nur das Lehrmittel, sondern auch Merkmale der Schule und der Lehrpersonen den Transfererfolg der im Lehrmittel vermittelten Innovationen (Gräsel, 2010) steuern. So beeinflusst das Wissen einer Lehrperson in Bezug auf eine Innovation und ihre Motivation, sich damit auseinanderzusetzen, den Innovationstransfer (Desimone, 2002). Studien, die untersuchen inwiefern Merkmale der Lehrperson mit der Nutzung eines Lehrmittels zusammenhängen, finden sich kaum. Ein Hinweis aus dem Politikunterricht findet sich bei Oberle und Tatje (2017), die zeigen konnten, dass Lehrpersonen mit einer transmissiven lehr-lerntheoretischen Überzeugung das Lehrmittel häufiger als Leitmedium nutzen als Lehrpersonen mit einer konstruktionsorientierten Überzeugung. Aber auch strukturelle Merkmale der Schule, wie deren Ausstattung (Sieve, 2015), zur Verfügung gestellte Unterstützungsleistungen und Weiterbildungsangebote für Lehrpersonen sowie die Teilnahme daran (Beerenwinkel & Totter, 2011) tragen dazu bei, inwiefern die im Lehrmittel vermittelten Innovationen in unterrichtliche Handlungsrouninen eingegliedert werden. Basierend auf diesen Überlegungen und international vergleichenden Studien (z. B. Heyneman, 2006; Pingel, 2010) erscheint es deshalb wichtig, Rolle und Funktion, aber auch Inhalt und Entwicklung bzw. Produktion von Lehrmitteln laufend kritisch zu hinterfragen und empirisch zu untersuchen. Wirft man allerdings einen kritischen Blick auf den aktuellen Stand der Lehrmittelforschung (Totter, 2021), so finden sich kaum rezeptions- und wirkungsorientierte Studien, die den Einsatz und die Nutzung von Lehrmitteln durch Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler sowie die damit einhergehenden sozialen Praktiken untersuchen. So gibt es nur vereinzelt Studien, die der Frage nachgehen, wie Lehrpersonen die Inhalte eines Lehrmittels vermitteln (Bölsterli et al., 2016) oder inwiefern die in einem Lehrmittel vermittelten Innovationen in den Unterricht einfließen (Totter et al., 2019).

### 2.4 Praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten mit „NaTech 7–9“

Mit der Einführung des Lehrplans 21 in der Schweiz sollten auch im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens Innovationen in den Unterricht getragen werden (Abschnitt 2.2). Entsprechend ist das passend zum Lehrplan 21 und unter Einbezug aktueller Erkenntnisse der Naturwissenschaftsdidaktik entwickelte Lehrmittel „NaTech 7–9“ als Innovationsträger zu betrachten. So wird das Experimentieren in „NaTech 7–9“ als Prozess der Erkenntnisgewinnung verstanden, der dann vorliegt, wenn der so genannte „Experimentierprozess“ (Abb. 1) im Uhrzeigersinn vom „fragen“ bis zum „weiterdenken“ vollständig durchlaufen wird. Um der Vielfalt der naturwissenschaftlichen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAH) gerecht zu werden, zeigt die Darstellung des „NaTech 7–9“-Experimentierprozesses (Abb. 1) bewusst nicht einen einzig möglichen Ablauf. Zum einen beinhalten die einzelnen Schritte zum Teil mehrere DAH (insbesondere „durchführen“), zum anderen sollen die gegenseitigen Verbindungen zwischen

den Schritten verdeutlichen, dass naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht nicht immer linear nach identischem Schema verläuft bzw. auch nicht immer alle Schritte vorkommen müssen. Der Experimentierprozess wird im ersten Kapitel des Grundlagenbuchs (Metzger et al., 2019a) eingeführt und mithilfe der Toolbox (Metzger et. al., 2019b) vertieft. Anschliessend werden einzelne Schritte oder der Experimentierprozess als Ganzes in den Arbeitsmaterialien immer wieder aufgegriffen. Bezüglich der benötigten Experimentiermaterialien wurde in „NaTech 7–9“ darauf geachtet, dass mit den üblicherweise in Schulhäusern vorhandenen Materialien sowie – wo möglich – auch mit Alltagsgegenständen und Materialien aus dem Baumarkt gearbeitet werden kann. Für die Lehrpersonen sind im Kommentar jeweils detaillierte Hinweise zu den benötigten Materialien angegeben und auch die Schülerinnen und Schüler finden in den Arbeitsmaterialien jeweils farblich hinterlegte Hinweise mit genauen Angaben, was für das jeweilige Experiment benötigt wird.



**Abb. 1.** Experimentierprozess in „NaTech 7–9“ (Metzger et al., 2019b, S. 4); fett gedruckt sind jeweils Verweise zu den entsprechenden vertiefenden Seiten in der Toolbox (TB)

## 2.5 Einführung des Lehrmittels „NaTech 7–9“

Begleitend zur Einführung des im Kanton Zürich obligatorischen Lehrmittels „NaTech 7–9“, wurden von Mai bis August 2019 halbtägige Einführungskurse angeboten. Diese waren vom Volksschulamt des Kantons Zürich und dem herausgebenden Lehrmittelverlag Zürich finanziert und wurden an der Pädagogischen Hochschule Zürich jeweils von einem/r Lehrmittelautor/in zusammen mit einer Lehrperson, die das Lehrmittel bereits in der Erarbeitungsphase kennengelernt hatte, durchgeführt. Auch wenn die Kurse nicht obligatorisch waren, nahmen bereits im ersten Jahr knapp 300 Lehrpersonen der Sekundarstufe I daran teil.

Ziel des Kurses war das Kennenlernen der Inhalte und der verschiedenen Lehrmittelteile von „NaTech 7–9“, um damit anschliessend kompetenz- und handlungsorientiert unterrichten zu können. Dazu wurde mithilfe konkreter Beispiele aus „NaTech 7“ aufgezeigt, wie das Unterrichten mit dem neuen Lehrmittel gelingen kann. Neben den inhaltlich-didaktischen Grundlagen des Lehrmittels, den Bezügen zum Lehrplan 21, den Inhalten im Überblick, Möglichkeiten zur Auswahl und Schwerpunktsetzung, zur Differenzierung sowie zur Kompetenzüberprüfung wurde das Zusammenspiel der verschiedenen Lehrmittelteile vorgestellt. Ausserdem konnten die Teilnehmenden selbst erkunden, wie mit

dem Lehrmittel praktisch-naturwissenschaftlich gearbeitet werden kann. Dabei wurde insbesondere der Experimentierprozess sowie die in drei verschiedenen Niveaus angebotenen Arbeitsmaterialien für das selbstständige praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten der Schülerinnen und Schüler thematisiert.

