

pädagogische hochschule schwyz

„COMPUTATIONAL THINKING“ AUF DER SEK-I STUFE FÖRDERN

Design-Based-Research Ansatz zur Konzipierung eines Online-(Weiterbildungs)angebots
für Lehrpersonen mit Unterrichtsmaterial für den Praxiseinsatz

Masterarbeit Fachdidaktik Medien und Informatik

vorgelegt von:

Barbara Amstalden Morard

Betreuer:

Prof. Dr. Ruedi Arnold

eingereicht am 31. Juli 2023

Abstract

Die heutige Lebenswelt ist von Technologien und Artefakten aus der Informatik durchdrungen. Damit Lehrpersonen und Schüler:innen den Auswirkungen der Digitalisierung jedoch nicht nur als passive Nutzer:innen gegenüberstehen, fordern Barkmin et al. (2020, S. 105) eine «fundierte informatische Bildung» für alle. Dadurch sollen alle befähigt werden, die digitale Welt zu verstehen und aktiv mitzugestalten. Um diesen Bildungsprozess zu unterstützen, verfolgt diese Masterarbeit den Ansatz, durch die Bereitstellung von konkreten Unterrichtsbeispielen und entsprechendem Begleitmaterial informatikferneren Fachlehrpersonen informatische Inhalte, Konzepte und Methoden für einen fächerübergreifenden Einsatz näherzubringen.

Als Design-Based-Research-Projekt angelegt, bewegt sich diese Arbeit innerhalb der einzelnen Phasen kontinuierlich zwischen einem Entwicklungs- und einem Forschungsschwerpunkt. Die untersuchten Schwerpunkte liegen dabei auf dem CT-Verständnis der befragten Experten:innen und Lehrpersonen, sowie auf einer Erhebung der aus Sicht der Befragungsgruppen relevanten Konzeptions- und Transferfaktoren. Mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse wurde daraus ein inhaltsorientierter Prototyp in Form eines Online-Angebots entwickelt. Als Forschungsprodukt konnten ebenfalls erste Hinweise auf eine günstige Zusammenstellung der Inhalte eruiert werden. Ausserdem wurden zwei Forschungsfragen sowie vier Annahmen im Verlauf des Forschungsprozesses untersucht und erörtert. Darüber hinaus zeigt sich eine Tendenz, dass eine gezielte Zusammenarbeit zwischen Informatik-Experten:innen mit Fachpersonen aus der Praxis förderlich für die Qualität in Bezug auf die fachspezifische Inhaltsauswahl ist.

Weiterführende Forschungsansätze zeigen sich entlang des gesamten Forschungsprozesses. Einerseits sind eine systematische Evaluation und Weiterentwicklung der exemplarischen Unterrichtsbeispiele bzw. des Online-Angebots naheliegend. Darüber hinaus bieten sich weitere Untersuchungen an, ob die Unterrichtsmaterialien auf einer Sammel-Plattform oder einer eigenständigen Webseite angeboten werden sollen. Andererseits eröffnen sich Forschungsperspektiven, welche sich weiter vom Ziel dieser Arbeit entfernen. Als Beispiel wird die Diskussion zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die spezifische Fachdidaktik von Fachbereichen ausserhalb der Informatik verwiesen.

Als Zusammenfassung kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse dieser Arbeit darauf hinweisen, dass spezifisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial auch als informelle Lerngelegenheit von Lehrpersonen zur Weiterentwicklung ihrer informatischen Professionskompetenzen genutzt werden kann.

Mein Dank gilt

meinem Mann Felix mit dem ich Wurzeln schlagen und meine Flügel ausbreiten kann

Dina und Riki, die meine Prioritäten zurechtgerückt haben

Mili, Zibou und Löwenherz, die mich immer wieder aufs Neue daran erinnern.

Mein weiterer Dank gilt

den Experten und der Expertin für ihre aufschlussreichen Ausführungen

*sowie den Lehrpersonen, die mit ihrer Zeit und ihrem Engagement diese Arbeit
unterstützt haben.*

Mein besonderer Dank gilt

Professor Dr. Ruedi Arnold,

der mich mit seinen feinsinnigen Fragen stets fordert, fördert und inspiriert.

Danke

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	I
DANKSAGUNG	II
INHALTSVERZEICHNIS.....	III
1 EINLEITUNG.....	1
2 THEORETISCHER HINTERGRUND.....	2
2.1 BEGRIFFSDEFINITION «COMPUTATIONAL THINKING»	2
2.2 FACHDIDAKTISCHE MODELLE UND LEHRPLANBEZUG	7
2.3 PROFESSIONSWISSEN VON LEHRPERSONEN IN DER DIGITALEN WELT	15
2.4 LEHRERWEITERBILDUNG MIT ONLINE-ANGEBOTEN.....	24
2.4.1 KONZEPTIONSFAKTOREN.....	29
2.4.2 TRANSFERFAKTOREN	35
3 FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN	39
3.1 EINBETTUNG IN PROJEKT «ALGORITHMISCHES DENKEN AUF DER SEK-I STUFE»	39
3.2 FRAGESTELLUNG.....	40
3.3 ANNAHMEN	42
4 METHODE	45
4.1 DESIGN-BASED-RESEARCH ANSATZ	45
4.1.1 PHASE 1: PRÄZISIERUNG DER FRAGESTELLUNG	48
4.1.2 PHASE 2A: KONZEPTION LEITFADENINTERVIEW & PRÄ-BEFragung.....	49
4.1.3 PHASE 2B: KONZEPTION DER UNTERRICHTSBEISPIELE.....	49
4.1.4 PHASE 3: KONZEPTIONSEVALUATION	56
4.1.5 PHASE 4: ERGEBNISSE UND REFLEXION.....	58
4.2 QUALITATIVE INHALTSANALYSE – PRÄ- UND POSTBEFRAGUNG	61

5	<u>ERGEBNISSE</u>	68
5.1	ERGEBNISSE AUS KONTEXTFRAGEN	68
5.2	VERSTÄNDNIS VOM BEGRIFF « <i>COMPUTATIONAL THINKING</i> »	71
5.3	KONZEPTIONSFAKTOREN	75
5.4	TRANSFERFAKTOREN	78
5.5	ERGEBNISSE ZU DEN ANNAHMEN	80
6	<u>DISKUSSION</u>	83
6.1	DISKUSSION DER FRAGESTELLUNGEN	83
6.2	DISKUSSION DER ANNAHMEN	87
6.3	DISKUSSION DER GÜTEKRITERIEN	91
6.4	DISKUSSION WEITERER ERGEBNISSE	92
7	<u>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK</u>	94
7.1	SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR THEORIE UND PRAXIS	94
7.2	LIMITATIONEN	95
7.3	FAZIT UND AUSBLICK	96
8	<u>TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	98
8.1	TABELLEN	98
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	98
9	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	100
	<u>ANHANG</u>	105
A	INTERVIEWLEITFADEN & PRÄ- UND POSTBEFRAGUNG	106
B	VERFAHRENSDOKUMENTATION	122
C	FINALER CODIERLEITFADEN	161
D	LINK ZUR MAXQDA-DATEI	169

1 Einleitung

„Computational thinking is a fundamental skill for everyone, not just for computer scientists. To reading, writing, and arithmetic, we should add computational thinking to every child’s analytical ability.“
(Wing, 2006, p. 33)

Die heutige Lebenswelt ist von Technologien und Artefakten aus der Informatik durchdrungen. Digitalisierung, Digitalität oder digitale Transformation treten als Schlagworte der aktuellen Zeit in verschiedenen Arbeits- und Lebensbereichen auf. Dabei geht es aber nicht einfach darum, bestehende Prozesse zu digitalisieren, sondern darum Prozesse digital neu zu denken. Oder wie es George Westerman¹, MIT Sloan Initiative für digitale Wirtschaft, ausdrückt: «Wenn man Digitalisierung richtig betreibt, wird aus einer Raupe ein Schmetterling. Wenn man es nicht richtig macht, hat man bestenfalls eine schnellere Raupe.» Lodi und Martini (2021) postulieren, dass die meisten Wissenschaften auf digitale Technologien zur Darstellung ihrer Konzepte und zur Verarbeitung von Informationen zurückgreifen. Informatikinhalte und -methoden erhalten dadurch einen allgemeinbildenden Charakter, welche gemäss Döbeli Honegger (2016) neben dem Bildungs- und Wissenschaftsbereich auch im Alltag genutzt werden können. Die Werkzeuge und Verfahren aus der Informatik unterstützen dabei den Problemlöseprozess, indem sich «Probleme strukturiert beschreiben, diskutieren und damit besser lösen lassen – auch ohne den Einsatz von Computern» (Döbeli Honegger, 2016, p. 94).

Für die Schulen geht es um die Frage, welche Bedeutung die technologischen Innovationen in der Bildung, für die Lehrpersonen und insbesondere für die Schülerinnen und Schüler haben und welcher Umgang damit gepflegt werden soll. Petko et al. (2018) setzen voraus, dass die digitale Transformation «einen Einfluss auf die Unterrichtsinhalte anderer Fächer haben [muss], da die Digitalisierung auch das Wissen, sowie die Werkzeuge und die Methoden aller Fachgebiete verändert» (Petko et al., 2018, S. 165). Damit Lehrpersonen und Schüler:innen diesem Einfluss nicht nur als passive Nutzer:innen unterliegen, sondern die digitale Welt aktiv mitgestalten können, fordern Barkmin et al. (2020, S. 105) eine «fundierte informatische Bildung» für alle. Um diesen Prozess zu unterstützen, verfolgt diese Masterarbeit den Ansatz, durch die Bereitstellung von konkreten Unterrichtsbeispielen und entsprechendem Begleitmaterial informatikferneren Fachlehrpersonen informatische Inhalte, Konzepte und Methoden näherzubringen. Im Speziellen geht es darum zu definieren, welche Inhalte und Strukturen die Lehrpersonen als hilfreich empfinden, um das eigene Wissen und Können mit Online-Material auch in einem eher fachfremden Themenbereich zu erweitern.

¹ <https://er.educause.edu/articles/2019/3/digital-transformation-a-caterpillar-or-a-butterfly#fnr4>

2 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird einerseits eine Definition des Begriffs *Computational Thinking* für diese Arbeit erstellt. Dann geht es in den weiteren Teilkapiteln darum, welche fachdidaktischen Modelle und Herangehensweisen die Auseinandersetzung mit Informatik in einem fächerübergreifenden Setting unterstützen. In den darauffolgenden Teilkapiteln werden ausserdem das Professionswissen und die Professionskompetenzen der Lehrpersonen erörtert. Als Abschluss erfolgt eine Auslegeordnung verschiedener eLearning-Weiterbildungsformate, Konzeptionsfaktoren für im Internet angebotenes Unterrichtsmaterial sowie Transfer- und Nutzungsmotivationsfaktoren.

2.1 Begriffsdefinition «Computational Thinking»

Der Begriff *Computational Thinking* (CT) erfährt in der Literatur eine unterschiedlich breite bzw. spezifische Auslegung und laut Denning und Tedre (2019, S. 160) hat es nie einen Konsens darüber gegeben, was CT *wirklich* sei. Die beiden Autoren führen weiterhin aus, dass es vermutlich auch nie einen vollständigen Konsens darüber geben werde, da jedes Jahrzehnt der modernen Computergeschichte eine andere Antwort auf die Frage nach dem Wesen des informatischen² Denkens finde. Darüber hinaus sorgen nach ihrer Ansicht die Fortschritte in der Informatik dafür, dass sich auch die Art des informatischen Denkens selbst ständig verändere. Deshalb soll «das Fehlen einer festen Definition als ein Zeichen für die Vitalität des Fachgebiets betrachtet» werden (Denning & Tedre, 2019, S. 160).

Dennoch gibt es bei den verschiedenen Definitionen Überschneidungen und Gemeinsamkeiten. Wing (2008, S. 3717) spricht bei CT von «a kind of analytical thinking». Damit meint sie eine fachgeprägte Denkweise, welche eine spezifische Sichtweise auf die Welt ermöglicht. Somit versteht Wing informatisches Denken als Herangehensweise, um Probleme zu lösen, Systeme zu entwerfen und menschliches Verhalten zu verstehen, indem man sich dabei auf grundlegende Konzepte der Informatik abstützt (Wing, 2008). Auch Denning und Tedre (2019) beschreiben Computational Thinking als mentale Fähigkeit. Diese kann gemäss den Autoren auf der einen Seite dazu genutzt werden, Programme zu entwickeln, wodurch der Mensch bestimmte Arbeiten an den Computer abtreten kann. Auf der anderen Seite sehen sie CT ebenso als Möglichkeit die Welt als einen Komplex von Informationsprozessen zu erklären und zu interpretieren (Denning & Tedre, 2019, S. 16). Lodi und Martini (2021, S. 896) stellen bei ihrer Literaturstudie über verschiedene CT-Verständnisse fest, dass die meisten Definitionen davon ausgehen, dass CT eine Denkweise oder ein Denkprozess für eine bestimmte Art der Problemlösung ist, so dass ein externer Agent zur Automatisierung der Ausführung der Aufgabe einbezogen werden kann. Oder wie Repenning et al.

² In dieser Arbeit werden die beiden Begriffe *Computational Thinking* und *informatisches Denken* synonym verwendet.

(2020, S. 600) es ausdrücken; «Computational Thinking bedeutet, ein Problem so zu formulieren, dass eine computer-gestützte Lösung vollzogen werden kann.»

Die Betrachtungsweise von CT als Problemlöseansatz für eine darauffolgende Automatisierung scheint so was wie der kleinste gemeinsame Nenner der verschiedenen Definitionen zu bilden. Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) halten fest, dass die Spannbreite an CT-Definitionen jedoch relativ gross wird, sobald die weiteren Kernelemente beschrieben werden sollen. Gemäss ihrer Auffassung reicht das Verständnis von CT als Denken in Algorithmen bis hin zu einem Verständnis von CT als allumfassendes Grundkonzept im Umgang mit der digitalen Welt und einem allgemeinbildenden Charakter (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020, S. 5). Grover und Pea (2018) raten jedoch von einer vereinfachten Sicht ab, Computational Thinking als «Denken wie ein Computer» zu betrachten, sondern plädieren dafür den Begriff CT als Ansatz «Denken wie ein:e <Domänen-Expert:in>» für die Anwendung von <domänenspezifischen> Denkweisen zu verstehen. «It's the problem-solving approaches commonly used by computer scientists that constitute computational thinking»³ (Grover & Pea, 2018, S. 22). Bei ihren Beobachtungen von Informatiker:innen beim Problemlösen stellten sie fest, dass diese wiederkehrende Konzepte und Praktiken einsetzen. Den Einbezug der Praktiken in den CT-Begriff begründen sie damit, dass damit die Verhaltensweisen eines Domänenexperten oder einer Domänenexpertin eines Bereichs beschrieben und sichtbar gemacht werden können (Grover & Pea, 2018). Diese Definition durch «Denken wie...» halten Horst et al. (2020) wiederum für problematisch und verkürzt, da sie Informatiker:innen als keine homogene Gruppe verstehen, welche in sich geschlossen und kongruent denkt. Überdies vertreten sie die Ansicht, dass Innovation und Kreativität vor allem erst dort entstehen, wo die Menschen ausserhalb ihres eigentlichen Fachgebiets bzw. ausserhalb ihrer Disziplin denken (Horst et al., 2020, S. 7).

Trotzt der zum Teil relativ weit auseinanderliegenden und unterschiedlichen Verständnisse zum Begriff Computational Thinking unternehmen Lodi und Martini (2021) einen Versuch einer breiteren Klassifizierung der CT-Elemente. Sie unterscheiden dazu die vier Bereiche *mentale Prozesse*, *Methoden*, *Praktiken* und *transversale Fähigkeiten* (Lodi & Martini, 2021, S. 896). Diese werden im Folgenden kurz erläutert.

Mentale Prozesse

Die mentalen Prozesse beinhalten Denk-Strategien, welche im Wesentlichen einen problemlösungsorientierten Fokus aufweisen. Darunter verstehen Lodi und Martini (2021) im Informatik-Kontext *algorithmisches und logisches Denken*, die Problemzerlegung und Modularisierung (*Dekomposition*), *Abstraktion*, *Mustererkennung* und verallgemeinernde Prozesse (*Generalisierung*). Grover und Pea (2018) zählen ausserdem die beiden Aspekte *Evaluation* und

³ «Es sind die Problemlösungsansätze, die von Informatiker:innen üblicherweise verwendet werden, die das computergestützte Denken ausmachen.»

Automation ebenfalls zu den Schlüsselkonzepten von Computational Thinking. Alle diese Teilkompetenzen werden von diversen anderen Autoren und Autorinnen ebenfalls aufgegriffen und in unterschiedlicher Zusammensetzung zur Definition von CT verwendet (vgl. Csizmadia et al., 2015; Meier, 2019; Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020; Wing, 2006).

Methoden

Als Methoden betrachten Lodi und Martini (2021) die Arbeitsweisen und operativen Ansätze, welche von Informatiker:innen häufig verwendet werden, um Prozesse zu automatisieren, zu parallelisieren, zu modellieren oder zu simulieren und um Datensammlungen, -analysen und -darstellungen zu erstellen, sowie all diese Prozess zu analysieren und zu bewerten. Schliesslich zählen sie ebenfalls das Programmieren an sich zu den Methoden (Lodi & Martini, 2021).

Praktiken

Bei der Implementierung von Lösungen können typische Praktiken auf der Grundlage von Computer-Anwendungen, wie beispielsweise das Wiederverwenden und Remixen von bereits vorhandenen Lösungen, eingesetzt werden (Lodi & Martini, 2021). Verschiedene weitere Elemente wie das *Design* und die *Kreation von informatischen Artefakten* z.B. durch Basteln oder Experimentieren, einer schrittweisen Weiterentwicklung (*inkrementelle und iterative Entwicklung*) oder das systematische Testen und Fehlerverbessern (*Debugging*) zählen neben Lodi und Martini (2021, S. 896) auch Grover und Pea (2018, S. 35) zu den CT-Praktiken. Darüber hinaus nennen Grover und Pea (2018) als weiteres Element von CT-Kompetenzen die *Kollaboration* und *Kreativität* als Teil der weitergefassten 21st Century Skills.

Eine gewisse Verwandtschaft zu den beschriebenen Praktiken zeigt sich ebenso in der Makerspace-Bewegung. Heinzl et al. (2020, S. 37) sehen das Besondere an Makerspaces, «dass sie ein, oft spielerisches, experimentelles Lernen durch Tun ermöglichen und das wechselseitige mit- und voneinander Lernen der Nutzerinnen und Nutzer fördern». Weil Makerspaces als Erweiterung des Lern- und Lehrspaces, besonders im Zusammenhang mit technologiebasiertem und kollaborativem Lernen betrachtet werden können, wird der Bewegung gemäss dem Autorenteam gerade im Zuge der Digitalisierung eine tragende Rolle in der Bildung zugesprochen (Heinzl et al., 2020). Laut Lange et al. (2020, S. 28) fördern Makerspaces die drei Lernarten *individuelles und kognitives Lernen*, das *Lernen durch Machen* und das *soziale und kollaborative Lernen*. Darüber hinaus sehen Horst et al. (2020) Makerspaces als Chance CT-Fähigkeiten schülergeleitet und durch die Interaktion zwischen menschlichen und technologischen Akteuren zu fördern, statt wie bis Anhin vorwiegend durch strukturierte Lernaktivitäten in Verbindung mit Programmieren.

Transversale Fähigkeiten

Als letzten der vier Bereiche führen Lodi und Martini (2021) an, dass allgemeine Sicht- und Handlungsweisen durch das Denken wie ein:e Informatiker:in gefördert werden können und CT damit eine nützliche Lebenskompetenz darstelle. Zu den transversalen Fähigkeiten zählen sie Kompetenzen wie *Entwerfen und Gestalten, Kommunizieren und Zusammenarbeiten, (Meta)Reflexionen, Lernen, die Welt informatisch verstehen, Toleranz gegenüber Mehrdeutigkeit und Ausdauer beim Umgang mit komplexen Problemen* (Lodi & Martini, 2021, S. 896). Einige dieser Elemente finden sich auch im Lehrplan 21 als Teil der überfachlichen Kompetenzen.

Einen etwas anderen Zugang wählen Komm et al. (2022), indem sie in ihrem Projekt «Algorithmisches Denken in der Primarschule» den Begriff CT nicht im Sinne der im deutschsprachigen Raum häufigen Übersetzung *informatisches Denken* verwenden, sondern ihn synonym zu *algorithmischem Denken* einsetzen. Sie betonen damit ihren Fokus auf die Entwicklung eines Algorithmus zum automatisierten Lösen von Problemen. In der Folge leiten sie daher acht Kernelemente des algorithmischen Denkens bzw. CTs entlang der benötigten Fähigkeiten für einen Problemlösevorgang ab: *Abstraktion, Generalisierung, Algorithmen Design, präzise Kommunikation, Evaluation, Informationsdarstellung, iterative Verbesserung und Problemzerlegung* (Komm et al., 2022, S. 12ff). Diese Elemente stellen an sich keine eigenständige Neudefinition von CT dar und lassen sich auch problemlos in den vier Bereichen von Lodi und Martini eingliedern. Vielmehr verdeutlichen Komm et al. (2022) durch die Auswahl der Elemente ihre spezifische Perspektive und setzen dadurch einen Schwerpunkt für ihre Herangehensweise:

«Das Ziel ist es, den fächerübergreifenden und nachhaltigen Aufbau von Problemlösekompetenzen zu unterstützen. Es sei noch einmal betont, dass es hierbei nicht darum geht, «wie ein Computer zu denken» oder die Schülerinnen und Schüler gar «zu Computern zu machen». Das Gegenteil ist der Fall: Die Kreativität soll gefördert werden; es besteht eine klare Trennung zwischen der intellektuell stimulierenden Arbeit in der Klasse und mechanischer Arbeit, die an den Computer delegiert wird» (Komm et al., 2022, S. 15).

Laut Arnold et al. (2022) dient «Algorithmisches Denken in der Primarstufe» als Vorläufer zum Projekt «Algorithmisches Denken in der Sekundarstufe I» in dessen Rahmen diese Masterarbeit verortet ist. Da wäre es naheliegend, sich ebenfalls der gleichen Definition von Computational Thinking wie Komm et al. (2022) zu bedienen. Stattdessen wird für diese Arbeit ein Ansatz aus dem NMG-Unterricht des Lehrplans 21 gewählt und mit dem CT-Verständnis nach Csizmadia et al. (2015) in Verbindung gebracht.

Der Lehrplan 21 umfasst fachspezifische, wie auch überfachliche Kompetenzen. Die fachlichen Kompetenzen beziehen sich dabei auf spezifisches Fachwissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten eines bestimmten Fachgebiets. Die überfachlichen Kompetenzen hingegen umfassen Fähigkeiten, die für das Lernen in- und ausserhalb der Schule von Bedeutung sind. Zur Entwicklung dieser personalen,

sozialen und methodischen Kompetenzen sollen alle Fachbereiche ihre spezifischen Inhalte, Zugänge, Methoden und Perspektiven auf die Welt mit einbringen. Dadurch wird anhand unterschiedlicher Lerngegenständen und Problemlösungen eine vertiefte Auseinandersetzung mit Fachinhalten angestrebt, so dass ein Erwerb von Wissen, Erfahrungen und Methoden jedoch auch auf neue Lernzusammenhänge übertragen werden kann und somit über den Fachinhalt hinausführt (D-EDK, 2016). In diesem Projekt liegt der Fokus darauf, CT-Kompetenzen besonders in überfachlichen Settings zu fördern. Da würde es naheliegen, CT einfach als allgemeine Problemlösekompetenz mit Fokus auf das Digitale zu definieren. Laut Horst et al. (2020) beinhaltet das Konstrukt Computational Thinking denn auch viele Merkmale, welche ebenso für andere fachspezifischen Denkweisen von Bedeutung sind. Lodi und Martini (2021) weisen ebenfalls darauf hin, dass bei einer domänenspezifischen Vorgehensweise zur Problemlösung jeweils die fachspezifische Wissensbasis, einige stark fachorientierte Aspekte wie Strategien und Überzeugungen, sowie domänenübergreifende Aspekte zum Einsatz kommen. Gleichzeitig heben sie jedoch hervor, dass Computational Thinking dennoch nicht als *Schweizer Taschenmesser* des wissenschaftlichen oder sogar des menschlichen Denkens aufzufassen sei. Sie betonen daher die Wichtigkeit, CT-Elemente immer im spezifischen CT-Kontext zu betrachten, damit die Merkmale der Informatik erkennbar und von anderen Fachbereichen abgrenzbar bleiben (Lodi & Martini, 2021). Die Betrachtungsweise von CT als fachspezifische Perspektive, welche bei der Anwendung zur Problemlösung auch in anderen Fachbereichen ausserhalb der Informatik beibehalten wird, bildet somit das erste Element der CT-Definition dieser Arbeit.

Als zweites Element dient eine im Lehrplan bereits etablierte Klassifizierung des Fachbereichs NMG, wie dies auch Regez et al. (2022) für ihren Perspektivrahmen Medien und Informatik herleiten und anwenden. Im Primarschulfach *Natur, Mensch, Gesellschaft* (NMG) werden die Kompetenzbereiche und Kompetenzen «ausgehend von thematischinhaltlichen Gesichtspunkten gebildet und mit ausgewählten Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen verbunden» (D-EDK, 2016, S. 262). Diese Aufteilung wiederum lässt sich gut mit den Computational Thinking Elementen von Lodi und Martini (2021) kombinieren. Dabei entstehen folgende Zuordnungen:

- Denkweise (LP 21) – Mentale Prozesse (Lodi / Martini)
- Arbeitsweisen (LP21) – Methoden (Lodi / Martini)
- Handlungsweisen (LP21) – Praktiken (Lodi / Martini)

Die transversalen Fähigkeiten entsprechen wie bereits erwähnt in etwa den allgemeinen überfachlichen Kompetenzen. Diese werden in der hier verwendeten Definition von CT jedoch ausgeklammert, um so das Begriffsverständnis stärker an der fachspezifischen Informatik-Perspektive, den Informatik-Inhalten und -Fertigkeiten zu orientieren. Csizmadia et al. (2015) haben zur Beschreibung von CT-Kompetenzen inhaltlich sehr ähnliche drei Kategorien erstellt, verwenden

jedoch etwas andere Begrifflichkeiten zur Benennung der Denk- (=Konzepte), der Arbeits- (=Techniken) und der Handlungsweise (=praktische Ansätze). Ihre CT-Definition ist Bestandteil eines Leitfadens für Lehrpersonen und dient in England als Unterstützung zur Integration von CT-Inhalten und Praktiken im Unterricht (Csizmadia et al., 2015). Aufgrund der bereits eingeschlagenen Ausrichtung mit Lehrpersonen als Zielpublikum und der inhaltlichen Nähe zur Definition von Lodi und Martini bildet die Definition von CT nach Csizmadia et al. zusammen mit dem Fokus der fachspezifischen Perspektive eine passende Grundlage zur Beschreibung des CT-Verständnisses in dieser Arbeit:

Computational Thinking bezeichnet die informatikgeprägte Problemlösekompetenz, welche spezifische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der Informatik zur (allgemeinen) Problemlösung nutzt und damit als fachübergreifende Brücke zwischen Informatik und fachspezifischen Inhalten anderer Fachbereiche fungiert.

Die Präzisierung der CT-Elemente innerhalb der drei Kategorien erfolgt in Anlehnung an die Beschreibung durch Csizmadia et al. (2015) und ist in der folgenden Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt:

Denkweise	Handlungsweise	Arbeitsweise
logisches Denken <i>voraussagen und analysieren</i>	Tinkering <i>Experimentieren & Spielen</i>	Analyse <i>Problem definieren, zerlegen, vereinfachen</i>
Algorithmen <i>schrittweises Vorgehen und Regeln</i>	Creating <i>Design, Making & Kreativität</i>	Design <i>Funktion, Ablauf, Konzeption des Tools</i>
Dekomposition <i>in kleinere sinnvolle Einheiten aufteilen</i>	Debugging <i>Fehler suchen, verbessern</i>	Coding <i>Informatik-Tool programmieren</i>
Generalisierung <i>Muster erkennen, Ähnlichkeiten finden</i>	Persevering <i>Ausdauer / dran bleiben</i>	Anwendung <i>Informatik-Tool im Kontext einsetzen</i>
Abstraktion & Repräsentation <i>Komplexität reduzieren, Informationen darstellen</i>	Collaborating <i>Zusammenarbeiten</i>	Reflexion <i>Ergebnisse iterativ & inkrementell optimieren</i>
Evaluation <i>Ergebnisse beurteilen</i>		

Tabelle 1: CT-Elemente in Anlehnung an CT-Definition nach Csizmadia et al. (2015), eigene Darstellung

2.2 Fachdidaktische Modelle und Lehrplanbezug

In diesem Teilkapitel steht die Frage nach der Bedeutung von Computational Thinking aus der fachdidaktischen Perspektive und der Verortung des Konzepts im Schweizer Lehrplan 21 im Zentrum. Eickelmann et al. (2019, S. 368) identifizieren nach dem Vergleich diverser Herangehensweisen, in unterschiedlichen Ländern und Bildungssystemen drei Ansätze zur curricularen Verankerung von Computational Thinking:

- *als fächerübergreifender Kompetenzbereich*
- *als Teil des Informatikunterrichts*

- als eigenständiger Fach- bzw. Lernbereich

Im Lehrplan 21 ist der Begriff Computational Thinking an keiner Stelle explizit erwähnt und stellt auch keinen eigenständigen Fach- oder Lernbereich dar. Dennoch vertreten Reppenning et al. (2020) die Ansicht, dass die Lehrplankompetenzen im Fachbereich Medien und Informatik durchaus kompatibel mit den Zielen von CT vereinbar seien. Dies spricht für die Betrachtung von Computational Thinking als integrativen Teil der Medien- und Informatikbildung. Unter der Annahme, dass Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der Informatik als Ausdruck von Computational Thinking betrachtet werden können, bietet im Weiteren auch der **Perspektivrahmen Medien und Informatik** (MI) von Regez et al. (2022) einen didaktischen, fachintegrativen Ansatz für die Entwicklung und Anwendung von CT-Kompetenzen. Regez et al. konstatieren jedoch, dass historisch betrachtet, die beiden Fachbereiche Medien und Informatik eigene Disziplinen, mit eigenen fachwissenschaftlichen Inhalten, Methoden und Wissenszugängen darstellen. Mit dem Perspektivrahmen MI versuchen sie deshalb «sowohl die fachspezifischen Eigenheiten wie auch die fächerübergreifenden Gemeinsamkeiten der Bereiche» zu berücksichtigen, um sich so der Grundidee einer gemeinsamen Fachdidaktik anzunähern (Regez et al., 2022, S. 475). In der Tabelle 2 sind die perspektivenbezogenen und perspektivenvernetzenden Inhalte und Prozesse zusammengefasst dargestellt. Die Prozessdimension beinhaltet gemäss dem Autorenteam in Anlehnung an die prozedurale Beschreibung des Sachunterrichts fachspezifische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen. Regez et al. (2022) weisen in ihren Ausführungen darauf hin, dass die Themenauswahl zwar unter Berücksichtigung der aktuellen Fachliteratur getroffen wurde und aus ihrer Sicht damit aktuelle und relevante Inhalte der Fachbereiche abgedeckt, die Auswahl jedoch nicht als statisch oder abgeschlossen betrachtet werden dürfe.

	Perspektivenbezogener Fachbereich Medien	Perspektivenvernetzender Bereich MI	Perspektivenbezogener Fachbereich Informatik
Inhaltsdimension	Systeme und Strukturen <i>Rechtliche, politische, ökonomische und systematische Aspekte von Medien</i>	Gesellschaftlich-kulturelle Wechselwirkungen vor dem Hintergrund der Medialisierung und des digitalen Wandels	Algorithmen und Programme
	Akteure und Prozesse <i>Themen wie z.B. Werbung, Journalismus, politische Kommunikation ...</i>	Funktionsweisen informatischer und medialer Systeme	Daten und Datenstrukturen
	Medien und Inhalte <i>Gattungen, Formate und Inhalte von Medien</i>	Weitere Inhalte <i>Fächerübergreifende Phänomene, Nachhaltige Entwicklung, Digital Equality</i>	Informatiksysteme und Rechnernetze
	Nutzung, Wirkung und Rezeption von Medien		Informatik und Gesellschaft <i>Reflexive Betrachtung der Wechselwirkung von Informatik zu Individuen und Gesellschaft</i>
Prozessdimension	Moderieren und produzieren	Antizipieren, handeln, reflektieren	Analysieren und verschlüsseln

Tabelle 2: Inhalte und Prozesse im Perspektivrahmen Medien und Informatik nach Regez et al. (2022), eigene Darstellung

Die Anwendungskompetenzen klammern Regez et al. (2022) hingegen bewusst aus, da sie die Auffassung vertreten, dass diese in den verschiedenen Fächern integriert werden müssen. Dabei betonen sie, «dass ein fächerübergreifender Kompetenzaufbau nur gelingt, wenn eine Integration von digitalen Kompetenzen in die Fachbereiche und den entsprechenden Fachdidaktiken in Zusammenarbeit mit den Fachpersonen dieser Fachbereiche entworfen wird» (Regez et al., 2022, S. 475). Somit lässt sich der Perspektivrahmen Medien und Informatik ebenfalls im Teilbereich des Informatikunterrichts verorten, wenngleich auch ein fächerübergreifender Ansatz mindestens in Bezug auf die Mediendidaktik und -bildung besteht.

Als Ausgangslage für eine ausführlichere Betrachtung der fächerübergreifenden Perspektive zum Umgang mit digitalen Phänomenen dient das **Dagstuhl-Dreieck** der Gesellschaft für Informatik (2016). Es besagt, dass Phänomene, Gegenstände und Situationen aus der digitalen vernetzten Welt aus drei Perspektiven betrachtet werden können und dabei ein umfassendes Bild davon entsteht (vgl. Abb. 1). Die Betrachtung der Erscheinungsformen der Digitalisierung aus drei verschiedenen Perspektiven soll zu einer fundierten und nachhaltigen Bildung beitragen. Dazu müssen gemäss GI die Schülerinnen und Schüler befähigt werden, digitale Systeme «zu verstehen, zu erklären, im Hinblick auf Wechselwirkungen mit dem Individuum und der Gesellschaft zu bewerten sowie ihre Einflussmöglichkeiten zu sehen und nicht nur ihre Nutzungsmöglichkeiten zu kennen.» (Gesellschaft für Informatik e.V., 2016, S. 2)

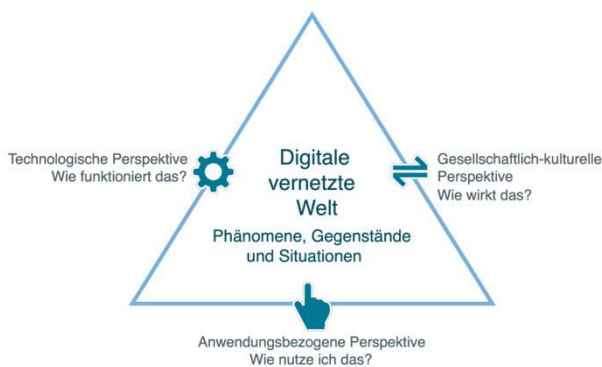


Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck (Gesellschaft für Informatik e. V., 2016)

Die **technologische Perspektive** beschäftigt sich vereinfacht gesagt mit der Frage *Wie funktioniert das?*. Dahinter liegt eine fachwissenschaftliche Auseinandersetzung mit fundamentalen Konzepten der Informatik, Wirkprinzipien und Funktionsweisen digitaler Systeme, ergänzt durch grundlegende Problemlösestrategien und -methoden, zur Schaffung von Hintergrundwissen und Möglichkeiten zur Mitgestaltung der digital geprägten Welt. Bei der **gesellschaftlich-**

kulturellen Perspektive steht die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der digital vernetzten Welt auf das Individuum und die Gesellschaft im Zentrum. Die Kernfrage *wie wirkt das?* kann dabei als Ausgangslage zur Entwicklung persönlicher Standpunkte und somit zur Grundlage einer aktiven Gestaltung der digitalen Kultur und Kultivierung dienen. Als dritter Aspekt des Dagstuhl-Dreiecks wird die **anwendungsbezogene Perspektive** aufgeführt. Diese beinhaltet neben der effektiven und effizienten Nutzung und der sicheren Handhabung digitaler Systeme und Artefakte ebenso die Reflexion darüber, welche Funktionen und Möglichkeiten gängige Werkzeuge bieten und wie diese optimal im jeweiligen Anwendungsbereich zur Umsetzung der gesetzten Ziele eingesetzt werden

können (Gesellschaft für Informatik e.V., 2016, S. 3). Döbeli Honegger (2021) beschreibt den Bezug zwischen den Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks und dem Lehrplan 21 folgendermassen:

«Obwohl nicht komplett deckungsgleich, entsprechen die Informatikkompetenzen des Lehrplans 21 der technologischen Perspektive des Dagstuhl-Dreiecks, die Medienbildungskompetenzen der gesellschaftlich-kulturellen Perspektive und die Anwendungskompetenzen der anwendungsorientierten Perspektive» (Döbeli Honegger, 2021, S. 418).

Daraus lässt sich ableiten, dass sich das Dagstuhl-Dreieck dazu verwenden lässt, im fachspezifischen MI- als auch im interdisziplinär konzipierten Unterricht eine Möglichkeit zu eröffnen, phänomenbasiert fachspezifische Inhalte mit Auswirkungen und Erscheinungsformen der digitalen Transformation in Verbindung zu bringen und so die Schülerinnen und Schüler zu befähigen sich partizipativ an der digitalen Welt und an deren (Weiter)Entwicklung zu teilzuhaben. Dabei kann die Auseinandersetzung mit der technologischen Ebene anhand von «Computational Thinking»-Kompetenzen geleitet stattfinden bzw. durch die in CT zusammengefassten Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der Informatik unterstützt werden.

Ein weiteres Didaktik-Modell stellt das TPA-Modell von Meier (2019) dar. Dieses enthält eine explizite Verknüpfung zu Computational Thinking und versteht sich als Hilfestellung für Lehrpersonen, um grundlegende Begrifflichkeiten der Informatik korrekt zu verorten und einen Überblick zu vermitteln. Mit dem **Thinking-Processing-Action-Modell** (TPA) können laut Meier (2019, S. 265) «die grundlegenden Arbeitsschritte beim Lösen eines Problems aus dem Alltag bis hin zum Verwirklichen in einem physikalischen Modell wie einem Roboter oder Microboard» sichtbar und erlebbar nachvollzogen werden (vgl. Abb. 2).

