

Entwicklung eines Erhebungsinstruments zur Erfassung von Überzeugungen von Lehrpersonen zu Physical Computing

Thomas Schmalfeldt¹ Mareen Przybylla²

Abstract: Einstellungen und Überzeugungen von Informatiklehrpersonen spielen neben deren Professionswissen eine große Rolle hinsichtlich der Frage, ob und wie neu erworbenes Wissen in den Schulunterricht integriert wird. Im Themenbereich Physical Computing wurde immer wieder festgestellt, dass Lehrpersonen – trotz anfänglicher Begeisterung – zögerlich agieren, wenn es um die unterrichtliche Umsetzung geht. Daher verfolgen wir das Ziel, die Überzeugungen von Lehrpersonen zu verschiedenen Zeitpunkten während und nach ihrer Ausbildung zu erheben und Aus- und Weiterbildungsangebote auf Grundlage der Ergebnisse entsprechend anzupassen. In diesem Beitrag stellen wir die Entwicklung und Überprüfung eines entsprechenden Testinstruments sowie die Ergebnisse der Pilotstudie vor. Wir identifizieren funktionierende Items und Konstrukte sowie noch zu behebende Probleme und beschreiben anhand der Daten erste Tendenzen in den Überzeugungen angehender Lehrpersonen.

Keywords: Physical Computing; Überzeugungen von Lehrpersonen; Erhebungsinstrument; motivationale Orientierung; Selbstwirksamkeit

1 Einleitung und Motivation

Physical Computing wird als eigenständiges Thema oder aber über fachliche Inhalte aus den Bereichen eingebettete Systeme international in immer mehr Lehrplänen und Rahmencurricula verankert (z. B. [De15; GI16]). Gerade in Ländern wie der Schweiz, in denen Informatikunterricht insgesamt noch relativ neu ist, bringt dies Schwierigkeiten mit sich. Bereits unterrichtende Lehrpersonen haben häufig keinen Informatikhintergrund, sondern wurden durch kurze Weiterbildungsangebote geschult, das Schulfach Medien und Informatik zu unterrichten. Das Thema Physical Computing erfordert von Lehrpersonen neben der Motivation, sich eigenständig einzuarbeiten, jedoch ein hohes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten. Unseren Beobachtungen und früheren Studien zufolge (z. B. [Pr17]), haben viele Lehrpersonen zudem Berührungsängste, die sie davon abhalten, Physical Computing – selbst nach entsprechender Fortbildung – im Unterricht durchzuführen. Es ist zudem anzunehmen, dass insbesondere Personen mit negativen Überzeugungen zum Thema Physical Computing im Unterricht möglichst vermeiden oder nur minimalen Aufwand betreiben werden, was sich negativ auf die Qualität des Unterrichts auswirken kann. Entsprechend sollte es ein Ziel der Aus- und Weiterbildung sein, die kurzfristige

¹ Pädagogische Hochschule Zürich, Didaktik der Informatik, Zürich, Schweiz thomas.schmalfeldt@phzh.ch

² Pädagogische Hochschule Schwyz, Institut für Medien und Schule, Goldau, Schweiz mareen.przybylla@phsz.ch

Begeisterung aus entsprechenden Kursen, die einem vielerorts begegnet, in langfristige Begeisterung zu überführen. Hierfür ist es nötig, zunächst die Überzeugungen, motivationale Orientierungen und die Selbstwirksamkeitserwartung von (angehenden) Lehrpersonen zu erheben. Geeignete Messinstrumente für diesen spezifischen Bereich sind derzeit nicht vorhanden, es gibt jedoch etablierte Instrumente, die für unsere Zwecke adaptiert werden können. In diesem Artikel stellen wir die Entwicklung eines solchen Messinstrumentes sowie die Ergebnisse einer Pilotstudie vor. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie berufen wir uns auf folgendes Begriffsverständnis: Physical Computing ist die kreative Gestaltung und Entwicklung interaktiver Objekte. Dazu werden Mikrocontroller wie z. B. Calliope mini oder Arduino programmiert, so dass sie über Sensoren und Aktoren mit ihrer Umgebung und auch untereinander kommunizieren können. Physical Computing geht über typische Robotik-Aktivitäten hinaus, indem es kreative Methoden und Aspekte von Kunst und Design besonders betont (vgl. [Pr18, S. 26ff., 33f.]).