Auch wenn halbtägigen Weiterbildungskursen üblicherweise kaum eine Wirkung zugeschrieben wird (Darling-Hammond et al., 2009; Lipowski et al., 2011; Reinold, 2016; Timperley et al., 2007; Wee et al., 2007), ist davon auszugehen, dass sich die Lehrpersonen im Anschluss an den Einführungshalbtag vertieft mit dem Lehrmittel beschäftigten, sich mit anderen Lehrpersonen austauschten und allenfalls zusätzlich angebotene Vertiefungskurse besuchten. Entsprechend ist die Auseinandersetzung mit den Inhalten des Einführungskurses nicht auf einen Halbtag beschränkt, sodass eine Wirkung auf den Unterricht nicht unwahrscheinlich scheint – zumal schon allein die Nutzung eines neuen Lehrmittels eine Veränderung im Unterrichtshandeln nach sich ziehen sollte.

## 2.6 Forschungsfragen

Ausgehend von den zuvor beschriebenen Hintergründen soll die übergeordnete Frage beantwortet werden, inwiefern sich das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten im „Natur und Technik“-Unterricht mit der Einführung des Lehrmittels „NaTech 7–9“ aus Sicht der Lehrpersonen verändert hat. Zur Beantwortung werden drei Bereiche fokussiert: Ausstattung der Schulen mit Experimentiermaterialien, Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens und Veränderungen seit der Nutzung des neuen Lehrmittels. Konkret ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Wie gut sind die Schulen im Kanton Zürich mit Experimentiermaterialien ausgestattet?
2. Wie schätzen Lehrpersonen ihre Unterrichtsgestaltung im Hinblick auf das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten ein?
3. Welche Veränderungen zeigen sich in der Einschätzung der Lehrpersonen bezüglich ihrer Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens innerhalb der ersten eineinhalb Jahre der Nutzung von „NaTech 7–9“?
4. Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen der Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens, die sich insbesondere in der Häufigkeit zeigt, in der Schülerinnen und Schüler selbst praktisch-naturwissenschaftlich arbeiten resp. die Lehrperson Experimente vorführt, und ...
  - ... der generell kompetenzorientierten Unterrichtsgestaltung der Lehrperson?
  - ... einer konstruktionsorientierten resp. transmissiven Haltung der Lehrperson?
  - ... dem Leistungsniveau der Klasse?
  - ... der durch die Lehrperson empfundenen Nützlichkeit der Toolbox resp. der Experimentieranleitungen?

## 3 Forschungsdesign

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurde eine Längsschnittstudie mit zwei Erhebungszeitpunkten (T1 und T2) durchgeführt. Zum *Erhebungszeitpunkt T1* wurden die Daten im Rahmen der Kurse zur Einführung des Lehrmittels „NaTech 7–9“ von Mai bis August 2019 erhoben: 295 Lehrpersonen, die sich zu einem Einführungskurs angemeldet hatten, wurden gebeten, am Ende der jeweiligen Veranstaltung an einer Online-Befragung teilzunehmen. Die zweite Datenerhebung (*Erhebungszeitpunkt T2*) erfolgte von Dezember 2020 bis März 2021 – also rund eineinhalb Jahre nach der ersten Befragung – wiederum mittels Online-Befragung. Es wurden alle 295 Personen, die bereits zur Online-Befragung zu T1 eingeladen wurden, kontaktiert und gebeten, an der Follow-up-Befragung teilzunehmen. Somit wurden auch jene Lehrpersonen zur zweiten Befragung eingeladen, die an der ersten nicht teilgenommen hatten.

In den Befragungen wurden verschiedene Aspekte erhoben, wovon im Folgenden die zur Beantwortung der Fragestellungen dieses Beitrags relevanten beschrieben werden. So wurden zum Erhebungszeitpunkt T1 *Rückmeldungen zum Einführungs-kurs* (Eigenentwicklung, Einzelitem) bezüglich der Kenntnisse des Experimentierprozesses eingeholt. Zu beiden Zeitpunkten wurden die Lehrpersonen *zu ihrer Person* (Eigenentwicklung, zwei Einzelitems) und zur *Ausstattung der Schule* bezüglich Materialien für das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten befragt (Eigenentwicklung, Items werden in Tabelle 2 dargestellt.). Ebenso wurde mittels Einzelitem (Eigenentwicklung) erfasst, wie der „Natur und Technik“-Unterricht in Schulen organisiert ist (*Organisation des „Natur und Technik“-Unterrichts in Schulen*). Des Weiteren wurde die *kompetenzorientierte Unterrichtsgestaltung* durch Fragen nach dem Experimentieren der Lehrpersonen resp. der Schülerinnen und Schüler, dem Anpassen der Aufträge an das Leistungsvermögen der Jugendlichen, der Auswahlmöglichkeit unterschiedlicher Sozialformen und Schwierigkeitsgrade durch die Schülerinnen und Schüler sowie dem Überprüfen und den Rückmeldungen zum Lernfortschritt untersucht (Eigenentwicklung, sieben Einzelitems, siehe Tabellen 3 und 4). Zum Erhebungszeitpunkt T2 wurden die Lehrpersonen gebeten, das *Leistungsniveau der unterrichteten Klasse* zu beschreiben und anhand zweier Einzelitems (Eigenentwicklung) anzugeben, wie nützlich sie die Experimentieranleitungen von „NaTech 7–9“ einschätzen (*Nützlichkeit*). Des Weiteren wurde die *Lehrpersonenüberzeugung zu Lehren und Lernen* nach Schlichter (2012) erhoben (acht Items) sowie in Anlehnung an Gräsel et al. (2006) die *Kooperation zwischen*



*Lehrpersonen* erfragt, konkret die Häufigkeit des gemeinsamen Ausprobierens von Experimenten (Einzelitem). Ein Überblick über die Inhalte der Befragung und die jeweiligen Erhebungszeitpunkte wird in Tabelle 1 gegeben.