Der Schwerpunkt des ersten Schritts *Thinking* liegt auf der Analyse, sowie der Aufbereitung und dem Modellieren eines Alltagsproblems, so dass es anschliessend von einem Computer bearbeitet bzw. gelöst werden kann. Diesen Denkprozess setzt Meier in Verbindung mit «Computational Thinking». Er bezieht sich beim Verständnis des Begriffs

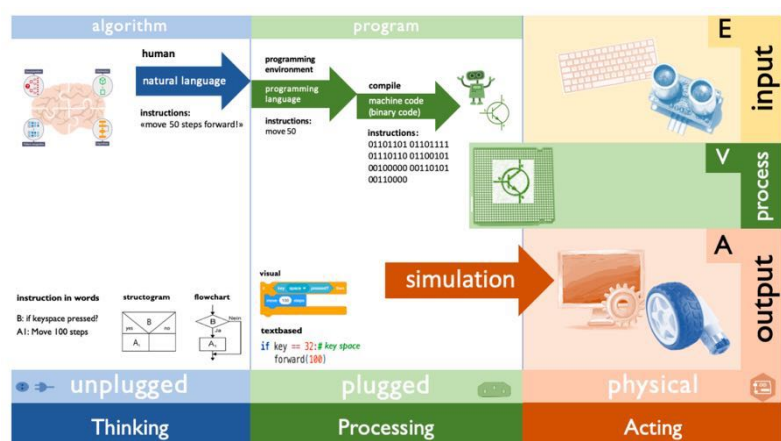


Abbildung 2: TPA-Modell für didaktische Umsetzung von CT im Unterricht nach Meier (2019)

auf das CT-Modell der BBC, welches unter anderem auch von Google im Education Programm verwendet wird. Das Modell basiert auf den vier Begriffen *Decomposition*, *Pattern Recognition*, *Abstraction* und *Algorithmen* (Meier, 2019, S. 266). Die Ergebnisse des Denkprozesses führen dann in einem zweiten Schritt zur Entwicklung eines Algorithmus, welcher anschliessend mittels visueller

oder textbasierter Programmiersprache in ein ausführbares Programm überführt wird (*Processing*). In diesem Prozessabschnitt hebt Meier (2019) den Unterschied zwischen Arbeitsschritten ohne Computer-unterstützung (unplugged) und solchen mit computergestützten Prozessen (plugged) hervor. Im Weiteren verweist er auf die zusätzlich eingeführten Ebenen der Kommunikation (Weg von der natürlichen, menschlichen über die formale Programmiersprache hin zu Anweisungen in Maschinensprache) und der Technik, welche das Zusammenspiel von Software und Hardware zeigen. Im dritten Schritt (*Acting*) wird das Programm in einem physikalischen Modell umgesetzt, so dass anhand der Ausführung nach dem EVA-Prinzip⁴ geprüft werden kann, ob das ursprüngliche Problem mit der umgesetzten Lösung auch tatsächlich gelöst wird (Meier, 2019).

Die Beschreibung des **iterativen Prozesses einer computer-gestützten Problemlösung** durch Repenning et al. (2020) weist eine grosse Ähnlichkeit zum TPA-Modell von Meier (2019) auf. Der Prozess beinhaltet ebenfalls drei Phasen, welche zuerst einen Denkprozess, gefolgt von einer Umsetzung eines Lösungswegs und dessen anschliessender Evaluation beinhalten. Die Benennung und die konkreten Inhalte der einzelnen Phasen führen Repenning et al. (2020) auf die CT-Definition nach Jeanette Wing zurück. In der ersten Phase *Abstraktion* geht es darum nach einer Problemanalyse eine möglichst präzise Fragestellung zu formulieren. In der zweiten Phase *Automation* wird eine exakte, eindeutige Repräsentation eines Lösungswegs entwickelt und als Kombination von Texten und Diagrammen oder als Computerprogramm dargestellt. Die beiden Phasen werden durch die dritte Phase *Analyse* abgerundet und auf ihre Qualität hin überprüft. Dazu wird der Lösungsweg ausgeführt und anschliessend bewertet. In der Folge kann der Prozess mehrfach durchlaufen und stetig weiterentwickelt werden (iterative Verbesserung), bis eine zufriedenstellende Lösung für die ursprüngliche Problemstellung vorliegt (Repenning et al., 2020).

Der Einsatz des TPA-Modells nach Meier (2019) sowie der iterative Prozess zur Problembearbeitung nach Repenning et al. (2020) sind dabei nicht ausschliesslich im Informatikunterricht anwendbar, sondern lassen sich bei verschiedenen problembasierten, projektartigen Aufgaben ebenso gut fachübergreifend einsetzen. Damit hängt es von der Zielsetzung und dem Einsatzkontext ab, ob ein Modell eher einen informatikintegrierten oder eher einen fächerübergreifenden Ansatz verfolgt.

Eine weitere Vorgehensweise zur Förderung von Computational Thinking im Unterricht präsentieren Peel et al. (2022) in Form des **Computational Thinking through Algorithmic Explanations** bzw. des CT-AE-Ansatzes. Bei diesem Unterrichtsansatz nutzen Schülerinnen und Schüler Computational Thinking, um durch Algorithmen⁵ komplexe wissenschaftliche Prozesse anderer Fachrichtungen zu verstehen und zu lernen. Dabei verlagert sich das Verständnis von CT als

⁴ EVA: «Eingabe mit Tastatur oder Sensor, deren Verarbeitung in einem Prozessor sowie die Ausgabe auf einem Bildschirm bzw. einem Aktor.» (Meier, 2019, S. 270)

⁵ In diesem Zusammenhang werden damit algorithmische Erklärungen bezeichnet, die nicht bereits als ausführbares Computer-Programm, also in einer unplugged Version vorliegen. Damit wird der Fokus auf den Denkprozess gelegt.

technologieabhängige Anwendung hin zu CT als einer wissenschaftlichen und sinnstiftenden Lernanwendung. Peel et al. (2022, S. 430) argumentieren, dass «the combination of sense-making about science through CT makes the integration of CT into science classrooms more approachable to teachers.»⁶ Beim CT-AE-Ansatz stehen die beiden Dimensionen *Algorithmenkonzepte* und *CT-Praktiken* und deren Anwendung durch die Schülerinnen und Schüler im Vordergrund. Zu den algorithmischen Konzepten im CT-AE-Modell zählen Peel et al. (2022) *Verzweigungen* (bedingte Wenn/Dann/Sonst-Anweisungen), *Iteration* (Schleifen, sich wiederholende Schritte), *Methoden* (gekapselte Schritt-Folgen) und *Variablen* (veränderliche Werte). Als CT-Praktiken bezeichnen sie Handlungen oder Dinge, welche bei der Erstellung von Algorithmen und anderen «Computational Thinking»-Aktivitäten ausgeführt werden. Entgegen den bisher betrachteten CT-Definitionen subsumieren Peel et al. das schrittweise Sequenzieren, die Abstraktion von Informationen, einer Generalisierung, der Mustererkennung und Dekomposition, sowie der Evaluation von Algorithmen anstatt unter dem Label *mentale Prozesse* bzw. *Denkweisen* wie bei den bisher vorgestellten Modellen unter dem Begriff *CT-Praktiken*. Gemäss ihren Ausführungen wenden Schülerinnen und Schüler beim Erstellen von algorithmischen Erklärungen CT-Praktiken an, indem sie Algorithmenkonzepte einsetzen. Umgekehrt weist eine korrekte Verwendung der algorithmischen Konzepte darauf hin, dass die Schüler:innen CT-Praktiken anwenden könnten (Peel et al., 2022, S. 430).

Der CT-AE-Ansatz eröffnet gemäss Peel et al. (2022) ausserdem neue Wege für die Erforschung der Integration und Bewertung von CT. Indem die Aktivitäten im unplugged Bereich bleiben, wird dadurch der Fokus etwas weg vom Programmieren gelenkt. Das wiederum sieht das Autorenteam gerade als das Potenzial dieses Unterrichtsansatzes, da so viele Hindernisse für die Integration von Informatik in die Naturwissenschaften beseitigt würden. So tragen unplugged CT-Ansätze zur weiteren Senkung der Schwelle und des Zeitaufwands für Lehrpersonen bei, ermöglichen gleichzeitig jedoch substantielle Lernerfahrungen für die Schülerinnen und Schüler (Peel et al., 2022).

Frederking und Romeike (2022) propagieren eine andere Herangehensweise zur Integration von digitalen Inhalten und Kompetenzen im Fachunterricht. Sie stellen dabei den Fachzugang ins Zentrum, da Lehrpersonen nach ihrer Ansicht in erster Linie als Fachpersonen zu betrachten seien, welche fachliche Anforderungen entsprechend ihrem professionellen Selbstverständnis an die erste Stelle setzen und die Integration des Digitalen nachgelagert betrachten würden (Frederking & Romeike, 2022, S. 12). Dies führt auch dazu, dass Lehrpersonen das Digitale oftmals als einen zusätzlichen Anspruch an sich und nicht als «eine andere mediale Option zur Gestaltung fachlichen Lehrens und Lernens und zur Anbahnung fachlicher Kompetenzen [...] im Zeichen der Digitalisierung» (Frederking & Romeike, 2022, S. 13) ansehen. In diesem Zusammenhang müsste

⁶ «die Kombination von wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung durch CT die Integration von CT in den naturwissenschaftlichen Unterricht für LehrerInnen leichter zugänglich macht.»

der Einsatz von «Computational Thinking»-Kompetenzen als Hilfestellung für Lehrpersonen, um die fachspezifischen digitalen Kompetenzen zu fördern, verstanden werden. Mit der Leitfrage «Wo und wann und wie kann ich fachliche Kompetenzen auch oder sogar besser digital fördern?» (Frederking & Romeike, 2022, S. 13) könnten somit die Lehrpersonen dabei unterstützt werden, charakteristischen fachlichen Ausprägungen digitaler Kompetenzen bei ihren Schülerinnen und Schülern durch den Einsatz von CT im Fachunterricht zu thematisieren und zu fördern.

Wie anhand der verschiedenen fachdidaktischen Ansätze erkennbar wird, bewegt sich Computational Thinking in Bezug auf den Lehrplan 21 generell im Spannungsfeld einer fachspezifischen als auch einer überfachlichen Perspektive. Je nach Fachbereich, Thema, Zielsetzung und Kontext ist einmal eher eine ganzheitliche Betrachtungsweise, wie es das Dagstuhl-Dreieck vorschlägt, zielführend, ein anderes Mal unterstützt eher ein computergestütztes Problemlöse-Verfahren wie im TPA-Modell die Schülerinnen und Schüler bei der fachlichen Kompetenzentwicklung anhand von CT-Anwendungen. Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) unterscheiden deshalb drei Ebenen, wie Computational Thinking je nach didaktischem Kontext eingesetzt werden kann. Sie gehen davon aus, dass beim Fokus *Coding* das Programmieren und die Softwareentwicklung im Zentrum stehen und dadurch die Elemente Mustererkennung und die Entwicklung von Algorithmen «stark algorithmisch und programmiertechnisch geprägt» werden (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020, S. 20). Beispiele für diesen Fokus stellen das TPA-Modell nach Meier (2019) oder der iterative Prozess nach Repenning et al. (2020) dar.

Bei der Ebene *informatische Bildung* unterstützt CT die handlungsorientierte Bearbeitung komplexer Aufgaben, die einen Bezug zu Informatiksystemen aufweisen. Dabei bleibt der Fokus laut Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) auf dem Erwerb technisch fokussierter Informatikkenntnisse, wie sie von verschiedenen Organisationen für die Bildung vorgeschlagen würden, stehen. Zum Rahmenprogramm zählen gemäss CSTA⁷ und ISTE⁸ neun zentrale Kernkonzepte und -Kompetenzen zur Definierung von Computational Thinking: *Datenerfassung, Datenanalyse, Datendarstellung, Problemzerlegung, Abstraktion, Algorithmen und Verfahren, Automatisierung, Parallelisierung* und *Simulation* (Yadav et al., 2017). Das in manchen didaktischen Settings propagierte separate Einüben einzelner Kompetenzen hingegen bemängeln Steiner und Himpsl-Gutermann (2020). Sie weisen darauf hin, dass die eigenständige Schulung einzelner Kompetenzen zwar eine gewisse Berechtigung haben könne, «aber dem Anspruch des Modells als prozessorientierte Problemerschliessung [damit] nicht gerecht» werde (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020, S. 20).

Den Einsatz im multiperspektivischen Kontext betrachten Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) als dritte Ebene der CT-Integration und bezeichnen es als *Bildung in der digital vernetzten Welt*. Die

⁷ Computer Science Teachers Association; <https://www.csteachers.org/>

⁸ International Society for Technology in Education; <https://www.iste.org/>

Schülerinnen und Schüler erschliessend sich mit Hilfe von Computational Thinking bzw. anhand digitaler Artefakte die komplexen Probleme der digitalen Welt durch eine ganzheitliche Betrachtungsweise nicht nur problem-, sondern verstärkt phänomenorientiert (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020). Diese Herangehensweise deckt sich wiederum mit den Intentionen des Dagstuhl-Dreiecks.

Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) unterstreichen auf der einen Seite die Relevanz des didaktischen Kontexts für die konkrete Ausgestaltung der CT-Integration in den Unterricht. Gleichzeitig konstatieren sie andererseits, dass die Einstellung und Motivation einer Lehrperson gegenüber didaktischen Prinzipien und der Umstand, dass abhängig von individuellen Präferenzen gewisse didaktische Modelle bevorzugt eingesetzt werden, den Lernkontext des Unterrichts wesentlich prägen und damit auch die didaktischen Prozesse und Handlungen auf Seiten der Lernenden bedeutsam beeinflussen (Steiner & Himpsl-Gutermann, 2020).

Das Ziel dieser Arbeit ist die Verbreitung von Computational Thinking als fachspezifische Kompetenz angewandt in einem überfachlichen Kontext. Dabei könnte einerseits die Einnahme einer *Fachinhalt zuerst-Haltung*, wie sie Frederking und Romeike (2022) in ihrem Ansatz *fachliche Kompetenzen digital fördern* propagieren, dabei helfen, Lehrpersonen als «aktive Mitgestalterinnen und Mitgestalter der digitalen Transformation im Unterrichtsprozess» (Frederking & Romeike, 2022, S. 13) zu gewinnen. Dazu könnte ein Verständnis von Computational Thinking als *Werkzeug zur Erschliessung der digitalen Welt* dessen Integration und Etablierung im Fachunterricht begünstigen. Oder wie Denning (2011) dies in seinem Artikel *The Great Principles of Computing* zum Ausdruck bringt: «the view that computing is not only a tool for science, but also a new method of thought and discovery in science.»⁹ (Denning, 2011, S. 370).

Auf der anderen Seite besteht gemäss Steiner und Himpsl-Gutermann (2020) aber auch Bedarf, die Lehrpersonen entsprechend auszubilden und zu schulen, damit diese das CT-Konstrukt reflektiert und unter Berücksichtigung passender didaktischer Prinzipien, in einen spezifischen didaktischen Kontext zur Förderung der angestrebten Kompetenzen setzen und im Unterricht zur Anwendung bringen können. Deshalb wird im nächsten Teilkapitel versucht die grundlegend benötigten Kompetenzen einer Lehrperson für einen adäquaten und gewinnbringenden Einsatz von Computational Thinking im Unterricht zu umreißen.

⁹ «die Auffassung, dass die Informatik nicht nur ein Werkzeug für die Wissenschaft ist, sondern auch eine neue Methode des Denkens und der Entdeckung in der Wissenschaft.»

2.3 Professionswissen von Lehrpersonen in der digitalen Welt

In diesem Teilkapitel geht es darum zu beleuchten, welche Kompetenzen, Haltungen und Einstellungen von Lehrpersonen dazu beitragen, damit sie in ihrem Unterricht die digitalisierte Lebenswelt mit einbeziehen und adäquat einbinden können.

Ein erstes Modell zur Beschreibung der nötigen Professionskompetenzen sieht Petko (2020) in der Basistheorie zum Professionswissen von Lehrpersonen nach Shulman (1986). Dieses **Pedagogical Content Knowledge**-Modell (PCK) teilt das Professionswissen auf die Ebene des allgemeinen pädagogischen, psychologischen und didaktischen Wissens (*Pedagogical Knowledge*, PK) einerseits und der Ebene des Wissens zu Unterrichtsinhalten (*Content Knowledge*, CK) andererseits auf (Petko, 2020). Shulman (1986) fasst unter dem Begriff CK drei weitere Wissensarten zusammen, deren Beschreibung stichwortartig in der Tabelle 3 festgehalten ist.

Subject Matter Content Knowledge	Pedagogical Content Knowledge	Curriculum Knowledge
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenntnis der Fakten eines Fachgebiets ▪ Kenntnis der Konzepte eines Fachgebiets ▪ Verständnis der Strukturen und Zusammenhänge des Fachgebiets 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fachspezifisches Wissen zum Unterrichten (pädagogisches Wissen über fachspezifische Inhalte) ▪ Art der Darstellung und Formulierung eines Themas, die es für andere verständlich macht ▪ Verständnis, was bestimmte Inhalte leicht oder anspruchsvoll zum Lernen macht (Vorerfahrungen, Präkonzepte, Fehlvorstellungen der SuS) ▪ Strategien zur Bearbeitung und Modifikation von Fehlvorstellungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenntnis des Lehrplans eines Fachgebietes ▪ Kenntnis und Verständnis verfügbarer Lehrplan-Alternativen zur situativen Adaption ▪ Fähigkeit Unterrichtsinhalte mit Themen oder Fragen aus anderen Fächern / Lehrplänen zu verknüpfen (laterale Lehrplankenntnisse) ▪ Kenntnis und Vertrautheit mit Themen und Fragestellungen, sowie den gängigen Unterrichtsmaterialien des Fachbereichs über die verschiedenen Zyklen hinweg (vertikale Lehrplankenntnisse)
→ <i>Fachspezifisches Inhaltswissen</i>	→ <i>Fachdidaktisches Wissen</i>	→ <i>laterale + vertikale Lehrplankenntnisse</i>

Tabelle 3: Drei Elemente des "Content Knowledge" nach Shulman (1986), eigene Zusammenfassung & Darstellung

Der Bereich des *Subject Matter Content Knowledge* wird in allen betrachteten Varianten des PCK-Modells direkt mit *Content Knowledge* gleichgesetzt, während das Element *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) entweder als «eigenständiger wissenschaftlicher Bereich des Lehrerberufswissens» (vgl. Frederking, 2022, S. 503) oder als Konglomerat aus dem fachwissenschaftlichen und dem pädagogischen Wissen betrachtet werden (vgl. Döbeli Honegger, 2021; Mishra & Koehler, 2006; Petko, 2020). Inhaltlich lässt sich das Fachdidaktik-Wissen in Anlehnung an Krauss et al. (2008, S. 234) als Zusammenspiel von drei zentralen Wissenskomponenten konzipieren:

- Wissen über das *Verständlich machen von fachspezifischen Inhalten* (fachbezogene Darstellungsaktivitäten und Interventionsmöglichkeiten, um Fehlvorstellungen zu korrigieren)
- Wissen über *fachbezogene Schülerkognitionen*
- Wissen über das *kognitive Potential von fachspezifischen Aufgabenstellungen*

Die letzte Form der Wissensarten (*laterale und vertikale Lehrplankenntnisse*) wird in der Regel gänzlich ausgeklammert oder wie es Shulman (1986, S. 10) selbst formuliert: «If we are regularly remiss in not teaching pedagogical knowledge to our students in teacher education programs, we are even more delinquent with respect to the third category of content knowledge, curricular knowledge.»¹⁰ Entsprechend wird das Lehrplanwissen weder im PCK- noch in anderen daraus abgeleiteten Modellen berücksichtigt.

Das PCK-Modell von Shulman (1986) fokussiert auf verschiedene Ebenen von Wissen. Gemäss Treppe und Hildebrand (2018, S. 178) ist das Verständnis von Professionalität als Lehrperson geprägt von der «berufliche[n] Tätigkeit als reflexive und wissenschaftsgestützte Praxis». Das impliziert die Anwendung und Umsetzung von Wissen und Können in den Unterricht und könnte somit verallgemeinert als Professionskompetenz¹¹ betrachtet werden. Im Zusammenhang mit der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen stellt der Kompetenzbegriff laut König (2022, S. 1274) die Erwartungen dar, «was Lehrkräfte wissen und können sollten, welche Einstellungen oder Haltungen sie vertreten sollten, um professionell handeln zu können» und bezeichnet somit *Fähigkeiten, Fertigkeiten* und *Einstellungen*. Die professionelle Kompetenz von Lehrpersonen setzt sich damit aus dem Professionswissen und einem affektiv-motivationalen Bereich zusammen (vgl. Abb. 3).

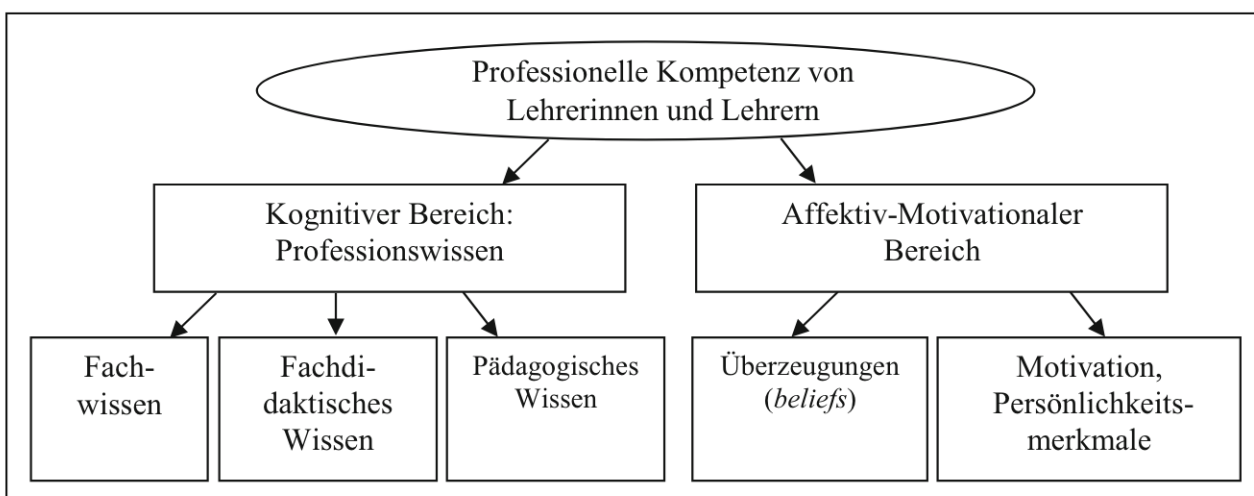


Abbildung 3: Allgemeines Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften (König, 2022, S. 1273 nach Baumert und Kundert, 2006; Blömeke et al., 2010a,b)

Neben der bereits ausgeführten Einteilung des Professionswissen in Fachwissen, Fachdidaktik und pädagogisches Wissen kann ausserdem auch nach Wissensinhalten und Wissensformen unterschieden werden (König, 2022). Als Beispiel einer Differenzierung zum Inhalts- bzw. zum

¹⁰ «Wenn wir unseren Studenten in der Lehrerausbildung schon regelmässig keine pädagogischen Kenntnisse vermitteln, so sind wir in Bezug auf die dritte Kategorie des inhaltlichen Wissens, das curriculare Wissen, noch nachlässiger.»

¹¹ Eine allgemeine, im pädagogischen Kontext häufig verwendete Definition von Kompetenz stammt von Weinert (2002): «Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.»

Fachwissen wird an dieser Stelle eine adaptierte Version der vier Ebenen aus einer *Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrpersonen* (Krauss et al., 2008) angeführt:

- **Ebene 1:** *fachspezifisches Alltagswissen, über das grundsätzlich alle Erwachsene verfügen sollten,*
- **Ebene 2:** *Beherrschung des Schulstoffs so wie es von einem durchschnittlichen bis guten Schüler oder Schülerin der jeweiligen Klassenstufe erwartet wird,*
- **Ebene 3:** *Tieferes Verständnis der Fachinhalte des Curriculums der Sekundarstufe (fachliche Überhöhung, inklusive der fachtypischen Methoden),*
- **Ebene 4:** *Reines Universitätswissen, das vom Curriculum der Schule losgelöst ist* (Krauss et al., 2008, S. 237).

Auch der affektiv-motivationale Bereich kann noch eingehender betrachtet werden. Einerseits stellen Überzeugungen eine subjektive Wahrnehmung der Welt mit einem persönlichen Wahrheitsanspruch dar, welche sich bei Lehrpersonen als «Vorstellungen über schul- und unterrichtsbezogene Phänomene und Prozesse» manifestieren (Bender et al., 2018, S. 75). Diese Konzeptionen der Wirklichkeit müssen weder widerspruchsfrei sein noch argumentativ gerechtfertigt werden. Lehrpersonen bewerten und fokussieren aufgrund ihrer professionellen Überzeugungen Informationen in Unterrichtssituationen selektiv, weshalb sich die persönlichen Überzeugungen auf das Unterrichtshandeln auswirken (Bender et al., 2018). Gemäss Petko (2020) wird so beispielsweise auch der Einsatz von digitalen Medien im Unterricht davon beeinflusst. Diese Überzeugung lassen sich im *Technologie-Akzeptanz-Modell* wiedergeben. Dieses besagt laut Petko (2020), dass Lehrpersonen einerseits davon überzeugt sein müssen, dass der Einsatz nützlich ist, also beispielsweise die Lernenden durch den Einsatz von Technologien besser lernen. Auf der anderen Seite geht es um den wahrgenommenen Mehrwert digitaler Technologien im Unterricht, welcher aus der «Differenz von erwarteter Nützlichkeit und erwartetem Aufwand» entsteht (Petko, 2020, S. 167). Dabei geht es um die subjektiv als einfach eingeschätzte Bedienbarkeit der Geräte und um die Überzeugung, dass sich Aufgaben damit leichter und rascher erledigen lassen als mit herkömmlichen Werkzeugen. Sofern der erwartete Lernzuwachs bei den Schülerinnen und Schülern jedoch als besonders hoch eingestuft wird, wird auch ein höherer Aufwand in Kauf genommen. Es geht also nicht primär nur um eine Minimierung des Aufwands, sondern darum als wie sinnvoll der Einsatz eingeschätzt wird (Petko, 2020). Als dritter Aspekt ist es relevant, ob eine Lehrperson den Technologie-Einsatz als (eigenständigen) bedeutsamen Bildungsinhalt betrachtet und die Auseinandersetzung damit als wichtig für die Entwicklung und das zukünftige Berufsleben der Jugendlichen erachtet (Petko, 2020).

Einen Versuch einer Typisierung verschiedener Lehrpersonen bzw. ihrer Einstellung gegenüber dem Einsatz von digitalen Medien im Unterricht haben Schmidt und Reintjes (2020) unternommen. Die vier ICT-Beliefs-Typen sind:

- **Typ 1** („*Laptop und Beamer im traditionellen Klassenzimmer*“) – ICT als Ergänzung bisheriger Mittel zur Unterrichtsorganisation oder zur Veranschaulichung von Inhalten,
- **Typ 2** („*Interessanterer Unterricht durch Tablet, Smartboard und VR*“) – ICT im Rahmen eines herkömmlichen Unterrichtsgeschehens als Möglichkeiten, den Unterricht interessanter zu gestalten; zentrale Bedeutung der Lehrerzentrierung wird beibehalten,
- **Typ 3** („*Schulzimmer und Lernlandschaft – ergänzt durch ICT*“) – ICT als Mittel pädagogischer oder fachlicher Ziele (z.B. Personalisierung, selbstgesteuertem Lernen oder Fähigkeit zur Quellenkritik); Lehrperson ermöglicht und begleitet traditionelle bis offene Lernformen,
- **Typ 4** („*Selbstgesteuertes Lernen im virtuellen Raum und die Lehrperson als Coach*“) – ICT verändert Schule und Unterricht massgeblich (virtuelle Lernumgebungen und intelligente Lernsoftware); Lehrperson agiert als Coach und als technischer Support (Schmidt & Reintjes, 2020, S. 105).

Schmidt und Reintjes (2020) merken an, dass sich bei Typ 1 und 2 weder die Struktur noch die Inhalte des Unterrichts durch den Technologie-Einsatz verändern. Ebenfalls weisen sie darauf hin, dass beim Typ 4 zwar zentrale Aufgaben der Lehrperson durch die Technologien übernommen werden, dabei jedoch trotzdem «häufig [nur] traditionale Lehrsettings im virtuellen Raum» (Schmidt & Reintjes, 2020, S. 105) reproduziert werden. Die ICT-Belief Typen weisen damit eine gewisse Ähnlichkeit zu den einzelnen Stadien der ICT-Integration auf, wie sie das **SAMR-Modell**¹² propagiert. Offen gelassen wird hier aber, ob und inwiefern diese tatsächlich zusammenhängen und einander vielleicht sogar bedingen, indem eine Lehrperson Unterrichtsaufgaben mit integrierten digitalen Medien beispielsweise nur bis zur Stufe entsprechend ihrer eigenen ICT-Beliefs umsetzen kann (und will).

Wie die Überzeugungen sind im Weiteren ebenso die Motivation und verschiedene Persönlichkeitsmerkmale wichtige Faktoren, ob digitale Kompetenzen im Unterricht von der Lehrperson bewusst thematisiert und gefördert werden. Dabei spielen laut Backfisch et al. (2021, S. 81) die «motivationalen Bedingungen eine wichtige Rolle, um technologisch-pädagogisches Fachwissen anzuwenden und so die Qualität medienbasierten Unterrichts zu erhöhen». Insgesamt halten Repenning et al. (2020) fest, dass Lehrpersonen eine breit abgestützte informatische Kompetenz benötigen. Ausserdem erfordert ein professioneller Unterricht ebenso informatikdidaktische Kompetenzen, damit Lehrpersonen die «Lehr- und Lernprozesse gestützt auf

¹² Die vier Stufen technologischer Integration in Lernaufgaben nach Puentedura:

Substitution (Technik fungiert als direkter Ersatz für ein Werkzeug, ohne dass sich die Funktion ändert)

Erweiterung (Technik dient als direkter Ersatz für ein Werkzeug, mit funktionaler Verbesserung)

Modifikation (Technik ermöglicht eine erhebliche Umgestaltung der Aufgabe)

Neudefinition (Technik ermöglicht die Schaffung neuer Aufgaben, die vorher nicht denkbar waren)

(http://hippasus.com/rpweblog/archives/2015/10/SAMR_ABriefIntro.pdf)

wissenschaftliche Erkenntnisse und reflektierte Erfahrungen» (Repenning et al., 2020, S. 603) planen und gestalten können. Dies führt wiederum zurück zum Professionswissen der Lehrpersonen nach Shulman, welches durch eine Komponente der Digitalisierung erweitert wird.

Ein Modell, welche diesen Aspekt aufgreift und damit das PCK-Modell erweitert, haben Mishra und Koehler (2006) vorgestellt. Um das medienbezogene Wissen in der Lehrerexpertise ebenfalls abzubilden, fügen sie im PCK-Modell den Aspekt des technologischen und medienbezogenen Wissens (*Technological Knowledge*, TK) hinzu. Daraus entsteht das **Technological-Pedagogical-Content-Knowledge-Modell** (TPCK oder TPACK) mit verschiedenen Schnittstellen und neuen spezifischen Wissensaspekten (vgl. Abb. 4), welche im Folgenden kurz umrissen werden.

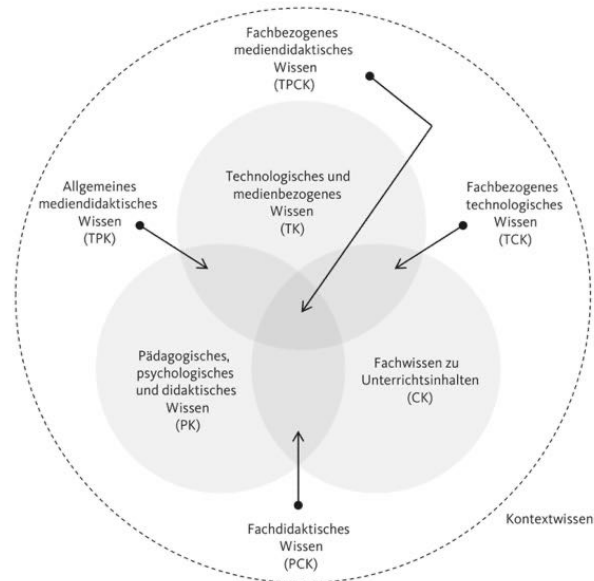


Abbildung 4: Das Modell des Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) nach Koehler und Mishra (2009), Übersetzung und Adaptation im Hinblick auf mediendidaktisches Wissen durch Petko (2020)

- *Technologisches Wissen* («Technological Knowledge», TK) – Verständnis der Funktionsweise und kontextuellen Nutzung von Medien,
- *Technologiebezogenes fachliches Wissen* («Technological Content Knowledge«/TCK) – Kenntnis über den Einfluss von Technologien auf ein Fachgebiet und seine Inhalte,
- *Technologiebezogenes pädagogisches Wissen* («Technological Pedagogical Knowledge«/TPK) – Verständnis der Veränderung und Gestaltung der Bildungsprozesse durch Medien,
- *Technologiebezogenes fachdidaktisches Wissen* («Technological Pedagogical Content-Knowledge«/TPCK) – Kombination aller TPACK-Bereiche zur Förderung des Verständnisses der Sinnhaftigkeit der Themenvermittlung mithilfe von bestimmten Medien (Petko, 2020, S. 165f)

Mit dem gestrichelten Kreis rund um die drei Bereiche wird laut Petko (2020) das kontextbezogene Wissen («Context Knowledge») dargestellt. Demzufolge tragen diverse weitere Wissensbereiche ebenfalls zu den Rahmenbedingungen für den Unterricht mit digitalen Medien bei (Petko, 2020).

Döbeli Honegger (2021) kritisiert am TPACK-Modell, dass Mishra und Koehler bei der Definition des technologischen Wissens zu stark auf die Anwendungskompetenzen fokussieren und es dadurch «nur noch um Wissen zu analogen und digitalen Werkzeugen, die sich direkt im Unterricht einsetzen

lassen» gehe, anstatt alle drei Perspektiven des Dagstuhl-Dreiecks für einen ganzheitlicheren Ansatz zu integrieren (Döbeli Honegger, 2021, S. 418). Daher tauscht er in seinem DPACK-Modell den Bereich des technologischen Wissens gegen den Begriff «Digitalitätskompetenz» aus.

Inhaltlich ähneln sich die neu entstandenen Schnittmengen im TPACK- und dem DPACK-Modell im Grundsatz. Der grundlegendste Unterschied besteht wie bereits erwähnt im neuen Bereich Digitalitätskompetenz und dessen Rückbezug auf die ganzheitliche Betrachtungsweise auf Basis des Dagstuhl-Dreiecks anstatt der auf Anwendungskompetenzen beschränkten Technologie-Betrachtung von Mishra und Koehler. So weitet Döbeli Honegger (2021) beispielsweise durch sein Verständnis der digitalen Inhaltskompetenz das fachspezifische und damit kontextabhängige Technologieverständnis (TK) von Mishra und Koehler auf die Betrachtung des Einflusses der digitalen Transformation nicht nur auf das Unterrichtsfach bezogen, sondern auch auf die Betrachtung der Veränderungen in der Fachwissenschaft und der entsprechenden Berufswelt aus. Dabei betont er, dass die jeweilige Fachdidaktik das erforderliche digitale Inhaltswissen und die damit verbundenen digitalen Kompetenzen selbst diskutieren und festlegen müsse und nicht einfach an die Informatikdidaktik delegieren dürfe (Döbeli Honegger, 2021, S. 419). Daraus entsteht ein doppelter Anspruch an die Informatik. Einerseits hat sie somit die Aufgabe als Unterrichtsfach und Fachwissenschaft den fachspezifischen, eigenen Ansprüchen nachzukommen und die fachlichen Inhalte und Kompetenzen adäquat im Unterricht zu thematisieren und zu fördern. Andererseits entsteht aus der Einbindung informatischer Aspekte über alle Fächer hinweg eine Art Querschnittsfunktion mit fachspezifischer Ausprägung, durch welche sich die Informatik in den Dienst der anderen Fachschaften in einer digital geprägten Welt stellt. Gemäss Steiner und Himpf-Gutermann (2020, S. 6) wird daher der interdisziplinäre Dialog zwischen Informatik- und Fachlehrpersonen anderer Fachbereiche zentral, damit CT-Konzepte bzw. informatische Bildung in einem weiteren Sinn für die Schülerinnen und Schüler bedeutungsvoll werden kann.

Gleichzeitig nimmt Döbeli Honegger (2021) mit der Umbenennung des Wissensbegriff eine Umwandlung in ein Kompetenzverständnis vor. An diesem Schritt und an weiteren Aspekten aus dem DPACK-, sowie auch gegenüber dem TPACK-Modell übt Frederking (2022, S. 509) Kritik und stellt mit **SEPACK.digital** ein weiteres «Modell für fachdidaktisches Wissen bzw. Professionswissen von Lehrkräften in der digitalen Welt [vor]..., in dem die Schwächen des TPACK- und des DPACK-Modells» nach seiner Ansicht überwunden werden. Auf eine detailliertere Diskussion sämtlicher Kritikpunkte wird an dieser Stelle verzichtet, da sie für das Anliegen dieser Arbeit nicht weiter zielführend sind. Dennoch sollen zwei wesentliche Unterschiede zu den anderen Modellen hervorgehoben und kurz erläutert werden. Auf der einen Seite betont Frederking (2022) mehrfach, dass die Fachdidaktik nicht einfach aus der Schnittstelle zwischen der Fachwissenschaft und der Pädagogik entsteht, sondern einen eigenständigen fachwissenschaftlichen Forschungsbereich

darstellt, welchem eine entsprechende Gewichtung zusteht. Dies unterstützt er durch die Aussage, dass «fachdidaktisches Wissen der entscheidende Prädiktor erfolgreichen Unterrichtens» sei (Frederking, 2022). Die gleiche Ansicht vertreten Backfisch et al. (2021) und ergänzen, dass insbesondere auch motivationale Bedingungen für die Anwendung von digitalem Pädagogik(fach)wissen wichtig sind, zur Erhöhung der Qualität eines medienbasierten Unterrichts. Das technologische Wissen stufen sie hingegen als eine weniger wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des technologisch-pädagogischen Fachwissens ein (Backfisch et al., 2021).