2 Überzeugungen von Lehrpersonen

Während der Aus- und Weiterbildung von Informatiklehrpersonen liegt ein Fokus auf dem Professionswissen, also dem fachlichen und fachdidaktischen Wissen. Dem Kompetenzmodell der COACTIV-Studie zufolge sind zusätzlich auch die Aspekte „Überzeugungen, Werthaltungen, Ziele“, „motivationale Orientierung“ und „Selbstregulation“ Teil der professionellen Kompetenzen einer Lehrperson [BK11]. Überzeugungen verlangen, anders als Wissen, keine Rechtfertigungen und müssen auch nicht widerspruchsfrei sein [Fe94]. Sie können gar als eine persönliche Repräsentation der Realität betrachtet werden, so dass aufgrund ihrer gehandelt wird. Dies führt dazu, dass Lehrpersonen zu vermittelnde Inhalte entsprechend auswählen und bewerten [RP14], was wiederum Einfluss hat auf die Art der gewählten Instruktionsstrategie [SS02]. Die Erfassung der Überzeugungen von Lehrpersonen ist insofern wichtig, als dass Lehrpersonen mit traditionell geprägten Überzeugungen eher einen instruktiven Unterricht durchführen und diesbezüglich auch eher resistent gegenüber Veränderungen sind [NSF99]. Das Erfassen der Selbstwirksamkeitserwartung ist relevant, da diese sich stark auf die Art des Unterrichts auswirkt [THH98]. Bandura [Ba77] beschreibt die Selbstwirksamkeit als den Glauben an die eigenen Fähigkeiten, Handlungen zu organisieren und auszuführen, die erforderlich sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Während in der der Informatik nahestehenden Mathematik die Überzeugungen von Lehrpersonen zum Beispiel in der COACTIV-Studie tiefgreifend untersucht wurden [Vo11], gibt es diesbezüglich in der Informatik nur wenige Arbeiten. Von Bender et al. [BSS18] wurde ein Instrument entwickelt, mit welchem professionelle Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Informatiklehrpersonen erhoben werden können. Weitere Autorinnen und Autoren entwickelten verschiedene Instrumente zur Erhebung von Einstellungen angehender Lehrpersonen, die jedoch für unsere Zwecke nicht direkt genutzt werden können (z. B. [FK11; GCT19; Ka20]). Für den spezifischen Bereich des Physical Computings liegt noch kein Instrument vor.

3 Studie: Erhebung von Überzeugungen von Informatiklehrpersonen zu Physical Computing

Wie oben bereits erläutert, spielen Überzeugungen von Lehrpersonen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung neu erworbenen Wissens im Unterricht. In der Ausbildung sollten daher mögliche Vorurteile abgebaut, positive Erwartungen verstärkt und negative Erwartungen widerlegt, oder zumindest Lösungen zum Umgang mit diesen aufgezeigt werden. Mit dem vorgestellten Erhebungsinstrument soll ein Beitrag geleistet werden, Überzeugungen von Lehrpersonen zu erfassen und darauf basierend Aus- und Weiterbildungen so zu optimieren, dass sie sich zutrauen, Physical Computing in ihrem Informatikunterricht einzusetzen.

3.1 Erhebungsinstrument

Das hier verwendete Erhebungsinstrument basiert in einer adaptierten und erweiterten Form auf dem Instrument von Bender et al. [BSS18], weil es sich hierbei um ein bereits evaluiertes, deutschsprachiges Messinstrument handelt. Dabei wurde der Fokus vom Informatikunterricht im Allgemeinen neu auf Physical Computing gesetzt. So wurde die ursprüngliche Formulierung „Ich begeistere mich sehr für die fachlichen Inhalte in Informatik.“ adaptiert zu „Ich begeistere mich sehr für die fachlichen Inhalte des Physical Computings.“. Das Item „Ich finde besonders die fachlichen Neuerungen in Informatik spannend und möchte meine Fähigkeiten unbedingt dahingehend erweitern.“ wurde in zwei voneinander unabhängige Items „Ich finde besonders die fachlichen Neuerungen im Physical Computing spannend.“ (Item 17) und „Ich möchte meine Fähigkeiten bezüglich der fachlichen Neuerungen im Physical Computing erweitern.“ (Item 18) aufgeteilt, da grundsätzlich die Möglichkeit besteht, dass eine Lehrperson die fachlichen Neuerungen nicht spannend findet, sich aber dennoch in diesem Bereich weiterbilden möchte. Bei der Auswertung der Daten wird entsprechend untersucht, inwieweit diese beiden aufgeteilten Items korrelieren und somit in einer überarbeiteten Form des Fragebogens wieder zusammengefasst werden könnten.