**Tab. 1.** Übersicht über die Inhalte der Befragung zu den beiden Erhebungszeitpunkten T1 und T2

| Inhalte der Befragung                                       | Erhebungszeitpunkt |    |
|---|--------------------|----|
|   | T1                 | T2 |
| Rückmeldung zum Einführungskurs                             | ✓                  |    |
| Ausstattung der Schule                                      | ✓                  | ✓  |
| Organisation des „Natur und Technik“-Unterrichts in Schulen | ✓                  | ✓  |
| Facetten der Kompetenzorientierung                          | ✓                  | ✓  |
| Leistungsniveau der unterrichteten Klassen                  |                    | ✓  |
| Nützlichkeit der Experimentieranleitungen von „NaTech 7–9“  |                    | ✓  |
| Lehrpersonenüberzeugung zu Lehren und Lernen                |                    | ✓  |
| Kooperation von Lehrpersonen                                |                    | ✓  |
| Fragen zur Person   | ✓                  | ✓  |

### 3.1 Stichprobe

Die Datenauswertung basiert auf drei Stichproben: Ein Datensatz entstammt der Befragung zum ersten Messzeitpunkt (T1) und ein zweiter Datensatz entstand durch die Folgebefragung rund einhalb Jahre später (T2). Die Datensätze werden separat als Querschnittsdatsätze (QS-Daten) ausgewertet und kombiniert als Längsschnittsdatsatz (LS-Daten) verwendet. In den nachfolgenden Abschnitten werden die drei Stichproben kurz beschrieben.

Stichprobe zu T1: Nach den Einführungskursen im Frühling respektive Sommer 2019 nahmen von den 295 angefragten Lehrpersonen 225 an der Befragung teil. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 76.3 %. Davon waren 49.3 % Frauen, 49.8 % Männer und 0.9 % gaben an, ein anderes Geschlecht zu haben. Die Lehrpersonen verteilten sich einer Normalverteilung nahekommend über alle Altersstufen. Sie arbeiteten schon unterschiedlich lange auf der Sekundarstufe I: 23.4 % seit weniger als fünf Jahren, 37.4 % seit fünf bis vierzehn Jahren und 39.2 % seit 15 Jahren oder länger. Die Lehrpersonen gaben im Durchschnitt an, dass der Kurs das Ziel, dass die Lehrpersonen den Experimentierprozess kennen und wissen, wie sie ihn beim praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten mit den Schülerinnen und Schülern einsetzen können, eher erreicht hat ( $M_{\text{QS-Daten T1}}^3 = 3.2$ ,  $SD_{\text{QS-Daten T1}} = 0.65$ ). Sie scheinen also tendenziell darauf vorbereitet zu sein, praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten anzuleiten.

Stichprobe zu T2: Zum zweiten Messzeitpunkt wurden insgesamt 295 Lehrpersonen kontaktiert. 111 Lehrpersonen (53.2 % Frauen, 45.0 % Männer, 2 Enthaltungen) nahmen an der Befragung teil (37.6 % Rücklaufquote). Das Alter variierte zwischen <30 Jahre (10.3 %) und 60 Jahre und älter (2.8 %), mit den höchsten Anteilen in den Altersklassen 30–39 Jahre (30.8 %) und 40–49 Jahre (29.9 %). Mehr als 50 % der Lehrpersonen arbeiteten seit 5 bis 14 Jahren auf der Sekundarstufe I. Rund neun von zehn Lehrpersonen unterrichteten nicht mehr nach Fächern getrennt, sondern bereits fächerübergreifend (zum ersten Messzeitpunkt, rund einhalb Jahre früher, lag der Anteil an Lehrpersonen, die fächerübergreifend unterrichteten nur bei vier von zehn Lehrpersonen). 37.4 % der Lehrpersonen nutzten die Toolbox, welche die wichtigsten naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen vermittelt, manchmal und 3.7 % oft. Die restlichen Lehrpersonen (56.8 %) nutzten die Toolbox in fast keiner Lektion. Die gemeinsame Unterrichtsvorbereitung im Jahrgangsteam oder mit einer Parallellehrperson kann zusätzliche Sicherheit geben (Gräsel et al., 2006). Die Lehrpersonen handhabten dies in Bezug auf das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten sehr unterschiedlich: Im Durchschnitt probierten sie Experimente für den „Natur und Technik“-Unterricht gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen knapp einmal pro Semester gemeinsam aus ( $M_{\text{QS-Daten T2}}^4 = 2.7$ ,  $SD_{\text{QS-Daten T2}} = 1.68$ ). Die eher hohen Standardabweichungen zeigen jedoch, dass zahlreiche Lehrpersonen das nie machten, während andere dies mehrmals pro Semester taten – die Unterschiede in der Praxis sind also gross.

Längsschnittstichprobe: Wenn man die Datensätze der Stichprobe zu T1 und zu T2 übereinanderlegt, entsteht eine Längsschnittstichprobe. 81 Lehrpersonen nahmen zu beiden Messzeitpunkten an der Befragung teil, von diesen liegen Längsschnittdaten vor. Davon sind 54.3 % Frauen; knapp die Hälfte der Lehrpersonen ist jünger als 40 Jahre, rund 25 % sind 40 bis 49 Jahre alt und ebenfalls rund 25 % sind 50 Jahre alt oder älter. Im Längsschnittsdatsatz sind im

<sup>3</sup> Der Mittelwert ist auf einer vierstufigen Antwortskala mit den Ausprägungen von 1 „stimme gar nicht zu“ bis 4 „stimme voll zu“ einzuordnen.

<sup>4</sup> Die Mittelwerte sind auf einer sechsstufigen Antwortskala mit den Ausprägungen 1 „nie“, 2 „einmal pro Schuljahr“, 3 „einmal pro Semester“, 4 „2-3 mal pro Semester“, 5 „einmal pro Monat“, 6 „einmal pro Woche“ einzuordnen.

Vergleich zu den einzelnen Querschnittsdatsätzen mehr jüngere Lehrpersonen vertreten. Mehr als die Hälfte der Lehrpersonen (54.4 %) arbeitet seit 5 bis 14 Jahren auf der Sekundarstufe I.

### 3.2 Methodenwahl

Die Auswertung der Daten erfolgte explorativ mit deskriptiv-statistischen Verfahren sowie einem t-Test für abhängige Stichproben, mittels dessen die Mittelwertsunterschiede auf Signifikanz geprüft wurden. Um Zusammenhänge zu testen, wurden für die quasimetrisch skalierten und normalverteilten Variablen jeweils der Pearsons Korrelationskoeffizient berechnet. Für die ordinal skalierten Variablen sowie die nicht-normalverteilten quasimetrischen Variablen wurde Spearmans Rho berechnet. Sämtliche Auswertungen wurden mit der Statistiksoftware IBM SPSS Statistics 27 durchgeführt.