Auf der anderen Seite sieht Frederking (2022) in «Digitalität nicht eine Technologie, der sich Lehrende und Lernende bedienen, sondern ein mediales Phänomen, durch das Lehren und Lernen in eine digitale Welt eingebettet sind.» In seiner Darstellung des SEPACK.digital-Modells umgibt die digitale Welt denn auch die drei Wissenskreise. Dies soll verdeutlichen, dass die Auseinandersetzung mit dem Digitalen immer in einem allgemeinen, gesellschaftlichen Kontext der digitalen Transformation stattfindet und darin integriert ist. Die drei Bereiche des Professionswissens sollen gemäss Frederking (2022, S. 511) hingegen «durch Digitalität in je eigener Weise spezifiziert werden.»

Allen vorgängig behandelten Wissens- und Kompetenzmodellen rund um das PCK-Modell von Shulman fehlt jedoch eine explizite Entwicklungsdimension. Die Kompetenzen einer Lehrperson sind nicht statisch, sondern entwickeln sich laufend und dynamisch weiter. Dazu halten Brandhofer et al. (2022, S. 6) fest, dass die «digitale Professionsentwicklung von Lehrpersonen [...] ein komplexer Prozess [ist], der Zeit, Wissen und Erfahrung sowie regelmässigen Austausch und Unterstützung» bedarf. Im Weiteren weisen sie darauf hin, dass die Lehrpersonen bei diesem Prozess der Professionalisierung verschiedene Entwicklungsstufen durchlaufen (Brandhofer et al., 2022). Abgestützt auf die beiden Kompetenzmodelle *digi.kompP*¹³ und *DigCompEdu*¹⁴ wurde ein Professionsentwicklungsmodell im Rahmen der Konzipierung des *aprendo*-Weiterbildungsangebot erarbeitet. Es umfasst sechs Stufen (vgl. Abb. 5) wovon die letzten beiden über den eigenen Unterricht einer Lehrperson hinausgehen und dadurch einen Gestaltungs- und Wirkungsrahmen innerhalb einer Schule oder darüber hinaus eröffnen und abbilden (Brandhofer et al., 2022).

¹³ <https://digikomp.at/digikompp/kompetenzmodell> (Digitale Kompetenzen für Pädagog:innen)

¹⁴ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466> (Europäisches Kompetenzraster für digitale Kompetenzen von Lehrpersonen)

«DIGITALE PROFESSIONSENTWICKLUNG»

im Kontext der digitalen Transformation



Abbildung 5: Digitale Professionsentwicklung | Beschreibungen der einzelnen Professionskompetenzstufen (Pädagogische Hochschule St. Gallen, 2021) (in Brandhofer et al. 2022, S. 3)

Die Beschreibungen der Stufen wurden für die Selbsteinschätzung der eigenen Professionskompetenz geringfügig adaptiert und in der Prä-Befragung abgefragt.

Von einer ähnlichen Ausgangslage geht gemäss Olson et al. (2020) das **Concern-Based-Adoption-Model** (CBAM) aus. Dieses Modell wurde entwickelt «to better understand educator's concerns, behaviors, and variations of use throughout the implementation of an educational innovation»¹⁵ (Olson et al., 2020, S. 50). Das Modell beinhaltet drei diagnostische, urteilsfreie Komponenten: eine Erhebung zu *Stages of Concern* (SoC), Interview zu *Levels of Use* (LoU) und *Innovation Configuration Maps* (ICM) (Olson et al., 2020). Letztere beschäftigt sich gemäss Olson et al. (2020) mit der Innovation an sich und welche Umsetzungsphasen und Komponenten damit verbunden sind. Daher wird dieser Teilbereich hier nicht weiter ausgeführt.

Die Umfrage zur ersten Komponente SoC, im Folgenden als *Stufen der Bedenken* bezeichnet, enthält 35 Fragen zu verschiedenen Vorbehalten, die eine Person gegenüber neu eingeführten Innovationen haben kann. Dabei werden vier Kategorien von Bedenken in der Umfrage unterschieden: *Bedenken ohne erkennbaren Bezug*, *Bedenken in Bezug auf sich selbst*, *die Aufgabe* oder *in Bezug auf die Auswirkungen* (vgl. Abb. 6 obere Reihe). Darunter werden die einzelnen Stufen aufgeführt mit möglichen Aussagen (vgl. Abb. 6 untere Reihe), welche typisch für eine Person der entsprechenden Phase sind (Olson et al., 2020).

¹⁵ «um die Bedenken, Verhaltensweisen und Nutzungsvariationen von Pädagogen während der Implementierung einer Bildungsinnovation besser zu verstehen»

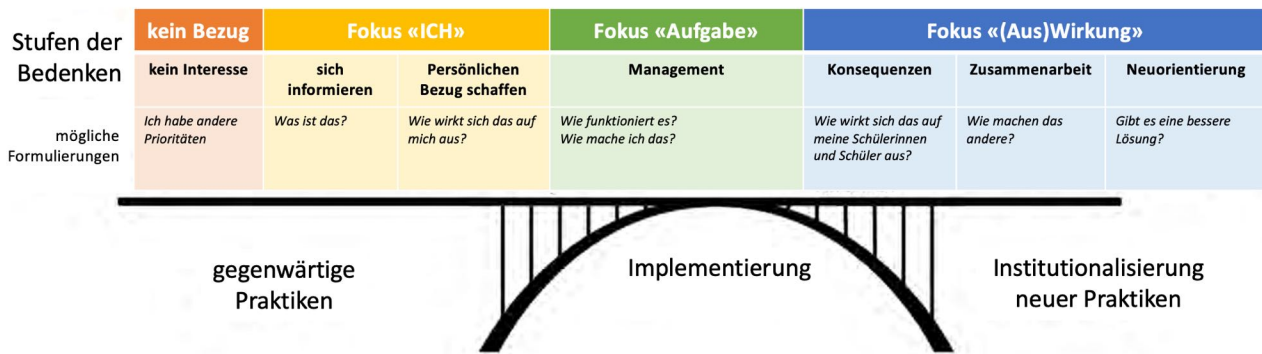


Abbildung 6: Stages of Concern (Olson, 2020, adaptiert von Hall & Hord, 2020, p. 107), eigene Übersetzung

Das Interview zu den Nutzungsebenen (Level of Use) folgt laut Olson et al. (2020) einem Leitfaden mit Entscheidungspunkten, welche dabei helfen, die Verhaltensweisen zu identifizieren bzw. in einem Kontinuum aus Nutzung und Nichtnutzung zu verorten. Bei den Nutzungsvarianten wird noch zusätzlich nach dem Fokus der Nutzung (Lehrperson oder Schüler:innen) unterschieden. Auch in diesem Modell (vgl. Abb. 7) hat es zu jeder Stufe entsprechende Verhaltensbeispiele (Olson et al., 2020).

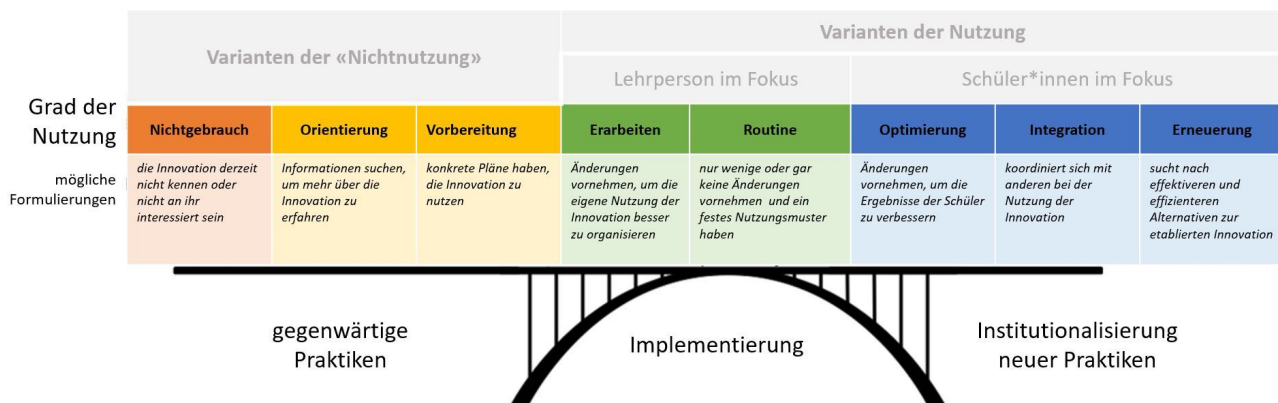


Abbildung 7: Levels of Use (Olson, 2020, adaptiert von Hall & Hord, 2020, p. 137), eigene Übersetzung

Die beiden Darstellungen (vgl. Abb. 6 & 7) könnten allenfalls bereits in dieser Form dazu dienen, damit Lehrpersonen ihre eigene Haltung reflektieren bzw. eine rasche Selbsteinschätzung vornehmen und so eine Möglichkeit zur Diskussion über den affektiv-motivationalen Bereich der professionellen Kompetenzen zu schaffen.

Insgesamt verdeutlichen die verschiedenen Modelle, dass die Betrachtung der digitalen Professionskompetenz einer Lehrperson aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet werden kann, jedoch alle Facetten auf ihre Weise zu einer ganzheitlich-orientierten Reflexion beitragen können.

Damit stellt sich als nächstes die Frage, ob und wie die Vermittlung informatischer Kompetenzen auch mittels Online-Angebote, wie z.B. Unterrichtsmaterial-Sammlungen, vorgenommen und zur Unterstützung der digitalen Professionskompetenz-Entwicklung von Lehrpersonen genutzt werden kann.

2.4 Lehrerweiterbildung mit Online-Angeboten

In diesem Teilkapitel werden zuerst die Gründe für eine Nutzung von Lernmaterialien aus dem Internet beleuchtet. Da diese Arbeit eine Förderung der Kompetenz im Bereich des Computational Thinking anstrebt, findet danach eine kurze Auseinandersetzung mit der formellen und informellen Weiterbildung von Lehrpersonen statt. Diese Auslegeordnung soll dabei helfen, mögliche Ansätze für die Integration von Weiterbildungsinhalten in Lernmaterialien zu identifizieren. Anschliessend werden diese beiden Aspekte in den Konzeptions- und Transferfaktoren zusammengeführt, um so einen Rahmen für die Erstellung der exemplarischen Unterrichtsmaterialien zu erstellen.

Einsatz von Online-Material - Nutzungsgründe

Ingold (2020) hält in seinem Artikel fest, dass der Einsatz von Online Materialien bei Lehrpersonen sehr beliebt ist. Dabei setzen die meisten Lehrpersonen die Lernmaterialien als Ergänzung zu obligatorischen Lehrmitteln ein. Als Nutzungsgründe führt er an, dass die Lehrpersonen einerseits aus ihrer Sicht wichtige Themen abdecken möchten, welche im Lehrmittel überhaupt nicht vorkommen oder lediglich gestreift werden. Ebenfalls setzen Lehrpersonen Internet-Materialien ein, um Themen medial anzureichern oder um damit Möglichkeiten zur Individualisierung zu bieten (Ingold, 2020). Die grössten Beweggründe auf Online-Unterrichtsmaterial auszuweichen sind jedoch die mangelnde Aktualität und die mangelnde Variabilität der bestehenden Lehrmittel. Die Nutzungsintensität hingegen ist ausserdem nicht in allen Fächern gleich, sondern steht in einem Zusammenhang mit der Struktur der obligatorischen bzw. zur Verfügung stehenden Lehrmittel (Ingold, 2020). Zum Beispiel weisen laut Ingold einige Lehrmittel in Fächern wie z.B. Fremdsprachen, Mathematik und teilweise im Deutsch einen stärker lehrgangartigen Aufbau auf, was einen unterrichtsleitenden Effekt hat und eine starke Orientierung der Lehrperson am Lehrmittel bewirkt. In anderen Fächern, in welchen die Lehrmittel offener konzipiert sind und die Inhalte intendiert sequenzweise genutzt werden können, besteht aus Sicht der Lehrperson dadurch mehr Freiraum für den Einsatz von alternativem Unterrichtsmaterial (Ingold, 2020).

Eine Herausforderung beim Einsatz von Unterrichtsmaterial aus dem Internet ist die Qualitätskontrolle. Beim Einsatz von Lehrmitteln kann die Lehrperson davon ausgehen, dass die Inhalte während des Erstellungsprozesses mehrere fachliche, wie auch methodisch-didaktische Evaluationen durchlaufen haben und damit grundsätzlich «praxistauglich» sind. Bei Online-Materialien ist hingegen meist unklar, wie sie entstanden und von welcher Qualität sie sind. Daher liegt gemäss Ingold (2020, S. 4) die kritische Prüfung und der Auswahlprozess schlussendlich bei

der Lehrperson: «Letztlich kommt es immer auf die einzelne Lehrperson an. Sie muss auswählen und entscheiden. Dafür braucht sie ein Qualitätsbewusstsein und griffige Auswahlkriterien.»

Für Online-Materialien gelten grundsätzlich dieselben Qualitätskriterien wie für Lehrmittel. Ingold (2020) betont jedoch, dass Unterrichtsmaterialien aus dem Internet im Unterschied zu Lehrmitteln immer nur einem begrenzten Anspruch genügen und daher auch nie alle Merkmale erfüllen können. Weiterhin führt er aus, dass diese Materialien deswegen nicht automatisch ungeeignet werden, sondern es an der Lehrperson liegt, «allfällige Mängel zu korrigieren bzw. auszugleichen» (Ingold, 2020, p. 8). Als Bewertungshilfe schlägt er die Betrachtung der verschiedenen Aspekte *Anbieter und Umfeld, Inhalt und Didaktik, Finanzierungsmodell, Urheberrecht und Lizenzierung, Datenschutz* und *Mediales Format und Technik* vor (Ingold, 2020, S. 22). Diese werden bei den Konzeptionsfaktoren unter dem Merkmal *Qualität* erneut aufgegriffen.

Weiterbildung von Lehrpersonen – lebenslanger Prozess

Johannmeyer und Cramer (2021) halten fest, dass Weiterbildungen für die Professionalisierung von Lehrpersonen eine wichtige Rolle spielen. Fortbildungen tragen demgemäss dazu bei, dass eine Lehrperson den «sich stets wandelnden Herausforderungen durch einen kontinuierlichen Prozess der Professionalisierung» begegnen kann (Johannmeyer & Cramer, 2021, S. 1184). Den Aufbau von Expertise beschreiben Besser et al. (2015) als einen langjährigen Prozess, welcher sich nach der Ausbildung ebenfalls während des gesamten Berufslebens fortsetzt. Besonders im Bereich des Informatikunterrichts sehen Bender et al. (2018) aufgrund der raschen technologischen Entwicklungen einen hohen Druck, die eigenen Kenntnisse und Unterrichtsmaterialien bzw. die darin integrierten Konzepte auf dem aktuellen Stand zu halten.

So gelten Lehrerweiterbildungen aufgrund der damit verbundenen Entwicklung der Professionskompetenz auch als «Schlüssel zur Verbesserung von Unterrichtsqualität» und tragen somit dazu bei «die bestehenden Qualifikationen an aktuelle Erfordernisse» anzupassen (Richter et al., 2018, S. 1022). Diesen direkten Zusammenhang zwischen einer Fortbildung und ihrem positiven Einfluss auf die Kompetenzentwicklung haben jedoch Besser et al. (2015, S. 119) bereits zu einem früheren Zeitpunkt in ihrer Untersuchung relativiert, indem sie darauf hingewiesen haben, dass keineswegs «alle Lehrkräfte die ihnen angebotenen Möglichkeiten zum Lernen effektiv nutzen».

Ein Beweggrund könnte in der Feststellung von Röhl et al. (2023, S. 4) liegen, dass Weiterbildungen in der Regel «inhaltlich stark vorstrukturiert» sind und so der Grundidee bzw. der Notwendigkeit von «lebenslangem Lernen als einem selbstgesteuerten und problemorientierten Prozess» entgegenhandeln. Dennoch betont das Autorenteam den Bedarf einer über die gesamte Berufsbiografie fortlaufenden Entwicklung der Professionskompetenz, damit Lehrpersonen ihren

Beruf auch professionell ausüben können. Informelle Lerngelegenheiten bieten gemäss Röhl et al. (2023) gegenüber organisierten Veranstaltungen eher die Chance, dass sich eine Lehrperson die Inhalte aus eigenem Antrieb und gezielt auswählt, um sich so selbstbestimmt, interessengeleitet oder aufgrund konkreter Problemstellungen das nötige Wissen oder passende Fähigkeiten aneignet.

Riedl und Zürcher (2017) weisen aus, dass informelle Weiterbildungen für Lehrpersonen wichtiger sind und sie diese als effizienter als offizielle Kurse beurteilen. Zu den informellen Formen zählen beispielsweise Gespräche mit anderen Lehrpersonen, die Vertiefung in Fachliteratur oder die Beteiligung in einer professionellen Community (Riedl & Zürcher, 2017). Verschiedene Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass informelles Lernen nicht nur aus Sicht der Lehrpersonen, sondern für diverse Berufe (z.B. Ärzte oder Juristen) sowie auch berufsübergreifend sogar die «wichtigste Form berufsbezogenen Lernens darstellt» (Röhl et al., 2023, S. 3).

Das Internet bietet insbesondere auch für Lehrpersonen zahlreiche Möglichkeiten sich in informellen Lernprozesse zielgerichtet und bedarfsgerecht Wissen, Fertigkeiten oder Fähigkeiten anzueignen (Röhl et al., 2023). Dies wird durch die meist rasch überschaubaren und multimedial aufbereiteten Inhalte vereinfacht. Gleichzeitig hebt das Autorenteam jedoch hervor, dass im Internet «neben wissenschaftlich-fundierte Angeboten [...] auch eine Vielzahl wenig verlässlicher Informationen [zu finden sind], die ein hohes Mass an Informationskompetenz [...] zur kritischen Überprüfung durch Lehrpersonen erfordern, bevor diese genutzt werden sollten» (Röhl et al., 2023, S. 19). Das wiederum spricht stärker für den Besuch von berufsbegleitenden Weiterbildungen, welchen laut Prasse et al. (2019) von Lehrpersonen eine höhere Relevanz in Bezug auf die Reflexion und Entwicklung der eigenen digitalen Professionskompetenzen zugesprochen wird. Dies führt das Autorenteam auf eine stärkere Verknüpfung zwischen der Unterrichtspraxis und der Theorie während dem Weiterbildungsanlass zurück. Im Gegensatz dazu stellen sie allerdings fest, dass trotz der wahrgenommenen Relevanz die Teilnahme an berufsbegleitenden «Weiterbildungen in den letzten Jahren in Deutschland, und in abgeschwächter Form auch in der Schweiz, im internationalen Vergleich eher gering» ausfiel (Prasse et al., 2019, S. 226). Daher könnte ein informeller Lernansatz schlussendlich doch mehr Potential als ein klassischer Fortbildungskurs bieten und die Reichweite von Weiterbildungsinhalten erhöhen. Inwiefern eine Kombination aus beiden Lernformen zu nachhaltigeren Erfolgen und einer höheren Transferquote führen könnte, ist nicht Teil dieser Masterarbeit und bleibt deshalb offen. Dennoch wäre es zur Etablierung einer Plattform denkbar, diese in Aus- und Weiterbildungskursen einzubauen und den Umgang damit zu thematisieren. So würden Lehrpersonen die Gelegenheit erhalten sich mit den Inhalten und Konzepten der Informatik über das Konstrukt Computational Thinking eigenständig auseinanderzusetzen, sich überdies in einem formellen Rahmen darüber auszutauschen und den Nutzen für sich sowie die persönlichen Überzeugungen dazu zu reflektieren.

Eine gute Möglichkeit die Integration digitaler Inhalte im Unterricht zu fördern, stellt gemäss einer verbreiteten Expertenmeinung die professionelle Bereitstellung von fachlichen und überfachlichen Unterrichtsmaterialien dar (Sieber et al., 2017). Als Begründung für die professionelle Materialkonzeption führen Sieber et al. an, dass eine Lehrperson die Entwicklung ihres Unterrichts nicht mehr vollständig allein machen kann, da es ihr an Zeit und Kenntnissen mangelt. Daher sehen sie die Notwendigkeit den Lehrpersonen, beispielsweise über fertiges Unterrichtsmaterial, eine Grundlage zu geben und so die Integration anzuschieben. Auch Hildebrandt (2017) sieht in zur Verfügung gestelltem Unterrichtsmaterial eine Lösung die positive Selbstwirksamkeitserwartung einer Lehrperson zu stärken, so dass sie unter Mithilfe der vorbereiteten Lernumgebung(en) zu verschiedenen Lernfeldern der Informatik schliesslich «die kognitiven Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler entwickeln, fördern und fordern» kann. So könnten informelle Lerngelegenheiten, beispielsweise in Form von Unterrichtsmaterialien aus dem Internet, dazu beitragen, dass Lehrpersonen «stärker intrinsisch motiviert» lernen, dabei gewisse «Transferprobleme reduziert» sowie auch «Problemlösekompetenzen vermittelt» bzw. in diesem Fall Computational Thinking zur Förderung informatischer Bildung stärker in die Unterrichtspraxis einfließen kann (Röhl et al., 2023, S. 21).

eLearning Formate

Der informelle Lernprozess findet grundsätzlich bei den Lehrpersonen statt, welche eine bestimmte Plattform und ihre Inhalte nutzen. Gewisse Komponenten des Lernprozess-Kontinuums bewegen sich jedoch aus Sicht der Plattform-Entwickler:innen eher im formellen Lernbereich, da mit der Bereitstellung von Inhalten in der Regel auch bewusst bestimmte Absichten verfolgt und Effekte erzielt werden möchten. Deshalb bietet sich hier zusätzlich ein kurzer Exkurs in die Welt des eLearnings an. Breidenbach (2022, S. 159) definiert eLearning: «als das digitale Lernen oder die Gestaltung von Lernformaten mit und mittels digitaler Medien». Ausserdem hebt sie hervor, dass mit effizienten und durchdachten eLearning-Lernumgebungen der Selbstlernprozess und der Lernerfolg beschleunigt werden können (Breidenbach, 2022). Ob jedoch ein Online-Lernangebot überhaupt genutzt wird und von welchen Faktoren die Nutzung beeinflusst wird, führt Breidenbach (2022) in einem Akzeptanzmodell für eLearning aus. Sie unterscheidet dabei verschiedene Merkmale, welche die aktuelle Nutzungsintensität von elektronischen Lernformen und die zukunftsgerichtete Bereitschaft zur Nutzung beeinflussen (vgl. Abb. 8).

Die drei Dimensionen *personenbezogene Merkmale*, *Unternehmensbezogene Merkmale* und *Innovationsbezogene Merkmale* weisen in weiten Teilen eine grosse Ähnlichkeit mit den Transferfaktoren nach Gräsel (2010) auf. Um Redundanz zu vermeiden, findet daher eine weitere Auseinandersetzung mit den Akzeptanzfaktoren erst im Abschnitt über die Transferfaktoren statt.

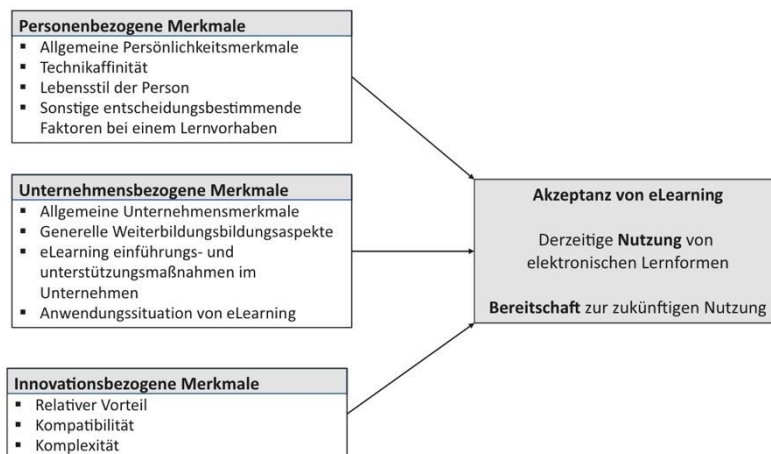


Abbildung 8: Akzeptanzmodell. (eigene Darstellung von Petra Breidenbach, 2022, p. 167; in Anlehnung an Küpper, 2005, S. 152)

Je nach Ausprägung der Akzeptanz-Merkmale beurteilen Nutzer:innen ein eLearningformat unterschiedlich. Breidenbach (2022) führt dazu einige Beispiele für Vor- und Nachteile im eLearning an (vgl. Tabelle 4).

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeit- und Ortsunabhängig ▪ Kostenersparnis (Weg, Organisation und Durchführung) ▪ Interaktivität der Lehrveranstaltung und der Lernmaterialien ▪ Multimedialität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technik- und Internetaffinität als Voraussetzung ▪ Selbstdisziplin und Eigenmotivation als Voraussetzung ▪ Fehlendes Erlebnis vor Ort ▪ Kein direkter Kontakt zu Dozierenden und Mitlernenden (kein Face-to-Face)

Tabelle 4: Vor- und Nachteile von eLearning nach Breidenbach (2020), eigene Darstellung

Im Weiteren sieht Schmid (2017) im Einsatz von eLearning eine Chance mehr Lehrpersonen gleichzeitig zu erreichen, bei gleichzeitiger Personalisierung. Dadurch erhofft er sich eine höhere Motivation, eine stärkere Vernetzung und ein Ansatz zum Umgang mit der Heterogenität bei Lehrpersonen. Ausserdem betrachtet Schmid den didaktischen Mehrwert als weiteren wichtigen Faktor, da durch unterschiedliche Lernformate auch verschiedene Zugänge für andersgeartete Lerntypen geschaffen werden. Schmid (2017, S. 75f) verweist auf einige Formen, welche diesen Anforderungen entsprechen und damit im eLearning-Bereich im Trend liegen:

- *Microlearning* (eine kurze Lerneinheiten, durch welche ein orts- und zeitungebundenes, schnelles Lernen für spezifische Probleme, also eine Art *Fortbildung on demand*, möglich wird / Alternative Bezeichnungen: Lernsnacks, Lernnuggets, Coffecup),
- *Mobile Learning* (durch den Einsatz von mobilen Endgeräten wird ein ortsungebundenes, ubiquitäres Lernen möglich. Anbieter hingegen müssen ihre Inhalte daher adäquat für alle gängigen Gerätevarianten entsprechend vorbereiten / Responsive Design-Prinzipien beachten),

- *Seamless Learning* (Voraussetzung: mobile Learning / Lernprozesse werden jederzeit und überall, formell und informell, sowie individuell, kooperativ und sozial und analog wie auch digital möglich. Das Ziel davon ist, alle Lernenden mit den passenden Lerninhalten zur richtigen Zeit am richtigen Ort und in der richtigen Art bedarfsgerecht zu versorgen),
- *Gamification* (Der behavioristische Ansatz von Belohnung als Motivationsfaktor wird zur Anreicherung von Lernszenarien durch Spielelemente zur Förderung von Motivation genutzt. / mögliche Elemente: Punktevergabe, Level, Sammeln von Badges, Items oder Belohnungen durch Lösen von Aufgaben) (Schmid, 2017, S. 75f).

Gemäss Schmid (2017) eignen sich jedoch nicht alle Formate für alle Anwendungssituationen. Als Beispiel führt er Coffeecup-Einheiten an: diese eignen sich zwar sehr gut zum Lernen von klar definierten Wissensseinheiten. Dies gilt jedoch nur solange sich das Wissen in kleinere Teilkompetenzen und -komponenten zerlegen lässt und zum Erwerb weder eine Reflexion noch eine Diskussion darüber notwendig ist (Schmid, 2017).

Zusammenfassend rückt die Auslegeordnung folgende Aspekte in Bezug auf das Projektziel «Online-Material zur Förderung von CT-Kompetenzen bei Lehrpersonen» in den Fokus: Lehrpersonen nutzen grundsätzlich gerne Unterrichtsmaterialien aus dem Internet als Ergänzung oder teilweise sogar als Ersatz zu den offiziellen Lehrmitteln. Dieser Umstand kann ebenfalls zur Verbreitung von Unterrichtsbeispielen mit Computational Thinking-Inhalten zur Förderung informatischer Kompetenzen genutzt werden. Ausserdem nutzen Lehrpersonen das Internet auch als informelle Lerngelegenheit. Gemäss einem Bericht von Educa (2021, S. 189) verfügen etwa ein Drittel aller Lehrpersonen «überhaupt nicht oder eher nicht über die erforderlichen technischen und pädagogischen Kompetenzen [...], um digitale Geräte im Unterricht nutzen zu können.» Basierend auf der daraus abgeleiteten Annahme, dass die CT- bzw. informatischen Kompetenzen bei Lehrpersonen ähnlich oder eventuell sogar noch tiefer ausfallen als die Anwendungskompetenzen, bietet sich die Integration von informatischem Fachwissen auf der einen Seite und informatischem Fachdidaktikwissen auf der anderen Seite in das Angebot an. Damit würde den Lehrpersonen die Möglichkeit eröffnet, ihre digitalen Professionskompetenzen en passant zu erweitern. Als dritter Aspekt unterstützt ein durchdachtes Plattformkonzept, basierend auf eLearning-Erkenntnissen, den Selbstlernprozess und den Lernerfolg und kann damit die Nutzungsintensität und -bereitschaft positiv beeinflussen. Dies führt zu den zwei weiteren zentralen Aspekten *Konzeptions- und Transferfaktoren*, welche anschliessend in eigenen Teilkapiteln erörtert werden.

2.4.1 Konzeptionsfaktoren

Im Expertenbericht «Lehrmittel in einer digitalen Welt» beleuchten Döbeli Honegger et al. (2018) «gute Lehrmittel» unter dem Aspekt der Digitalisierung. Sie gehen dabei von den gleichen zehn

Qualitätskriterien aus, welche in einem früheren Bericht bereits angeführt wurden. Die Aufzählung wurde direkt übernommen (Döbeli Honegger et al., 2018, S. 22): *Gute Lehrmittel...*

- (1) ... fördern die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler.
- (2) ... unterstützen das eigenständige Lernen.
- (3) ... enthalten vielfältige aktivierende Lernaufgaben.
- (4) ... bieten eine sachgerechte Aufbereitung der Inhalte.
- (5) ... sind in einer verständlichen Sprache abgefasst.
- (6) ... fördern durch die Gestaltung den Lernprozess.
- (7) ... beziehen neue Medien mit ein.
- (8) ... unterstützen die Lehrpersonen.
- (9) ... sind vielseitig einsetzbar.
- (10) ... enthalten Diagnose- und Beurteilungsinstrumente.

Diese Merkmale sprechen inhaltliche und gestalterische Aspekte an. Ausserdem werden auch Rahmenbedingungen für die Umsetzung im Unterricht damit angeschnitten. Für eine Befragung und deren anschliessenden kategorialen Auswertung bietet diese Aufteilung aber keine einfache, deduktiv-induktiv erweiterbare Anwendung. Daher werden als Ausgangslage für den späteren Kriterienraster die Befragungskategorien aus Appius et al. (2021) und deren Bericht über Lehrmittel im Fachbereich Medien und Informatik herangezogen. Dabei werden die entsprechenden Qualitätsmerkmale aus dem Bericht von Döbeli Honegger et al. (2018) wiederum in den Kategorien einbezogen. Appius et al. (2021) sehen den *Inhalt*, die *Gestaltung*, die *Umsetzung im Unterricht*, die *Unterstützung* und die *Kompetenzen der Lehrperson* und die *Qualität des Lehrmittels* als zentrale Aspekte bei der Beurteilung von MI-Lehrmitteln. Zu den einzelnen Komponenten folgt nun eine inhaltliche Differenzierung und Auseinandersetzung, welche Aspekte zur Förderung von CT-Kompetenzen bei Lehrpersonen beitragen.

Wie bereits erwähnt führt Ingold (2020) in seinem Artikel aus, dass die Merkmale zur Beurteilung von Lehrmitteln auch bei Unterrichtsmaterialien aus dem Internet gelten. Allerdings sind nicht alle Kriterien in demselben Mass anwendbar, da Online-Unterrichtsmaterialien meistens nur einen spezifischen Aspekt eines Fachs aufgreifen und sich damit auf einen Themen- oder Kompetenzausschnitt beschränken (Ingold, 2020).

Inhalt

Gemäss den Befunden von Appius et al. (2021) erwarten Lehrpersonen beim Inhalt eine Orientierung am Lehrplan und den entsprechenden Kompetenz(zielen) und eine angemessene

Berücksichtigung der Lebenswelt der Schüler:innen durch eine stufen- und altersgerechte Themenauswahl. Überdies soll die Relevanz für den Berufswahlprozess gewährleistet werden (Appius et al., 2021).

Im Weiteren kann hier das Merkmal *sachgerechte Aufbereitung der Inhalte* nach Döbeli Honegger et al. (2018) zugeordnet werden. Dabei geht es um einen allgemeinen Qualitätsanspruch, was das Fachwissen und deren Transfer in Lernaufgaben anbelangt. So besteht auch in dieser Arbeit die Intention bei der Konzeption der exemplarischen Beispiele einerseits wichtige Inhalte aus dem Fachbereich, abgestimmt auf den Lehrplan und die vorhandenen Lehrmittel, unter Berücksichtigung der fachspezifischen Fachdidaktik, aufzugreifen. Auf der anderen Seite bringt die Integration von CT-Kompetenzen auch die Notwendigkeit mit sich, fachspezifische Inhalte aus der Informatik damit zu verbinden und zu einer Einheit zu verweben.

Aufgrund der methodisch gewählten Vorgehensweise stehen die Fächer für die Erstellung der Unterrichtsbeispiele zu Beginn der Arbeit nicht fest, sondern ergeben sich aus den Rückmeldungen der Lehrpersonen in der Prä-Befragung. Deshalb werden wichtige fachspezifische Inhaltsaspekte bei der Entwicklung der exemplarischen Unterrichtsmaterialien abgehandelt. Für den informatischen Inhaltsanteil lohnt sich hingegen eine erste Übersicht über die zentralen Inhalte. Diese hilft dabei, während der effektiven Konzeptionsphase die fundamentalen Konzepte der Informatik nicht aus den Augen zu verlieren und sich daran zu orientieren.

Zwei bekannte Übersichten wichtiger Informatik-Inhalte haben einerseits Denning (2011) mit seinen sieben «Great Principles of Computing» und andererseits Hartmann et al. (2006) bzw. Schwill (1993) mit den «fundamentalen Ideen der Informatik» geschaffen (vgl. Tab. 5). Denning (2011) versteht seine Prinzipien dabei als Rahmen, welcher der Informatik eine wissenschaftliche Definition verleiht. Die Prinzipien stehen dabei in Wechselwirkung «with the domains of the physical, life and social sciences, as well as with computing technology itself.»¹⁶ (Denning, 2011, S. 372). Hartmann et al. (2006) fokussieren hingegen darauf, wie die Auswahl langlebiger, für die Schülerinnen und Schüler relevanter Inhalte getroffen werden kann. Sie haben dafür die vier Kriterien nach Schwill (1993) um das fünfte Merkmal *Repräsentationskriterium* ergänzt.

Great Principles of Computing (Denning, 2011)	Fundamentale Ideen (Hartmann et al., 2006)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Computation</i>: Bedeutung und Grenzen von Programmen/Berechenbarkeit ▪ <i>Communication</i>: zuverlässige Datenübertragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Horizontalkriterium</i>: Ein Sachverhalt ist in verschiedenen Bereichen vielfältig anwendbar oder erkennbar.

¹⁶ «...mit den Bereichen der Natur-, Lebens- und Sozialwissenschaften sowie mit der Computertechnologie selbst.»

<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Coordination</i>: Kooperation unter vernetzten Einheiten ▪ <i>Recollection</i>: Speicherung und Wiederfinden von Information) ▪ <i>Automation</i>: Bedeutung von Grenzen der Automatisierung ▪ <i>Evaluation</i>: Leistungsabschätzung und Kapazitätsplanung ▪ <i>Design</i>: Entwicklung zuverlässiger Softwaresysteme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Vertikalkriterium</i>: Ein Sachverhalt kann auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden. ▪ <i>Zeitkriterium</i>: Ein Sachverhalt ist in der historischen Entwicklung deutlich wahrnehmbar und bleibt längerfristig relevant. ▪ <i>Sinnkriterium</i>: Ein Sachverhalt besitzt einen Bezug zur Sprache und zum Denken des Alltags und der Lebenswelt. ▪ <i>Repräsentationskriterium</i>: Ein Sachverhalt lässt sich auf verschiedenen kognitiven Repräsentationsstufen (enaktiv, ikonisch, symbolisch) darstellen.
--	--

Tabelle 5: allgemeinbildende Konzepte der Informatik (Great Principles-Texte übernommen von iLearnIT.ch,¹⁷ / Fundamentale Ideen: Hartmann et al., 2006), eigene Darstellung

Gestaltung

Bei der Gestaltung von Unterrichtsmaterialien nennen die Lehrpersonen laut Appius et al. (2021) verschiedene Merkmale. Beispielsweise wünschen sie sich Materialien in digitaler Form, einerseits in der Erwartung, dass die Inhalte immer auf dem aktuellen Stand sind und andererseits, um leichter und ohne grossen Aufwand selbst Anpassungen vornehmen zu können. Darüber hinaus erachten Lehrpersonen Kollaborations-Gelegenheiten auf einer Plattform für den Austausch mit anderen Lehrpersonen als wünschenswert. Da es für eine einzelne Lehrperson schwierig ist, den Überblick über die diversen Lernangebote zu behalten, sind kuratierte Sammlungen bereits existierender Materialien gemäss Appius et al. (2021) hilfreich und von Vorteil. Inhaltlich sollte das Unterrichtsmaterial klar und übersichtlich strukturiert, über die Zyklen hinweg aufbauend sowie kreativ und stufengerecht designt sein, um die Motivation der Schüler:innen zu erhöhen. Schliesslich nennen die Lehrpersonen die Nutzerfreundlichkeit als weiteres zentrales Element (Appius et al., 2021).