Zusätzlich wurde die Umfrage mit acht Items ergänzt, welche sich spezifisch auf Physical Computing beziehen. Dabei wurden Items erstellt, die Informatikunterricht mit Physical Computing gegenüber demjenigen ohne vergleichen. Dabei wurden basierend auf Literatur und eigenen Erfahrungen aus der Aus- und Weiterbildung von Informatiklehrpersonen jeweils vier Items zu den Konstrukten „Konsequenzen für die Lehrperson“ und „Konsequenzen für Schülerinnen und Schüler“ entwickelt (vgl. z. B. [Se17], [Pr17]).

Bei den Konsequenzen für die Lehrperson wurden gängige Annahmen zum Physical Computing aufgegriffen, wie der Mehraufwand für die Vorbereitung, die Schwierigkeiten bei der Beurteilung und Bewertung, der fehlende Bezug zu den Informatikinhalten sowie der fachliche Anspruch an die Lehrperson (vgl. [Pr17]). Bei diesen Items bedeutet ein hoher Score, dass es negative Konsequenzen für die Lehrpersonen gibt, welche also gegen Physical Computing sprechen. Da bei allen anderen Items ein hoher Score positiv für einen Unterricht mit Physical Computing interpretiert wird, wurden die vier Items in diesem Konstrukt für die Auswertung invertiert (siehe Tab. 1). Bei den Items zu den Konsequenzen für Schülerinnen

und Schüler wurden Aspekte wie Motivation, die Möglichkeit für einen höheren Grad an Differenzierung, der Alltagsbezug sowie die Zukunftsfähigkeit aufgegriffen (siehe Tab. 2). Um ein einheitliches Begriffsverständnis der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer zu Physical Computing sicherzustellen, wird dem Fragekatalog ein Einleitungstext vorangestellt.

Nr.	Item
i26	Die Vorbereitungszeit für einen Informatikunterricht mit Physical Computing ist grösser als für einen Informatikunterricht ohne Physical Computing.
i27	Die Schülerinnen- und Schülerleistung ist in einem Informatikunterricht mit Physical Computing schwieriger zu beurteilen und zu bewerten als in einem Informatikunterricht ohne Physical Computing.
i28	In einem Informatikunterricht mit Physical Computing geht viel Zeit verloren für Inhalte, welche nichts mit Informatik zu tun haben.
i29	Die Durchführung eines Informatikunterrichts mit Physical Computing ist anspruchsvoller als bei einem Informatikunterricht ohne Physical Computing.

Tab. 1: Items zu „Konsequenzen für Lehrpersonen“

Nr.	Item
i30	Ein Informatikunterricht mit Physical Computing ist für die Schülerinnen und Schüler motivierender als ein Informatikunterricht ohne Physical Computing.
i31	Ein Informatikunterricht mit Physical Computing ermöglicht eine höhere Differenzierung als ein Informatikunterricht ohne Physical Computing.
i32	Ein Informatikunterricht mit Physical Computing schafft für die Schülerinnen und Schüler einen höheren Alltagsbezug als ein Informatikunterricht ohne Physical Computing.
i33	Ein Informatikunterricht mit Physical Computing ist für die Schülerinnen und Schüler zukunftsfähiger als ein Informatikunterricht ohne Physical Computing.