Um die Lehrpersonenüberzeugung zu Lehren und Lernen (Schlichter, 2012) abzubilden, wurden jeweils vier Einzelitems zu den Skalen „transmissiv“ und „konstruktionsorientiert“ zusammengefasst. Die beiden Skalen wurden faktoranalytisch auf Eindimensionalität geprüft und eine Reliabilitätsanalyse wurde durchgeführt (Cronbachs  $\alpha_{\text{transmissiv QS-Daten T2}} = .740$ , Cronbachs  $\alpha_{\text{transmissiv LS-Daten T2}} = .696$ ; Cronbachs  $\alpha_{\text{konstr. QS-Daten T2}} = .776$ , Cronbachs  $\alpha_{\text{konstr. LS-Daten T2}} = .726$ ). Die anderen in der Auswertung berücksichtigten Dimensionen wurden nicht als Skala, sondern als Einzelitems erhoben und entsprechend ausgewertet.

Für die Beantwortung der ersten beiden Fragestellungen wurden sowohl die Quer- als auch die Längsschnittdaten beider Messzeitpunkten herangezogen. Die dritte Forschungsfrage enthält einen Vergleich der Situation zu T1 mit der zu T2. Entsprechend wurden für die Prüfung des Mittelwertsunterschieds auf Signifikanz die Längsschnittdaten ausgewertet. Hierbei wird die Effektstärke mittels Cohens  $d$  angegeben. Für die vierte Fragestellung wurden Daten vom zweiten Messzeitpunkt verwendet, da für diese Fragestellung der Zeitpunkt, zu welchem die Lehrpersonen bereits mit „NaTech 7–9“ unterrichtet haben, relevant ist. Die Ergebnisse werden wiederum für die Quer- als auch für die Längsschnittdaten abgebildet.

## 4 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse folgt entlang der vier Forschungsfragen, in welchen es um die Ausstattung mit Experimentiermaterialien, um die Einschätzung der Lehrpersonen ihrer Unterrichtsgestaltung im Hinblick auf das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten und um Zusammenhänge zwischen der Unterrichtsgestaltung und weiteren Faktoren geht.

Die erste Forschungsfrage fokussiert auf die Ausstattung der Schulen im Kanton Zürich mit Experimentiermaterialien. Sowohl die Daten, die im Rahmen der Einführungskurse zu „NaTech 7–9“ erhoben worden sind (T1), als auch die Daten aus der Folgebefragung rund eineinhalb Jahre später (T2) deuten darauf hin, dass die Schulen, an welchen die befragten Lehrpersonen arbeiten, im Durchschnitt über eine gute Ausstattung an Materialien für Schülerinnen- und Schülerexperimente sowie für Demonstrationsexperimente in allen drei Bereichen der Naturwissenschaften – Biologie, Chemie und Physik – verfügen (Tabelle 2). Die tendenziell hohen Standardabweichungen verweisen allerdings auf nicht unwesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Lehrpersonen.

Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage wurden die Lehrpersonen gefragt, wie häufig sie praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht einsetzen. Dabei wurde nicht nach einzelnen Facetten des praktisch-naturwissenschaftlichen Handelns separat gefragt, sondern lediglich unterschieden, wer handelnd tätig ist (die Lehrperson oder die Schülerinnen und Schüler), da eine weitere Differenzierung als nicht gut beantwortbar und entsprechend nicht als zielführend eingeschätzt wurde. Tabelle 3 kann entnommen werden, dass die Lehrpersonen zwischen manchmal und oft Experimente oder Versuche vorführen und dass die Schülerinnen und Schüler oft selbst experimentieren – sie führen Versuche selbst durch, beobachten, mikroskopieren, messen und bauen Modelle. Somit arbeiten die Schülerinnen und Schüler häufiger selbstständig, als dass die Lehrperson Experimente oder Versuche vorführt ( $p_{\text{LS-Daten T1}} = .002$ ,  $p_{\text{LS-Daten T2}} = .001$ ).



**Tab. 2.** Einschätzung der Lehrpersonen bezüglich Ausstattung mit Experimentiermaterialien

|   |          | Querschnittsdaten                              |           |  |           | Längsschnittsdaten                           |           |  |           |
|---|----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|
|   |          | T1   |           | T2   |           | T1   |           | T2   |           |
|   |          | $(n_{\text{Min}} = 222, n_{\text{Max}} = 223)$ |           | $(n_{\text{Min}} = 107, n_{\text{Max}} = 108)$ |           | $(n_{\text{Min}} = 80, n_{\text{Max}} = 81)$ |           | $(n_{\text{Min}} = 77, n_{\text{Max}} = 78)$ |           |
|   |          | <i>M</i>                                       | <i>SD</i> | <i>M</i>                                       | <i>SD</i> | <i>M</i>                                     | <i>SD</i> | <i>M</i>                                     | <i>SD</i> |
| Genügend Materialien für Schülerinnen- und Schülerexperimente im Bereich ...      | Biologie | 3.2  | 0.80      | 3.2  | 0.77      | 3.3  | 0.79      | 3.3  | 0.74      |
|   | Chemie   | 3.3  | 0.80      | 3.3  | 0.76      | 3.3  | 0.80      | 3.4  | 0.74      |
|   | Physik   | 3.3  | 0.81      | 3.3  | 0.74      | 3.3  | 0.80      | 3.3  | 0.70      |
| Genügend Materialien für Demonstrationsexperimente (inkl. Modelle) im Bereich ... | Biologie | 3.2  | 0.79      | 3.3  | 0.74      | 3.3  | 0.79      | 3.3  | 0.72      |
|   | Chemie   | 3.2  | 0.83      | 3.2  | 0.81      | 3.3  | 0.78      | 3.2  | 0.83      |
|   | Physik   | 3.2  | 0.81      | 3.2  | 0.72      | 3.3  | 0.77      | 3.2  | 0.73      |

Anmerkung: Die Mittelwerte sind auf einer vierstufigen Antwortskala zu verorten, wobei 1 „trifft nicht zu“, 2 „trifft eher nicht zu“, 3 „trifft eher zu“ und 4 „trifft zu“ bedeuten.