Ein theoriebasierter Ansatz zur Unterrichtsgestaltung stellt die Betrachtung der Oberflächen- (auch Sichtstrukturen genannt) und der Tiefenmerkmale des Unterrichts dar (Decristan et al., 2020). Oberflächenmerkmale werden gemäss Decristan et al. (2020) definiert als von aussen, also durch Beobachtung leicht erkennbare Merkmale wie *Methoden und Organisation, Sozial- und Inszenierungsformen, Medien, strukturelle Rahmenbedingungen, Aufgabenmaterial* und gut *beobachtbares Verhalten* der Lehrpersonen bzw. der Schülerinnen und Schüler. Die vorher genannten Gestaltungswünsche der Lehrpersonen stellen grösstenteils ebenfalls Ausprägungen

¹⁷ <https://ilearnit.ch/de/themes.html>

von Oberflächenmerkmalen dar. Ebenso können die Merkmale *Unterrichtsmaterial in verständlicher Sprache* oder der *Medieneinsatz* nach Döbeli Honegger et al. (2018) dazu gezählt werden.

Die Merkmale der Tiefenstruktur hingegen gelten als bestenfalls indirekt beobachtbar, ihnen wird jedoch eine zentrale Bedeutung für den Lernprozess der Schüler:innen zugesprochen (Decristan et al., 2020). Die Autorinnen halten fest, dass es bei der Definition der Tiefenstruktur keine einheitliche Sicht in der Fachliteratur gibt, und stellen daher zwei prominente dennoch verschiedene Ansätze vor. Der erste Ansatz nimmt als Grundlage eine handlungstheoretische Perspektive auf das Lernen ein. Dabei geht die Lehrperson bei der Planung des Unterrichts von einem Lernziel aus und strukturiert den anschliessenden Lernprozess bei den Schülerinnen und Schülern entlang von didaktisch aufbereiteten Lernschritten und -wegen in Form einer Handlungskette¹⁸ (Decristan et al., 2020). Die handlungorientierte Didaktik steht somit bei dieser Form im Zentrum.

Beim zweiten Ansatz zur Tiefenstruktur bilden psychologisch-pädagogische Theorien die Basis (Decristan et al., 2020). Dabei werden üblicherweise die drei Basisdimensionen *kognitive Aktivierung*, *konstruktive Unterstützung* und die *Klassenführung* als Ausdruck der Tiefenmerkmale verstanden (Decristan et al., 2020, S. 108). Einige Qualitätskriterien zur Beurteilung von guten Lehrmitteln (vgl. Döbeli et al., 2018) lassen sich ebenfalls als Ausprägung der Tiefenstruktur verstehen und einordnen. Beispielsweise kann die *Förderung der Kompetenzentwicklung* auch als Ausdruck für eine didaktische Handlungskette verstanden werden. Oder die *vielfältigen aktivierenden Lernaufgaben* wiederum weisen auf eine Forderung nach kognitiver Aktivierung hin.

Umsetzung im Unterricht

Gemäss Appius et al. (2021) stehen für die Umsetzung im Unterricht vor allem die Lernaufgaben bei den Lehrpersonen im Fokus. Diese sollten klar und verständlich formuliert, selbständig bearbeitbar und kompetenzorientiert sein, sowie verschiedene Zugänge ermöglichen und verschiedene Lösungsmöglichkeiten erlauben. Ausserdem ist für die Lehrpersonen eine selbständige Bearbeitung durch die Schüler:innen auf unterschiedlichen Niveaus wichtig. Dabei verweisen Appius et al. (2021) darauf, dass häufig auch der Bedarf nach stark vereinfachten Aufgabenstellungen für schwächere Schüler:innen angemeldet wurde. Einige Lehrpersonen wünschen sich ausserdem anpassbare Vorlagen für formative und summative Kompetenzüberprüfungen (Appius et al. 2021).

¹⁸ Als Beispiel dieser Richtung sei hier auf die «12 Grundformen des Lehrens» von Hans Aebli (1983) verwiesen. <https://www.gigers.com/matthias/schule/aebliqf.pdf> / Buch: ISBN 978-3-608-93044-3

Unterstützung der Lehrperson

Appius et al. (2021) halten fest, dass Lehrpersonen gerne Ergänzungen zum Unterrichtsmaterial hätten, entweder in Form kurzer, verdichteter und unkomplizierten Ausführungen oder für unsichere Lehrpersonen lieber als ausführlichere Kommentare mit integrierten Sachanalysen. Ebenfalls wünschenswert ist aus Sicht der Lehrpersonen eine Verknüpfung des hintergründigen Fachwissens mit dem Inhalt im Lehrmittel bzw. dem Unterrichtsmaterial (Appius et al., 2021). Eine ähnliche Forderung stellt Ingold (2015, S. 17) an Medien- und Informatiklehrmittel: «Sie sollten fehlendes Wissen der Lehrpersonen im Bereich Informatik berücksichtigen und Lehrpersonen besonders unterstützen, etwa mit einem detaillierten Handbuch für Lehrpersonen.» Gleichzeitig betont Ingold aber, dass fehlende Kompetenzen bei den Lehrpersonen nicht einfach durch ein Lehrmittel kompensiert werden können. Als letztes Unterstützungselement werden laut Appius et al. (2021) ebenfalls Planungsvorschläge zur konkreten Umsetzung geschätzt. Döbeli Honegger et al. (2018, S. 31) ergänzen dazu, dass gute Lehrmittel die Lehrpersonen nicht nur dabei unterstützen sollen den Unterricht rascher zu planen und weniger Vorbereitungszeit aufzuwenden, sondern ebenso durch die Auswahl und Strukturierung bzw. der Aufbereitung der Lerninhalte eine gewisse Garantie für eine funktionierende Umsetzung in die Praxis zu bieten.

Kompetenzen der Lehrperson

Über welche digitalen Professionskompetenzen die Lehrpersonen verfügen sollten, wurde bereits im Kapitel 2.3 Professionswissen ausführlich behandelt. Bei der Umfrage durch Appius et al. (2021) drückten viele Lehrpersonen ihr Bedürfnis nach einer Weiterentwicklung ihrer MI-Kompetenzen hin. Als mögliche Quellen für Unterstützung nannten die Lehrpersonen *Material* (z.B. Erklärvideos, Link zu gehaltvollem Material, Sammlung von Best-practice-Beispielen), *Personen* (z.B. PICTS vor Ort, Austausch im Team) und ein *vielfältiges Weiterbildungsangebot* (z.B. niederschwellig, Online-Angebote, vor Ort, fachspezifische Angebote) (Appius et al., 2021).

Qualität

Appius et al. (2021) halten fest, dass bei vielen Plattformen im Internet unklar ist, was die Qualität der Inhalte betrifft. Aus dem gleichen Grund hat Ingold (2020) deshalb sechs Kriterien zur Beurteilung der Qualität von Unterrichtsmaterial aus dem Internet zusammengestellt.

Bei der Beurteilung der *Anbieter und des Umfelds* geht es im Wesentlichen um die Frage «wer steckt hinter dem Angebot?». Dadurch kann eine Lehrperson nachvollziehen, wer die Verfasser:innen hinter dem Unterrichtsmaterial sind, über welche fachlichen Qualifikationen sie verfügen, in welchem Umfeld sie sich bewegen und mit wem sie zusammenarbeiten. Für das zweite Kriterium *Inhalte und Didaktik* verweist Ingold auf die zehn Merkmale, welche auch bei Döbeli Honegger et al. (2018) als Grundlage der Qualität dienen und am Anfang des Kapitels aufgeführt wurden. Damit werden jedoch automatisch Elemente aus dem Inhalt oder der Gestaltung ebenfalls zur Qualität dazugezählt.

Deshalb wird dieses Merkmal als allgemeingültiger Aspekt betrachtet, welcher sich auf Inhalte, die Gestaltung oder auch auf den Lerneffekt beziehen kann. Damit werden auch Merkmale der Tiefenstruktur, als Ausdruck von allgemeiner Unterrichtsqualität, unter diesem Begriff eingeordnet.

Als drittes betrachtet Ingold (2020) die Frage nach der *Finanzierung eines Angebots*. Auch damit lässt sich eine Absicht hinter einem Angebot ableiten, allenfalls versteckte Werbebotschaften erkennen und in der Arbeit mit den Schüler:innen kritisch reflektieren. Einen weiteren Punkt der Qualitätsprüfung von Online-Material sieht Ingold im Umgang mit dem *Urheberrecht und den Lizenzierungen*. Eine Lehrperson sollte dabei abschätzen können, ob sich das Material an die geltenden Rechte hält und welche Materialien sie selbst im Unterricht unter welchen Bedingungen und in welchem Umfang einsetzen darf. Das fünfte Merkmal betrifft den *Datenschutz* und soll damit das Bewusstsein der Lehrperson schärfen, wie verschiedene Plattformen mit den Daten der Nutzer:innen umgehen. Schliesslich findet Ingold (2020), dass es für die Adaption von Unterrichtsmaterial entscheidend für eine Lehrperson sei, in welchem *Format* die Materialien vorliegen bzw. angeboten werden, damit sie leicht veränderbar sind.

2.4.2 Transferfaktoren

Die Absicht des Projekts «Computational Thinking auf der Sek-I Stufe fördern» besteht schlussendlich darin, dass Lehrpersonen die zur Verfügung gestellten Materialien der Plattform effektiv im Unterricht einsetzen und mit den Schülerinnen und Schülern Aufgaben daraus bearbeiten. Diese Übertragung von Fortbildungsinhalten, in diesem Fall eher informeller Art, und die darauf folgende Anwendung in der Praxis bezeichnet Vigerske (2017) als *Transfer*. Erfolgt eine langfristige und stabile Umsetzung der Weiterbildungsinhalte spricht Vigerske (2017, S. 25) von Nachhaltigkeit «als Ergebnis des Transfers». Werden die Inhalte hingegen ausserhalb der Fortbildung nicht angewendet führt das zum *Phänomen des trägen Wissens*. Daher weist Vigerske (2017, S. 25) darauf hin, dass «eine Lehrerfortbildung zwar wirksam sein [kann] und dennoch findet keine Anwendung der vermittelten Inhalte im System Schule statt.» Damit veranschaulicht er, dass zwischen der Vermittlung der Inhalte und der Umsetzung in die Praxis weitere Aspekte eine Rolle spielen. Diese sogenannten Transferfaktoren werden in den folgenden Abschnitten eingehender betrachtet.

Gräsel (2010) stellt zuerst die Frage, was einen erfolgreichen Transfer überhaupt ausmacht. Dazu greift sie einerseits auf das Merkmal *Verbreitung* aus der Diffusionsforschung zurück. Sie betont jedoch, dass die übliche Sichtweise von Verbreitung im Schulumfeld zu kurz greift, da es nicht einfach um eine quantitative, sondern vor allem um eine qualitative Komponente der Verbreitung geht. Dies führt zu einem zweiten Aspekt der Innovationsübernahme: der *Tiefe*. Damit meint Gräsel (2010), wie stark die neuen Inhalte und Kompetenzen von den Lehrpersonen in den Unterricht integriert werden. Vigerske (2017, S. 47) unterscheidet dazu vier verschiedene *Level of Transfer* (vgl. Abb. 9).

Levels of Transfer	
Stufe 1 Imitative Use	<ul style="list-style-type: none"> Die Lehrenden reproduzieren exakt die didaktischen Settings aus der Lehrerfortbildung in ihrem Unterricht. Die in der Fortbildung besprochenen oder aufgezeigten didaktischen Settings werden nahezu identisch in die Praxis übernommen.
Stufe 2 Mechanical Use	<ul style="list-style-type: none"> Die Lehrenden nutzen die didaktischen Settings aus der Fortbildung in unterschiedlichen Unterrichtssituationen und Fächern. Die didaktischen Settings aus der Lehrerfortbildung werden jedoch nur wenig angepasst oder verändert.
Stufe 3 Routine Use	<ul style="list-style-type: none"> Die Lehrenden ordnen das Gelernte aus der Lehrerfortbildung bestimmten Unterrichtssituationen, Tätigkeiten oder Zielen zu.
Stufe 4 Integrated Use	<ul style="list-style-type: none"> Die Lehrenden verstehen, wie die Fortbildungskonzepte oder -strategien in unterschiedlichen Unterrichtssituationen angewandt werden können.
Stufe 5 Executive Use	<ul style="list-style-type: none"> Die Lehrenden verstehen die zu Grunde liegenden Theorien der in der Lehrerfortbildung vermittelten Inhalte, didaktischen Settings und Konzepte. Deren Anwendung erfolgt nun themen-, fächer- und situationsübergreifend.

Abbildung 9: Level of Transfer (Vigerske, 2017, S. 47 nach Joyce & Showers, 2002, S.102)

Für eine tiefere Innovationsübernahme gilt die Voraussetzung, dass die Auseinandersetzung mit den Fortbildungsinhalten bei der Lehrperson eine Veränderung der Überzeugungs- und Handlungsmuster bewirkt hat. Ansonsten bleibt die Anwendung gemäss Gräsel (2019, S. 10) an der Oberfläche und es werden «nur jene Aspekte übernommen [...], die mit den bisherigen Überzeugungen und der bisherigen Praxis in Einklang stehen».

Einen weiteren Aspekt des Transfererfolgs sieht Gräsel (2010) in der *Identifikation*, also dem Ausmass, in welchem sich die Lehrpersonen mit der Neuerung identifizieren. Als letzte Dimension spricht Gräsel (2010) die Nachhaltigkeit an. Damit meint sie, wie bereits eingangs erwähnt, die dauerhafte Veränderung und stabile Integration neuer Aspekte in die Unterrichtspraxis.

Einen anderen Blick wirft laut Backfisch et al. (2021) das Will-Skill-Tool-Modell nach Petko (2012) auf den Transferprozess. Dabei wird festgehalten, dass der «Einsatz digitaler Medien von drei zentralen Faktoren abhängt: den motivationalen Voraussetzungen (Will) der Lehrpersonen, dem individuellen Professionswissen und damit verbunden den Fähigkeiten von Lehrpersonen (Skills) sowie dem Vorhandensein digitaler Ressourcen und Infrastruktur (Tools)» (Backfisch et al., 2021, S. 73). Vigerske et al. (2017) sehen die Entscheidung zum Transfer als eigentliche Hürde im Transferprozess, welche stark von der Transfermotivation abhängig sei. Die Motivation wiederum wird gemäss dem Autorenteam durch die wahrgenommene Anwendbarkeit und besonders durch die Selbstwirksamkeitserwartung der Lehrperson beeinflusst (Vigerske, 2017, S. 52). Bender et al. (2018, S.80) definieren die Selbstwirksamkeit als «die Einschätzung einer Lehrkraft darüber, wie gut es ihr gelingen kann [...] das Lernen und Verhalten der SchülerInnen zu unterstützen und zu fördern,

und zwar auch bei vermeintlich schwierigen und unmotivierten Schülerinnen und Schülern.» Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung führt bei Lehrpersonen dazu, dass sie sich höhere Ziele setzen, den Unterricht exakter vorbereiten und organisieren, eine höhere Innovationsbereitschaft zeigen und insgesamt ausdauernder sowie enthusiastischer arbeiten und eine höhere Berufsbindung empfinden (Leuchter et al., 2006, S. 566). Das wiederum führt zu einer positiveren Einstellung gegenüber Innovationen für den Unterricht und zu einer höheren Einsatzhäufigkeit bzw. einer Erhöhung der Transferwahrscheinlichkeit (Bender et al., 2018).

Die bisherigen Ausführungen zur Betrachtung der Transferfaktoren fokussierten vor allem auf personenbezogene *Merkmale der Lehrpersonen*. Laut Gräsel (2010) stellt dies einen von vier Einflussfaktoren auf den Transfer im Bildungsbereich dar. Neben der Motivation, welche stark von der wahrgenommenen Relevanz bzw. dem Mehrwert abhängig ist, führt Gräsel (2010) das Kompetenzerleben, die Selbstwirksamkeitserwartung und die Wahrung einer gewissen Autonomie und Mitbestimmungsmöglichkeit als weitere personenbezogenen Transfermerkmale auf.

Eine zweite Transfer-Dimension betrifft die *Merkmale einer Innovation* selbst. Dabei geht es um die Akzeptanz der Neuerung und um Faktoren, welche den Transfer vereinfachen bzw. erleichtern. Innovationen im Bildungsbereich werden leichter in die Schulpraxis übernommen, wenn sie folgende Merkmale aufweisen:

- Wahrgenommener relativer Vorteil gegenüber der bestehenden Praxis (z.B. effektiver, grösserer Lernerfolg...),
- Kompatibilität mit dem Status Quo, Kohärenz (Das Neue steht im Einklang mit bestehenden Werten, Überzeugungen und subjektiven Theorien der einzelnen Lehrpersonen oder der Schule),
- Mit geringem Aufwand umsetzbar, geringe Komplexität (Bisherige Prozesse und Routinen werden von der Innovation nicht oder nur marginal verändert),
- Reversible, schrittweise Einführung (teilweise, adaptiert oder unter Vorbehalt eingeführt wirkt weniger bedrohlich und wird leichter umgesetzt),
- Quick Wins (Wenn rasch positive Ergebnisse sichtbar werden, erhöht das die Wahrscheinlichkeit, dass mehr Lehrpersonen die Veränderung übernehmen bzw. beibehalten) (Gräsel, 2010, S. 10f).

Wie eine einzelne Schule mit Neuerungen umgeht (*Merkmale einer Einzelschule*), erlangt gemäss Gräsel (2010) eine hohe Bedeutung für die Übernahme einer Innovation. Insbesondere die Unterstützung der Veränderung durch die Schulleitung zeigt Auswirkungen auf die Lehrpersonen. Ebenfalls ist es relevant, wie die Kooperation im Lehrerteam gelebt wird. So zeigt sich laut Gräsel (2010), dass in gut funktionierenden und kooperierenden Lehrerteams eine Verständigung darüber

stattfindet, wie die Neuerungen umgesetzt und an bestehende Bedingungen der eigenen Schule angepasst werden sollen, was wiederum die Verbreitung begünstigt.

Die letzte Dimension *Merkmale des Umfelds und der Transferunterstützung* reichen über eine Einzelschule hinaus. Die Unterstützung für einen Transfer kommt dabei aus schulhausübergreifenden Netzwerken bzw. der daraus entstehenden engen Zusammenarbeit, wo die eigenen «Überzeugungen, Routinen und Handlungsmuster explizit und zum Gegenstand der Reflexion» gemacht werden (Gräsel, 2010, S. 12). Im Weiteren erachtet Gräsel auch Weiterbildungen als bedeutsam für einen gelingenden Transfer. Als zentrales Merkmal des Umfelds hat sich jedoch die Stabilität erwiesen. Die Autorin weist dabei darauf hin, dass «wechselnde personelle Konstellationen und ein Umfeld mit hoher Innovationsdichte [...] die Übernahme von Neuerungen» behindern (Gräsel, 2010, p. 12).

Diese vier Dimensionen *Merkmale der Innovation, Merkmale der Lehrperson, Merkmale der Einzelschule* und die *Merkmale des Umfelds* nach Gräsel (2010) dienen später in der Arbeit als Ausgangslage für die qualitative Inhaltsanalyse zu den Transferfaktoren in Bezug auf die Nutzung der exemplarischen Materialien im Unterricht.

3 Fragestellung und Hypothesen

In diesem Kapitel erfolgt zuerst eine Beschreibung des Gesamtprojektes, für welches in dieser Masterarbeit ein Teilbereich erarbeitet wird. Anschliessend werden die beiden Fragestellungen hergeleitet, gefolgt von vier Annahmen. Diese sind aus theoriebasierten Erkenntnissen und Forschungsergebnissen, sowie aus meinen persönlichen Arbeitserfahrungen als pädagogische Leiterin für Medien und Informatik abgeleitet.

3.1 Einbettung in Projekt «Algorithmisches Denken auf der Sek-I Stufe»

Diese Masterarbeit ist eingebettet in das Projekt «Algorithmisches Denken in der Sekundarstufe I»¹⁹ der Hochschule Luzern Informatik (HSLU I) und der pädagogischen Hochschule Luzern. In einem Poster-Abstract²⁰ wird der Ansatz und die Herangehensweise des Projektes näher erläutert. Im Zentrum steht die allgemeine Förderung der Rolle von «Computational Thinking»-Kompetenzen auf der Sekundarstufe I (und II). Dadurch soll mittelfristig ein Beitrag zur Reduktion des Fachkräftemangels im MINT-Bereich geleistet werden (vgl. Arnold et al., 2022).

Das Projekt beinhaltet drei unterschiedliche Schwerpunkte. Der erste Fokus liegt auf der Erarbeitung von konkretem Unterrichtsmaterial für verschiedene Schulthemen und -stufen, welches sich für die Einführung oder Förderung von CT-Kompetenzen eignet. Dabei werden exemplarische Beispiele in Zusammenarbeit mit Fachexperten selbst entworfen oder von bereits vorhandenen Materialien abgeleitet und aufbereitet. Als Ausgangslage dazu dient ein vorangehendes Projekt²¹ der pädagogischen Hochschule GR und der Fachhochschule Graubünden. In diesem wurden bereits 26 Vorschläge für Unterrichtseinheiten entwickelt, die verschiedene Aspekte des algorithmischen Denkens abdecken und in verschiedenen Fächern eingesetzt werden können. Die Aufgaben in den Einheiten richten sich an angehende sowie erfahrenen Lehrpersonen der Primarstufe und sollen sie dazu anleiten, über das algorithmische Denken nachzudenken. Ebenfalls sind Hinweise integriert, wie die Inhalte didaktisch im Unterricht umgesetzt werden können. Damit sollen die Lehrpersonen befähigt werden, Unterricht so zu gestalten, dass durch den Einsatz von algorithmischem Denken Problemlösekompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern nachhaltig gefördert werden.

Die Entwicklung von Unterrichtsmaterial für die Sek-I Stufe bewegt sich auf mehreren Ebenen. Einerseits wurden bis anhin zwei Webtools zu spezifischen Themen entwickelt. Wie im Poster-Abstract ausgeführt, wurde die Plattform LogicTraffic²² und dazu passendes Unterrichtsmaterial einem ersten Praxistest unterzogen. Für die zweite Plattform Rhyddm²³ wurde in Zusammenarbeit

¹⁹ <https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/forschung/projekte/detail/?pid=5919>

²⁰ <https://doi.org/10.1145/3556787.3556874>

²¹ «Algorithmisches Denken im fächerübergreifenden Unterricht», <https://algdenken.phgr.ch>

²² <https://www.logictraffic.ch>

²³ <https://rhyddm.ch>

mit einem Musikpädagogik-Experten eine Basisversion entwickelt und ersten Musiklehrpersonen zum Testen übergeben. Andererseits soll fachfremden Lehrpersonen eine Unterstützung geboten werden, damit sie Computational Thinking-Elemente in ihrem Fach und ihren Unterrichtsplanungen identifizieren bzw. das Potenzial zur Integration von informatischen Themen einfacher abschätzen können. Dazu wurde eine erste Fassung einer Online-Checkliste²⁴ mit adaptiven Handlungsempfehlungen entworfen. Inhaltlich stützt sich diese auf die «Computational Thinking»-Definition nach Csizmadia et al. (2015) bzw. baut auf dem CT-Verständnis dieser Arbeit auf.

In einem zweiten Schritt geht es im Projekt darum, die selbst erstellten Unterrichtsmaterialien auf einer nach Fach und Stufe durchsuchbaren Webseite zur Verfügung zu stellen. Eigene Unterrichtseinheiten werden dabei durch Verweise auf weiteres Material von anderen Anbietern ergänzt. Dieses Online-Angebot verfolgt gemäss Arnold et al. (2022) das Ziel die Lehrpersonen dabei zu unterstützen, Aspekte des «Computational Thinking» mit möglichst geringem Aufwand in ihren Unterricht zu integrieren.

Über das Netzwerk der beiden Hochschulen soll in der Folge eine grössere Anzahl von Studierenden und erfahrenen Lehrpersonen erreicht werden. Einerseits ist es die Absicht dabei die CT-Kompetenzen zukünftiger MINT-Lehrpersonen bereits in der Ausbildung, als auch bei Lehrpersonen aus der Praxis mit der Durchführung von Workshops zu fördern. Andererseits besteht die Intention, dass die Lehrpersonen mit den fächerübergreifenden Beispielen CT-Kompetenzen in den Unterricht integrieren und so als Multiplikator:innen wirkend die CT- bzw. Informatikkompetenzen bei ihren Schülerinnen und Schülern fördern.

3.2 Fragestellung

Wie eben erwähnt bildet das Projekt «Algorithmisches Denken in der Sekundarstufe I» den Rahmen für diese Masterarbeit. Dabei ist das Ziel die beiden ersten Aspekte, die Entwicklung von konkretem Unterrichtsmaterial und die Konzeption eines Online-Angebots, aufzugreifen und mit drei exemplarischen Unterrichtseinheiten zu starten. Dabei ist eine aus der Praxiserfahrung abgeleitete Vorannahme, dass Lehrpersonen noch über wenig digitale Professionskompetenz und damit auch noch über ein wenig ausgeprägtes Verständnis von CT verfügen. Daher besteht der Anspruch, dass die Lehrpersonen durch eine eigenständige Auseinandersetzung mit dem Material befähigt werden, diese Inhalte im Unterricht dennoch adäquat zu vermitteln.

²⁴ <https://q8qed7xu8.supersurvey.com>

Forschungsfrage 1

In den vorangehenden Kapiteln wurde die Möglichkeit der Förderung von CT-Kompetenzen durch die Bereitstellung von Unterrichtsmaterial bereits angedacht. Je nach Konzeption könnte dies, wie ebenfalls bereits ausgeführt, zusätzlich gerade als informelle Chance zur Weiterentwicklung von CT-Kompetenzen bei Lehrpersonen genutzt werden. Wie diese beiden Aspekte zur optimalen Förderung verbunden und dadurch effektive und durchdachte Lerngelegenheiten für die Lehrpersonen geschaffen werden können, ist das Erkenntnisziel der ersten Forschungsfrage. Einerseits sollen sich die Schülerinnen und Schüler durch den Einsatz der konkreten Materialien im Unterricht strukturiert und in einem formellen Setting mit den CT-Inhalten auseinandersetzen. Andererseits soll das informelle Selbstlernen unterstützt und der Lernerfolg der Lehrperson im Bereich der CT-Kompetenzentwicklung erhöht werden können. Daraus leitet sich die erste Forschungsfrage ab:

F1: Wie muss ein Online-(Weiterbildungs)Angebot inhaltlich konzipiert sein, damit SEK-I-Lehrpersonen dadurch befähigt werden, die Kompetenz «Computational Thinking» im Unterricht bei den Schüler:innen gezielt zu fördern?

Die Forschungsfrage 1 bezieht sich dabei explizit auf die Inhalte und die Struktur des bereitgestellten Unterrichtsmaterials. Zur Präsentation und um eine erste Vorstellung zum Produkt zu erhalten, wird eine simple Webseite erstellt. Dabei werden aber die technischen Aspekte des Designs und die UserExperience nicht berücksichtigt, da dies den Rahmen dieser Arbeit bei Weitem übersteigen würde. Die Implementierung einer adaptiven, durchsuchbaren Endversion ist im Gesamtprojekt für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Forschungsfrage 2

Gemäss eigenen Erfahrungen als pädagogische Supporterin im Bereich Medien und Informatik und aus der regelmässigen Zusammenarbeit mit über 250 Lehrpersonen der Gemeinde Glarus Nord reicht es leider oft nicht aus, Lehrpersonen lediglich eine Unterrichtsidee oder sogar eine ganze Sammlung voller «toller pfannenfertiger» Unterrichtsmaterialien zur Förderung von [...] zur Verfügung zu stellen. Diese Angebote werden häufig nur von wenigen, sowieso schon affinen Lehrpersonen genutzt, während die meisten (oftmals gerade die weniger affinen oder unsicheren) Lehrpersonen damit aus verschiedenen Gründen kaum etwas anfangen können oder wollen.

Laut Dreher et al. (2018) zeigen einzelne Forschungsarbeiten, dass eine Auseinandersetzung mit Aufgaben, sowie der gemeinsamen Reflexion darüber, während Weiterbildungsveranstaltungen die Lehrpersonen unterstützen und so ein Transfer von zur Verfügung gestelltem Unterrichtsmaterial in

²⁵ bitte selbst irgendein Thema einsetzen

die Praxis wahrscheinlicher macht. Im Weiteren verweisen sie ebenso auf einzelne Forschungsarbeiten, welche zeigen, «dass bei einer eigenständigen Anwendung von Material aus Aufgabensammlungen nicht zwingend die gewünschten Effekte eintreten» (Dreher et al., 2018, S. 251). Daher beschäftigt sich die zweite Forschungsfrage damit, wie Lehrpersonen besser abgeholt und begleitet werden können, damit sie dennoch die nötige Innovationsbereitschaft und Transfermotivation entwickeln. Oder anders ausgedrückt geht es um die Frage, welche Komponenten in und rund um Unterrichtsmaterialien eine Lehrperson dabei unterstützen, die Inhalte in ihrem Unterricht umsetzen zu können bzw. umsetzen zu wollen.

F2: Unter welchen Bedingungen lassen sich Lehrpersonen dazu motivieren, das Online-Angebot zu nutzen?

3.3 Annahmen

Im Folgenden werden neben den Forschungsfragen noch vier Annahmen getroffen. Diese sind einerseits aus der Literatur und andererseits aufgrund eigener Vorerfahrungen aus der Zusammenarbeit mit und aus selbst durchgeführten Weiterbildungen für Lehrpersonen abgeleitet.

Annahme 1

Während meiner zehnjährigen Tätigkeit als Lehrerin auf der Sek-I Stufe, sowie in den fünf Jahren als pädagogische Supporterin zuerst auf Schul- und schliesslich der Gemeindeebene machte ich die subjektiv geprägte Erfahrung, dass Lehrpersonen, welche über höhere Anwendungskompetenzen im Bereich Medien und Informatik verfügen, eher von den Lehrmittelinhalten abweichen und andere Materialien, digitale Medien oder Ideen aus dem Internet in ihre Unterrichtsplanung einbeziehen. Untersuchungen zum Will-Skill-Tool-Modell nach Petko (2012) zeigen, dass «insbesondere das selbsteingeschätzte Professionswissen und die motivationalen Überzeugungen der Lehrpersonen, deren Intention sowie die Einsatzhäufigkeit digitaler Medien vorhersagten» (Backfisch et al., 2021, S. 74). Daraus abgeleitet treffe ich eine erste Annahme bezüglich der Nutzungshäufigkeit von Unterrichtsmaterial aus dem Internet in Abhängigkeit der digitalen Professionskompetenz:

A1: Lehrpersonen, die sich selbst eine höhere digitale Professionskompetenzstufe attribuieren, setzen im Unterricht häufiger Unterrichtsmaterialien oder -ideen aus dem Internet im Unterricht ein, als Lehrpersonen, die sich auf einer tieferen Stufe einordnen.

Annahme 2

Gemäss Breidenbach (2022) konnte in Akzeptanzuntersuchungen bestätigt werden, dass die Wahrnehmung der einfachen Benutzbarkeit und des Nutzens als entscheidende Faktoren für die Akzeptanz von eLearning-Formaten gelten. Eine ähnliche Aussage wurde bereits im Theorieteil mit dem *Technologie-Akzeptanz-Modell* nach Petko (2020) wiedergeben. Auch da besteht eine Abhängigkeit der Einsatzhäufigkeit im Unterricht von der Überzeugung der Nützlichkeit und des Mehrwerts. Daraus leite ich die zweite Annahme zur Nutzungsbereitschaft bzw. Transfermotivation ab:

A2: Die wahrgenommene Relevanz und der wahrgenommene Nutzen des Online-Angebots haben einen Zusammenhang mit der Bereitschaft das angebotene Unterrichtsmaterial im Unterricht einzusetzen.

Annahme 3

Die erste Fragestellung beschäftigt sich einerseits mit den Konzeptionsfaktoren für die Gestaltung der Unterrichtsmaterialien. Andererseits sollen sich damit die Lehrpersonen auf einem informellen Lernweg mit dem Konstrukt Computational Thinking auseinandersetzen und so schlussendlich informatische Kompetenzen bei ihren Schülerinnen und Schülern fördern. Verschiedene Autoren und Autorinnen haben darauf verwiesen, dass bereitgestellte Unterrichtsmaterialien eine gute Möglichkeit zur Förderung von digitalen Inhalten im Unterricht darstellen (vgl. Hildebrandt, 2017; Röhl et al., 2023; Sieber et al., 2017). Als Voraussetzung für die Integration wurde bis anhin vor allem auf die Motivation, die Überzeugung und die Selbstwirksamkeitserwartung der Lehrperson abgestützt. Gerade für eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung braucht es aber auch eine gewisse Sicherheit im Umgang mit den Inhalten. Daher gehe ich von der Annahme aus, dass in Unterrichtsmaterial eingegliedertes (neues) Fachwissen von den Lehrpersonen automatisch mit aufgenommen, integriert und so ihr bestehendes (Vor)Wissen erweitert wird und sich somit auch ihr Verständnis vom Konzept Computational Thinking verändert.

A3: Durch die Auseinandersetzung mit dem methodisch-didaktisch aufbereiteten Online-Angebot verändert sich das Verständnis von «Computational Thinking» bei den Lehrpersonen.

Annahme 4

Backfisch et al. (2021, S. 74) berichten, dass die «Selbsteinschätzungen nur in geringem Mass das eigentliche Professionswissen und Handeln von Lehrpersonen widerspiegeln». Dies legt nahe, dass mit der Selbsteinstufung der digitalen Professionskompetenz keine zuverlässige Voraussage zur Transfermotivation getroffen werden kann. Unter der Vorannahme, dass die Definition des Computational Thinking-Begriffs hingegen ein Ausdruck der tatsächlichen Wissensbasis darstellt

und somit ein Anzeiger für die dahinterliegende Kompetenz in diesem Bereich ist, wird die Annahme 4 wie folgt getroffen:

A4: Die Bereitschaft das angebotene Unterrichtsmaterial im Unterricht einzusetzen, hängt mit dem Differenzierungsgrad des CT-Begriffs zusammen

4 Methode

Diese Masterarbeit ist wie im vorangehenden Kapitel erwähnt in das Projekt «Algorithmisches Denken in der Sekundarstufe I» eingebettet. Es geht aber nicht nur darum, einfach möglichst viele Praxisbeispiele zu erstellen oder zu sammeln. Vielmehr steht die Frage im Zentrum, wie Lehrpersonen durch ein Online-Angebot mit Unterrichtsmaterialien dazu befähigt werden können, ihre eigenen digitalen Professionskompetenzen (weiter)zuentwickeln und Unterrichtsideen mit Informatik-Inhalten in ihrem Fach umzusetzen. Dazu sollen im Besonderen die aktuelle Unterrichtspraxis sowie der Kompetenzstand der Lehrpersonen berücksichtigt und die im Theorie-Teil hergeleiteten Erkenntnisse in die Konzeption der exemplarischen Materialien einfließen.

Diese Verzahnung von Praxis und Forschungsinteresse verlangt nach einem wechselseitigen Vorgehen, um beide Aspekte zu verbinden. Nach Euler (2014) verfolgt die Forschungsmethode Design-Based-Research (DBR) den Ansatz das Verhältnis von Wissenschaft und Praxis als Interaktion zu definieren. So können Akteure aus beiden Gebieten ihre unterschiedlichen Ziele und Interessen in Kooperation miteinander verfolgen (Euler, 2014, S. 20). Auch Lehmann-Wermser und Konrad (2018) verstehen DBR als offenen methodologischen Rahmen, durch welchen Theorie und Praxis nicht als dichotome Begriffe betrachtet werden, sondern das komplexe Verhältnis besser abgebildet werden kann, «da Praxis ohne theoretische Anteile nicht denkbar ist, wie umgekehrt Theorie ohne eine dahinterstehende Praxis nicht verstehbar ist.» (Lehmann-Wermser & Konrad, 2018, S. 10). Daher wurde der Design-Based-Research Ansatz als grundlegende Methode ausgewählt.

4.1 Design-Based-Research Ansatz

Um eine Verbindung zwischen theoretischen Grundlagen und der Unterrichtspraxis herzustellen, existieren gemäss Rudloff (2023) verschiedene Modelle und so verweist er auf sechs Formen zur Unterscheidung nach Burkhardt und Schoenfeld (2003):

- *Eigeninitiative der Praktiker*innen* (Forschungsergebnisse werden von einer Lehrperson eigenständig in den Unterrichtsalltag transferiert bzw. integriert, nicht sehr verbreitet),
- *Zusammenfassende Leitfäden* (Forschungsergebnisse werden von Berufsverbänden aufbereitet und den Lehrpersonen zur Verfügung gestellt, Transfererfolg zweifelhaft),
- *Allgemeine berufliche Entwicklung* (Durch Weiterbildungen wird Forschungswissen an die Lehrpersonen herangetragen, mit der Hoffnung, dass diese ihr Handeln auf individueller Ebene adaptieren),
- *Der politische Weg* (Politisch motivierte Reformen, die meistens nicht auf der Basis neuer Forschungsergebnisse aufbauen und umgesetzt werden),

- *Der lange Weg* (Forschungsergebnisse werden mit der Zeit als Standard betrachtet und finden so den Weg in den Unterricht. Nur wenig Beispiele in der Realität),
- *Designexperimente* (zielen auf Innovationsfunktion der Wissenschaft in der Praxis ab, wie z.B. DBR) (Rudloff, 2023, S. 170).

Alle diese Forschungsansätze versuchen innovative Lösungen für die Bildungspraxis zu finden. Beim Design-Based-Research Ansatz handelt es sich jedoch laut Rudloff (2023, S. 171) um einen «Forschungsansatz, der für den Bildungsbereich besonders geeignet ist, da er eine Verbindung zwischen angewandter und wissensorientierter Forschung darstellt.» Damit stellt DBR gemäss dem Autor eine wichtige Methode dar, welche dazu dient, das Verständnis zu fördern, wie, wann und warum ein Innovationstransfer in die Praxis funktioniert. Als Beispiel kann die Entwicklung von Lernumgebungen angeführt werden, in welchen «in einem praktischen Kontext gestaltet und Lerntheorien erprobt, gestaltet und weiterentwickelt werden» können und als Ergebnis so am Ende ein praktischer Output generiert wird (Rudloff, 2023, S. 172).