Tab. 2: Items zu „Konsequenzen für Schülerinnen und Schüler“

3.2 Antwortformat und Stichprobe

Für die Beantwortung der Fragen wurden fünfstufige Ratingskalen (1 – „trifft überhaupt nicht zu“, 2 – „trifft eher nicht zu“, 3 – „trifft teilweise zu“, 4 – „trifft eher zu“, 5 – „trifft voll und ganz zu“) verwendet. Alle Fragen wurden als verpflichtend markiert, auf die Möglichkeit, bei einem Item keine Angaben zu machen, wurde verzichtet. Dadurch waren nur vollständige Datensätze vorhanden und es mussten keine fehlenden Daten imputiert werden. Die Erhebung fand online über die Plattform ILIAS statt. Datensätze von Personen, welche die Umfrage abgebrochen haben, wurden nicht in die Auswertung aufgenommen. Für die Erhebung wurden insgesamt 252 Studentinnen und Studenten der Pädagogischen Hochschule Zürich per E-Mail zur Teilnahme an der Umfrage angefragt. Die Studentinnen und Studenten stammen aus vier verschiedenen Kohorten: Eine Kohorte hat sich für das Wahlfach „Medien und Informatik“ angemeldet und wird in einem Jahr die Informatikausbildung beginnen (gemäß der Erfahrungen aus den beiden Vorjahren ist zu erwarten, dass die meisten Studentinnen und Studenten keine Programmiererfahrungen haben), eine zweite

hatte bereits ein Semester absolviert, eine dritte drei Semester und eine vierte hat vor einigen Semestern bereits die studienbegleitende Zusatzqualifikation für Informatiklehrpersonen abgeschlossen. Das fachdidaktische und fachliche Wissen zu Physical Computing und eigene Erfahrungen diesbezüglich sind somit unterschiedlich ausgeprägt.

4 Auswertung und Interpretation

An der Erhebung nahmen insgesamt 179 Studentinnen und Studenten teil. Davon haben 159 Personen die Umfrage vollständig bearbeitet, auf diese beziehen sich die nun folgenden Werte. Bei 252 Anfragen lag die Rücklaufquote vollständiger Umfragen somit bei sehr guten 63% (inkl. unvollständige: 71%). Von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern haben sich 34 (22%) für das Wahlfach „Medien und Informatik“ angemeldet und werden in einem Jahr die Informatikausbildung beginnen, 38 (24%) haben bereits ein und 27 (17%) drei Semester ihrer Informatikausbildung absolviert, 59 (37%) haben vor einigen Semestern bereits die studienbegleitete Zusatzqualifikation für Informatiklehrpersonen abgeschlossen. Es gab eine Person, die „Sonstiges“ ausgewählt hat. Die Umfrage wurde von 86 Teilnehmern (54%) und 71 Teilnehmerinnen ausgefüllt (45%), dreimal wurde keine Angabe zum Geschlecht gemacht. Insgesamt unterrichten bereits 28 Teilnehmerinnen oder Teilnehmer in der Sekundarstufe I Informatik, 82 gaben an, im nächsten oder übernächsten Jahr Informatik unterrichten zu wollen. Von den 28 unterrichtenden Lehrpersonen setzen 12 (43%) bereits Physical Computing ein. 19 Lehrpersonen unterrichten im Niveau A (höchste Anforderungen), 22 im Niveau B (mittlere Anforderungen) und 13 im Niveau C (tiefste Anforderungen), es waren Mehrfachnennungen möglich.

4.1 Konfirmatorische Faktorenanalyse

Für die Auswertung wurden zunächst die leicht adaptierten Items zu den latenten Konstrukten „konstruktivistische lerntheoretische Überzeugungen“, „transmissive lerntheoretische Überzeugungen“ und „Überzeugungen zum Lernen im Kontext von informatischen Strategien und Prinzipien“ aus der Umfrage von Bender et al. [BSS18] mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse (CFA) in R durchgeführt. Anders als bei Bender et al. konnte mit den verwendeten Items keine zufriedenstellende Passung im Gesamtmodell erreicht werden, keiner der Kennwerte liegt im akzeptablen Bereich. In Klammern sind jeweils die guten und akzeptierbaren Richtwerte nach Hu und Bentler [HB99] angegeben. Der Comparative Fix Index (CFI) lag bei 0.745 (≥ 0.95 ; ≥ 0.9), der Tucker-Lewis Index (TLI) bei 0.718 (≥ 0.95) und das Standardized Mean Square Residual (SRMR) bei 0.104 (≤ 0.05 ; ≤ 0.08). Der Ausschluss der Items mit einer niedrigen Faktorenladung (≤ 0.5) führte zu keiner Verbesserung. Auch die Analyse der beiden Konstrukte zu den lerntheoretischen Überzeugungen führten zu keinen akzeptablen Werten (in Klammern die Werte nach Ausschluss von Items mit niedriger Faktorenladung): CFI = 0.756 (0.851), TLI = 0.713 (0.809) und SRMR = 0.100 (0.089). Es können daher keine Aussagen über das Gesamtmodell mit den