**Tab. 3.** Häufigkeit von praktisch-naturwissenschaftlichem Arbeiten im Unterricht

|  | Querschnittsdaten |           |             |           | Längsschnittsdaten |           |            |           |
|--|-------------------|-----------|-------------|-----------|--------------------|-----------|------------|-----------|
|  | T1                |           | T2          |           | T1                 |           | T2         |           |
|  | $(n = 220)$       |           | $(n = 108)$ |           | $(n = 79)$         |           | $(n = 78)$ |           |
|  | <i>M</i>          | <i>SD</i> | <i>M</i>    | <i>SD</i> | <i>M</i>           | <i>SD</i> | <i>M</i>   | <i>SD</i> |
| LP führt Experimente oder Versuche vor   | 2.7               | 0.78      | 2.4         | 0.70      | 2.7                | 0.82      | 2.4        | 0.68      |
| SuS experimentieren selbst, führen Versuche selbst durch, beobachten, mikroskopieren, messen, bauen Modelle, ... | 3.0               | 0.75      | 3.0         | 0.69      | 3.0                | 0.78      | 3.0        | 0.71      |

Anmerkungen: Die Mittelwerte sind auf einer vierstufigen Antwortskala zu verorten, wobei 1 „in fast keiner Lektion“, 2 „manchmal“, 3 „oft“ und 4 „in fast jeder Lektion“ bedeuten; LP steht für Lehrperson, SuS für Schülerinnen und Schüler.

Die dritte Forschungsfrage schliesst an die zweite an und fragt danach, welche Veränderungen sich innerhalb von etwa eineinhalb Jahren in der Einschätzung der Lehrpersonen bezüglich ihrer Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens seit der Nutzung des neuen Lehrmittels „NaTech 7–9“ zeigen. Der Vergleich der Antworten, welche die Lehrpersonen im Rahmen der Befragung zu den Einführungskursen zu „NaTech 7–9“ gaben (T1), mit den Antworten rund eineinhalb Jahre später (T2) zeigt, dass sie im Laufe des Einsatzes von „NaTech 7–9“ seltener selbst Experimente oder Versuche vorführen ( $t = 2.740, p < .01, d = .31$ ). Die Experimentierhäufigkeit der Schülerinnen und Schüler verändert sich aus Sicht der Lehrpersonen in diesem Zeitraum hingegen nicht ( $t = 1.068, p \text{ n.s.}$ ).

Daran anschliessend stellt sich die Frage, womit das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten der Lehrpersonen respektive der Schülerinnen und Schüler zusammenhängt. Hierfür wurden mehrere Dimensionen in Betracht gezogen: die verschiedenen Facetten der Kompetenzorientierung, die Lehrpersonenüberzeugung zu Lehren und Lernen nach Schlichter (2012), das Niveau der Klasse sowie die Einschätzung der Nützlichkeit der Experimentieranleitungen. Die Berechnung der Pearsons Korrelationskoeffizienten respektive Spearmans Rho führt zu folgenden Ergebnissen (Tabelle 4): Das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten in Form von Experimenten oder Versuchen, welche die Lehrperson vorführt, steht in keinem statistisch signifikanten Zusammenhang mit den geprüften Dimensionen aus den Bereichen Kompetenzorientierung, Lehrpersonenüberzeugung, Klassenniveau oder Einschätzung der Nützlichkeit der Experimentieranleitungen von „NaTech 7–9“. Arbeiten die Schülerinnen und Schüler hingegen selbst praktisch-naturwissenschaftlich, indem sie selbst experimentieren, Versuche selbst durchführen, beobachten, mikroskopieren, messen, Modelle bauen usw., so zeigen sich gewisse statistisch signifikante Zusammenhänge: Lehrpersonen, deren Schülerinnen und Schüler häufiger die Sozialform zur Erledigung von Aufträgen selbst wählen, geben auch an, dass sie ihre Klasse häufiger selbst experimentieren lassen ( $r_{\text{QS-Daten T2}} = .22, p_{\text{QS-Daten T2}} = .019, n_{\text{QS-Daten T2}} = 108; r_{\text{LS-Daten T2}} = .23, p_{\text{LS-Daten T2}} = .037, n_{\text{LS-Daten T2}} = 78$ ). Wenn Schülerinnen und Schüler ihren Lernfortschritt selbst überprüfen, so steht dies auch in einem positiven Zusammenhang mit der Experimentierhäufigkeit ( $r_{\text{QS-Daten T2}} = .36, p_{\text{QS-Daten T2}} = .000, n_{\text{QS-Daten T2}} = 107; r_{\text{LS-Daten T2}} = .36, p_{\text{LS-Daten T2}} = .001, n_{\text{LS-Daten T2}} = 78$ ). Zusammenhänge zwischen

dem Leistungsvermögen der Lernenden angepassten Aufträgen und der Experimentierhäufigkeit können nur in den Längsschnittdaten, Zusammenhänge zwischen der Einschätzung, dass die Schülerinnen und Schüler von der Lehrperson eine Rückmeldung zu ihrem Lernfortschritt erhalten, und der Experimentierhäufigkeit nur in den Querschnittdaten gezeigt werden (Tab. 4). Somit erweisen sich diese Zusammenhänge nicht als stabil. Die weitere getestete Facette der Kompetenzorientierung – die Einschätzung dessen, dass Schülerinnen und Schüler den Schwierigkeitsgrad von Aufträgen selbst wählen können – steht in keinem statistisch signifikanten Zusammenhang zum praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten der Schülerinnen und Schüler.

Die Lehrpersonenüberzeugung zu Lehren und Lernen steht in einem statistisch signifikanten Zusammenhang mit der Unterrichtsgestaltung in Form von selbstständigem Experimentieren der Jugendlichen: Lehrpersonen mit einer konstruktionsorientierten Überzeugung, die also beispielsweise Schülerinnen und Schülern Stoff und Themen zur Auswahl geben oder die Schülerinnen und Schüler mit ihren eigenen alltäglichen Erfahrungen Neues entdecken lassen, geben den Schülerinnen und Schülern auch häufiger die Möglichkeit, selbst zu experimentieren ( $r_{\text{QS-Daten T2}} = .24$ ,  $p_{\text{QS-Daten T2}} = .012$ ,  $n_{\text{QS-Daten T2}} = 105$ ;  $r_{\text{LS-Daten T2}} = .23$ ,  $p_{\text{LS-Daten T2}} = .038$ ,  $n_{\text{LS-Daten T2}} = 76$ ). Lehrpersonen, die hingegen eine transmissive Haltung haben, die also Lehrinhalte so präsentieren, dass sie für die Jugendlichen gut nachvollziehbar sind, oder welche die Lerninhalte sorgfältig und genau erklären, lassen ihre Schülerinnen und Schüler weniger häufig selbst experimentieren ( $r_{\text{QS-Daten T2}} = -.37$ ,  $p_{\text{QS-Daten T2}} = .000$ ,  $n_{\text{QS-Daten T2}} = 105$ ;  $r_{\text{LS-Daten T2}} = -.27$ ,  $p_{\text{LS-Daten T2}} = .016$ ,  $n_{\text{LS-Daten T2}} = 76$ ).