Wie Lehmann-Wermser und Konrad (2018) spricht auch Koppel (2016, S. 208f) davon, dass der Design-Based-Research Ansatz eher ein Forschungsparadigma als ein «durch bestimmte Methoden definiertes Forschungsdesign» darstellt. Damit soll verdeutlicht werden, dass DBR nicht ein spezifisches, klar umrissenes Vorgehen beschreibt, sondern eher als ein «durch planendes, gestaltendes und schaffendes Handeln» (Rudloff, 2023, S. 170) bezeichnet werden kann. Dabei unterscheiden sich die Prozessmodelle, die Bezeichnungen der Phasen und die darin aufgeführten Aktivitäten je nach Autor:in. Gemäss Rudloff (2023, S. 172) «weisen sie dennoch eine hohe Ähnlichkeit in ihrer Struktur auf» und beinhalten meist eine «iterative und zirkuläre Abfolge von Forschungs- und Entwicklungsphasen» mit den Schritten *Problemanalyse*, *Design*, *Implementierung*, *Test* und *Redesign*. Koppel (2016, S. 212f) fasst dies in vier Phasen zusammen:

- Phase I – *Identifikation und Konkretisierung der Forschungsfrage*
- Phase II – *Konzeption*
- Phase III – *Konzeptevaluation* (mehrere Zyklen mit der Abfolge: Gestaltung, Durchführung, Analyse, Redesign)
- Phase IV – *Reflexion*

Im FUNKEN-Modell wird der Design-Based-Research Ansatz spezifisch auf fachdidaktische Forschungsbedürfnisse ausgerichtet (Dube & Prediger, 2017). Dabei bewegt sich der iterative Kreislauf mit Arbeitsbereichen entlang dem Entwicklungs- bzw. Forschungsprozesses hin zu einem Entwicklungs- bzw. Forschungsprodukt (vgl. Abb. 10). Mögliche Produkte aus diesen Prozessen stellen gemäss den Autorinnen «Beiträge zu lokalen, d.h. gegenstandsspezifischen Theorien,

einerseits zu gegenstandsspezifischen Lernprozessen mit ihren Verläufen und Hürden, andererseits zu Wirkungsweisen und Gelingensbedingungen von Design-Elementen» dar (Dube und Prediger, 2017, S. 4).

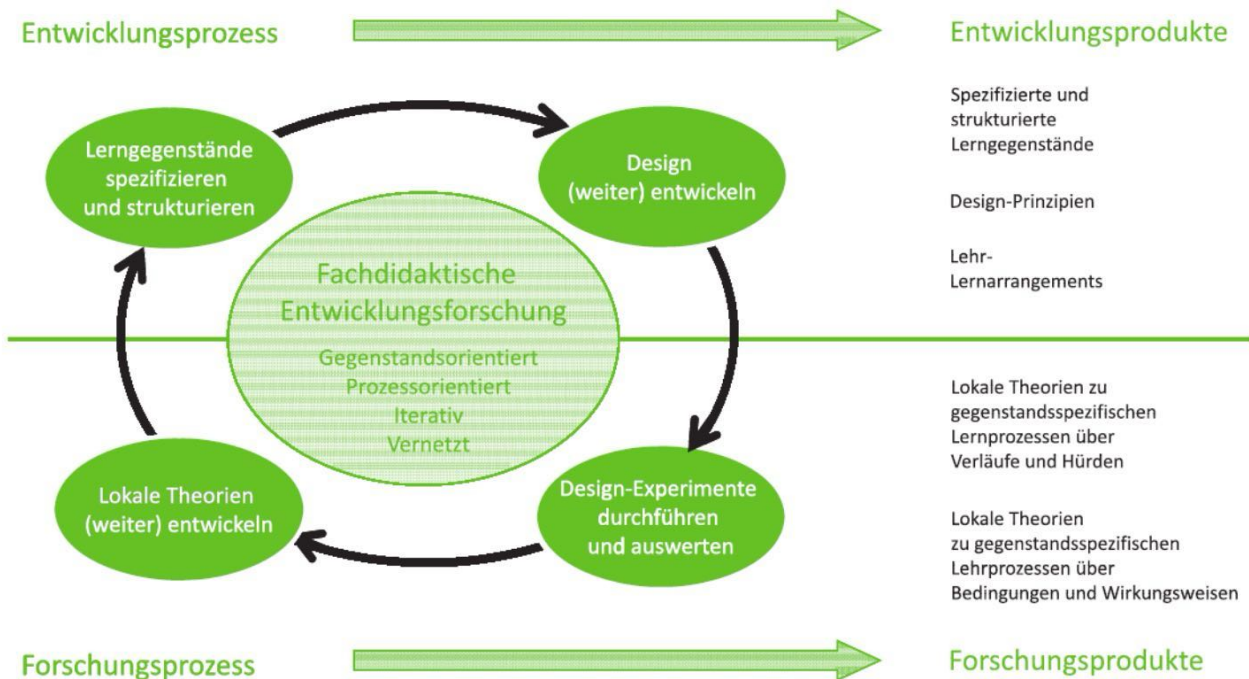


Abbildung 10: Arbeitsbereiche und Produkte der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung im FUNKEN-Modell (Dube und Prediger, 2017, S. 4 nach Prediger et al. 2012)

Das methodische Vorgehen in dieser Arbeit wird aus den beiden vorangehenden DBR-Prozessmodellen abgeleitet. Auf der einen Seite werden die vier Phasen von Koppel (2016) und auf der anderen Seite die beiden Aspekte Entwicklung und Forschung als rahmende Perspektive übernommen (vgl. Abb. 11).

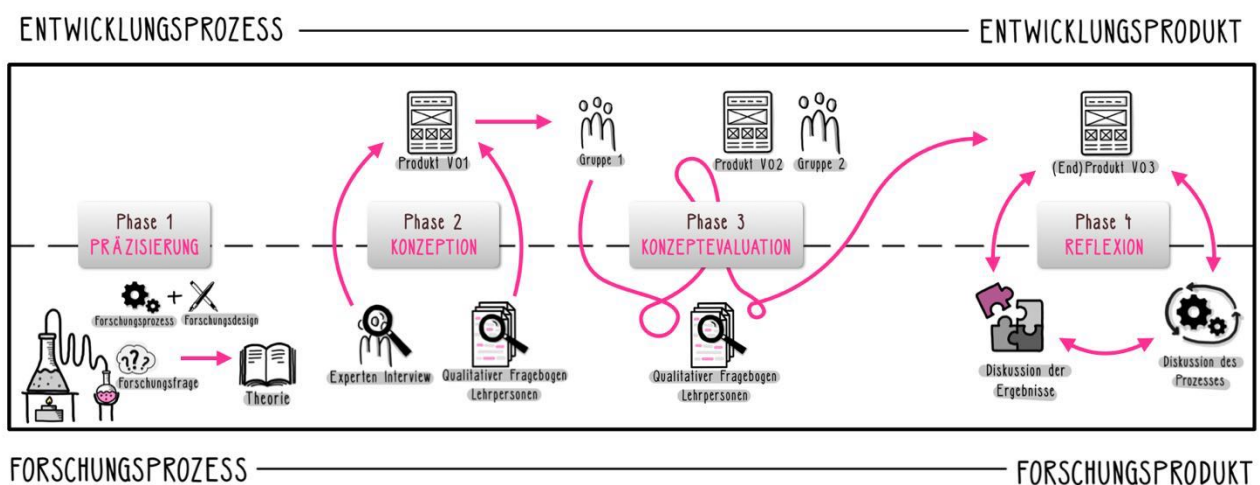


Abbildung 11: DBR-Prozess in dieser Masterarbeit, eigene Darstellung

Damit soll das Online-Angebot zwar theoriegeleitet, jedoch auf die Bedürfnisse aus der Praxis ausgerichtet und auf die Erfahrungen von Experten abgestützt, konzipiert werden. Dazu wird eine

Vorbefragung mit drei Experten:innen in Form eines Leitfadeninterviews, sowie eine schriftliche Präbefragung von Lehrpersonen durchgeführt. Die Befragungen werden mittels einer strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2022) anhand eines deduktiv-induktiv entwickelten Kodierleitfadens qualitativ ausgewertet. Die Ergebnisse fließen wiederum in den Prototyp der Unterrichtsmaterialien ein (vgl. Kp. 4.1.3). Dabei richtet sich die Fach- wie auch die Themenwahl nach den Teilnehmenden der Evaluationsrunde. In einem nächsten Schritt wird der Prototyp der Evaluationsgruppe vorgelegt und mittels Post-Befragung entsprechende Rückmeldungen dazu eingeholt. Im Anschluss werden wiederum die zentralen Ergebnisse dazu benützt, die erstellten Materialien zu modifizieren.

Dadurch entsteht einerseits exemplarisches Unterrichtsmaterial, welches im Idealfall bereit für einen Praxistest ist und die Lehrpersonen direkt im Unterricht einsetzen können. Andererseits sollen auf der Forschungsebene Rückschlüsse für die weitere Konzeptionsarbeit und die Erstellung weiterer Unterrichtsmaterialien für das gesamte Projekt gezogen werden können. Entgegen der üblichen iterativen, mehrzyklischen Evaluation in der Phase 3 ist in dieser Arbeit aber lediglich ein Zyklus der Überarbeitung vorgesehen, da eine mehrfache Überarbeitung oder gar ein Praxistest den Rahmen einer Masterarbeit übersteigen würde.

4.1.1 Phase 1: Präzisierung der Fragestellung

In der ersten Phase wird mit dem Theorie-Teil die Grundlage für ein kontextspezifisches Design der exemplarischen Unterrichtsmaterialien geschaffen. Dazu gehört eine Auslegeordnung rund um die Problem- bzw. Fragestellung indem «nach einem ausführlichen Studium der wissenschaftlichen Literatur die notwendigen Begriffe, theoretischen Konzepte und konkreten Handlungsempfehlungen definiert und beschrieben» werden (Rudloff, 2023, S. 173). Dabei gilt es die Rahmenbedingungen und wichtigen Merkmale festzuhalten, welche bei der Entwicklung und der Gestaltung des Prototyps, hier der Unterrichtsbeispiele, berücksichtigt werden müssen (Rudloff, 2023).

Die zentralen Begriffe für die Fragestellung wurden mit der Definition des Computational Thinking Verständnisses und der Festlegung der Konzeptions- und Transferfaktoren als Grundlage für die deduktiv-induktive Auswertung behandelt. Ebenfalls sind in dieser Phase die beiden Fragestellungen konkretisiert, präzisiert und die Annahmen formuliert worden. Diese Vorannahmen widerspiegeln dabei den persönlichen durch empirische (Alltags)Heuristiken geprägten, wie auch aus wissenschaftlichen Erkenntnissen abgeleiteten theoretischen Unterbau. Weitere Rahmenbedingungen in Bezug auf das Wechselspiel zwischen mir als Forschende und den Teilnehmenden (Expert:innen / Lehrpersonen) werden als Teil der Auswertung im Kapitel 4.2 detaillierter erörtert.

4.1.2 Phase 2a: Konzeption Leitfadeninterview & Prä-Befragung

Die beiden Experten und die Expertin werden anhand eines halbstrukturierten Interviewleitfadens zu ihrem CT-Verständnis, relevanten Konzeptions- und Transferfaktoren sowie ihrer Einschätzung der Relevanz von Computational Thinking für den fächerübergreifenden Unterricht befragt. Ausserdem wird zur Erfassung des Kontexts eine Beschreibung der aktuellen Tätigkeit und Funktion, sowie den allgemeinen Bezug zur Informatik erfragt. Das Einzelinterview wird über ein Online-Tool wie MS Teams oder Zoom durchgeführt und als Bildschirmaufnahme aufgezeichnet. Gemäss Döring und Bortz (2016) wird dieser Interviewmodus als Face-to-Face-Kontakt bzw. als direktes Interview bezeichnet. Wie bei Döring und Bortz beschrieben, steht beim Experteninterview die Erhebung des Expertenwissens im Zentrum und bedeutet einen erleichterten Zugang zu strukturellem Fachwissen sowie auch einen direkten Zugriff auf das vorhandene Praxis- und Handlungswissen. Der Interviewleitfaden (siehe Anhang A) umfasst die sechs Hauptbereiche *Einstieg, CT-Verständnis und Relevanz, Konzeptionsfaktoren, Transferfaktoren, Beispiele gelungener Plattformen* und *Abschluss* mit der Beschreibung möglicher inhaltlicher Aspekte und ausformulierten Nachfragen. Der Fragekatalog ist damit vorgegeben, ermöglicht jedoch trotzdem in einem gewissen Rahmen auf die effektive Interviewsituation einzugehen und vom Leitfaden teilweise abzuweichen (Döring und Bortz, 2016). Dennoch bleibt die inhaltliche Richtung durch den Leitfaden erhalten und vereinfacht während der Interview-Durchführung die Orientierung und stellt somit sicher, dass im Wesentlichen in jedem Interview die gleichen Aspekte abgefragt werden. Die Kriterien zur Auswahl der Expert:innen werden im Kapitel 4.2 bei der Festlegung des Materials für die Analyse beschrieben.

Die Prä-Befragung der Lehrpersonen wird mittels Online-Fragebogen (siehe Anhang A) mit offenen und geschlossenen Fragen zu den Bereichen *Kontextfragen, CT-Verständnis, Nutzungs- bzw. Killerkriterien für Onlinematerial, Nutzung von Online-Weiterbildungsangeboten* und der *Teilnahmebereitschaft für die Evaluationsphase* durchgeführt. Die Fragen wurden im Hinblick auf die Forschungsfragen und die Annahmen erstellt und vorgängig als Auswertungsgrundlage zugeordnet. Eine tabellarische Übersicht dazu findet sich im Anhang A. Ausserdem haben die weiteren Fragen das Ziel die Haltung und Überzeugungen bzw. die Selbsteinschätzung in Bezug auf das Professionswissen sichtbar zu machen und so weitere Hinweise für die Konzeption zu erhalten. Der Abschnitt 4 zur Nutzung von Online-Angeboten dient dazu, eine mögliche Präferenz der Teilnehmenden in Bezug auf das Format zu eruieren. Damit soll die Passung auf die spezifische Evaluationsgruppe und damit deren Akzeptanz der Inhalte und die Transfermotivation zum Einsatz der Materialien erhöht werden.

4.1.3 Phase 2b: Konzeption der Unterrichtsbeispiele

Für die Konzeption der exemplarischen Unterrichtsbeispiele wird ein Design Framework erstellt. Darunter verstehen Feulner et al. (2015, S. 216) die Beschreibung von Merkmalen bzw. den

zielführenden Gestaltungsprinzipien für ein Produkt, «um bestimmte Ziele in einem bestimmten Kontext zu erreichen». Ein erster Punkt betrifft den Konzeptionsprozess, der wie Rudloff (2023) propagiert als Zusammenarbeit von Wissenschaftler:innen und erfahrenen Praktiker:innen für die theoretische wie auch für die konkrete Gestaltung vollzogen werden soll. In dieser Masterarbeit wird dieser Forderung teilweise entsprochen, indem einerseits die Ansichten der Expert:innen und Lehrpersonen mittels Befragung erhoben und bei der Konzeption berücksichtigt werden. Andererseits werden Teilaspekte der Arbeit mit Expert:innen ausserhalb der Arbeit erörtert (vgl. 4.1.5.1). Wie im Kapitel 3.1 bei der Einbettung der Arbeit im Projekt beschrieben, wird der Aspekt der intensiven Zusammenarbeit von Personen aus der Wissenschaft und der Praxis bei der Entwicklung der Web-Tools bereits so umgesetzt.

Ein zweiter Faktor kommt durch das ICT-Belief-Modell nach Schmidt und Reintjes (2020) zustande. Diese propagieren, dass die Lehrpersonen und deren ICT-Belief-Stand als Ausgangslage für die Konzeption von Weiterbildungen genommen werden sollen. In der Auswertung hat sich gezeigt, dass die meisten Lehrpersonen der Untersuchungsgruppe ihre digitalen Professionskompetenzen auf Stufe 2 (ergründen) und 3 (einsetzen) eingeschätzt haben. Diese Stufen korrespondieren wiederum mit dem Level of Use-Modell nach Olson (2020). Dabei entspricht die Stufe 2 im Professionskompetenz-Modell in etwa der Phase «Orientierung» oder «Vorbereitung». Beide Phasen zählt Olson (2020) zu den Formen der Nicht-Nutzung. Die Stufe 3 hingegen lässt sich mit der Phase des Erarbeitens und der Routine in Verbindung bringen. Dabei liegt der Fokus jedoch nach wie vor auf der Lehrperson und ihrem Umgang mit den digitalen Medien (Olson, 2020).

Übertragen auf die ICT-Beliefs nach Schmidt und Reintjes (2020) lassen sich die Lehrpersonen der Untersuchungsgruppe vermutlich eher bei einer traditionellen, lehrerzentrierten Unterrichtsgestaltung (Typ 1 und 2) einreihen. Das Will-Skill-Tool-Modell von Petko (2012) zeigt, dass sich bei tiefen Professionskompetenzen eine niedrigere Einsatzhäufigkeit von digitalen Medien ergibt. Analog dazu könnte das auch auf die Integration von informatischen Inhalten bzw. Computational Thinking zutreffen.

Daher werden die exemplarischen Unterrichtsmaterialien zwar mit offenen Aufgaben für die Schüler:innen, jedoch in einer lehrerzentrierten Form²⁶ erstellt. Eine Adaption der Materialien an offenere Lehr- und Lernformen ist durch die Bereitstellung als bearbeitbare Version dennoch gewährleistet. So kann jede Lehrperson die Aufgaben passend in ihren Unterrichtsstil übertragen. Ausserdem werden die Aufgaben in Anlehnung an Dreher et al. (2018) so konzipiert, dass sie für den Einsatz im Unterricht geeignet sind, aber auch dazu dienen, den Lehrpersonen das nötige informatische Hintergrundwissen zu vermitteln. Dazu enthält das Material einen Planungsvorschlag

²⁶ Der Lehrperson steht eine auskommentierte PowerPoint-Präsentation mit den einzelnen Aufgaben und entsprechendem Zusatzmaterial als roter Faden zur Unterrichtsdurchführung zur Verfügung.

mit methodisch-didaktischen Hinweisen und informatischen Exkursen. Ebenfalls werden in der PPT bei den entsprechenden Aufgaben im Notizbereich wichtige Inhalte kurz wiederholt oder auf die Exkurse im Planungsvorschlag verwiesen. Im Weiteren werden in einem zusätzlichen Dokument Lösungsvorschläge zu den Aufgaben bereitgestellt. Da die Unterrichtsbeispiele im Rahmen dieser Arbeit nicht in der Praxis evaluiert werden, können keine Schülerlösungsprozesse, wie von Dreher et al. (2018) vorgeschlagen, in das Beispiel mit aufgenommen werden, was allenfalls zu einer schwächeren fachdidaktischen Veranschaulichungskraft führt. Überdies führen Gumpert und Zaugg (2019) an, dass eine klare Zielformulierung eine Orientierungshilfe bietet. Daher wird im Planungsvorschlag für jede Aufgabe ein entsprechendes Ziel formuliert, damit für die Lehrperson die Ausrichtung und der Fokus klarer wird.

Die exemplarischen Unterrichtsmaterialien werden auf einer simplen Webseite²⁷ zum Download angeboten. Als Einführung führt ein Einleitungstext an die Verbindung von Computational als Werkzeug, die Auswirkungen der Digitalisierung im fächerübergreifenden Unterricht zu verstehen und CT-Kompetenzen bei den Schüler:innen zu fördern, heran. Um die Wahrnehmung einer einfachen Benutzungsmöglichkeit positiv zu beeinflussen, wird pro Fach folgende Struktur zur raschen Übersicht und Orientierung geboten:

- Kurzbeschreibung der fachlichen und informatischen Themen
- Lehrplan- und Lehrmittelbezug
- Material und Planung
 - Vorbereitungsaufwand
 - Durchführungsvorschlag
 - Hinweise zum Lehrerkommentar
- Material zum Download
 - Als PDF- und als bearbeitbare Office-Version (Planungsvorschlag, PPT, Zusatzmaterial, Lösungsvorschlag)
- Aufgaben nach Teilbereichen aufgetrennt
 - Kurze Inhaltsbeschreibung
 - Detailliertes Material und Aufgaben
 - Download-Link für Teilaufgaben
 - Vorschau der PPT

Die beiden Punkte Lehrplanbezug und bearbeitbare Office-Versionen sind aus den Befragungsergebnissen²⁸ abgeleitet. Einerseits gaben die Lehrpersonen an, bei der Auswahl von

²⁷ <https://ct-inhalte.weebly.com>

²⁸ Alle im Kapitel 4 angesprochenen Analyseresultate und Rückmeldungen werden lediglich in einer stark verkürzten Form zur Unterstützung der Nachvollziehbarkeit des DBR-Prozesses angeführt. Eine ausführliche Beschreibung sämtlicher Ergebnisse findet sich dann im Kapitel 5.

Unterrichtsmaterialien insbesondere darauf zu achten, ob es inhaltlich zum Lehrmittel, dem geplanten Thema, den Lernzielen oder dem Lehrplan passt. Diese Verortung scheint zumindest in der befragten Gruppe für die Nutzungsentscheidung relevant zu sein. Ein Experte hat ausserdem darauf hingewiesen, dass ein entscheidender Vorteil von Online-Material gegenüber den herkömmlichen Lehrmitteln, die Darbietung der Materialien in einer bearbeitbaren Form darstellt. Dies deckt sich wiederum mit der Feststellung von Ingold, dass «rund die Hälfte [der befragten Lehrpersonen die] mangelnde Variabilität, d. h. den Umstand, dass sich Texte und Aufgaben nicht verändern lassen» bei den Lehrmitteln bemängeln (Ingold, 2020, S. 3). Daher werden die Unterrichtsbeispiele in einer PDF-Version als auch in einer bearbeitbaren MS Office-Version angeboten.

Bei der Evaluationsrunde werden die Lehrpersonen ausserdem darauf hingewiesen, dass es nicht um die Gestaltung und Handhabung der Webseite geht, da dies in den Bereich der UserExperience und Usability führen würde. Diese Aspekte werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit jedoch nicht behandelt.

Die Auswahl der Fachbereiche und der informatischen Inhalte wurde aufgrund der Ergebnisse aus der Prä-Befragung der Lehrpersonen abgeleitet. Damit am Ende möglichst in allen drei Fächer drei bis vier Evaluationen vorliegen, wurde die Angabe des Wunschfachs für die Evaluation einer Unterrichtsidee als Ausgangslage für die Verteilung genommen. So wurden schliesslich die drei Fächer *Wirtschaft, Arbeit und Haushalt (WAH)*, *Räume, Zeiten und Gesellschaften (RZG)* sowie *Deutsch* als exemplarische Fächer festgelegt.

In den folgenden Abschnitten wird eine kurze Übersicht zu den fachwissenschaftlichen Hintergründen des spezifischen Fachs und passenden Informatik-Konzepten in Bezug zu entsprechenden Lehrplankompetenzen gegeben. Die Informatik-Inhalte werden zusätzlich mit den fundamentalen Ideen nach Hartmann et al. (2006) und den Great Principles of Computing nach Denning (2011) in Beziehung gebracht. Die Komplexität der Informatik-Inhalte wird anschliessend in den Exkursen im Planungsvorschlag in einem Wissenschaftstransfer-Prozess reduziert und durch Analogien mit dem Fachinhalt veranschaulicht, um die Verständlichkeit auch für weniger affine Lehrpersonen zu erhöhen. Entsprechende Literaturangaben finden sich direkt bei den Exkursen mit Angaben zu weiterführenden Materialien für Interessierte.

Unterrichtsbeispiel Wirtschaft, Arbeit und Haushalt (WAH)

Beim Kochen eines Menüs braucht es eine gute Organisation und eine vorausschauende Planung, damit schlussendlich das gewünschte Gericht zum richtigen Zeitpunkt aufgetischt werden kann. Im Lehrplan 21 sind die entsprechenden Kompetenzen zur *Planung und Durchführung von Alltagsarbeiten* im Kapitel 5.1 b²⁹ und c³⁰ aufgeführt. Im Lehrmittel WAH (Wespi et al., 2019) wird dazu ein Handlungsmodell mit 5 Schritten eingeführt (vgl. Abb. 12). Damit kann das Ausführen eines Rezepts strukturiert vorbereitet werden (vgl. Kapitel 13 *Nahrungszubereitung* im WAH Themenbuch, S. 146).



Abbildung 12: WAH - Handlungsmodell (WAH, 2019, Grafik aus Doku, S. 160)

Auch die Informatik beschäftigt sich mit aufeinander abgestimmten Abläufen, um eine effektive und effiziente Durchführung von Prozessen zu ermöglichen. Entsprechend weist beispielsweise die Abfolge der Arbeitsweisen bei Csizmadia et al. (2015) eine grosse Ähnlichkeit zum Handlungsmodell in WAH auf. Eine weitere Verbindung von WAH mit Informatik findet sich bei Kersting et al. (2019) welche den Begriff Algorithmus mit der Ausführung eines Backrezepts vergleichen und erklären. In der Tabelle 6 werden die in der Unterrichtseinheit verwendeten Informatikbegriffe aus den Great Principles of Computing (Denning, 2011) abgeleitet. Die Kriterien für fundamentale Ideen nach Hartmann et al. (2006) lassen sich auf diese Auswahl alle anwenden.

Great Principles of Computing	Informatik-Begriffe
Automation	Algorithmus, zyklische Arbeitsweise, kritischer Pfad
Recollection	Daten- und Struktur-Konflikt
Coordination	Scheinbare und echte Nebenläufigkeiten (Multithreading, Multitasking bzw. echte Parallelität)
Evaluation	Optimierung, Ressourcen

Tabelle 6: WAH - Verortung der Informatikbegriffe

²⁹ können alltägliche Arbeiten planen und realisieren, gezielt mit Ressourcen, Geräten und Werkzeugen umgehen und dabei Sicherheitsaspekte berücksichtigen (z.B. Nahrungszubereitung, Reinigungsarbeiten, Textilpflege). Arbeitsplanung, Arbeitsausführung: Ressourcen, Sicherheit

³⁰ können alltägliche Arbeiten organisiert und effizient ausführen (z.B. Arbeitsverteilung und -koordination im Team, Geräteeinsatz bei der Nahrungszubereitung). Arbeitsorganisation: Vor-, Haupt- und Nacharbeiten; Arbeitseffizienz

Unterrichtsbeispiel Räume, Zeiten und Gesellschaften (RZG)

Das Wetter fasziniert die Menschen seit jeher. Ebenso lange versuchen sie es zu lesen und Vorhersagen zu treffen. Dank der Entwicklung der Messinstrumente und dem Einsatz von leistungsstarken Computern können heute mehrtägige Prognosen mit einer hohen Trefferwahrscheinlichkeit für jeden Ort direkt via App auf das Smartphone geladen werden. Im Lehrplan wird die Analyse von Wetter und Klima in der Lernzielkompetenz 1.2b³¹ aufgeführt.

Zur Erstellung von Wetter-Prognosen bilden Geoinformationssysteme (GIS) die Grundlage. Damit werden «computerbasierte Systeme und Anwendungen zur Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von Informationen mit einem erdräumlichen Bezug, sogenannte Geoinformationen, bezeichnet» (Schulze & Gryl, 2022, S. 143). Die Handhabung von GIS ist gemäss Schulze und Gryl (2022) komplex und erfordert entsprechende Kompetenzen von den Schülerinnen und Schülern. Aber auch die Lehrpersonen benötigen neben dem Fachwissen und geographischen Basiskonzepten fundierte technisch-methodische und mediendidaktische Kompetenzen zur Vermittlung. Dennoch bezeichnet das Autorenduo die Geoinformations- und Kommunikationstechnologie (Geo-IKT) als «eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts» (Schulze und Gryl, 2022, p. 146) und betont dabei die Bedeutsamkeit, den Umgang mit dieser, wie sie es nennen «neuen Kulturtechnik» im Fachunterricht zu lernen bzw. zu lehren.

Siegmund et al. (2009) haben gemäss Schulze und Gryl (2022, S. 159) ein GIS-Kompetenzstrukturmodell vorgestellt, welches sich «an fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Aspekten [orientiert] und auf eine generelle Anschlussfähigkeit an die Bildungsstandards im Fach Geographie» abzielt. Dieses Modell beinhaltet die drei Kompetenzdimensionen *Informationsgewinnung/-auswertung*, *Geodatenerfassung/Editierung* und *Hintergrundtheorie* (Schulze und Gryl, 2022, S. 159). Die ausgewählten Inhalte und Aufgaben der erstellten Unterrichtseinheit bewegen sich vorwiegend im Bereich der Datenauswertung und Darstellung bzw. dem Erfassen und Analysieren von ortsbezogenen Wetterdaten. Die vielfältig zur Verfügung stehenden Informationen zum Wetter werden ausserdem dazu benützt, um eigene Wettervorhersagen zu generieren oder die Aussagekraft von Prognosen abzuschätzen.

Wie Entscheidungsbäume als systematisches Vorgehen aus der Informatik dazu genutzt werden können, um von Alltagsheuristiken zu immer wissenschaftlich fundierteren eigenen Wetterprognosen zu gelangen, ist ebenfalls Teil dieser Unterrichtsidee. Die Unterlagen können im Weiteren auch dazu genutzt werden, einen ersten Zugang zu maschinellem Lernen bzw. künstlicher Intelligenz zu schaffen und so einen Bogen zur automatisierten Informationsauswertung zu

³¹ können Grosswetterlagen und grossräumige Windsysteme benennen und die daraus entstehenden typischen Wetterabläufe erklären. tropische Zirkulation; europäische Grosswetterlagen: Föhn, Frontverlauf, Bise

schlagen. Die hinter den Geoinformationssystemen liegenden Informatikkonzepte (wie z.B. Datenbanksysteme) werden aufgrund der bereits angesprochenen hohen Komplexität im Exkurs für die Lehrpersonen nicht behandelt.

Great Principles of Computing	Informatik-Begriffe
Computation	Entscheidungsbäume, Struktogramme Geoinformationssysteme (GIS) zur Datenvisualisierung, Interpolation
Automation	Maschinelles Lernen (überwacht, unüberwacht, verstärkt)

Tabelle 7: RZG - Verortung der Informatikbegriffe

Die Beurteilung der Informatikinhalte nach den Kriterien von Hartmann et al. (2006) muss in diesem Fach differenzierter ausgeführt werden als im WAH. Gerade die Darstellung von Informationen und Abläufen in Entscheidungsbäumen und Struktogrammen lässt sich auf viele Bereiche übertragen. Ebenfalls haben Geoinformationssysteme im heutigen Alltag und der Lebenswelt der Jugendlichen auf verschiedene Arten Einzug gehalten. Als Beispiel verweisen Schulze und Gryl (2022) auf standortbezogene Geodienste (wie Tracking beim Wandern), Apps zum Verfolgen von Paketauslieferungen oder ortsbezogene Augmented Reality Anwendungen. Damit lassen sich das Horizontal- und das Sinnkriterium als gegeben betrachten. Ebenfalls wird das Zeitkriterium mit der Betrachtung von GIS als Kulturtechnik erfüllt. Aufgrund der thematischen und vor allem informatischen Komplexität ist es jedoch anspruchsvoll, den Sachverhalt und die benötigten Kompetenzen für jedes Niveau adäquat aufzubereiten und in allen drei Repräsentationsformen für die Schülerinnen und Schüler zugänglich zu machen. Daher werden das Vertikal- und das Repräsentationskriterium nur als teilweise umsetzbar eingestuft.

Unterrichtsbeispiel Deutsch (D)

Die Vorgehensweise im Fach Deutsch unterscheidet sich von der Material-Erstellung in den anderen beiden Fächern³². Die bereits von Experten erstellten Dossier umfassen verschiedene Themen, welche sprachspezifische Elemente mit informatischen Konzepten in Verbindung bringen. So bedient sich die Sprachforschung beispielsweise zum Teil ähnlicher Vorgehensweisen und Strategien wie die Informatik, um aus einem Haufen Daten bzw. Lauten die einzelnen Bausteine zu identifizieren, Ähnlichkeiten, eine Struktur und Zusammenhänge zu finden, sowie daraus Regeln abzuleiten und so über den Inhalt (Semantik) und die Form (Syntax) eine möglichst effektive Kommunikation zu ermöglichen. Im Weiteren wird auch bei der Erstellung von Computerprogrammen eine Sprache benötigt, um der Maschine gezielt zu übermitteln, was sie tun soll. Diese unterliegt im Gegensatz zur natürlichen (gesprochenen oder geschriebenen menschlichen) Sprache strengeren Regeln und wird als formale Sprache bezeichnet (Hielscher & Döbeli Honegger, 2021). Solche und ähnliche Themen stehen in Verbindung mit der

³² Eine Prozessbeschreibung und Begründung finden sich in der Diskussion zum Entwicklungsprozess (Kp. 4.1.5.1)

Lehrplankompetenz D.5.A.1c³³ aus dem Bereich *Sprache(n) im Fokus*. Das zweite verwendete Dokument ist eine Handreichung für Lehrpersonen (in einer BETA-Version), welche das Thema *Sprachmodelle* anhand einer didaktisch aufbereiteten und vereinfachten Lernumgebung mit einem Textgenerator behandelt.

Beide Dokumente enthalten Ideen für den Unterricht und Fragen als mögliche Ausgangslage zur Konkretisierung und Erstellung eigener Unterrichtssequenzen. Direkt einsetzbare Arbeitsblätter oder Präsentationen gibt es dazu keine, daher muss eine Lehrperson die Inhalte eigenständig für ihren Unterricht fertig aufbereiten.

Great Principles of Computing	Informatik-Begriffe
Automation	Formale und natürliche Sprachen Syntax und Semantik Eindeutige Aussagen Railroad-Diagramm Computerlinguistik Maschinelles Lernen Textgeneratoren Sprachmodelle Wahrscheinlichkeiten

Tabelle 8: Deutsch - Verortung der Informatikbegriffe

Die Beurteilung der Kriterien nach Hartmann et al. (2006) fällt ähnlich aus, wie beim RZG. Auch hier können das Horizontal-, das Zeit- und das Sinnkriterium als gegeben betrachtet werden. Da die Dossier-Inhalte jedoch im Bereich der Computerlinguistik rasch komplexer und programmierlastig werden, können das Vertikal- und das Repräsentationskriterium als bedingt bzw. nur unter Mithilfe von Expert:innen, welche die didaktische Reduktion für die Lehrpersonen mindestens teilweise übernehmen, als erfüllt gelten.

4.1.4 Phase 3: Konzeptionsevaluation

In der dritten Phase des DBR-Ansatzes wird der zuvor erzeugte Prototyp bzw. die erstellten exemplarischen Unterrichtsmaterialien den Lehrpersonen zur Evaluation zur Verfügung gestellt. Schmiedebach und Wegner (2022) führen aus, dass in diesem dritten Schritt der Fokus auf dem Einsatz des Prototyps liegt. Die Interventionen werden in einem iterativen Prozess «durchgeführt, wissenschaftlich evaluiert und anschliessend überarbeitet» (Schmiedebach & Wegner, 2022, S. 5). Wie von den beiden Autoren vorgeschlagen, wird der erste Evaluationszyklus nur einer kleinen Zielgruppe (3 – 4 Lehrpersonen) vorgelegt und die Materialien entsprechend den Rückmeldungen

³³ können ihr Vorgehen beim Sammeln, Auswählen und Ordnen begründen (z.B. im Vergleich von zwei Phänomenen in einer Sprache oder von einem Phänomen in zwei Sprachen) und die verschiedenen Lösungen miteinander vergleichen.

ein erstes Mal überarbeitet. Aufgrund der kleinen Stichprobengrösse der Evaluationsgruppe und des beschränkten zeitlichen Umfangs der Arbeit sind keine weiteren Zyklen durchgeführt worden. So fand wie bereits erwähnt, auch keine Umsetzung mit einer Schulklasse statt. Daher kann dem von Schmiedebach und Wegner (2022) dargelegten Optimalfall, «dass die Designs stetig unter Einbezug aller an der Intervention beteiligten Akteur*innen erprobt, verfeinert und evaluiert werden, bis [...] am Ende eine Lösung des anfangs formulierten Problems durch ein Design erreicht wurde» in dieser Arbeit nicht vollumfänglich entsprochen werden.

Gemäss Rudloff (2023, S. 175) beinhaltet das Testen des Prototyps «sowohl die Differenzierung der Gestaltungsrichtlinien als auch die Überarbeitung des Prototyps.» Daher erhalten die Lehrpersonen begleitend zur individuellen Ansicht einen Link zu einem weiteren Online-Fragebogen. Der Fokus liegt dabei einerseits auf der Korrektheit und adäquaten Vertretung bedeutsamer fachspezifischer Inhalte (Fokus Prototyp). Auf der anderen Seite werden die Lehrpersonen gebeten, Auskunft darüber zu geben, was sie von der vorgenommenen Strukturierung bzw. der Aufbereitung halten (Fokus Gestaltungsrichtlinien). Damit wird eine Rückmeldung eingeholt, ob die ausgewählten Bestandteile *Aufbau der Kurzübersicht auf der Webseite, Planungsvorschlag mit Lehrerleitfaden und informatischen Exkursen, konkrete Arbeitsmaterialien und Lösungsvorschlägen* die Auseinandersetzung unterstützt und eine einfache Benutzbarkeit damit einhergeht. Im Weiteren wird explizit nach der wahrgenommenen Relevanz und Nützlichkeit der Unterrichtsmaterialien bzw. deren Inhalte für den Fachunterricht gefragt. Dies dient zusammen mit der Frage nach der Einsatzbereitschaft dazu, die Transfermotivation abzuschätzen und Schlussfolgerungen für die Modifikation zu ziehen. Als weitere offene Rückmeldeform dienen die Fragen am Ende, wobei nach positiven Eindrücken wie auch nach kritischen Anmerkungen gefragt wird. Die Antworten geben ebenfalls weitere Hinweise für die Modifikation der Unterrichtsmaterialien.

Aus dem ersten Evaluationszyklus geht hervor, dass die Lehrpersonen die Gestaltung bzw. die Strukturierung der Inhalte auf der Webseite und in den Materialien grundsätzlich positiv bewerten. Daher wird an diesem Aufbau keine Änderungen vorgenommen.