drei latenten Konstrukten gemacht werden. Daher wurde die Analyse erweitert und die sieben ursprünglichen Subkonstrukte [BSS18] analysiert. Dabei ergaben sich die folgenden akzeptablen Werte: CFI = 0.924, TLI = 0.910 und SRMR = 0.063. Bei der fachbezogenen motivationalen Orientierung zeigt sich eine sehr gute Modellpassung (CFI = 0.957, TLI = 0.942, SRMR = 0.044) mit hohen Faktorladungen (ein Item 0.528, alle anderen zwischen 0.749 und 0.890).

Für die Analyse der neu aufgenommenen Items zum Vergleich eines Informatikunterrichts mit und ohne Physical Computing sind die Items zu den Konsequenzen für die Lehrperson gegenüber den anderen Items invertiert und wurden für die Auswertung daher re-invertiert. Die Werte mit den ursprünglichen Items waren nicht akzeptabel (CFI = 0.850, TLI = 0.779 und SRMR = 0.083), es konnte jedoch durch Ausschluss eines Items mit niedriger Faktorenladung (0.444) eine gute Passung erreicht werden (CFI = 0.946, TLI = 0.912, SRMR = 0.055). Die vorhandenen Faktorenladungen erlauben es zudem, Aussagen über die einzelnen Faktoren zu treffen.

4.2 Analyse der einzelnen Konstrukte

Da sich über das Gesamtmodell keine Aussagen treffen lassen, wurden die einzelnen Konstrukte analysiert. In Tab. 3 sind die entsprechenden deskriptiven Werte angegeben. Für Cronbachs α gelten Werte ≥ 0.7 als akzeptabel. Die beiden Konstrukte zu den Konsequenzen für die Lehrperson (0.63) sowie für die Schülerinnen und Schüler (0.69) können aufgrund der Werte der CFA dennoch als akzeptabel eingestuft und somit interpretiert werden.

Konstrukt	Mittelw.	St.dev.	Alpha
Konstruktivistische lerntheoretische Überzeugungen	3.8	0.47	0.74
Transmissive lerntheoretische Überzeugungen	3.0	0.55	0.73
Professionelle Überzeugungen u. motivationale Orientierungen	3.6	0.72	0.91
Konsequenzen für die Lehrpersonen (invertiert)	2.7	0.73	0.63
Konsequenzen für die Schülerinnen und Schüler	3.8	0.64	0.69

Tab. 3: Mittelwerte, Standardabweichung und Cronbachs α zu den einzelnen Konstrukten

Des Weiteren wurden die neu aufgenommenen Items einzeln analysiert. Dabei wurden die Mittelwerte zu den Items für die Gesamtheit des Datensatzes, aufgeteilt nach „unterrichtet Informatik“ und „unterrichtet nicht Informatik“, und den im Abschnitt 3.2 angegebenen Kohorten einzeln berechnet. Die Ergebnisse sind in Tab. 4 aufgelistet. Zu beachten ist wiederum, dass die Werte für die Items 26 bis 29 invertiert sind.

Bei den Items zu den Konsequenzen für die Lehrperson wurden zur Überprüfung eines bestehenden Zusammenhangs zwischen den einzelnen Items und der Tatsache, ob eine Teilnehmerin oder ein Teilnehmer bereits Informatik unterrichtet, die Korrelationen mit Kendalls τ berechnet. Bei den Items 26 (0.204) und 29 (0.269) liegt ein moderater Zusammenhang vor. Aufgrund der Fragenformulierung bedeuten diese Korrelationen, dass Lehrpersonen, welche bereits Informatik unterrichten, gegenüber denjenigen, die nicht unterrichten, den Unterricht mit Einsatz von Physical Computing als zeitaufwändiger in

der Vorbereitung und anspruchsvoller in der Durchführung gegenüber dem Unterricht ohne Physical Computing empfinden. Für die Items 27 (0.07) und 28 (-0.121) liegen keine oder nur schwache Korrelationen vor.