Auch das Niveau der Klasse scheint in einem Zusammenhang mit dem selbstständigen Experimentieren der Schülerinnen und Schüler zu stehen ( $r_{\text{QS-Daten T2}} = -.24$ ,  $p_{\text{QS-Daten T2}} = .024$ ,  $n_{\text{QS-Daten T2}} = 88$ ;  $r_{\text{LS-Daten T2}} = -.28$ ,  $p_{\text{LS-Daten T2}} = .050$ ,  $n_{\text{LS-Daten T2}} = 47$ ): Je tiefer das Niveau, desto weniger experimentieren die Schülerinnen und Schüler selbst. Im Niveau B (mittleres Niveau der Sekundarstufe I im Kanton Zürich) experimentieren die Schülerinnen und Schüler also weniger häufig selbst als im Niveau A (stärkstes Niveau), aber häufiger als im Niveau C (schwächstes Niveau). Die Einschätzung der Nützlichkeit der Experimentieranleitungen, konkret der Toolbox von „NaTech 7–9“ und der Arbeitsmaterialien mit experimentellen Inhalten, stehen in keinem statistisch signifikanten Zusammenhang mit der praktisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsgestaltung.

**Tab. 4.** Korrelationen der praktisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsgestaltung und weiteren Dimensionen

|   |   | Querschnittdaten<br>T2<br>( $n_{\text{Min}} = 88$ , $n_{\text{Max}} = 108$ ) |                            | Längsschnittdaten<br>T2<br>( $n_{\text{Min}} = 47$ , $n_{\text{Max}} = 78$ ) |                            |
|---|---|--|----------------------------|--|----------------------------|
|   |   | LP führt Experimente vor   | SuS experimentieren selbst | LP führt Experimente vor   | SuS experimentieren selbst |
| <i>Facetten der Kompetenzorientierung</i> | Dem Leistungsvermögen der SuS angepasste Aufträge <sup>a</sup>  | n.s.   | n.s.                       | n.s.   | .22*                       |
|   | SuS wählen Sozialform zur Erledigung von Aufträgen <sup>b</sup> | n.s.   | .23*                       | n.s.   | .23*                       |
|   | SuS wählen Schwierigkeitsgrad von Aufträgen <sup>b</sup>        | n.s.   | n.s.                       | n.s.   | n.s.                       |
|   | SuS überprüfen Lernfortschritt selbst <sup>a</sup>              | n.s.   | .36***                     | n.s.   | .36**                      |
|   | LP gibt SuS Rückmeldungen zu ihrem Lernfortschritt <sup>a</sup> | n.s.   | .22*                       | n.s.   | n.s.                       |
| <i>Lehrpersonenüberzeugung</i>            | Konstruktionsorientiert <sup>a</sup>                            | n.s.   | .24*                       | n.s.   | .23*                       |
|   | Transmissiv <sup>a</sup>  | n.s.   | -.37***                    | n.s.   | -.27*                      |
| <i>Niveau der Klasse</i>                  | Niveau <sup>bc</sup>  | n.s.   | -.24*                      | n.s.   | -.28*                      |
| <i>Nützlichkeit</i>                       | Toolbox <sup>a</sup>  | n.s.   | n.s.                       | n.s.   | n.s.                       |
|   | Experimentieranleitungen <sup>a</sup>                           | n.s.   | n.s.                       | n.s.   | n.s.                       |

<sup>a</sup>Pearsons Korrelationskoeffizient, <sup>b</sup>Spearman's Rho, <sup>c</sup>für die Berechnung des Niveaus wurden diejenigen Lehrpersonen temporär ausgeschlossen, welche auf allen Stufen (A, B und C) unterrichten; die Variable ist so codiert, dass das Niveau A dem Wert 1, das Niveau A/B dem Wert 2, das Niveau B dem Wert 3, das Niveau B/C dem Wert 4 und das Niveau C dem Wert 5 entspricht; LP steht für Lehrperson, SuS für Schülerinnen und Schüler.

## 5 Zusammenfassung und Diskussion

Das übergeordnete Ziel dieses Beitrags ist die Beantwortung der Frage, inwiefern sich das praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten im „Natur und Technik“-Unterricht mit der Einführung des Lehrmittels „NaTech 7–9“ aus Sicht der Lehrpersonen verändert hat. Dafür wurden insbesondere die Ausstattung der Schulen mit Experimentiermaterialien, die Unterrichtsgestaltung im Bereich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens sowie Veränderungen seit der Nutzung des neuen Lehrmittels mittels Selbsteinschätzungen der Lehrpersonen betrachtet. Die Ergebnisse basieren auf zwei Erhebungen (T1 direkt nach den Einführungsveranstaltungen 2019,  $N = 225$ , und T2 etwa eineinhalb Jahre später,  $N = 111$ ), wobei die Datensätze sowohl im Querschnitt als auch kombiniert als Längsschnittdatensatz ( $N = 81$ ) ausgewertet wurden. Die geringen Unterschiede in den Mittelwerten des Querschnitt- und des Längsschnittdatensatzes legen nahe, dass das Längsschnittsample keine starke Verzerrung oder Ähnliches beinhaltet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Sekundarschulen im Kanton Zürich gut, aber nicht optimal mit Experimentiermaterialien ausgestattet sind. In dieser Hinsicht scheint sich seit der Bestandserhebung 2009 (Metzger, 2010) nichts Wesentliches verändert zu haben; auch die Einführung des Lehrplans 21 und des Lehrmittels „NaTech 7–9“ haben daran anscheinend nichts geändert. Dabei ist insbesondere im Hinblick auf die Einführung von „NaTech 7–9“ allerdings anzumerken, dass es wahrscheinlich mehr Zeit als eineinhalb Jahre braucht, bis die Materialbeschaffung im grossen Stil erfolgt und die Sammlungen entsprechend eingerichtet sind. Offen bleibt die Frage, ob (noch) mehr praktisch-naturwissenschaftlich gearbeitet werden würde, wenn die Ausstattung der Schulhäuser optimal wäre.