Zu den fachlichen Inhalten fallen die Rückmeldungen je nach Fach oder Lehrperson unterschiedlich aus. Die zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien im WAH wurden beispielsweise von allen drei Lehrpersonen positiv aufgenommen und gemäss den Rückmeldungen besteht vor einem Praxistest (noch) kein Modifikationsbedarf. Im Fach RZG hingegen nahmen die Lehrpersonen von einer eher ablehnenden Haltung mit Aussagen wie «Nicht relevant» und die Umsetzbarkeit «3. Realklassen: unmöglich» (TN 1 - RZG, Pos. 5 & 6) über eine neutrale Haltung zur Relevanz «Hängt sicherlich vor allem von den eignen Präferenzen ab» (TN 8 - RZG P, Pos. 5) bis hin zu einer eher positiv-kritischen Einschätzung als «relevant, je nach Zielstufe in unterschiedlicher Tiefe. Für Sek A ist Umfang gut.» (TN 20 - RZG, Pos. 6) ein. Kritisch betrachtet wurde von allen drei Lehrpersonen

wiederum einheitlich die hohe Komplexitäts- und Anforderungsstufe, wobei gemäss ihrer Einschätzung eine Umsetzung gerade mit schwächeren Schülerinnen und Schülern eher schwierig und mit viel Aufwand für die Lehrperson verbunden ist. Sie haben damit, wie die Lehrpersonen in der Untersuchung von Appius et al. (2021, S. 89), auf den gleichen «Bedarf nach (stark) vereinfachten Lerninhalten für (sehr) schwache und lernbeeinträchtigte Schüler:innen hingewiesen». Ebenfalls weisen Dreher et al. (2018) darauf hin, dass die Integration von Vorschlägen zur individuellen Anpassung der Aufgaben an die eigene Klasse einem grundsätzlichen Anliegen der Lehrpersonen entspricht. Die Autoren führen weiterhin aus, dass dadurch die Lehrpersonen entlastet und die Umsetzung im Unterricht handhabbar gemacht werde. Daher wird beim RZG-Material eine erste Modifikation vorgenommen, indem in der Planungsvorlage und der PPT didaktische Hinweise zur Komplexitäts-Reduktion der Aufgaben bzw. zur Differenzierung und Adaption an verschiedene Niveaus ergänzt werden.

Um dem Wunsch nach konkreten Aufgaben bzw. direkt einsetzbarem Material als Ergänzung der Dossiers im Fach Deutsch zu entsprechen, müsste zusätzlich eine komplette Unterrichtseinheit mit PPT, Zusatzmaterialien, Lehrerkommentar und Lösungsvorschlägen erstellt werden. Dies wird aus forschungsökonomischen Gründen nicht durchgeführt, sondern als Hinweis in das Gesamtprojekt weitergegeben.

4.1.5 Phase 4: Ergebnisse und Reflexion

In der Reflexionsphase steht gemäss Rudloff (2023) die Analyse, Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse im Mittelpunkt. Diese werden mit «den beschriebenen theoretischen Grundlagen verglichen, um schliesslich Empfehlungen für die praktische Entwicklung und Umsetzung der Intervention oder ähnlicher Interventionen zu geben.» (Rudloff, 2023, S. 175).

Beim DBR-Ansatz dieser Arbeit bewegen sich die einzelnen Phasen kontinuierlich zwischen einem Entwicklungs- und einem Forschungsschwerpunkt. Daher erfolgt für beide Bereiche ein eigener Abschnitt, um die Prozesse und Produkte zu erörtern.

4.1.5.1 Diskussion des Entwicklungsprozesses und der Entwicklungsprodukte

Der Entwicklungsprozess wurde so weit wie möglich an die Bedürfnisse der Lehrpersonen gemäss den ersten Erkenntnissen aus der Prä-Befragung und den Inputs aus den Experteninterviews angepasst. Während der Entwicklung der Unterrichtsmaterialien fand ein ständiger Evaluationsprozess statt, in welchem die exemplarischen Unterrichtsmaterialien bis zur Evaluations-Version mehrfach überarbeitet wurden. Eine Herausforderung war, dass mir der fachliche Unterbau und Überblick fehlte, um in jedem Themenbereich die relevanten Konzepte und Inhalte zu erfassen. Ich bin zwar ausgebildete Lehrerin für die SEK-I Stufe, jedoch fachfremd in den exemplarischen

Fächern. Daher war der regelmässige fachliche Austausch mit meinem Betreuer Prof. Dr. Ruedi Arnold insbesondere für die Entwicklung der informatischen Inhalte sehr wichtig. Weitere Anregungen und Denkanstösse für die Entwicklung der exemplarischen Unterrichtsmaterialien erhielt ich durch den Austausch mit Lehrpersonen in der Funktion als Fachexpert:innen aus der Praxis. Beispielsweise fragte ich bei einer WAH-Lehrerin nach, bei welchen Rezepten die Schülerinnen und Schüler erfahrungsgemäss Probleme mit dem Ablauf bzw. der Reihenfolge der Schritte haben, was direkt in die Umsetzung integriert werden konnte. Im Weiteren ist ein Teilnehmer aus der Evaluationsgruppe nach der Post-Befragung noch persönlich mit mir in Kontakt getreten und hat unter anderem dabei seine Bereitschaft zum Ausdruck gebracht, an der Weiterentwicklung durch weitere Rückmeldungen mitzuarbeiten. Die Diskussion mit Forschungsteilnehmenden stellt laut Kuckartz und Rädiker (2022) eine Form des fachlichen Austauschs dar und wird als *Member Checking* bezeichnet.

Ausserdem hatte ich die Gelegenheit Einblick in andere Teilprojekte zu erhalten. So nahm ich beispielsweise regelmässig an Besprechungen zur Erstellung der Checkliste oder der Entwicklung des Webtools rhyddm.ch. teil. Ausserdem hatte ich zusätzlich zu den Kolloquien die Möglichkeit an einem Forschungsaustausch von MINT-Fachexperten den Zwischenstand meiner Arbeit vorzustellen und mit ihnen darüber zu diskutieren. Durch diese Austauschmöglichkeiten konnte ich einerseits selbst immer wieder Stellung zum Projekt beziehen, erhielt aber von den Expert:innen durch die Aussenansicht andererseits wiederum wertvolle Hinweise auf Lücken, Ungereimtheiten oder neue Perspektiven.

Diese Diskussionen mit Expert:innen ausserhalb eines Forschungsprojekts bezeichnen Kuckartz und Rädiker (2022) als *Peer Debriefing*. Dabei helfen die Expert:innen die Aufmerksamkeit «auf Phänomene und Tatbestände [zu lenken], die leicht übersehen werden» (Kuckartz und Rädiker, 2022, S. 252).

Regez et al. (2022, S. 475) führen aus, «dass ein fächerübergreifender Kompetenzaufbau nur gelingt, wenn eine Integration von digitalen Kompetenzen in die Fachbereiche und den entsprechenden Fachdidaktiken in Zusammenarbeit mit den Fachpersonen dieser Fachbereiche entworfen wird.» Das hat sich zumindest im Rahmen dieser Arbeit auch für die Konzeption von Unterrichtsmaterial für Computational Thinking Inhalte im Fachunterricht bestätigt.

Als nächstes werden die Abgabe-Versionen³⁴ der exemplarischen Unterrichtsbeispiele noch kurz erörtert und ein Hinweis auf die nächsten Entwicklungsschritte gegeben. Beim WAH-Beispiel wurden nach der Evaluationsrunde keine inhaltlichen Veränderungen mehr vorgenommen. In Bezug auf die Informatik wurden aufgrund eines Peer Debriefings jedoch noch kleinere Anpassungen und Begriffs-

³⁴ Damit ist der momentane Entwicklungsstand zum Zeitpunkt der Abgabe der Masterarbeit gemeint und nicht ein Endzustand einer ausgereiften, praxiserprobten Unterrichtseinheit.

Präzisierungen durchgeführt. Insgesamt ist das Unterrichtsbeispiel soweit bereit, um in der Praxis umgesetzt, evaluiert und weiterentwickelt zu werden.

Die Entwicklung des RZG-Beispiels ist weniger weit fortgeschritten. Da die Inhalte rund um Geoinformationssysteme komplex und eher auf einer abstrakten Ebene sind, besteht eine Herausforderung darin bei den Aufgaben ein schülergerechtes Niveau zu finden. Dies entspricht auch der zentralen Rückmeldung aus der Post-Befragung. Alle drei Lehrpersonen meldeten zurück, dass die Aufgaben gerade für schwächere Schülerinnen und Schüler zu anspruchsvoll seien. Daher wurde für die Abgabe-Version eine erste Anpassung durchgeführt. Dies ist jedoch erst als erster Schritt in Richtung Differenzierung anzusehen. Darüber hinaus weisen Schulze und Gryl (2022) darauf hin, dass es neben stufengerecht aufbereiteten Materialien und Daten auch auf der Seite der Lehrpersonen Faktoren gibt, die für eine erfolgreiche Integration von GIS im Unterricht entscheiden sind. Sie nennen dabei einerseits den regelmässigen Einsatz von GIS-Werkzeugen im Unterricht, «unzureichende technische und didaktische Kenntnisse [und] fehlende zeitliche Ressourcen für die Vorbereitung und Durchführung GIS-gestützten Unterrichts» (Schulze und Gryl, 2022, S. 166). Somit scheint es angezeigt zu sein, für die weiteren Entwicklungsschritte im Fach RZG an unterschiedlichen Ebenen anzusetzen.

Bei der Recherche für das Fach Deutsch zeigte sich, dass es grundsätzlich einige Ansätze für eine Verbindung von Informatik mit Sprachwissenschaft gibt. Ebenfalls existiert bereits von Fachexperten erstelltes Unterrichtsmaterial für diesen Bereich. Schliesslich fiel der Entscheid, statt selbst Material zu entwickeln, zwei bestehende Dossier in die Gestaltungsstruktur der anderen beiden Beispiele zu übertragen. Die Unterlagen beinhalten fachwissenschaftliche Ausführungen zu den spezifischen Informatikinhalten, den Bezug zu den entsprechenden Deutschthemen und Ideen bzw. mögliche Fragestellungen für die Umsetzung im Unterricht. Dieser Aufbau ist ähnlich wie derjenige in den Unterlagen des Vorgängerprojekts «Algorithmisches Denken auf der Primarstufe». Bei beiden Material-Beiträgen sind die Unterrichtsideen als lose Fragen und Vorschläge gesammelt, jedoch nicht in konkreten Aufträgen und Anweisungsabfolgen aufbereitet. In den Rückmeldungen äusserten dann zwei der vier Lehrpersonen der Evaluationsgruppe Deutsch den Wunsch nach ausformulierten, einsatzbereiten Arbeitsblättern. Wie bereits erwähnt, wird dieses Feedback lediglich in das Gesamtprojekt weitergereicht.

4.1.5.2 Diskussion des Forschungsprozesses und des Forschungsprodukts

Der Forschungsprozess verlief grundsätzlich nach dem zu Beginn festgelegten Ablauf. Dennoch ergaben sich aufgrund von Befragungs-Ergebnissen und Ereignissen während der Entwicklungsphase gewisse Anpassungen. So habe ich im Verlauf der Phase 2 entschieden, zur Evaluation der exemplarischen Unterrichtsmaterialien die Post-Befragung allen 11 Teilnehmenden

gleichzeitig zu zusenden. Damit wurde nur ein Zyklus von Evaluation – Überarbeitung statt zwei, wie ganz zu Beginn angedacht, durchgeführt (vgl. Abb. 13). Einerseits fiel der Entscheid, weil sich lediglich 11 Lehrpersonen für die Teilnahme an der Evaluationsrunde gemeldet haben und ein Zyklus mit nur einer Person bzw. ein zweiter Zyklus mit nur zwei Personen viel Aufwand für vermutlich wenig Resultate bedeutet hätte. Andererseits hat die Konzeption der exemplarischen Unterrichtseinheiten aufgrund der umfangreichen Recherchen und der Einarbeitung in fachfremde Themengebiete mehr Zeit als geplant beansprucht. Daher ist als eine Schlussfolgerung, was den Forschungsprozess betrifft, die gleiche Empfehlung wie Regez et al. (2022) abzugeben und ausserhalb der Masterarbeit bei der Konzeption von fächerübergreifendem Unterrichtsmaterial weiterhin auf die Zusammenarbeit von Informatikexpert:innen mit Expert:innen aus dem entsprechenden Fach zu setzen.

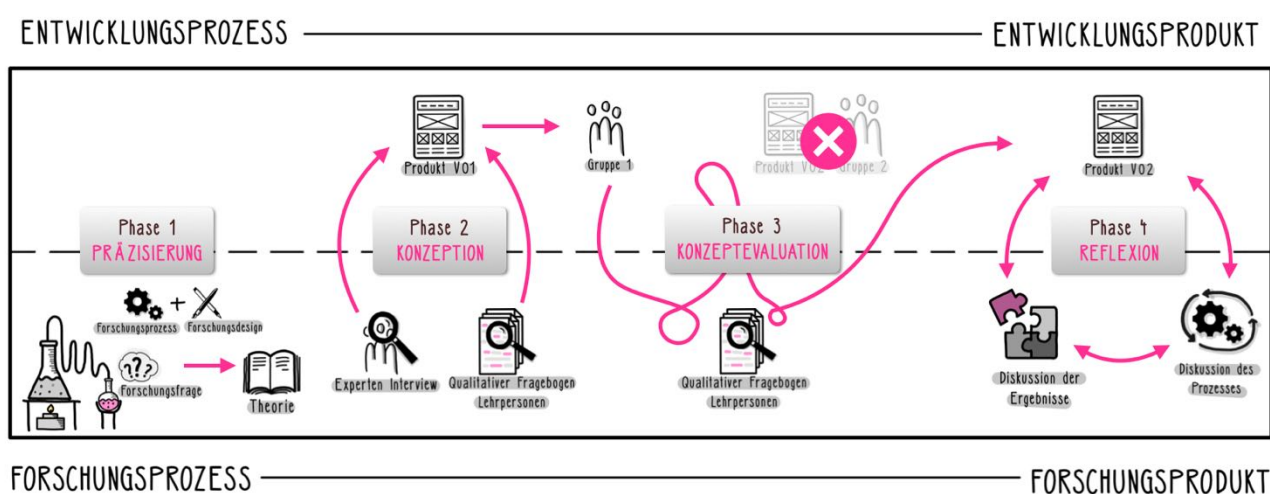


Abbildung 13: Finaler DBR-Prozess in dieser Masterarbeit, eigene Darstellung

Das Forschungsprodukt bzw. die Ergebnisse aus den Befragungen werden separat im Kapitel 5 *Ergebnisse* vorgestellt und im Kapitel 6 *Diskussion* unter Rückbezug auf die theoretischen Grundlagen erörtert.

4.2 Qualitative Inhaltsanalyse – Prä- und Postbefragung

Die Experteninterviews, sowie die Befragung der Lehrpersonen über einen Online-Fragebogen werden mittels einer strukturierenden Inhaltsanalyse bzw. einer qualitativ orientierten kategoriengeleitete Textanalyse nach Mayring (2022) ausgewertet. Da aus der Theorie-Auseinandersetzung die drei Bereiche «Computational Thinking»-Begriff, Konzeptionsfaktoren und Transferfaktoren vorliegen, erfolgt die Analyse nach einer deduktiv-induktiven Vorgehensweise. Die Teilschritte in Anlehnung an Mayring (2022) werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Festlegung des Materials

Die Auswahl der Personen für die Durchführung der Experteninterviews erfolgte unter der Berücksichtigung verschiedener Kriterien. Um nicht nur eine (möglicherweise einseitige) Expertenmeinung einzuholen, wurden drei Interview-Durchführungen angestrebt. Dabei sollten die teilnehmenden Expert:innen aus dem (pädagogischen) Hochschulbereich stammen und eine Spezialisierung im Bereich der Lehrerweiterbildung aufweisen. D.h. sie verfügen idealerweise über Expertise in einem der Teilbereiche, wie z.B. Erstellung von Material für Online-Weiterbildungsinhalte, Lehrmittelkonzeption, eLearning oder Online-Weiterbildungsformaten. Ein enger Bezug zur Informatik bzw. zum Begriff «Computational Thinking» war keine Voraussetzung zur Teilnahme. Im Weiteren sollten die Expert:innen nach Möglichkeit an unterschiedlichen Hochschulen bzw. Universitäten arbeiten, um möglichst verschiedene Ansichten zu repräsentieren. Die Teilnehmenden wurden entlang dieser Kriterien in einer Internet-Recherche ausgewählt und für eine Teilnahme angefragt.

Die Auswahl der Lehrpersonen entspricht einer Gelegenheitsstichprobe bzw. einer freiwilligen Antwort-Stichprobe, da die Teilnahme an der Prä-, sowie der Post-Befragung freiwillig war. Der Link zum Fragebogen wurde über die Schulleitungen der beiden Oberstufenzentren in der Gemeinde Glarus Nord in einem Mail mit einer Kurzbeschreibung des Anliegens an die 72 Lehrpersonen der SEK-I Stufe verteilt. Der Fragebogen der Prä-Befragung wurde von 21 Lehrpersonen ausgefüllt und sämtliche Antworten in die Auswertung einbezogen.

Analyse der Entstehungssituation

Die beiden Experten und die Expertin wurden in einem Leitfadenterview (siehe Kapitel 4.1.2 und Anhang A) mit halbstrukturierten, offenen Fragen von der Autorin dieser Arbeit befragt. Da das Gespräch über Online-Plattformen wie Teams oder Zoom stattfand, konnten die drei den Zeitpunkt und den Ort zur Teilnahme weitgehend selbst bestimmen. Die Schwerpunkte des Interviews lagen ihnen nach der Zusage in Form einer kurzen Projektbeschreibung in einem Mail vor, damit sie vorgängig eine Vorstellung zu den Frage-Bereichen entwickeln konnten. Ein Experte war mir bereits vorgängig persönlich bekannt, die anderen beiden nicht.

Ebenfalls online wurde die Befragung der Lehrpersonen durchgeführt. Diese konnten ebenso eigenständig entscheiden, zu welchem Zeitpunkt und unter welchen Rahmenbedingungen sie den Fragebogen ausfüllen. Die angefragte Gruppe von Lehrpersonen kennt mich aus meiner Tätigkeit als pädagogische Leitung Medien und Informatik der Schulgemeinde Glarus Nord. Daher erfolgte die Befragung komplett anonym, um den Effekt der sozialen Erwünschtheit abzuschwächen und den Teilnehmenden eine freie Meinungsäußerung zu erleichtern. Nur die Lehrpersonen, welche sich dazu bereit erklärten, zusätzlich an der Evaluation der Unterrichtsmaterialien und der

dazugehörenden Post-Befragung teilzunehmen, haben ihren Namen für die zweite Kontaktaufnahme angegeben. Dabei ist nicht auszuschliessen, dass sich gewisse Lehrpersonen wegen der aufgehobenen Anonymität bewusst gegen eine Teilnahme in der Evaluationsrunde entschieden haben. Im Weiteren fand in der Befragung der Lehrpersonen eine Rahmung des Themas mit «Digitalisierung in der Bildung» statt. Dieser Schritt basiert auf der Vorannahme, dass der Begriff «Computational Thinking» für die meisten Lehrpersonen fremd ist und sie somit von einer Teilnahme zusätzlich abgeschreckt würden. Ausserdem erleichtert dieser Rahmen die Einführung des Begriffs Computational Thinking auch im Zusammenhang mit den Unterrichtsmaterialien, da dadurch eine Brücke von einem Fach zur Informatik geschlagen und den Lehrpersonen (hoffentlich) plausibel dargelegt werden kann, was eine fächerübergreifende Integration von CT bedeutet.

Meine eigenen Vorannahmen in Bezug auf die digitale Professionskompetenz bzw. in Bezug auf die CT-Kompetenzen bei Lehrpersonen habe ich bereits bei der Fragestellung im Kapitel 3.3 «Annahmen» dargelegt. Eine Übersicht meiner weiteren zentralen Haltungen und Überzeugungen finden sich in der Einleitung der Verfahrensdokumentation (siehe Anhang B).

Formale Charakteristika

Die Aufzeichnungen der Interviews liegen einerseits als mp4 (Video), als daraus extrahiertes mp3 (Audio), sowie als transkribierte Textdatei vor. Die Transkriptionen sind in einer anonymisierten Form in der MAXQDA-Datei einsehbar (siehe den Link in Anhang D). Die Transkriptionsregeln für die Verschriftlichung der Experteninterviews basieren auf den Ausführungen von Fuß und Karbach (2019). Da der Fokus auf der Analyse der Inhalte und nicht auf der sprachlichen Ausprägung liegt, wird von jedem Interview ein einfaches wissenschaftliches Transkript mit wortgetreuer Wiedergabe angefertigt. Die Sprache wird leicht geglättet und die schweizerdeutschen Antworten in Standardsprache übertragen. Umgangssprachliche Ausdrucksweisen, Fehler im Satzbau oder bei Ausdrücken werden dabei beibehalten. Weil die Länge der Pausen für die Analyse des Inhalts irrelevant ist, werden sie in einer vereinfachten Version transkribiert. Der Sprachklang mit Betonungen und Lautstärken, Lautäusserungen, nicht-sprachliche Ereignisse, Unsicherheiten in der Transkription, sowie Auslassungen werden ebenfalls mit einbezogen. Hingegen werden Wortabbrüche, Verschleifungen (Darstellung von Emotionen) und interaktive Ereignisse zur Erhöhung der Leserfreundlichkeit nicht transkribiert, sofern der inhaltliche Gehalt dadurch nicht verfälscht oder verkürzt wird. Die Zeichensetzung orientiert sich an der Standardorthografie. Im Weiteren werden Textstellen, welche für die Inhaltsanalyse irrelevant sind, wie zum Beispiel die Begrüssung bzw. der Einstiegs-Smalltalk oder nicht themenbezogene Ausklangsunterhaltungen bei der Verschriftlichung ausgelassen. In einem zweiten Schritt erfolgte nach der Transkription eine Anonymisierung, indem Daten mit Identifizierungscharakter (mit nicht analyserelevanten Inhalten)

entfernt oder (bei relevanten Inhalten) maskiert wurden. In der Tabelle 9 sind die Regeln noch einmal zusammengefasst und aufgeführt:

Transkriptionsaspekt	Kennzeichnung / Beispiel	Beschreibung
leicht geglättete Sprache		Übersetzung der Schweizerdeutschen Antworten in standardisiertes Hochdeutsch
Beibehaltung der umgangssprachlichen Aussprache, Fehlern im Satzbau oder den Ausdrücken		
Pausen	(.)	unabhängig von der Zeitdauer
Sprachklang und Lautstärke	betont laut <i>leise</i>	Betonungen laute Äusserungen leise Äusserungen
Lautäusserungen	ähm / öhm ((bejahende)) mhm ((verneinend)) mhm	Planungsäusserungen Eindeutig bejahende bzw. verneinende Lautäusserungen im Sinne von „ja“ bzw. „nein“ werden kommentiert transkribiert
Nicht-sprachliche Ereignisse	(räuspert sich) (gestikuliert mit den Händen) (Telefon klingelt)	nonverbale Äusserungen Handlungen Geräusche
Unsicherheit in der Transkription	(...?) / (...??) (mein?) / (mein?/dein?)	unverständliches bzw. mehrere unverständliche Worte vermuteter bzw. alternativ vermuteter Wortlaut
Zeichensetzung	. , ? ...	gemäss Standardorthografie auslaufende Sätze (Fade-Outs)
Auslassungen & Anonymisierung	[...] {Name des Arbeitgebers}	Auslassung nicht transkribierter Textstellen / Anonymisierungen nicht relevanter Inhalte Maskierung zur Anonymisierung

Tabelle 9: angewandte Transkriptionsregeln nach Fuß und Karbach (2019)

Die beiden Fragebögen für die Prä- und Postbefragung wurden in Microsoft Forms erstellt und die Antworten als Excel-Datei exportiert. Alle Datensätze und Transkripte sind in einem MAXQDA-Projekt importiert und organisiert. Ein Link im Anhang D führt zu einer anonymisierten Version der MAXQDA-Endfassung.

Ausrichtung der Analyse und Kategorienbildung

Die Richtung der Analyse bzw. die Hinleitung zu den Forschungsfragen wurde bereits im Kapitel 3 ausführlich dargelegt. Für die Kategorienbildung entstand eine erste Grobstruktur direkt aus den Forschungsfragen und den im Theorieteil abgeleiteten Hauptkategorien «Computational Thinking», «Konzeptionsfaktoren für Unterrichtsmaterial» und «Transferfaktoren zur Nutzungserhöhung». Ergänzt wurden diese durch die Frage nach der wahrgenommenen Relevanz von CT im Fachunterricht bei den Experten:innen und der Einschätzung der Relevanz und Nützlichkeit der exemplarischen Unterrichtsbeispiele für die Praxis bei den Teilnehmenden der Post-Befragung.

Analysetechnik und Vorgehen

Die Analyse erfolgte regelgeleitet in Anlehnung an das Ablaufmodell deduktiver Kategorienanwendung (Mayring, 2022, S. 96f). Dabei standen fünf der fünfzehn von Mayring (2022, S. 48) genannten Grundsätze für die Entwicklung einer qualitativen Inhaltsanalyse im Zentrum. Die entlang der Hauptkategorien und der Unterkategorien vorgenommene deduktiv-induktive Strukturierung der Inhalte entspricht dem ersten Grundsatz *Notwendigkeit eines systematischen Vorgehens*. Während der Evaluation wird dann eine *Überprüfung* der Ergebnisse und des Prozesses *anhand von Gütekriterien* durchgeführt. Zur *Explikation meines Vorverständnisses* sei hier auf die Fragestellung (Kp. 3) mit den Annahmen, auf den Theorieteil (Kp. 2) für die Darstellung des theoretischen Unterbaus, auf den entsprechenden Abschnitt bei der Festlegung des Materials und die Einleitung der Verfahrensdokumentation (Anhang B) verwiesen. Die *Möglichkeit der Re-Interpretation* stellt ebenfalls einen wichtigen Grundsatz dieser Masterarbeit dar. So bieten besonders schriftliche Kurz- bzw. Ein-Wort-Antworten zum Teil einen grösseren Interpretationsspielraum, der abhängig von meinen theoretischen Vorkenntnissen und Vorerfahrungen ist und somit einen Einfluss auf die Codierung haben kann (vgl. Ausführungen in der Verfahrensdokumentation im Anhang B). Der letzte zentrale Grundsatz betrifft die *Nutzung von Kategorisierungstheorien zur Bildung eines Kodierleitfadens*. Mayring (2022) führt dazu aus, dass die Kategorien anhand der drei Definitionsprozesse *Definitionstheorie* (Beschreibung der Merkmale bzw. Zugehörigkeit zu einer Kategorie), *Prototypenansatz* (Ankerbeispiel als typischen Vertreter für die Kategorie festlegen) und *Entscheidungsgrenzen* (Codierregeln bzw. systematisch festgelegte Abgrenzungsregeln) eindeutig festgelegt werden sollen. Diese bilden laut Mayring (2022, S. 48) «die Grundlage für den Kodierleitfaden [...], den wir für deduktive Kategorienanwendungen (Strukturierungen) im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse fordern.»

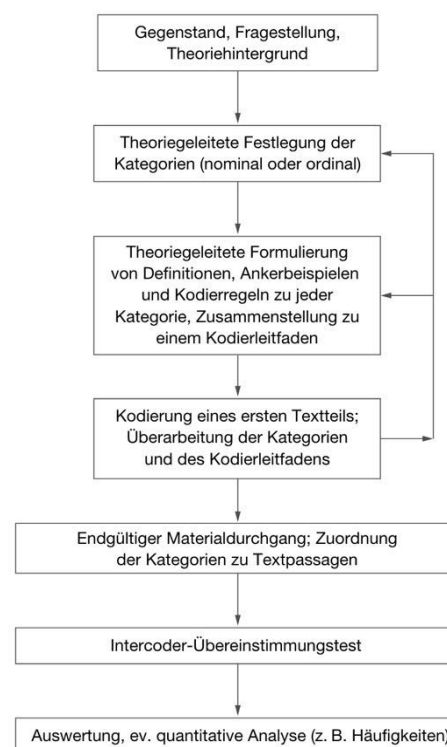


Abbildung 14: Ablaufmodell deduktiver Kategorienanwendung (Strukturierung) (Mayring, 2022, S. 97).

Die Phase von der theoriegeleiteten Kategorie-Erstellung bis zum endgültigen Materialdurchgang wurde in sechs Teilschritten bzw. drei Zyklen aus Analyse und Überarbeitung durchlaufen:

- Schritt 1: Entwicklung Codierleitfaden, theoriegeleitet
- Schritt 2: Analyse – Runde 1
- Schritt 3: Überarbeitung Codierleitfaden A
- Schritt 4: Analyse – Runde 2 (Codierung aller Datensätze)
- Schritt 5: Überarbeitung Codierleitfaden B

- Schritt 6: Kontrolle – Runde 3 (Kontrolle bzw. Recodierung aller Datensätze mit dem finalen Codierleitfaden)

Die einzelnen Schritte und Entscheidungen sind in der MAXQDA-Datei (Anhang D) in Form von Code-Memos erfasst und werden in der Verfahrensdokumentation (siehe Anhang B) ausführlich und begründet erörtert.

Kodiereinheit

Jedes einzelne Experteninterview und jeder Fragebogen bilden für sich eine Auswertungseinheit. Die Kontexteinheit wird auf eine vollständige Antwort auf eine Frage festgelegt, sowohl beim Experteninterview als auch bei der Lehrpersonen-Befragung. Entsprechend wird die Kodiereinheit ebenfalls bei beiden Befragungstypen auf ein einzelnes Wort festgelegt.

Kodiereinheit / TN-Gruppe	Experteninterview	Prä- und Postbefragung LP
Auswertungseinheit	1 Interview	1 Fragebogen
Kontexteinheit	Vollständige Antwort auf eine einzelne Frage	Vollständige Antwort auf eine einzelne Frage
Kodiereinheit	1 einzelnes Wort	1 einzelnes Wort

Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse aus den Befragungen und den Experteninterviews wurden punktuell bereits bei der Beschreibung des DBR-Prozesses formuliert. Grundsätzlich fand eine fortlaufende Integration der Ergebnisse in den Entwicklungsprozess statt, damit relevante Erkenntnisse in den weiteren Konzeptionsphasen entsprechend berücksichtigt werden konnten. Eine umfassendere Auslegeordnung der Resultate wird im separaten Kapitel 5 durchgeführt und im Anschluss im Kapitel 6 eingehend interpretiert und diskutiert. Daher wird auf eine weitere Ausführung an dieser Stelle verzichtet.

Gütekriterien

Wie im Abschnitt Analysetechnik und Vorgehen aufgeführt, sollen der Forschungsprozess und die Ergebnisse anhand von Gütekriterien überprüft werden. Laut Döring und Bortz (2016) ist die Festlegung der Kriterien in qualitativen Forschungsprojekten jedoch nicht einheitlich geregelt. Vielmehr werden die Gütekriterien spezifisch auf die eigene Arbeit festgelegt und entwickelt, weshalb sich «in der Fachliteratur mehr als einhundert verschiedene Kriterienkataloge» finden lassen (Döring & Bortz, 2016, S. 107).

Von einer ähnlichen Ansicht geht auch Flick (2014) aus, indem er ausführt, dass die üblicherweise in der quantitativen Forschung verwendeten Gütekriterien Validität, Reliabilität und Objektivität für

qualitative Projekte nicht in der gleichen Form anwendbar sind. Daher schlägt er die Beachtung folgender Grundsätze als zielführenderen Ansatz vor:

- die Wahl der Methoden wird begründet dargestellt,
- die konkreten Vorgehensweisen werden expliziert,
- die dem Projekt zu Grunde liegenden Ziel- und Qualitätsansprüche werden benannt,
- die Vorgehensweisen werden so transparent dargestellt, dass Leser:innen sich ein eigenes Bild über Anspruch und Wirklichkeit des Projektes machen können (Flick, 2014, S. 407).

Diese Ansprüche wiederum tauchen ebenfalls in den 15 Grundsätzen der qualitativen Forschungsarbeit bei Mayring (2022) auf (vgl. Abschnitt Analysetechnik und Verfahrensdokumentation, Anhang B). Des Weiteren verweist Mayring auf weitere häufig genannte Gütekriterien wie der *argumentativen Interpretationsabsicherung*, der *Nähe zum Gegenstand*, der *kommunikativen Validierung* oder der *Triangulation* (Mayring, 2022, S. 121).

Kuckartz und Rädiker (2022, S. 251) erachten die kommunikative Validierung als wichtige Strategie zur Gültigkeitsprüfung, welche sich unter anderem in der Form von *member checking* in der Praxis bereits bewährt habe. Darunter verstehen die Autoren «die Besprechung der Analyseergebnisse mit den Forschungsteilnehmenden selbst, um so [...] eine qualifizierte Rückmeldung zu den Forschungsergebnissen zu erhalten» (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 252). Eine weitere Form der kommunikativen Validierung ist die Gültigkeitsprüfung durch Experten (peer debriefing). Dabei können die Ergebnisse entweder mit anderen Forschenden oder mit Expert:innen aus der Praxis besprochen werden (Flick, 2014, S. 415). Dazu macht Flick im Weiteren jedoch auch gleich die Anmerkung, dass im Prinzip zuerst eine quantitative Grenze festgelegt werden muss, um die Validität zu bestätigen oder abzulehnen. Das äussert sich in der Frage: «Wie viel Zustimmung bzw. Zustimmung von wie vielen Beteiligten ist notwendig, um sagen zu können „eine Aussage ist valide (oder nicht)“?» (Flick, 2014, S. 401).

Zur Besprechung der Reliabilität wird von verschiedenen Autoren und Autorinnen das Kriterium der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit angeführt (Kessler et al., 2023, S. 15; Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 236; Mayring, 2022, S. 13). Gemäss Kessler et al. (2023, S. 15) kann zur Diskussion der Reliabilität die *Intracoderreliabilität* (Übereinstimmung der Codierungen einer Person mit zeitlichem Abstand), die *Intercoderreliabilität* (Übereinstimmung zwischen zwei oder mehr Codierer:innen) und die *Forscher:innen-Coder:innen-Reliabilität* (Übereinstimmung der Codierung von Forscher:in und Codierer:in) überprüft werden.

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den beiden Lehrer-Befragungen und den Experteninterviews dargelegt. Der Fokus liegt somit zuerst auf allgemeinen Aussagen aus der Prä-Befragung der Lehrpersonen. Danach folgt eine Darstellung der Ergebnisse in Bezug auf die untersuchten Aspekte. Dabei findet ebenfalls ein Vergleich zwischen den Ergebnissen aus der Befragung der Lehrpersonen mit den Aussagen aus den Experteninterviews statt. Als letztes werden noch Ergebnis-Kombinationen zur Diskussion der Forschungsfragen und der Annahmen erörtert.

5.1 Ergebnisse aus Kontextfragen

Das Leitfadeninterview wurde mit zwei Experten und einer Expertin aus dem Hochschulbereich im Zeitraum von Mitte Dezember bis Anfang Januar durchgeführt. Wie in der Verfahrensdokumentation (siehe Anhang) erwähnt, wurde zu den Experteninterviews³⁵ je eine Kurzbeschreibung der Person, sowie eine Zusammenfassung als Notiz in der MAXQDA-Datei verfasst. Daher wird auf eine detaillierte Wiedergabe an dieser Stelle verzichtet. Für das Verständnis soll hier einzig erwähnt sein, dass der fachliche Hintergrund bei einem Experten aus einem Informatikstudium besteht, während die beiden anderen Personen einen medienpädagogisch geprägten Berufsweg mit einzelnen Berührungspunkten zur Informatik haben.

Der Link zur Prä-Befragung wurde Ende Januar per Mail an 72 Lehrpersonen der Oberstufe in der Gemeinde Glarus Nord versandt. Daraus sind bis Mitte März 21 Antworten eingegangen. 11 Lehrpersonen³⁶ erklärten sich darüber hinaus bereit, erstelltes Unterrichtsmaterial bzw. das exemplarische Online-Angebot anzuschauen und dazu eine weitere Befragung auszufüllen. Der Link zur Postbefragung wurde Anfang Juni versandt, die letzte Rückmeldung traf Mitte Juli ein. Aufgrund der beschränkten Zeit und des limitierten Umfangs der Arbeit, wurde die Befragung nicht weiter ausgeweitet.

Die Prä-Befragungsgruppe setzte sich aus 12 Lehrerinnen im Alter zwischen 23 und 60 Jahren ($M=41.17$, $SD=11.89$) mit einer durchschnittlichen Berufserfahrung von 15.17 Jahren ($Min=1$, $Max=35$, $SD=10.91$) und 9 Lehrern im Alter zwischen 38 und 62 Jahren ($M=50.0$, $SD=9.36$) mit einer durchschnittlichen Berufserfahrung von 20.33 Jahren ($Min=6$, $Max=35$, $SD=10.21$) zusammen. Zwei Lehrerinnen und ein Lehrer unterrichten auf der 5./6. Primarstufe. Sie wurden trotzdem in die Auswertung einbezogen, da sie sich auch für die zweite Befragung zur Verfügung gestellt haben. Ausserdem kann ihre Sicht wertvolle Einblicke in Bezug auf den

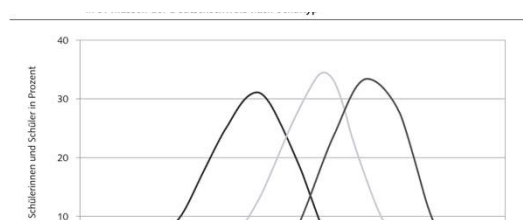


Abbildung 15: Verteilung der kombinierten Leistungen in Lesen und Mathematik der Jugendlichen in 9. Klassen der Deutschschweiz nach Schultyp (Ramseier et al. 2002)

³⁵ Transkriptionen der vollständigen Interviews sind im Anhang eingefügt oder in der MAXQDA-Datei einsehbar

³⁶ In der Folge werden diese 11 als Evaluationsgruppe bezeichnet.

Schwierigkeitsgrad der Materialien ermöglichen. Gemäss Ramseier et al. (2002) unterscheiden sich zwar die Leistungsmittelwerte in den verschiedenen Schultypen, weisen gleichzeitig jedoch grosse Überlappungen auf (vgl. Abb. 15). Daraus lässt sich ableiten, dass sich mit hoher Wahrscheinlichkeit einige Schülerinnen und Schüler am Ende der Primarstufe in einem kognitiv ähnlichen Entwicklungs- und Leistungsstadium befinden, wie schwächere Lernende der SEK C und D (Real und Oberschule). Wenn nun die Primarlehrpersonen die Inhalte als wesentlich zu anspruchsvoll taxieren, werden diese vermutlich auch für schwächere Schülerinnen und Schüler der SEK-I Stufe zu komplex ausfallen.