Die beiden in der Beschreibung des Erhebungsinstruments neu aufgeteilten Items 17 „Ich finde besonders die fachlichen Neuerungen im Physical Computing spannend.“ und 18 „Ich möchte meine Fähigkeiten bezüglich der fachlichen Neuerungen im Physical Computing erweitern.“ korrelieren mit $\tau = 0.396$ und $p < 0.001$, was einer moderaten Korrelation entspricht. Es war somit richtig, das ursprüngliche Item aufzuteilen. Weitere moderate Korrelationen zeigten sich unter anderem zwischen dem eben erwähnten Item 17 und den Items 26 (0.203), 30 (0.244) und 32 (0.204).

Ausbildung	Anzahl	i26	i27	i28	i29	i30	i31	i32	i33
Total	159	2.42	3.18	3.87	2.62	4.06	3.74	3.70	3.78
unterrichtet	28	2.04	3.00	4.11	2.07	4.00	3.71	3.71	3.71
unterrichtet nicht	131	2.50	3.22	3.82	2.74	4.08	3.75	3.70	3.79
noch nicht begonnen	34	2.50	3.09	3.50	2.68	3.85	3.53	3.62	3.74
ein Semester	38	2.79	3.50	3.92	3.00	4.00	3.84	3.74	3.55
drei Semester	27	2.19	2.96	3.85	2.41	4.19	3.78	3.81	4.11
bereits abgeschlossen	59	2.27	3.14	4.03	2.44	4.17	3.78	3.69	3.80

Tab. 4: Mittelwerte der Items i26 bis i33 aufgeschlüsselt nach Ausbildungsart

4.3 Interpretation

Aufgrund der konfirmatorischen Faktorenanalyse lassen sich zwar keine Zusammenhänge zwischen den konstruktivistischen und transmissiven lerntheoretischen Überzeugungen diskutieren, eine Interpretation der einzelnen Kategorien und Items ist aufgrund der akzeptablen Cronbachs α dennoch möglich. Die positive Haltung zu den konstruktivistischen Lerntheorien ist bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ausgeprägter als zu den transmissiven Theorien, die Mittelwerte unterscheiden sich immerhin um 0.8. Gegenüber dem Mittelwert 3.8 beim Konstrukt „Konsequenzen für die Schülerinnen und Schüler“ deutet der Mittelwert von 2.7 beim Konstrukt „Konsequenzen für die Lehrperson“ an, dass der Informatikunterricht mit Physical Computing von den Lehrpersonen mit mehr Aufwand verbunden wird als der Unterricht ohne, die Lehrpersonen aber auch der Meinung sind, dass die Schülerinnen und Schüler von so einem Informatikunterricht mehr profitieren. Dieser Eindruck scheint sich zu verstärken, wenn die Lehrpersonen bereits Informatik unterrichten. Eine mögliche Interpretation diesbezüglich ist darin zu finden, dass die bereits unterrichtenden Lehrpersonen erst vor kurzem ihr Studium abgeschlossen haben oder parallel zum Studium bereits unterrichten, vermutlich allgemein einer hohen Arbeitsbelastung ausgesetzt und so sensibilisiert für dieses Thema sind. Je größer die Begeisterung einer Lehrperson für fachlichen Neuerungen im Physical Computing ist, desto weniger wird der Mehraufwand in der Vorbereitung als negativer Aspekt angesehen. Ebenso empfinden Lehrpersonen mit

Interesse an Neuerungen den Informatikunterricht mit Physical Computing für die Schülerinnen und Schüler als motivierender und sehen darin auch einen höheren Alltagsbezug, als diejenigen Lehrpersonen, welche die fachlichen Neuerungen im Physical Computing weniger spannend finden. Dies lässt sich mit den individuellen Überzeugungen erklären, durch welche die eigene positive Wahrnehmung einer bestimmten Art des Unterrichts auf die Schülerinnen und Schüler übertragen wird. Auffallend ist die einzige moderate, negative Korrelation zwischen den Items aus verschiedenen Konstrukten: Lehrpersonen, welche die Meinung vertreten, dass Schülerinnen und Schüler dann gut im Problemlösen werden, wenn sie den Vorgaben der Lehrpersonen folgen, sehen in Physical Computing weniger die Möglichkeit, damit einen zukunftsfähigen Unterricht zu gestalten.