Bezüglich des praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeitens konnte gezeigt werden, dass die Schülerinnen und Schüler sowohl zum Zeitpunkt T1 als auch zum Zeitpunkt T2 oft selbst experimentieren – dies deckt sich mit den Ergebnissen der IPN-Videostudie (Tesch & Duit, 2004). Da dieser Mittelwert zu T1 mit „oft“ schon recht hoch war, stellt sich die Frage, ob es realistisch wäre, dass dieser Wert durch die Nutzung von „NaTech 7–9“ zu T2 auf „in fast jeder Lektion“ steigt. Es bleibt zu vermuten, dass die Antwortskala zur Beantwortung dieser Frage nicht fein genug war. Auch wenn die Experimentierhäufigkeit der Schülerinnen und Schüler sich von T1 zu T2 aus Sicht der Lehrpersonen nicht ändert, kann die Tatsache, dass die Lehrpersonen zu T2 selbst seltener Experimente oder Versuche vorzeigen als zu T1, so interpretiert werden, dass die Nutzung von „NaTech 7–9“ Lehrpersonen darin unterstützt, die Wichtigkeit des selbstständigen Experimentierens der Jugendlichen zu erkennen, und der entsprechenden Ausrichtung im Lehrmittel folgen. Entgegen den Ergebnissen von Börlin (2009), der keine signifikanten Unterschiede feststellen konnte, scheinen die befragten Lehrpersonen – zumindest gemäss Selbsteinschätzung – Schülerinnen und Schüler mehr selbst experimentieren zu lassen, je höher deren Leistungsniveau ist. Ausserdem zeigen die Ergebnisse, dass das selbstständige praktisch-naturwissenschaftliche Arbeiten der Schülerinnen und Schüler mit gewissen Facetten der Kompetenzorientierung (Wählen der Sozialform zur Erledigung von Aufträgen und Überprüfen des Lernfortschritts durch die Lernenden selbst) und mit der konstruktionsorientierten Überzeugung der Lehrpersonen zu Lehren und Lernen zusammenhängt. Grund dafür könnte eine Interkorrelation zwischen den Facetten der Kompetenzorientierung und einer konstruktionsorientierten Lehrpersonenüberzeugung sein.

Insgesamt ist festzuhalten, dass mit den vorliegenden Daten nicht überprüft werden kann, wie viel tatsächlich praktisch-naturwissenschaftlich gearbeitet wird, da es sich zum einen um eine Selbsteinschätzung der Lehrpersonen handelt, zum anderen zwar die Häufigkeit, nicht aber die Dauer der einzelnen Experimentiersequenzen abgefragt wurde. Entsprechend wäre es wichtig, in Folgeprojekten zu untersuchen, wie „Natur und Technik“-Lektionen tatsächlich konkret ablaufen und wie „NaTech 7–9“ genutzt wird.

Grundsätzlich ist noch weiter zu klären, was sich durch den Einsatz von neuen Lehrmitteln verändern kann. Beispielsweise bietet das Lehrmittel „NaTech 7–9“ verschiedene Ansätze, um kompetenzorientiert arbeiten zu können, zum Beispiel indem die Schülerinnen und Schüler ihren Lernfortschritt selbst überprüfen können. Die grosse Mehrheit der befragten Lehrpersonen nutzt dies aber (noch) nicht systematisch. Entsprechend wären auch zur Beantwortung dieser Frage weiterführende Untersuchungen nötig.