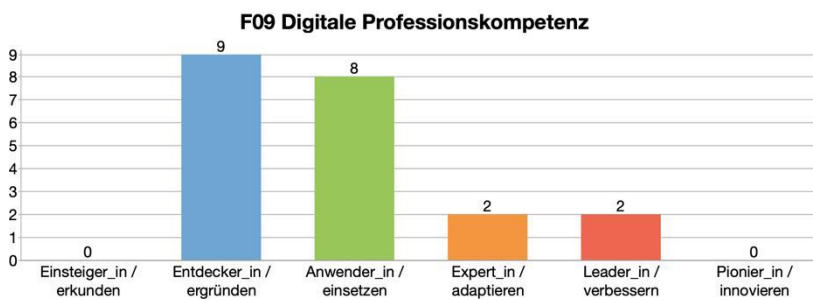
Als Klassenlehrperson arbeiten 11 der teilnehmenden Lehrpersonen (ohne Primarlehrpersonen), während die restlichen sieben als Fachlehrpersonen tätig sind. Die detaillierte Fächerverteilung aller Teilnehmenden ist in der Tabelle 10 ersichtlich.

Codesystem	TN 1 - RZG	TN 2	TN 3	TN 4 - D	TN 5	TN 6 - WAH	TN 7 - WAH	TN 8 - RZG P	TN 9 - WAH	TN 10	TN 11 - RZG P	TN 12	TN 13 - D P	TN 14	TN 15	TN 16	TN 17 - D	TN 18	TN 19	TN 20 - RZG	TN 21 - D
F06 Unterrichtsfächer																					
Deutsch																					
Fremdsprachen																					
Mathematik																					
Natur und Technik																					
Wirtschaft, Arbeit, Haushalt																					
Räume, Zeiten, Gesellschaften																					
Klassenstunde																					
Bildnerisches Gestalten																					
Textiles und Technisches Geste																					
Musik																					
Bewegung und Sport																					
Medien und Informatik																					

Tabelle 10: Unterrichtsfächer - Befragung Lehrpersonen (Auszug aus MAXQDA, blau hinterlegt sind Primarlehrpersonen)

Die Befragung der Lehrpersonen wurde mit dem Begriff «Digitalisierung» gerahmt. So wurden sie nach ihrer Einschätzung befragt, ob aus ihrer Sicht die Digitalisierung einen Einfluss auf die Didaktik eines Faches hat. Fünf Lehrpersonen beantworteten die Frage mit «trifft eher nicht zu», während 16 Personen eine Veränderung wahrnehmen (11 x «trifft eher zu», 5x «trifft zu»). Bei der Beschreibung der Art der Veränderungen gaben sechs Lehrpersonen keine Antwort. Die übrigen sehen digitalisierte Lehrmittel, Materialien oder Online-Übungen oder allgemein den Einsatz von digitalen Medien als Ausdruck der veränderten Fachdidaktik. Gemäss einzelnen Aussagen zeigen sich die Änderungen auch darin, dass es selbstkorrigierende Übungen, eine erhöhte Integration von Anwendungskompetenzen und allgemein eine höhere Zugänglichkeit zu Inhalten gibt. Zwei Lehrpersonen gaben an, dass sich durch die Digitalisierung insbesondere die Unterrichtsorganisation verändert, indem beispielsweise Gruppenarbeiten zeit- und ortsunabhängig bearbeitet werden können.

Die im Kapitel 2.3 beschriebenen sechs Kompetenzstufen wurden den Lehrpersonen mit Kurzbeschreibungen (siehe Prä-Befragung Frage 2.2 im Anhang A) zur Selbsteinschätzung



vorgelegt. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 16 ersichtlich.

Abbildung 16: F09 Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz (MAXQDA)

Eine weitere Kontextfrage ermittelte, wie häufig die befragten Lehrpersonen Unterrichtsmaterialien aus dem Internet in ihrem Unterricht einsetzen und für welche Fächer sie bevorzugt ergänzende Unterlagen suchen. Je 10 Lehrpersonen gaben dabei an, entweder «1- bis 3-mal im Monat» oder «1 bis viermal pro Woche» Online-Materialien und -ideen zu verwenden. Dabei suchen sechs von 12 Deutsch-Lehrpersonen, alle fünf WAH- und fünf von acht RZG-Lehrpersonen bevorzugt für ihr Fach nach Online-Ideen. Je zwei Lehrpersonen suchen Material für die Fächer Mathematik, Natur und Technik, bildnerisches und textiles Gestalten oder den Sportunterricht. Je eine Lehrperson interessiert sich für Online-Material für den Fremdsprachen- oder den Medien- und Informatikunterricht bzw. für die Klassenstunde. Eine Lehrperson verwendet im Allgemeinen nur selten Unterrichtsmaterial aus dem Internet. Die angeführten Auswahl- und Killerkriterien, sowie die Beispiele für bevorzugte Plattformen werden im Kapitel 5.4 Konzeptionsfaktoren näher erläutert.

Ein nächster Frageblock bezog sich darauf, ob sich Lehrpersonen mit Online-Angeboten weiterbilden und welcher Art diese sind bzw. für welche Inhalte sie diese nutzen. 14 der 21 Lehrpersonen gaben dabei an, sich schon einmal mit Online-Angeboten weitergebildet zu haben. Gemäss den Ausführungen nutzen die meisten Lehrpersonen Internetinhalte, um ihre fachlichen Kompetenzen zu erweitern. Dazu gehören neben der Recherche nach Fachwissen auch praktische Anwendungen, wie zum Beispiel das Erlernen bestimmter Werk- oder Zeichentechniken (TTG, BG), dem Bedienen von Geräten (TTG) oder allgemeinen Anwendungskompetenzen aus dem Medien- und Informatik-Bereich. Einige Lehrpersonen bilden sich mit Online-Inhalten ausserdem in didaktischen oder pädagogischen Themen für unterschiedliche Fächer oder in Medienbildungs-Themen weiter. Sieben Lehrpersonen gaben an, keine Online-Angebote zur persönlichen Weiterbildung zu nutzen. Als Beweggründe dafür führten sie mangelnde Ressourcen wie Zeit, fehlendes persönliches Vorwissen und zu wenig passende Angebote an. Im Weiteren konnten drei Lehrpersonen keine Gründe angeben, da sie sich mit dieser Frage nach eigenen Angaben bisher noch nicht auseinandergesetzt haben. Eine Lehrperson gab an, dass sie analoge Weiterbildungen aufgrund der bei ihr erhöhten Motivation durch das stärker erlebte Gruppengefühl und einem

höheren Interesse, sowie einer fokussierteren Auseinandersetzung mit den Inhalten gegenüber digital durchgeführten Weiterbildungen bevorzugt.

Auf die Frage nach der Art der effektiv genutzten Angebote gaben 13 von 14 Lehrpersonen an, sich mit selbst recherchierten Internetinhalten weiterzubilden. Daneben nutzen je 7 Lehrpersonen auch noch Unterrichtsmaterial mit didaktischen Kommentaren oder selbständig durchführbare Lernpfad-Angebote, um ihre Kompetenzen zu erweitern. Mit Weiterbildungsinhalten in Form von CoffeeCup- bzw. Learning Snack-Einheiten haben sich bisher zwei Lehrpersonen auseinandergesetzt.

Die sieben Lehrpersonen, welche angaben, keine Online-Inhalte zur persönlichen Weiterbildung zu nutzen, würden vor allem Materialsammlungen mit didaktischem Kommentar und Selbstlerngänge bevorzugen (je fünf Nennungen). Nur eine Lehrperson aus dieser Gruppe wünscht sich CoffeeCup- oder Learning Snack-Angebote, eine weitere möchte sich lieber mit eigenen Internet-Recherchen weiterbilden.

Wie bereits erwähnt, hatten sich 11 Lehrpersonen für die Teilnahme an der Evaluationsrunde bereit erklärt. Diese wurden nach der Erstellung der exemplarischen Beispiele erneut und diesmal direkt per Mail angeschrieben. Per Link erhielten sie Zugang zur Webseite und zum zweiten Fragebogen. Vier Lehrer und sechs Lehrerinnen füllten diesen vor Abschluss der Arbeit aus und wurden in die Auswertung einbezogen. Eine Lehrperson hat den zweiten Fragebogen nicht ausgefüllt. Eine Zusammenstellung der Antworten zu den einzelnen Fragen ist in der Verfahrensdokumentation festgehalten (siehe Anhang B).

5.2 Verständnis vom Begriff «Computational Thinking»

Bei den Experteninterview war den Teilnehmenden das Thema und die Hauptaspekte im Voraus bereits bekannt. Daher erfolgte die Befragung zu ihrem Begriffsverständnis von Computational Thinking offen und direkt nach der Einleitung. Bei den Lehrpersonen wurde das Begriffsverständnis in der Prä- wie auch in der Postbefragung erhoben. In der Prä-Befragung war die Frage eingerahmt von weiteren Fragen zu wahrgenommenen Auswirkungen der Digitalisierung. Als Vorbereitung auf die Post-Befragung haben sich die Lehrpersonen der Evaluationsgruppe mit den Website-Inhalten (Allgemeine Einleitung und Fachbeispiel) auseinandergesetzt. Auf der Startseite wird die Rahmung über die Digitalisierung noch einmal aufgegriffen und zum Begriff Computational Thinking und dessen Bedeutung hingeführt. Vor diesem Hintergrund wurden anschliessend die Evaluationsteilnehmenden nach ihrem Verständnis befragt.

Ein Vergleich des Expertenverständnisses mit den Ergebnissen aus der Prä-Befragung wird in der Abbildung 17 ersichtlich. Bei den Konzepten bzw. Denkweisen werden alle Aspekte mindestens von einer Person genannt, ausser die beiden Kategorien Generalisierung und Abstraktion / Repräsentation bei der Expertengruppe, sowie die Logik bei den Lehrpersonen, welche von niemandem genannt wurden.

Codesystem	Experteninterviews	Fragebogen Prä
CT-Verständnis		
CT01 - Konzepte / Denkweise		
CT01a - Logik		
CT01b - Algorithmen	■	■
CT01c - Dekomposition / Teilschritte	■	■
CT01d - Generalisierung		■
CT01e - Abstraktion / Repräsentation		■
CT01f - Evaluation / Ergebnisse beurteilen	■	■
CT04 - Sonstige Nennungen		
CT04a - Informatisches Denken	■	■
CT04b - Problemlösen	■	■
CT04c - Digitalisierung		■
CT04d - Adaptive System / KI		■
CT04e - keine Antwort		■
CT04f - Verortung in Informatik	■	

Abbildung 17: Codierung des CT-Verständnis der Experten und Lehrpersonen der Prä-Befragung (aus MAXQDA, Code-Matrix - Browser nach Dokumentengruppe)

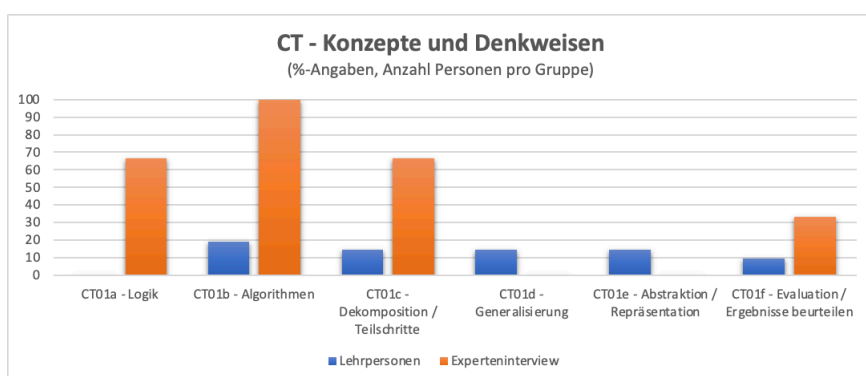


Abbildung 18: CT-Verständnis - Denkweisen (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

abgeleitet. Damit wird ersichtlich, dass bei den Lehrpersonen zwar mit Ausnahme der Logik fast alle vordefinierten Kategorien der CT-Definition genannt wurden, dies jedoch nur von einer Minderheit der Lehrpersonen (zwischen 10 und 19% bzw. zwischen 2 und 4 Personen pro Kriterium).

Damit eine Einschätzung der Durchdringung eines Aspekts vorgenommen werden kann (vgl. Abb. 18), wird pro Kategorie in Prozent angegeben, bei wie vielen Personen mindestens ein Segment dazu codiert werden konnte. Daraus wird wiederum eine qualitative Aussage

Unter «Sonstige Nennungen» (vgl. Abb. 19) zählen die beiden Experten das informatische Denken zur Definition von Computational Thinking auf. Die Problemlösung als Teil von CT wird in allen drei Experteninterviews genannt. Ausserdem sieht ein Experte CT als Teil der Informatik, während die

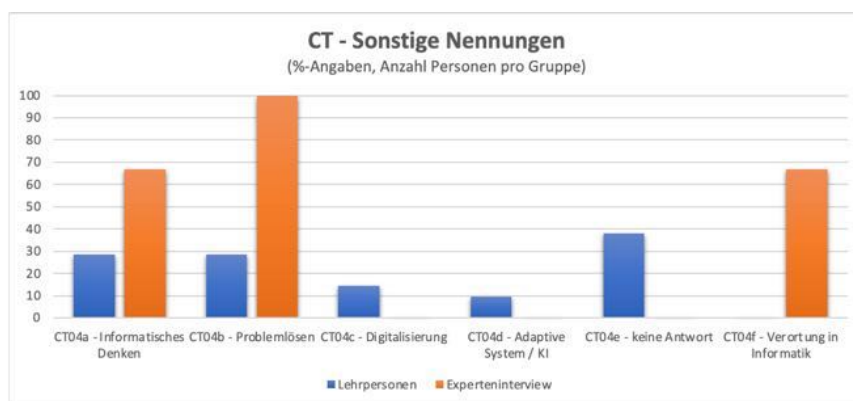


Abbildung 19: CT-Verständnis - Sonstige Nennungen (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

Expertin CT im Bereich der Medienkompetenz ansiedelt. Bei den Lehrpersonen werden neben dem informatischen Denken (6 LP) und Problemlösen (6 LP) noch die Aspekte Digitalisierung (3 LP) oder adaptive Systeme bzw. Künstliche Intelligenz (2 LP) zur Definition von Computational Thinking

beigezogen. Acht der Lehrpersonen gaben keine Antwort bzw. eine Teilantwort, dass sie keine Vorstellung vom CT-Begriff haben.

Beim Vergleich des Computational Thinking Verständnis zwischen der Prä- und der Postbefragung in der Evaluationsgruppe zeigt sich eine Verschiebung der Nennungen (vgl. Abb. 20).

Nach der Auseinandersetzung mit dem Online-Angebot gab keine der vier Lehrperson aus der Prä-Befragung mehr an, sich unter CT nichts vorstellen zu können. Die adaptiven Systeme bzw. KI wurde von einer Person in der Prä-Befragung

aufgeführt, in der Post-Befragung definierte sie CT mit informatischem und logischem Denken (vgl. Abb. 21). Je zwei Lehrpersonen nannten die Digitalisierung als Teil der Definition von CT, jedoch sind es jeweils unterschiedliche Personen in der Prä- und der Post-Befragung. Die Problemlösung als Bestandteil von CT führten zwei Lehrpersonen in beiden Befragungen an, während eine Person dies nur in der Prä-, zwei nur in der Post-Befragung nannten. Vier Lehrpersonen definierten CT in der Postbefragung neu mit Aussagen der Kategorie informatisches Denken, eine weitere benutzte diese Beschreibung in der Prä-, jedoch nicht mehr in der Post-Befragung.



Abbildung 21: Vergleich der CT-Verständnis Codierung zwischen PRÄ- und POST-Befragung der Evaluationsgruppe (aus MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumentengruppen)

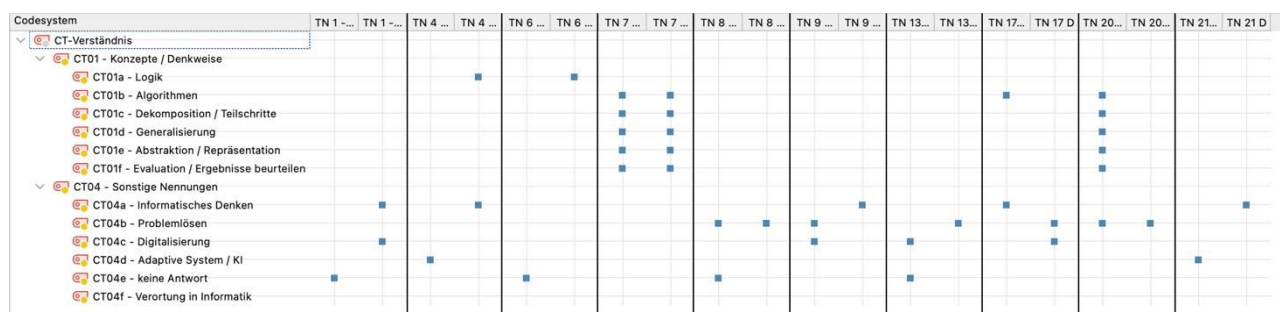


Abbildung 20: Intrapersonaler Vergleich des CT-Verständnis aus PRÄ- und POST-Befragung der Evaluationsgruppe (aus MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumenten)

Bei der Betrachtung der Verteilung der Nennungen in der Hauptkategorie «Konzepte und Denkweisen» fällt auf, dass zwei Lehrpersonen eine sehr breite Beschreibung zur Definition von Computational Thinking gezeigt haben. Eine Person hat diese Breite auch in der Postbefragung beibehalten, während die andere Person im zweiten Fragebogen auf diese Frage nur noch sehr kurz geantwortet hat. Drei weitere Lehrpersonen nennen jeweils einen Aspekt aus dieser Hauptkategorie und bei vier Lehrpersonen konnte den Aussagen kein Segment aus diesem Bereich zugeordnet werden.

Wahrnehmung der Relevanz von CT

Die Experten und die Expertin wurden im Leitfadeninterview zusätzlich noch nach einer Einschätzung zur Relevanz von Computational Thinking für Fachbereiche ausserhalb des Medien- und Informatikunterrichts befragt.

Grundsätzlich attestieren alle drei Expert:innen, dass Computational Thinking für andere Fachbereiche eine gewisse Relevanz besitzt. Der Experte mit informatischem Hintergrund weist dabei darauf hin, dass eine Integration von CT in andere Fächer aus seiner Sicht durchaus sinnvoll erscheint, das Mass der Integration aber im Wesentlichen von der weiteren Entwicklung der fachspezifischen Fachdidaktiken abhängt.

Ich glaube, das hängt ein bisschen damit zusammen, wie die anderen Fachdidaktiken in Zukunft mit der Digitalisierung umgehen. Und ich glaube, das Potential wäre durchaus da. Und ich glaube auch, dass CT oder grundsätzlich die Informatikdidaktik für solche interdisziplinären Projekte sehr fruchtbar sein können. Dass man das miteinander verknüpft mit anderen Fächern, mit anderen Fachinhalten. (MA Interview 1, Pos. 14)

Der andere Experte sieht CT vor allem als relevanten Unterrichtsinhalt in den naturwissenschaftlichen bzw. MINT-Fächern aufgrund einer gewissen Ähnlichkeit der logikorientierten Lösungsansätze bei Problemstellungen. Er weist jedoch ebenfalls darauf hin, dass die Relevanz für den Einsatz von Computational Thinking Elementen bzw. der informatisch geprägten Problemlösekompetenz durchaus auch in Sprachfächern gegeben sein könnte. Nach seiner Ansicht sind bisherige Ansätze, um CT im Unterricht zu integrieren noch stark auf den Fachbereich Informatik ausgerichtet. Daher wäre als erster Schritt aus seiner Sicht eine Ausweitung auf die MINT-Fächer naheliegend und eine Erweiterung auf die restlichen Fächer eher als nachgelagerte Aktivität zu betrachten. (MA Interview 2, Pos. 13)

Die Expertin betrachtet Computational Thinking als «wirklich zukunftsrelevante Kompetenz», welche dazu dient, die digitalen Auswirkungen und Phänomene «zu verstehen, zu reflektieren und vielleicht auch einen kreativen Umgang damit zu erreichen» (MA Interview 3, Pos. 24). Ausserdem findet sie, dass auf jeden Fall eine Sensibilisierung der Schülerinnen und Schüler für diese Thematik stattfinden sollte. Im Weiteren führt sie aus, dass aus der Perspektive der Lernforschung ein fächerübergreifender, projektorientierter Ansatz geeignet erscheint, um Computational Thinking Kompetenzen bzw. entsprechende Informatikkonzepte und Grundkenntnisse zu vermitteln. (MA Interview 3, Pos. 28)

5.3 Konzeptionsfaktoren

Für eine erste Übersicht über die Verteilung der Konzeptionsfaktoren werden die Nennungen pro Kategorie in Prozent auf die ganze Gruppe gerechnet (vgl. Abb. 22). Damit lässt sich eine Einschätzung der Gewichtung eines Faktors innerhalb der Gruppe abgeben.

In beiden Gruppen wurde der Konzeptionsfaktor *Umsetzung im Unterricht* am häufigsten genannt. Bei

den Lehrpersonen werden danach mit abnehmender Häufigkeit die Qualität, die Inhalte und die Gestaltung als wichtige Konzeptionsfaktoren aufgezählt.

Aus den Experteninterview geht hingegen hervor, dass diese öfter unterstützende Massnahmen für die Lehrperson thematisieren, gefolgt vom Faktor Gestaltung wie bei den Lehrpersonen. Die Expertengruppe nimmt im Gegensatz zu den Lehrpersonen deutlich weniger oft Bezug auf den Inhalt oder die Qualität.

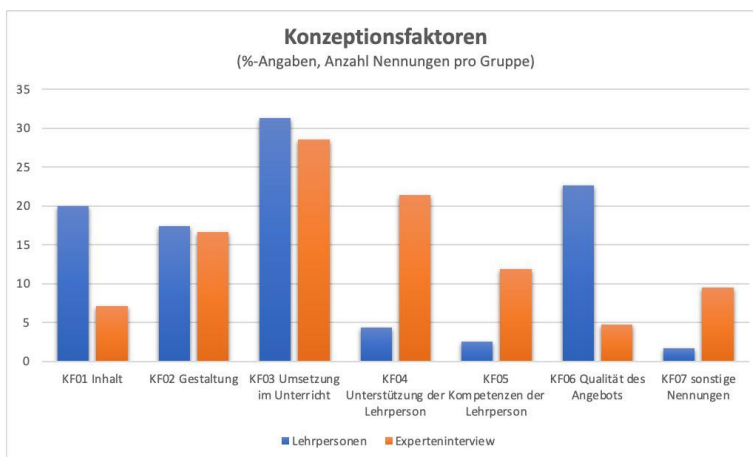


Abbildung 22: Konzeptionsfaktoren – Übersicht (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

Bei den Lehrpersonen wurde neben dem Bezug zum Lernziel, Thema, Lehrmittel, dem Lehrplan oder der Lebenswelt der Jugendlichen stufen- und altersgerechte Materialien als wichtiger Konzeptionsfaktor genannt.

Aus der Expertengruppe stellte nur ein Experte den Bezug zum Lehrmittel, zum

Lehrplan und der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler her. Die anderen beiden erwähnen keine Konzeptionsfaktoren zum Inhalt (vgl. Abb. 23).

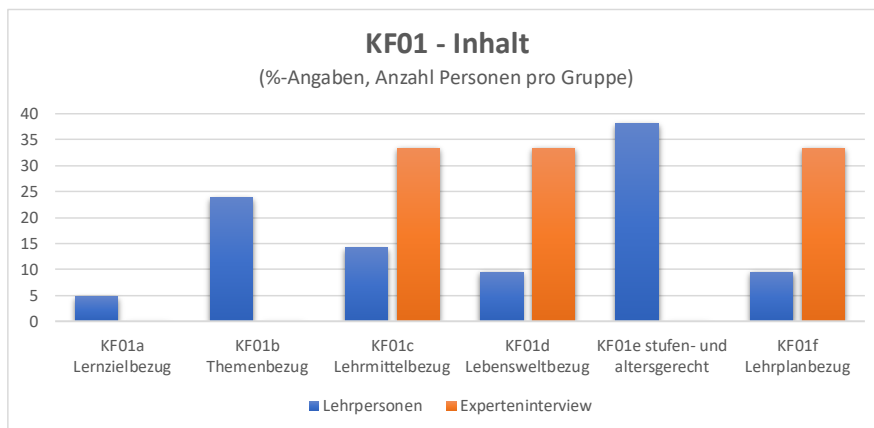


Abbildung 23: Konzeptionsfaktor - Inhalt (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

Bei der Gestaltung haben sich etwa ein Drittel der Lehrpersonen für ein ansprechendes, schülergerechtes Design und knapp ein Viertel für eine hohe Nutzerfreundlichkeit ausgesprochen (vgl. Abb. 24).

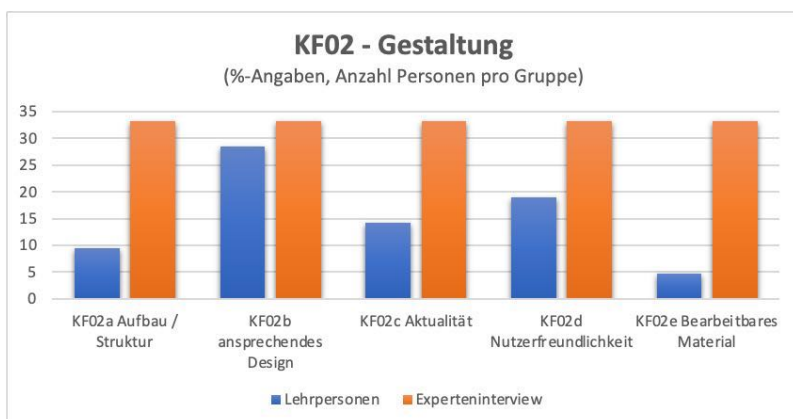


Abbildung 24: Konzeptionsfaktor - Gestaltung (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

Ein Experte hat angemerkt, dass die Ästhetik beim ersten Eindruck bereits eine Rolle spielen kann und attraktiv gestaltetes Material eher eingehend angeschaut werde (MA Interview 1, Pos. 22). Der gleiche Experte hat ausserdem darauf hingewiesen, dass bearbeitbares Material einen Vorteil gegenüber den meist unveränderlichen Lehrmittelinhalten darstellen kann.

Der andere Experte führte hingegen die Aspekte der Aktualität, eine hohe Nutzerfreundlichkeit sowie einen strukturierten, klaren, durchdachten Aufbau als Gestaltungsfaktoren an (MA Interview 2, Pos.15/17/23).

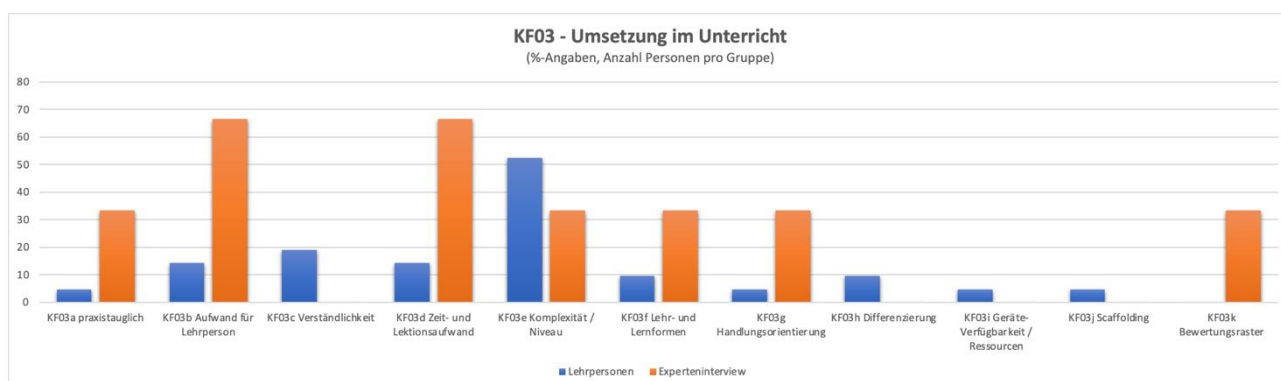


Abbildung 25: Konzeptionsfaktoren - Umsetzung im Unterricht (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

In der Kategorie *Umsetzung im Unterricht* fällt auf, dass rund die Hälfte der Lehrpersonen das Anspruchsniveau bzw. die im Material enthaltene Komplexität als wesentlichen Faktor bei der Auswahl von Online-Material einstuft. Wie in Abbildung 25 ersichtlich, werden andere Aspekte zur Konzeption nur von einer Minderheit (1 bis 4 Personen) genannt. Die beiden Experten verweisen darauf, dass der Aufwand für eine Lehrperson möglichst niedrig gehalten werden sollte, indem das Unterrichtsmaterial möglichst «pfannenfertig» (MA 1, Pos. 48) vorbereitet zur Verfügung gestellt wird. Einer führt ausserdem an, dass das Material praxistauglich, also einfach und selbsterklärend einsetzbar sein sollte (MA 2, Pos. 17). Der andere fügt an, dass die Umsetzung innerhalb einer oder zwei Lektionen durchgeführt werden können sollte, da durch den Stoffdruck allgemein schon für alle Lehrplankompetenzen wenig Zeit bleibt und die Lehrperson jetzt schon zur Auswahl bestimmter Inhalte genötigt wird (MA 1, Pos. 48). Dieser Aspekt wird ebenfalls von der Expertin aufgegriffen, indem sie findet, dass die Unterrichtsmaterialien zeitlich ein gewisses Mass an Aufwand nicht

überschreiten sollten, damit es attraktiv zur Umsetzung bleibt. Im Weiteren weist die Expertin darauf hin, dass die Inhalte nicht zu abstrakt sein bzw. keine Überforderung darstellen dürfen. Im Gegensatz zu den Lehrpersonen bezieht die Expertin diesen Aspekt jedoch auf die Lehrpersonen, während die Lehrpersonen mit ihren Aussagen das Niveau der Schülerinnen und Schüler angesprochen haben. Als weiteres erachtet es die Expertin als wichtig, dass in den Materialien eine Aktivität für die Lehrpersonen integriert und als Unterstützung für die Umsetzung Feedbackvorlagen z.B. in Form von Kriterienrastern zur Verfügung gestellt werden.

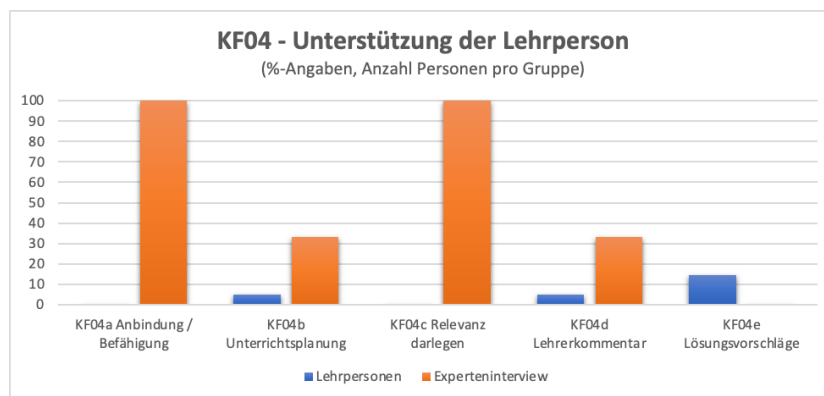


Abbildung 26: Konzeptionsfaktoren - Unterstützung der Lehrperson (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

Als Unterstützung empfinden drei Lehrpersonen, wenn es in den Materialien integrierte Lösungsvorschläge hat (vgl. Abb. 26). Des Weiteren findet es eine Lehrperson hilfreich, wenn zu den konkreten Unterrichtsmaterialien eine Planung und ein Lehrerkommentar angeboten wird. Diese Ansicht teilen für

beide Aspekte je einer der beiden Experten ebenfalls. Im Weiteren weisen alle aus der Expertengruppe darauf hin, dass die Lehrperson an ihrem Wissens- und Kompetenzstand abgeholt und an die neuen Inhalte herangeführt werden sollen. Zusätzlich betonen die beiden Experten und die Expertin teilweise mehrfach, dass es wichtig sei, den Lehrpersonen die Relevanz darzulegen, warum und für was sie Computational Thinking im Unterricht integrieren können und sollen.

In Bezug auf die Kompetenz einer Lehrperson äussert die Expertin die Ansicht, dass die Haltung und Innovationsbereitschaft einer Lehrperson sehr wichtig sind, um sich auf neue Inhalte einzulassen und sich im Unterricht gemeinsam mit den Jugendlichen in ein neues Feld vorzutasten (MA Interview 3, Pos. 60). Ein Experte vermutet, dass für die Lehrpersonen der Begriff Computational Thinking eher fremd ist (MA Interview 1, Pos. 38). Einen ähnlichen Gedanken äussert auch der zweite Experte; er ist überzeugt, dass eine Lehrperson mit dem Konstrukt nicht viel anfangen kann, wenn sie sich nicht bereits damit beschäftigt hat oder zumindest die Bereitschaft hat, sich damit zu beschäftigen (MA Interview 2, Pos. 17). Er stellt dazu fest, dass «es von der Lehrperson recht viel Sicherheit [benötigt], um das zu tun, in einem Fachbereich, in welchem man nicht so sattelfest ist» (Ma Interview 2, Pos. 17).

Zwei Lehrpersonen beziehen sich eher auf Kompetenz-Defizite und nennen Überforderung oder fehlendes Wissen, wodurch eine Hemmschwelle entstehen kann, sich mit den Inhalten zu

beschäftigen. Eine Lehrperson spricht die Innovationsbereitschaft einer Lehrperson an und verweist auf ihre eigene Art mit neuen Inhalten kreativ umzugehen und diese je nach Bedarf in unterschiedlichen Kontexten zu verwenden.

Ein Experte spricht allgemein davon, dass ein Konzeptionsfaktor die Qualität darstellt, ohne dies weiter auszuführen. Der zweite Experte betont die nach seiner Ansicht wichtige Erprobung in der Praxis, damit die Lehrpersonen das Gefühl erhalten «ja, das kann funktionieren» (MA Interview 1,

Pos.24). Ein Viertel der Lehrpersonen nennt *korrekte Inhalte* als Qualitätsmerkmal für Unterrichtsmaterialien (vgl. Abb. 27). Bei der Frage nach möglichen Killerkriterien äusserten sich sieben der zehn Lehrpersonen, welche die Frage beantwortet haben, zu Qualitätsaspekten.

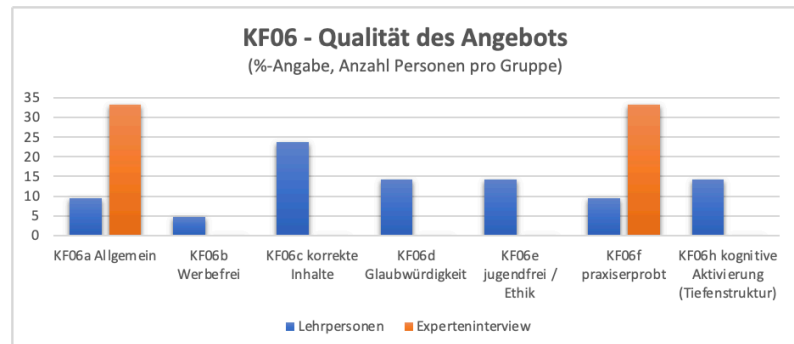


Abbildung 27: Konzeptionsfaktoren - Qualität (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)

5.4 Transferfaktoren

Nach den Transferfaktoren wurde nur in den Experteninterview explizit gefragt. In der Post-Befragung der Evaluationsgruppe wurde lediglich die Transfermotivation in Bezug auf das gesichtete Unterrichtsmaterial erhoben und in der Verfahrensdokumentation zusammengefasst.

Bei den *Innovationsmerkmalen* nennen die Experten und Expertin vor allem Beispiele, welche die Passung der Inhalte zur Professionskompetenz oder die Komplexität betreffen. Dabei führen sie aus, dass das Unterrichtsmaterial möglichst selbsterklärend, in einfacher Sprache, sowie mit geringem Aufwand für die Lehrperson konzipiert werden soll. Ausserdem erwähnt die Expertin, dass für eine Einarbeitung in neue Themenbereiche eine Aufteilung der Inhalte in kurze Sequenzen und Wahlmöglichkeiten bezüglich der Themen und Präsentationsform (Text, Audio, Video) von Vorteil sind, damit eine Lehrperson diese Lerneinheiten auch mal zwischen anderen Aktivitäten einschieben kann (MA Interview 3, Pos. 50). Im Weiteren ist für die Expertengruppe von Bedeutung, dass die Materialien an das Vorwissen der Lehrpersonen anknüpfen und von bekannten fachspezifischen Inhalten in den (mutmasslich weniger bekannten) informatischen Bereich hinführen. Dabei ist einem Experten wichtig, dass von einem ressourcen- und interessenorientierten Lernverständnis ausgegangen wird (MA Interview 2, Pos. 39). Im Weiteren fügt er an, dass bei grossen Sammlungen oder weitreichenden Angeboten eine Selektionshilfe, möglicherweise sogar adaptiv auf den Kompetenzstand der Lehrperson angepasst, integriert werden sollte (MA Interview 2, Pos. 38).

Auch der zweite Transferfaktor *Merkmale der Lehrperson* wird durch die Expertengruppe angesprochen. Dabei betonen alle drei, dass je nach Kompetenzstand ein auf verschiedenen Transfer-Leveln (vgl. Vigerske, 2017) ausführbares Angebot die Transfermotivation der Lehrpersonen positiv beeinflusst bzw. bei Überforderung die intrinsische Motivation zur Auseinandersetzung sinkt. Im Weiteren vermutet ein Experte, dass die Lehrpersonen grundsätzlich über eher wenig informatisches Grundlagenwissen verfügen und dadurch der Zugang zur Thematik bzw. der Transfer in den Unterricht erschwert wird (MA Interview 1, Pos. 38). Bei einer Lehrperson wird ausserdem eine gewisse Innovationsbereitschaft ersichtlich, indem sie Ideen aus dem Internet aufnimmt und dann eigenständig und in anderen Zusammenhängen in ihren Unterricht integriert (TN 13 - D P, Pos. 13).

Bei den Merkmalen der Einzelschule sprechen die Experten und die Expertin die Community-Bildung bzw. die Zusammenarbeit im Team an. Einerseits führt ein Experte aus, dass durch die Schaffung einer sozialen Verbindlichkeit, beispielsweise über Abmachungen und einen regelmässigen Erfahrungsaustausch im Team, die Transferwahrscheinlichkeit erhöht wird (MA Interview 2, Pos. 25). Ein anderer Experte weist darauf hin, dass ein fächerübergreifender Unterricht andererseits auf der SEK-I Stufe organisatorisch aufgrund der nötigen Absprachen zwischen den Fachlehrpersonen aufwändiger ist (MA Interview 1, Pos. 16). Die Rolle der Schulleitungen zur Transferunterstützung wird von der Expertengruppe nicht angesprochen.