Das Item 28 „In einem Informatikunterricht mit Physical Computing geht viel Zeit verloren für Inhalte, welche nicht mit Informatik zu tun haben.“ wurde für die Auswertung invertiert. In der ursprünglichen Kodierung lag der Mittelwert bei 2.13, bei Lehrpersonen, die bereits Informatik unterrichten, sogar nur bei 1.89. Dies bedeutet, dass Inhalte, die im Physical Computing thematisiert werden, aus Sicht der Lehrpersonen durchaus informatischen Gehalt haben. Im Lehrplan 21 gehen die Kompetenzen im Bereich der Informatik über das reine Programmieren hinaus. Dass der Wert bei bereits unterrichtenden Lehrpersonen tiefer liegt, mag auch daran liegen, dass sie sich im Schulfeld der Themenbreite der Informatik bewusster sind als während des Studiums. Beim Konstrukt „Konsequenzen für die Schülerinnen und Schüler“ haben alle Items einen Mittelwert größer oder gleich 3.704; es gibt also eine breite Zustimmung, dass Physical Computing einen positiven Einfluss auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler hat und ebenfalls geeignet ist, um einen differenzierenden Unterricht durchzuführen. Die Lehrpersonen sind sich somit der fachlichen wie auch der motivationalen Chancen des Physical Computings bewusst.

Es konnten keine klaren Entwicklungen in den Überzeugungen der angehenden Lehrpersonen zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihrer Ausbildung festgestellt werden. Es lassen sich Sprünge bei den entsprechenden Werten zwischen den verschiedenen Kohorten beobachten, was auf zeitlich schwankende Ausprägungen der verschiedenen Überzeugungen hindeutet.

4.4 Limitationen

Ein Grund, dass es zu keiner zufriedenstellenden Passung im Gesamtmodell gekommen ist, könnte die kleine Stichprobe bereits bei der ursprünglichen Skala sein. Ähnlich wie bei unserer Umfrage haben nur 155 Probandinnen und Probanden an der Studie von Bender et al. [BSS18] teilgenommen, was für eine konfirmatorische Faktorenanalyse ein tiefer Wert ist. Ein anderer Grund könnte bei der Umformulierung der einzelnen Items liegen, auch wenn die Anpassungen nur subtil waren. Bei der Umfrage mussten alle Items zwingend beantwortet werden, was möglicherweise zu einer sozialen Erwünschtheit, Tendenz zur Mitte, Akquieszenz [MK12] oder zur Produktion von anderen Artefakten geführt hat. Die Transformation der ursprünglichen Subkonstrukte zu neuen Konstrukten führte dazu, dass es bei fünf Konstrukten mindestens vier Items gibt. Dabei bestand ein Konstrukt jedoch aus

nur zwei Items und drei Konstrukte bestanden aus drei Items, was für die konfirmatorische Faktorenanalyse nicht ideal ist. Dennoch wurde hier jeweils die angestrebte Passung belegt.

5 Konklusion und Ausblick

Die in dieser Umfrage verwendeten Items haben bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse nicht die erhofften Resultate erzielt. Obwohl bereits auf Itemebene gewisse Analysen durchgeführt und Aussagen getroffen werden konnten, wird das Ziel eines aussagekräftigen Evaluationsinstruments zur Erfassung von Überzeugungen von Lehrpersonen gegenüber Physical Computing weiterverfolgt. Dazu wird in der Schweiz eine größer angelegte Studie durchgeführt, in welcher eine ausreichende Anzahl von Lehrpersonen befragt werden (angestrebt werden mindestens 1500 Rücksendungen), so dass diese in zwei randomisierte Teilgruppen aufgeteilt werden können. Dazu wird zunächst ein erweiterter Itempool aufgebaut, welcher in der ersten Gruppe mittels explorativer Faktorenanalyse untersucht wird, um Zusammenhänge zu erkennen. Dabei wird auch die Option zur bewussten Nichtbeantwortung einer Frage hinzugefügt und auf neutrale sowie leicht verständliche Itemformulierungen geachtet. Mit den Werten der zweiten Gruppe wird das so entstandene Modell mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse überprüft.