## Literatur

- Beerenwinkel, A., & Totter, A. (2011). Schulbücher als Innovationsträger. Fortbildungen als eine Möglichkeit zur Verbesserung des Innovationspotentials von Schulbüchern im MINT-Unterricht. *MNU – Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 8(64), 492–496.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I. & Gräsel, C. (2007). Chemieschulbücher in der Unterrichtsplanung – Welche Bedeutung haben Schülervorstellungen? *Chemkon* 14(1), 7–14.
- Bölsterli Bardy, K. (2015). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften: Eine Analyse am Beispiel der Schweiz*. Springer Spektrum.
- Bölsterli, K., Wilhelm, M. & Rehm, M. (2015). Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht. *Perspectives in Science* 5, 3-13.
- Börlin, J. (2012). *Das Experiment als Lerngelegenheit: vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität. Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 132*. Logos.
- Brückmann, M., Kölbach, E., Metzger, S. & Hild, P. (2015). Fachdidaktische Weiterbildungen in den Naturwissenschaften. Ausgangslage und Ziele einer praxisorientierten Professionalisierung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 33(2), 246-255.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (1-14). Springer.
- Darling-Hammond, L., Wei, R. C., Andree, A., Richardson, N. & Orphanos, S. (2009). *Professional Learning in the Learning Profession. A Status Report on Teacher Development in the United States and Abroad* (National Staff Development Council, Hrsg.). School Redesign Network at Stanford University.
- D-EDK (Hrsg.) (2016). *Lehrplan 21 – Natur, Mensch, Gesellschaft*. Bereinigte Fassung vom 29.02.2016. [http://v-ef.lehrplan.ch/container/V\\_EF\\_DE\\_Fachbereich\\_NMG.pdf](http://v-ef.lehrplan.ch/container/V_EF_DE_Fachbereich_NMG.pdf)
- Desimone, L. (2002). How Can Comprehensive School Reform Models Be Successfully Implemented? *Educational Research*, 72(3), 433–479. <https://doi.org/10.3102/00346543072003433>
- Doll, J., Frank, K., Fickermann, D., & Schwippert, K. (2012). *Schulbücher im Fokus. Nutzungen, Wirkungen und Evaluation*. Waxmann Verlag.
- Emden, M., Bewersdorff, A. & Baur, A. (2019). Kann Experimentieren in der Schule bilden? Ein Beitrag zur Legitimation eines selbstverständlichen Gegenstandes des Naturwissenschaftsunterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 65(5), 710-729.
- Feindt, A. & Meyer, H. (2010). Kompetenzorientierter Unterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 237, 29–33.
- Gilg, E., Schneider, H., Schmellentin, C. & Dittmar, M. (2019). Selbstregulation beim Verstehen von Schulbuchtexten der Biologie auf der Sekundarstufe I. *Bulletin suisse de linguistique appliquée* 109, 129-151.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft* 32(3), 196–214. DOI: 10.25656/01:5813
- Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13, 7–20. <https://doi.org/10.1007/s11618-010-0109-8>
- Gräsel, C., Fußangel, K. & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen - eine Aufgabe für Sisypchos? *Zeitschrift für Pädagogik* 52(2), 205-219. <https://doi.org/10.25656/01:4453>
- Heinze, C. (2011). Das Schulbuch im Innovationsprozess. Forschungsmethodische Zugänge am Beispiel des Wandels der Sozialkundebücher im Kontext der gesellschaftlichen Umbrüche vom Ende der 1950er- bis zum Anfang der 1980er-Jahre. *Die deutsche Schule*, 103(1), 38–52.
- Heyneman, S. P. (2006). The Role of Textbooks in a Modern Education System. In C. Braslavsky & K. Halil (Hrsg.), *Textbooks and quality learning for all. Some lessons learned from international experiences*. (S. 31–93). UNESCO, International Bureau of Education.
- Hittler, K. & Stammel, H. (2011). *Merkmale eines kompetenzorientierten Unterrichts*. [https://www.km-bw.de/site/pbs-bw/get/documents/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Seminare/seminar-heilbronn-gym/pdf/hn\\_gym\\_hittlerstammel.pdf](https://www.km-bw.de/site/pbs-bw/get/documents/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Seminare/seminar-heilbronn-gym/pdf/hn_gym_hittlerstammel.pdf)
- Joller-Graf, K., Zutavern, M., Tettenborn, A., Ulrich, U. & Zeiger, A. (2014). Leitartikel zum kompetenzorientierten Unterricht. Begriffe-Hintergründe-Möglichkeiten. Luzern: Entwicklungsschwerpunkt *Kompetenzorientierter Unterricht*, Pädagogische Hochschule Luzern. [https://www.phlu.ch/\\_Resources/Persistent/f844815a08fd088fddc206fb1bedc1683df835d2/RT\\_K21\\_KO\\_Artikel\\_Leitartikel-komp-Unterrichten\\_jok\\_201509.pdf](https://www.phlu.ch/_Resources/Persistent/f844815a08fd088fddc206fb1bedc1683df835d2/RT_K21_KO_Artikel_Leitartikel-komp-Unterrichten_jok_201509.pdf)
- Lipowski, K., Jorde, D., Prenzel, M. & Seidel, T. (2011). Expert views on the implementation of teacher professional development in European countries. *Professional Development in Education*, 37(5), 685–700. <https://doi.org/10.1080/19415257.2011.621968>
- Metzger, S. (2010). Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I? Ein Blick auf den Kanton Zürich und die Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften* 32, 421-444.
- Metzger, S. (2019). *Unterrichten mit NaTech* 7–9. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.
- Metzger, S., Brückmann, M., Engel, S., Kunz, P., Möschler, L., Murer, L. & Weidele, F. (2019a). *NaTech 7 Grundlagenbuch – Lehrmittel für Natur und Technik für das 7. Schuljahr*. Lehrmittelverlag Zürich.

- Metzger, S., Brückmann, M., Engel, S., Kunz, P., Möschler, L., Murer, L. & Weidele, F. (2019b). *NaTech 7–9. Toolbox – Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen*. Lehrmittelverlag Zürich.
- Metzger, S., Lembens, A. & Arnold, J. (2020). Praktisches naturwissenschaftliches Arbeiten im Spannungsfeld der Disziplinen. In S. Habig (Hrsg.). *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. (60-65). [https://gdcp-ev.de/wp-content/tagungsbaende/GDCP\\_Band40.pdf](https://gdcp-ev.de/wp-content/tagungsbaende/GDCP_Band40.pdf) (abgerufen am 10.01.2022).
- Meyer, H. (2012). Kompetenzorientierung macht noch keinen guten Unterricht. Die „ganze Aufgabe“ muss bewältigt werden! *Lernende Schule* (58), 7–12.
- Oberle, M. & Tatje, C. (2017). Schulbuchnutzung im Politikunterricht – eine empirische Studie. In S. Manzel & C. Schelle (Hrsg.). *Empirische Forschung zur schulischen Politischen Bildung* (113–25). Springer Fachmedien.
- Oelkers, J., Reusser, K., Berner, E., Halbheer, U., & Stolz, S. (2008). *Expertise: Qualität entwickeln - Standards sichern - mit Differenz umgehen*. Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Pingel, F. (2010). *UNESCO guidebook on textbook research and textbook revision* (2., rev. and updated ed). Paris: UNESCO.
- Preckel, D. (2008). Nicht nur Wissen, sondern Können! Fünf Gestaltungsmerkmale für einen kompetenzorientierten Unterricht. *Netzwerk – Zeitschrift der Wirtschaftsbildung Schweiz* 102(3), 44–46.
- Reinold, M. (2016). *Lehrerfortbildungen zur Förderung prozessbezogener Kompetenzen*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11882-2>
- Reusser, K. (2009). Mehr in die Tiefe gehendes Verstehen als Breite des Stoffes. *NZZ*, 92, B3.
- Schlichter, N. (2012). *Lehrerüberzeugungen zum Lehren und Lernen*. Universität Göttingen.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik* 52/6, 799–821.
- Sieve, B. F. (2015). *Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-09946-6>
- Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 10, 51–69.
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best evidence synthesis iteration (BES)*. Ministry of Education.
- Totter, A. (2021). Lehrmittel als Gegenstand der Forschung. *Dossier ilz/fokus*, 9, 1-. <https://www.ilz.ch/ilz-fokus/>
- Totter, A. Müller-Kuhn, D., Zala-Mezö, E. & Marti, S (2019). Schulbuch und Innovation? Die Einführung eines neuen Lehrmittels als (kein) Anlass zum Innovationstransfer. *Die Deutsche Schule* 111(3), 294–309.
- Wee, B., Shepardson, D., Fast, J. & Harbor, J. (2007). Teaching and Learning About Inquiry. Insights and Challenges in Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 63–89.
- Wilhelm, M., & Kunz, P. (2016). Praktisch-naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht. In S. Metzger, C. Colberg & P. Kunz (Hrsg.), *Naturwissenschafts-didaktische Perspektiven. Naturwissenschaftliche Grundbildung und didaktische Umsetzung im Rahmen von SWiSE* (126–140). Haupt.
- Ziener, G. (2009). *Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten*. Berlin: Kallmeyer