Literatur

- [Ba77] Bandura, A.: Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* 84/2, S. 191–215, 1977.
- [BK11] Baumert, J.; Kunter, M.: Das Kompetenzmodell von COACTIV. In (Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M., Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Waxmann, Münster, S. 29–53, 2011.
- [BSS18] Bender, E.; Schaper, N.; Seifert, A.: Professionelle Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Informatiklehrkräften: Computer science teachers' professional beliefs and motivational orientations. Waxmann, Münster, 2018.
- [De15] Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK): *Lehrplan 21 Medien und Informatik - Kompetenzaufbau 1. - 3. Zyklus*, 2015.
- [Fe94] Fenstermacher, G.: Chapter 1: The Knower and the Known: The Nature of Knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education* 20/1, S. 3–56, 1994.
- [FK11] Fessakis, G.; Karakiza, T.: Pedagogical beliefs and attitudes of computer science teachers in greece. *Themes in Science and Technology Education* 4/2, S. 75–88, 2011.

- [GCT19] Gurer, M. D.; Cetin, I.; Top, E.: Factors affecting students' attitudes toward computer programming. *Informatics in Education* 18/2, S. 281–296, 2019.
- [GI16] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II, Erarbeitet vom Arbeitskreis „Bildungsstandards SII“ – veröffentlicht als Beilage zur LOG IN 36 (2016) Heft 183/184, 2016.
- [HB99] Hu, L.-t.; Bentler, P. M.: Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 6/1, S. 1–55, 1999.
- [Ka20] Kaya, E.; Newley, A.; Yesilyurt, E.; Deniz, H.: Measuring computational thinking teaching efficacy beliefs of preservice elementary teachers. *Journal of College Science Teaching* 49/6, S. 55–64, 2020.
- [MK12] Moosbrugger, H.; Kelava, A.: Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [NSF99] Niederhauser, D. S.; Salem, D. J.; Fields, M.: Exploring teaching, learning, and instructional reform in an introductory technology course. *Journal of Technology and Teacher Education* 7/2, S. 153–172, 1999.
- [Pr17] Przybylla, M.; Henning, F.; Schreiber, C.; Romeike, R.: Teachers' Expectations and Experience in Physical Computing. In (Dagienė, V.; Hellas, A., Hrsg.): *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Bd. 10696. LNCS, Springer, Cham, S. 49–61, 2017.
- [Pr18] Przybylla, M.: *From Embedded Systems to Physical Computing: Challenges of the “Digital World” in Secondary Computer Science Education*, Doctoral Thesis, Universität Potsdam, 2018.
- [RP14] Reusser, K.; Pauli, C.: Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In (Terhart, E.; Bennewitz, H.; Rothland, M., Hrsg.): *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Waxmann, Münster und New York, S. 642–661, 2014.
- [Se17] Sentance, S.; Waite, J.; Yeomans, L.; MacLeod, E.: Teaching with Physical Computing Devices: The BBC Micro:Bit Initiative. In (Barendsen, E.; Hubwieser, P., Hrsg.): *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*. WiPSCE '17, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 87–96, 2017.
- [SS02] Staub, F. C.; Stern, E.: The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *J. Educ. Psychol.* 94/2, S. 344–355, 2002.
- [THH98] Tschannen-Moran, M.; Hoy, A. W.; Hoy, W. K.: Teacher Efficacy: Its Meaning and Measure. *Review of Educational Research* 68/2, S. 202–248, 1998.
- [Vo11] Voss, T.; Kleickmann, T.; Kunter, M.; Hachfeld, A.: Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. In (Kunter, M. e. a., Hrsg.): *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. Waxmann, Münster, S. 235–257, 2011.