Als letzten Transferfaktor werden von der Expertengruppe *Merkmale des Umfelds* angesprochen. Ein Experte stellt dabei fest, dass das Fachlehrer-System auf der Sek-I Stufe aus seiner Sicht bereits grundsätzlich fächerübergreifende Projekte erschwert (MA Interview 1, Pos. 14). Darüber hinaus führt ein anderer Experte an, dass die Lehrpersonen oftmals schon durch andere Weiterbildungs-, Innovations- oder Evaluationspflichten absorbiert werden und somit wenig zeitliche und personelle Ressourcen für die Integration weiterer (freiwilliger) Inhalte und Kompetenzen mehr übrigbleiben (MA Interview 2, Pos. 27). Eine weitere Herausforderung zur Transferunterstützung sieht ein Experte in der Verbreitung und Reichweite eines Online-Angebots. Er spricht dabei an, dass die angebotenen Unterrichtsmaterialien am besten bereits in die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen integriert bzw. über bei Lehrpersonen etablierten Kanälen zur Verfügung gestellt werden sollen, damit sie effektiv gefunden werden (MA Interview 1, Pos 18). Darüber hinaus findet die Expertin, dass ein Online-Angebot Möglichkeiten zum Austausch und zur Kollaboration über die eigene Schule hinaus, sowie eine Begleitung der Lehrpersonen z.B. durch Coaching-Elemente beinhalten sollte (MA Interview 3, Pos. 52).

5.5 Ergebnisse zu den Annahmen

Annahme 1

	Anwender_in / einsetzen	Entdecker_in / ergründen	Expert_in / adaptieren	Leader_in / verbessern
Fragebogen Item Prä	8	9	2	2
F11 Einsatz Häufigkeit Online-Material				
Nie				
Selten			1	
1 bis 3 Mal pro Monat	4	6		
1 bis 4 Mal pro Woche	4	3	1	2
Täglich				

Abbildung 28: Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenzstufe (MAXQDA, Kreuztabelle)

Die 21 Lehrpersonen der Prä-Befragung haben sich bei vier verschiedenen Kompetenzstufen eingestuft (vgl. Abb. 28). Die beiden Randstufen «Einsteiger:in» und «Pionier:in» wurden von keiner Lehrperson ausgewählt. In der Kompetenzstufe «Anwender:in» gaben je zwei Lehrerinnen und je zwei Lehrer an, monatlich bzw. wöchentlich Unterrichtsmaterialien aus dem Internet einzusetzen. Als Entdecker:in stufen sich neun Lehrpersonen ein. Davon nutzen vier Lehrerinnen und zwei Lehrer ein- bis dreimal pro Monat Online-Materialien, während zwei Lehrerinnen und ein Lehrer diese wöchentlich im Unterricht einsetzen. Die beiden Lehrerinnen, welche sich als Expertin einstufen, verwenden entweder wöchentlich oder selten Online-Unterrichtsmaterial. Die beiden Lehrer, die sich als Leader bezeichnen, nutzen Internet-Materialien beide ein- bis viermal in der Woche.

Annahme 2

Für die Annahme 2 werden die Ausprägungen der wahrgenommenen Relevanz und Nützlichkeit des Online-Angebots mit der angegebenen Transfermotivation verglichen. Bei fünf Lehrpersonen und TN 1) stimmen bei allen drei Begriffen die Ausprägungsstärken überein. Die ersten drei (TN 9, 17, 21) schätzen die Relevanz, Nützlichkeit und ihre Transferbereitschaft dabei mittelstark ausgeprägt ein, während eine Lehrperson ihrer hohen (TN 7) bzw. niedrigen (TN 1) Bereitschaft und Relevanz-Nutzen-Einschätzung Ausdruck verleiht. Bei zwei weiteren Lehrpersonen (TN 6, 13) korrespondiert die Einschätzung der Nützlichkeit mit der Transfermotivation (mittel bzw. hoch), jedoch nicht mit der Relevanz-Beurteilung (unklar bzw. mittel). Die Lehrperson TN 4 schätzte die Relevanz und die Nützlichkeit des Angebots als mittel ein, führte jedoch an, dass ihre Bereitschaft zur Umsetzung «nicht sehr hoch [ist], denn ich weiss selber noch nicht sehr viel darüber, fühle mich nicht kompetent genug, finde es sehr anspruchsvoll und irgendwie noch sehr abstrakt» (TN 4 - D, Pos. 12). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei TN 20. Diese Lehrperson beschrieb die Relevanz und Nützlichkeit ebenfalls mit mittelstark. Im Gegensatz zu TN 4 schätzte TN 20 die Transfermotivation jedoch «für einige Teile relativ hoch» ein, «da persönliche Begeisterung vorhanden ist, um die hier erhaltenen Vorschläge anzupassen» (TN 20 - RZG, Pos. 9). Bei der Lehrperson TN 8 konnte die Stärke der

Transfermotivation sowie die Einschätzung der Relevanz aus den Antworten nicht klar eruiert werden. Die Lehrperson stufte das Angebot jedoch als sehr nützlich ein.

Annahme 3

Das Computational Thinking-Verständnis der Lehrpersonen aus der Evaluationsgruppe und die Veränderung von der Prä- zur Postbefragung wurden bereits im Teilkapitel 5.2 beschrieben und werden daher hier nicht noch einmal berichtet.

Annahme 4

Zur Diskussion der Annahme 4 wird das Computational Thinking Verständnis einer Lehrperson mit der angegebenen Transfermotivation verglichen. Um dabei ebenfalls eine Aussage zur getroffenen Vorannahme über eine höhere Vorhersagekraft der Transferbereitschaft durch das CT-Verständnis gegenüber der Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz zu machen, wird die Einschätzung der Kompetenzstufe in den Ergebnisbericht mit einbezogen.

In der Abbildung 29 sind die Antworten der zehn Teilnehmenden aus der Evaluationsgruppe in einem Code-Matrix-Browser dargestellt. In den zwei Spalten pro Lehrperson werden die Codier-Ergebnisse aus der Prä- und der Postbefragung dargestellt. Die Reihenfolge wurde nach aufsteigender Transfermotivation geordnet.

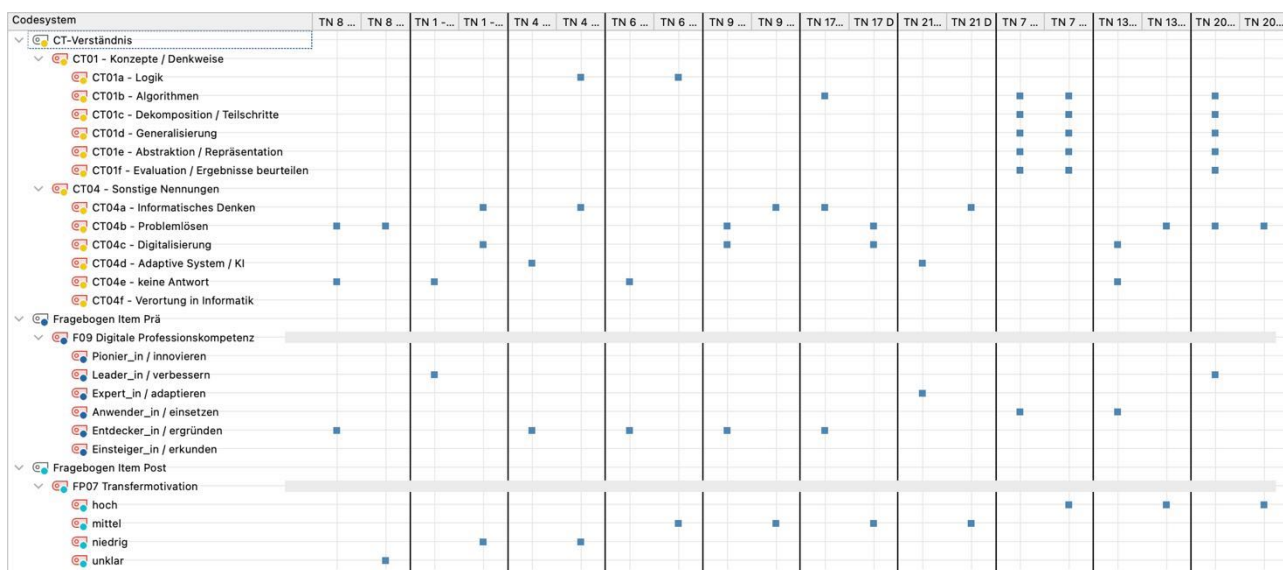


Abbildung 29: Vergleich CT-Verständnis & digitale Professionskompetenz mit Transfermotivation (MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumenten, pro TN Prä- und Postbefragung)

Zwei Lehrpersonen (TN 1, TN 4) stufen ihre Transfermotivation als niedrig ein. Bei beiden basiert die Definition von CT auf der Aussage «Denken wie ein Computer» bzw. «Denken wie eine Maschine». Hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz unterscheiden sie sich jedoch beachtlich; TN 1 sieht sich als Leader:in, während sich TN 4 als Entdecker:in beschreibt. Eine mittlere Transfermotivation weisen vier Lehrpersonen aus. Bei dreien

davon bewegt sich die Definition von CT zwischen Problemlösen mit dem Computer (TN 17), dem Computer-Denken nachvollziehbar aufbereiten (TN 21) oder in Anlehnung an die vorgestellte Definition auf der Startseite des Online-Angebots; «dass wir uns die Handlungs-, Arbeits- und Denkweise der Computer zunutze machen für das Lösen eines Problems» (TN 9 - WAH, Pos. 7). Die vierte Lehrperson (TN 6) beschreibt CT als Möglichkeit, das logische Denken zu fördern. Aus dieser Gruppe stufen sich die Teilnehmenden 6, 9 und 17 als Entdecker:innen ein, die vierte Lehrperson (TN21) bezeichnet sich hingegen als Expert:in.

Die übrigen drei Lehrpersonen brachten eine hohe Transfermotivation zum Ausdruck. Ausserdem war über beide Erhebungen hinweg betrachtet, bei zwei Lehrpersonen (TN 7, 20) ein breit differenziertes Computational Thinking Verständnis auszumachen. Bei der dritten Lehrperson (TN 13) änderte sich das Verständnis über CT von der Prä-Befragung von «noch nie gehört» und einer ergänzenden vagen Vermutung³⁷ zur Aussage «Computational Thinking ist für mich die Herangehensweise an Probleme und die Fähigkeit sinnvolle Lösungsstrategien zu entwickeln in verschiedenen schulischen Bereichen» (TN 13 D P, Pos. 11). Bei der letzten Lehrperson (TN 8) konnte die Transfermotivation anhand der Antwort nicht eindeutig bestimmt werden.

³⁷ «Ich kann mir vorstellen, dass es sich bei diesem Begriff um das Umwandeln oder Umdenken von Prozessen in die Digitale Welt handelt. Dass man sich dabei immer wieder überlegt, mit welchem Medium man (in der Schule) welche Kompetenzen erreichen und fördern kann. Dies ist jedoch eine sehr vage Vermutung.» (TN 13 - D P, Pos. 19-20)

6 Diskussion

In diesem Kapitel erfolgt eine Erörterung der Ergebnisse aus dem vorhergehenden Kapitel in Bezug auf die beiden Fragestellungen dieser Arbeit, sowie die Auseinandersetzung mit den zu Beginn getroffenen vier Annahmen.

6.1 Diskussion der Fragestellungen

F1: Wie muss ein Online-(Weiterbildungs)Angebot inhaltlich konzipiert sein, damit SEK-I-Lehrpersonen dadurch befähigt werden, die Kompetenz «Computational Thinking» im Unterricht bei den Schüler:innen gezielt zu fördern?

Die erste Fragestellung hat zum Ziel Hinweise für das Gesamtprojekt zu geben, damit die weiteren Unterrichtsbeispiele möglichst in einer für Lehrpersonen einfach nutzbaren Form mit den nötigen Begleitmaterialien zur Unterstützung entwickelt werden können. Aus den Experteninterview und der Prä-Befragung wurden bereits verschiedene strukturelle Elemente wie die Erstellung eines Lehrerkommentars oder die Bereitstellung von Lösungsvorschlägen vor der Konzeption definiert.

Gemäss den Rückmeldungen nahmen die RZG- und WAH-Lehrpersonen aus der Evaluationsgruppe den strukturellen Aufbau der exemplarischen Unterrichtsbeispiele (Kurzbeschreibung, Lehrplanbezug, Aufgabenabfolge als PPT, Planungsvorschlag mit Informatik-Exkursen sowie Lösungsvorschläge) positiv wahr. Zwei der vier Deutsch-Lehrpersonen fanden besonders positiv, dass sie sich anhand der kurzen Beschreibungen rasch einen Überblick über die zu erwartenden Inhalte verschaffen können. Damit sprechen sie jedoch vor allem die Struktur auf der Webseite an, da beim exemplarischen Deutschbeispiel keine konkreten Unterrichtsmaterialien zur Verfügung standen. Daraus lässt sich ein erstes Merkmal Kurzbeschreibungen zur Übersicht für den Webseiten-Aufbau ableiten. Im Weiteren zeigte sich ebenfalls anhand der Deutsch-Lehrpersonen, dass einerseits die ausführlichen Informatik-Exkurse teilweise bereits wieder als zu komplex empfunden wurden und andererseits dafür ein Bedarf besteht an direkt einsetzbarem Material inklusive der entsprechenden Lösungen. Damit werden zwei Aspekte angesprochen. Auf der einen Seite scheint sich zu bestätigen, dass die eingeschlagene Richtung für den Aufbau mit Unterrichts- und Begleitmaterialien, eingebettet in Kurzbeschreibungen als Orientierungshilfe von den Lehrpersonen grundsätzlich positiv aufgenommen und als hilfreich empfunden werden. Zwei Lehrpersonen beschreiben die Struktur als «umfangreich und durchdacht» (TN 1 - RZG, Pos. 4) und als «sehr ausführlich» (TN 6 - WAH, Pos. 3). Diese Äusserungen könnten wiederum darauf hinweisen, dass sich der Umfang der Inhalte eher an einer oberen Grenze bewegt.

Auf der anderen Seite zeichnet sich ein erster Hinweis auf die inhaltliche Komplexität des vermittelten Hintergrundwissens aus der Informatik ab. Die Informationen in den Deutsch-Dossiers sind sehr viel ausführlicher und gehen tiefer ins Detail als die kurzen Exkurse im RZG- und WAH-Material. Dazu äusserte sich eine Deutsch-Lehrperson folgendermassen: «Für eine direkte Umsetzung fehlen mir Infos für "Dummies", wirklich einfache Erklärungen für Laien» (TN 4 - D, Pos. 15). Ebenfalls fanden zwei weitere Deutsch-Lehrperson, dass aus ihrer Sicht die Inhalte komplex und damit nicht mehr so leicht verständlich sind. Daher ergibt sich aus der Passung der Komplexität der Informatik-Exkurse zum Kompetenzstand der Lehrpersonen ein weiteres Merkmal, welches bei der Konzeption weiterer Beispiele Berücksichtigung finden sollte. Darauf wurde auch in der Expertengruppe mehrfach hingewiesen:

Dass man versucht die Lehrperson an einem Thema abzuholen, das sie möglichst verstehen. Das heisst, wir haben damals bei diesen Beispielen, irgendwie ging es um Farbenlehre und Farben mischen und solche Dinge. Und da versucht man die Lehrperson dort zu holen, wo sie fachlich fit ist, also wo sie sagt, das verstehe ich gut. Und jetzt kommt da ein bisschen Informatik dazwischen und das hilft mir jetzt das Thema vielleicht sogar noch besser zu vermitteln oder noch greifbarer und attraktiver für die Kinder zu machen. (MA Interview 1, Pos. 20)

Im Weiteren sprechen sich auch Schmitdt und Reintjes (2020, S. 104) dafür aus, dass die Lehrperson bzw. deren Einstellungen (vgl. ICT-Beliefs im Kp. 2.3) als «Ausgangspunkt der Gestaltung von Lehrangeboten» gemacht werden sollten. Ebenso weist Hildebrandt (2017, S. 3) darauf hin, dass bei der Konzeption von Fortbildungsinhalten auf eine Passung der Aufgaben zu den Lehrpersonen geachtet werden soll, so «dass die nach einer Phase der Anstrengung auch erfolgreich bewältigt werden können.» Überdies führt Hildebrandt an, dass eine Möglichkeit zur Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung darin besteht, in Weiterbildungsangeboten «die Praxisanteile deutlich höher als die Theorieanteile» zu halten (Hildebrandt, 2017, S. 3). Dies erhält insbesondere vor dem Hintergrund der eingeschränkten Unterstützungsmöglichkeiten der Lehrpersonen bei einem Online-Angebot, welches auf eine eigenständige Nutzung ausgerichtet ist, eine zusätzliche Relevanz. Daher wird die gewählte Konzeptionsform von Unterrichts- und Begleitmaterial wie beim RZG- und WAH-Beispiel mit eher kurzen Informatikexkursen gegenüber den theorieorientierten Dossiers wie im Deutsch-Beispiel als Basis zur Weiterentwicklung empfohlen.

Abschliessend zu dieser Diskussion erfolgt der Hinweis, dass die soeben propagierte Konzeptionsstruktur dennoch nur als erster Prototyp verstanden werden darf. Die Elemente wurden weder einzeln noch systematisch abgefragt, noch ist die Evaluation mit bisher lediglich zehn Personen als valide und ausweitbar auf alle Lehrpersonen zu betrachten. Eine Bestätigung und Weiterentwicklung der nötigen bzw. sinnvollen Bestandteile bleibt damit eine Aufgabe für die nächsten Zyklen bzw. der weiteren Arbeitsschritte im Gesamtprojekt.

F2: Unter welchen Bedingungen lassen sich Lehrpersonen dazu motivieren, das Online-Angebot zu nutzen?

Die zweite Forschungsfrage beschäftigte sich mit der Motivation der Lehrpersonen, das Online-Angebot zu nutzen und möglichen Einflussfaktoren darauf. Aus den Ergebnissen lassen sich verschiedene explizite und implizite Faktoren ableiten. Grundsätzlich hat sich abgezeichnet, dass es grundlegend um eine Passung zwischen dem Angebot und der Professionskompetenz der Lehrperson geht. Dabei stehen wie bei König (2022) erläutert die Fähigkeiten, Fertigkeiten und insbesondere die Einstellungen der Lehrpersonen im Zentrum.

Ein erster Faktor stellt die grundsätzliche Haltung einer Lehrperson gegenüber der Informatik dar. Diese setzt sich gemäss Bender et al. (2018, S. 75f) aus *epistemologischen* und *lehr-lerntheoretischen Überzeugungen* zusammen. Bei den epistemologischen Überzeugungen handelt es sich um Vorstellungen darüber, «wie veränderlich und komplex das Wissen in einem Fachgebiet ist, wie es entsteht und gerechtfertigt wird», während die lehr-lerntheoretischen Überzeugungen der Frage nachgehen, wie Informatikinhalte «am besten» vermittelt und gelernt werden sollen (Bender et al., 2018, S. 75f). Die Einstellungen gegenüber der Informatik wurden in dieser Arbeit zwar nicht spezifisch eruiert, können aber dennoch zumindest als implizit wirkender Faktor betrachtet werden, da sicher jede Lehrperson eine persönliche Überzeugung in Bezug auf die Informatik und der Informatik-Vermittlung hat.

Ein zweiter Faktor stellt die Passung zwischen der Tiefe der Informatik-Exkurse und den vorhandenen Informatikkennnissen der Lehrpersonen dar. Eine Lehrperson äusserte sich in Bezug auf die eigenen Kompetenzen wie folgt:

Da meine Informatikkennnisse eher schlecht sind, muss ich mich auf der sachlichen Ebene wohl fühlen, damit ich es einbauen werde ... Dies wäre bei Syntax und Semantik gegeben, auch bei einer Diskussion um die fortwährende Digitalisierung unserer Gesellschaft mit allen Vor- und Nachteilen. Ansonsten wird es eher schwieriger ... (TN 17 D, Pos. 12).

Dies unterstreicht die bereits ausgeführte Aussage, dass Lehrpersonen bei ihrem Vorwissen abgeholt werden sollen, damit sie die Unterrichtsmaterialien erfolgreich nutzen und bestenfalls ihr informatisches Fachwissen dadurch erweitern können. Im Weiteren hat eine Lehrperson darauf hingewiesen, dass ihr die detaillierten fachwissenschaftlichen Ausführungen der Deutsch-Dossier «teils zu fest ins Detail» gehen (TN 21 D, Pos. 15), was ebenfalls für die eher kurz gehaltenen, stark an die Unterrichtsinhalte angelehnte Form der Informatik-Exkurse spricht.

Als weitere Faktoren der Nutzungsbereitschaft können das Interesse am Thema und die Zufriedenheit mit der Lehrmittelsituation angeführt werden. Einerseits legte eine Lehrperson aus der Evaluationsgruppe ausführlich dar, weshalb sie sich für gewisse Inhalte stärker oder weniger stark interessiert und daher auch entsprechend motiviert ist, diese für den Unterricht zu nutzen:

Die Syntax in diesem Detail zu analysieren, ebenfalls wie Syntaxdiagramme zu entwerfen oder mich ausschliesslich mit der formalen Grammatik auseinanderzusetzen reizt mich weniger (dies tat ich gerade sehr exzessiv während meinem Deutschdidaktik-Studium). Es ist aus meiner Sicht teils sehr technisch / mathematisch und daher interessieren mich Sprachgeneratoren weniger. Hingegen die Auseinandersetzung mit dem Hintergrund und der Funktionsweise von Sprachmodellen wie ChatGPT finde ich sehr zielführend und interessant (TN 21 D, Pos. 12-13).

Etwas allgemeiner formulierte eine andere Lehrperson, dass die wahrgenommene Relevanz und damit wahrscheinlich ebenso das Interesse «von den eignen Präferenzen» abhängt (TN 8 - RZG P, Pos. 5). Daher kann das Interesse am Thema als weiterer Einflussfaktor auf die individuelle Nutzungsmotivation gesehen werden. Bezogen auf das Online-Angebot bedeutet das, dass eine vielfältige Themenauswahl angeboten werden sollte, um möglichst vielen Lehrpersonen einen interessen geleiteten Einstieg zu bieten.

Auf der anderen Seite hat Ingold (2020) postuliert, dass die Nutzungsintensität auch vom Fach bzw. den dafür zur Verfügung stehenden Lehrmitteln abhängt. Daher wird eine Lehrperson, welche die Lehrmittel-Inhalte als zufriedenstellend für die Erreichung der Lehrplankompetenzen erachtet, vermutlich weniger oft nach ergänzenden Materialien aus dem Internet suchen. Diese Verknüpfung zeigte sich ebenfalls bei einer Lehrperson, welche das Fach Deutsch unterrichtet und selten nach weiteren Materialien sucht. Das lässt sich damit erklären, dass Deutsch zu einem der Fächer gehört, welches «traditionellerweise über lehrgangartige Lehrmittel» verfügt und sich deshalb die «Lehrpersonen stark am Lehrmittel» orientieren, was wiederum die Nutzungsintensität von zusätzlichem Unterrichtsmaterial aus dem Internet herabsetzt (Ingold, 2020, S. 3). Somit scheint eine Passung zwischen dem Online-Angebot und «Lehrmittel-Lücken» ein, zwar noch eingehend zu prüfender, Ansatz zur Erhöhung der Nutzungsmotivation darzustellen.

Wie bei den bisherigen Einflussfaktoren und in der restlichen Arbeit angesprochen sind zwei wichtige Faktoren der Nutzungsintensität die wahrgenommene Relevanz und Nützlichkeit des Angebots. Dies wurde ebenfalls bei der Erörterung der Transferfaktoren postuliert. Gräsel (2010, S. 11) erklärt dazu, «dass die Motivation von Lehrpersonen stark davon abhängt, ob die Lehrerinnen und Lehrer die Bedeutsamkeit bzw. den Vorteil der Massnahme wahrnehmen [...]». Der negativ ausgeprägte Zusammenhang zeigte sich in der Untersuchung bei einer Lehrperson, welche die zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien bzw. -inhalte als «Nicht relevant. Es ist für mich zu tief in der Materie drin.» (TN 1 – RZG, Pos. 6), sowie als nicht nützlich einschätzte und dementsprechend mit der

Aussage «Im Moment sicher nicht.» (Pos. 10) auch keine Transfermotivation zeigte. Damit wird die Bedeutung der während dem Entwicklungsprozess immer wieder aufgetauchten Fragestellung «Warum soll die Integration von CT für die Lehrperson wichtig sein?» unterstrichen. Die Rahmung der CT-Integration über die Digitalisierung und der Präsentation von Informatik bzw. Computational Thinking als Werkzeug die digitale Welt besser zu verstehen, erweist sich möglicherweise als ein erster Ansatzpunkt den Zugang für Lehrpersonen zu informatischem Fachwissen zu erleichtern. Diese Aussage bedarf jedoch weitere Untersuchungen zur Überprüfung ihrer Gültigkeit.

Als letzten Einflussfaktor auf die Nutzungsbereitschaft wird die Innovationsbereitschaft ausgeführt. Prasse et al. (2019, S. 223) stellen dazu fest, dass neben einer positiven Einstellung gegenüber dem Einsatz digitaler Medien, die Lehrpersonen auch «über ein gewisses Mass an Innovationsbereitschaft verfügen» müssen, damit eine Umsetzung überhaupt erfolgt. Überdies setzen Bender et al. (2018, S. 80) eine hohe Innovationsbereitschaft in Zusammenhang mit einer höheren Selbstwirksamkeitserwartung und einer höheren Nutzungshäufigkeit. Prasse et al. (2019, S. 222) betonen jedoch, dass zumindest in Bezug auf den Einsatz von digitalen Medien, die «Nutzungsformen an relativ stabile pädagogisch-didaktische Überzeugungsmuster und eingespielte Routinen gebunden sind und sich insbesondere bei weniger experimentier- und innovationsfreudigen Lehrpersonen kaum verändern». Auf die Nutzungsbereitschaft der Unterrichtsbeispiele übertragen, lässt sich dieser Aspekt vermutlich mit einem Online-Angebot somit ebenfalls kaum oder lediglich indirekt, beispielsweise über die anderen identifizierten Faktoren, positiv beeinflussen.

6.2 Diskussion der Annahmen

Annahme 1

A1: Lehrpersonen, die sich selbst eine höhere digitale Professionskompetenzstufe attribuieren, setzen im Unterricht häufiger Unterrichtsmaterialien oder -ideen aus dem Internet im Unterricht ein, als Lehrpersonen, die sich auf einer tieferen Stufe einordnen.

Anhand der Rückmeldungen lässt sich die Annahme 1 in der Stichprobengruppe nicht bestätigen. So zeigt beispielsweise eine Lehrperson mit der Selbsteinschätzung der Kompetenzstufe als Expert:in und der Angabe nur selten Material aus dem Internet zu nutzen, gerade ein entgegengesetztes Nutzungsverhalten. Ausserdem geben mehr Lehrpersonen der Gruppe «Entdecker:in» an, Online-Materialien monatlich zu nutzen, als dies Lehrpersonen der gleichen Gruppe mit der Ausprägung wöchentlich tun. Somit lässt sich die Nutzungshäufigkeit in dieser Untersuchung nicht mit der Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz voraussagen. Eine Begründung dafür liegt möglicherweise in einer grundlegenden Fehlannahme, dass der Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung und der Einsatzhäufigkeit von digitalen Medien im Unterricht (Backfisch et al., 2021) sich einfach direkt auf die Nutzungshäufigkeit von Online-

Material übertragen lässt. Eine andere Begründungsmöglichkeit könnte auch auf einer grundsätzlichen Fehleinschätzung der eigenen Professionskompetenzen basieren. Backfisch et al. (2021, S. 74) halten dazu fest, dass die «Selbsteinschätzungen nur in geringem Mass das eigentliche Professionswissen und Handeln von Lehrpersonen widerspiegeln». Das wiederum würde bedeuten, dass die Nutzungshäufigkeit von anderen Faktoren wie zum Beispiel von der wahrgenommenen Relevanz oder Nützlichkeit des Angebots und nicht von der digitalen Professionskompetenz bzw. deren Selbsteinschätzung abhängt. Interessant wäre auch in weiteren Untersuchungen Ansätze aus dem eLearning wie dem Akzeptanz-Modell (vgl. Breidenbach, 2022) beizuziehen, in welchem neben den personenbezogenen Merkmalen auch Rahmenbedingungen aus dem Schulumfeld und Merkmale des Angebots für eine Voraussage mit einbezogen werden.

Ausserdem kann grundsätzlich keine Aussage über die Qualität der Umsetzung aus der Einsatzhäufigkeit abgeleitet werden. Wie Prasse et al. (2019, S. 221) ausführen, wurde der Zusammenhang zwischen der Nutzungsfrequenz und unterschiedlichen Nutzungsweisen in Bezug auf die Integration von digitalen Medien im Unterricht bereits in Studien untersucht. Dabei kam zutage, dass Lehrpersonen mit einer konstruktivistisch-schülerzentrierten Haltung ein breiteres Spektrum an Handlungsmöglichkeiten aufweisen, während Lehrpersonen mit einer instruktional-lehrpersonenzentrierten Nutzungsweise sich eher «auf wenige Anwendungen beschränken, und zwar vor allem auf solche, die von der Lehrperson möglichst gut strukturiert und gesteuert werden können» (Prasse et al., 2019, S. 221). Ob und wie dieser Zusammenhang auch auf den Einsatz von Unterrichtsmaterialien übertragen werden kann, bleibt hier offen und ist als Gegenstand weiterer Untersuchungen zu betrachten.

Schliesslich bleibt noch die Anmerkung zu machen, dass die Befragung mit 21 Teilnehmenden eine sehr kleine Stichprobe darstellt. Daher ist es nicht angebracht, eine valide Aussage oder sogar eine Verallgemeinerung daraus abzuleiten. Dazu müssten in weiteren Untersuchungen der effektive Stand der digitalen Professionskompetenzen erhoben und dieser mit der Selbsteinschätzung sowie der Einsatzhäufigkeit in Beziehung gesetzt werden. Überdies wäre eine qualitative Betrachtung der Umsetzung im Unterricht interessant und könnte in Verbindung mit den ICT-Beliefs-Typen nach Schmidt und Reintjes (2020) zu weiteren Erkenntnissen über den Zusammenhang zwischen der Professionskompetenz und den personenbezogenen Transferfaktoren führen.

Annahme 2

A2: Die wahrgenommene Relevanz und der wahrgenommene Nutzen des Online-Angebots haben einen Zusammenhang mit der Bereitschaft das angebotene Unterrichtsmaterial im Unterricht einzusetzen.

Bei der Betrachtung der Annahme 2 kann für fünf der zehn Lehrpersonen ein Zusammenhang der Relevanz / Nutzen mit der Nutzungsbereitschaft festgestellt werden. Für die anderen fünf

Lehrpersonen lässt sich aber kein klarer Zusammenhang konstatieren. So attestiert eine Lehrperson dem Unterrichtsmaterial-Angebot zwar eine hohe Relevanz und Nützlichkeit, zeigt jedoch trotzdem eine tiefe Transfermotivation. Eine Lehrperson weist hingegen eine hohe Motivation auf, bei mittlerer Relevanz- bzw. Nützlichkeitseinschätzung. Dies lässt darauf schliessen, dass noch weitere Faktoren auf die Transfermotivation einwirken. Eine ähnliche Feststellung machen Kunter und Ewald:

Nicht jedes Unterrichtsangebot führt automatisch zu einer bestimmten Wirkung, da sowohl individuelle Faktoren wie Motivation und Anstrengungsbereitschaft, als auch der Kontext bzw. die Rahmenbedingungen die Nutzung des Angebots beeinflussen (Kunter & Ewald, 2016, S. 12).

Aus diesem Grund benötigt es für eine begründete Bestätigung oder Verwerfung der Annahme weitere Untersuchungen mit einem breiteren Angebot und mehr Teilnehmenden, um den Einfluss der wahrgenommenen Relevanz und Nützlichkeit auf die Transfermotivation statistisch aussagekräftig zu eruieren.

Annahme 3

A3: Durch die Auseinandersetzung mit dem methodisch-didaktisch aufbereiteten Online-Angebot verändert sich das Verständnis von «Computational Thinking» bei den Lehrpersonen.

Bei der Auswertung für die dritte Annahme zeigt sich bei allen Lehrpersonen auf den ersten Blick betrachtet eine Veränderung beim Verständnis zu Computational Thinking. Die einzige Ausnahme bildet eine Lehrperson, welche aber bereits in der Prä-Befragung eine breit differenzierte Vorstellung von Computational Thinking zum Ausdruck brachte. Somit scheint schon eine kurze Auseinandersetzung mit dem erstellten Unterrichtsmaterial bzw. den Dossiers bei den Lehrpersonen eine Veränderung des CT-Verständnis zu bewirken. Brämer et al. (2022, S. 123) zufolge konnte in einer amerikanischen Studie bereits nach einer kurzen Intervention von weniger als zwei Stunden ein erster «Wissenszuwachs in Bezug auf die Definition von CT sowie einen Zusammenhang mit der Bereitschaft, CT zukünftig zu unterrichten» festgestellt werden. Aufgrund dieser Ergebnisse kann die Annahme 3 deshalb auch für das in dieser Arbeit erstellte exemplarische Online-Angebot vorsichtig positiv bestätigt werden. Auf jeden Fall führte die Auseinandersetzung mit dem dargebotenen Material mindestens bei einer Lehrperson zu einer neuen Erkenntnis: «Sprache und Mathe sind doch nicht so verschieden, im CT kommen sie zusammen ;-))» (TN 4 - D, Pos. 14).

Qualitativ betrachtet zeigt sich, dass die vier Lehrpersonen, welche sich zu Beginn unter dem Begriff CT überhaupt nichts vorstellen konnten bzw. nur vage Ideen dazu äusserten, nach der Auseinandersetzung mit dem Online-Angebot erste Vorstellungen wie z.B. «Denken wie ein Computer» mit CT in Verbindung brachten. Die Ansicht aus der Prä-Befragung, dass Computational Thinking etwas mit dem Einsatz von digitalen Medien im Unterricht, also mit der Digitalisierung des

Unterrichts zu tun hat, wurde von den beiden entsprechenden Lehrpersonen nach der Intervention nicht mehr angeführt. Dafür tauchte diese Vorstellung in der Post-Befragung wiederum bei zwei anderen Lehrpersonen auf. Damit könnte das Framing mit der Digitalisierung möglicherweise auf der einen Seite den Zugang zur Informatik für die Lehrpersonen zwar erleichtern und gleichzeitig auf der anderen Seite damit neue Fehlvorstellungen bzw. Misskonzepte begünstigen. Deshalb gilt es bei der weiteren Projektentwicklung diesen Aspekt im Auge zu behalten und allenfalls durch weitere Untersuchungen systematisch zu beforschen.

Annahme 4

A4: Die Bereitschaft das angebotene Unterrichtsmaterial im Unterricht einzusetzen, hängt mit dem Differenzierungsgrad des CT-Begriffs zusammen.

Die Annahme 4 wurde unter der Voraussetzung getroffen, dass das CT-Verständnis einer Lehrperson ein Indikator für das tatsächlich vorhandene informatische Fachwissen darstellt und dadurch eine zuverlässigere Prognose der Transfermotivation als die Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz liefert. Ob und wie stark diese Vorannahme überhaupt zutrifft, wurde nicht untersucht und stellt daher ein Forschungsdesiderat dar, dessen Gültigkeit zuerst noch zu belegen wäre.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich dennoch eine Tendenz, dass ein breiteres Verständnis von Computational Thinking teilweise auch mit einer höheren Transfermotivation zusammenhängt. Jedoch lassen sich damit nur wenige Fälle erklären. Wird jedoch die Selbsteinschätzung der Professionskompetenz als weiterer Erklärungsfaktor hinzugezogen, eröffnet sich eine weitere Perspektive auf den Zusammenhang. So zeigt sich für die Lehrpersonen der Evaluationsgruppe, dass eine hohe Differenzierung des CT-Verständnisses gekoppelt mit einer Einstufung auf einer höheren Professionskompetenz-Stufe die Transfermotivation besser erklärt als nur ein Faktor allein. Die Lehrperson TN 4 zeigt zwar ein ähnliches CT-Verständnis und die gleiche Einstufung wie drei andere Lehrpersonen, weist jedoch eine tiefe Transfermotivation an. Als Begründung führt die Lehrperson in ihrer Antwort an, dass sie sich selbst als nicht kompetent genug für eine Umsetzung findet. Dies liefert wiederum einen Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung und der eigenen wahrgenommenen Fachkompetenz. Als gewagte Schlussfolgerung wäre somit denkbar, dass die Transfermotivation somit von der tatsächlichen sowie von der wahrgenommenen informatischen Fachkompetenz abhängt. Fühlt sich also eine Lehrperson kompetent und verfügt im Weiteren über ein grundlegendes Verständnis in Bezug auf Computational Thinking, zeigt sie sich eher motiviert für eine Umsetzung der angebotenen Unterrichtsmaterialien. Als Gegensatz dazu könnte sich eine Lehrperson zwar als kompetent einschätzen, aber trotzdem ein wenig differenziertes CT-Verständnis aufweisen, was gemäss der Annahme trotzdem in einer niedrigen Transfermotivation resultieren würde.

Diese Schlussfolgerung bzw. die neu aufgestellte Annahme lässt sich mit den Daten aus dieser Untersuchung nicht valide belegen. Eine spannende Ausgangslage für die weitere Forschungsarbeit ergibt sich jedoch aus einer Adaption des Will-Skill-Tool-Modells nach Petko (2012). Dabei könnten Faktoren, welche die Transfermotivation für ein Online-Angebot zur Förderung von CT-Kompetenzen im Unterricht vorhersagen, untersucht werden. Analog zum Modell von Petko entsteht dazu die Fragestellung, ob die Höhe der Transfermotivation tatsächlich von den folgenden drei Faktoren abhängt bzw. durch diese prognostiziert werden kann: der Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz bzw. dem damit verbundenen, wahrgenommenen Kompetenzzempfinden (Will), dem CT-Verständnis als Indikator des tatsächlichen informatischen Fachwissens einer Lehrperson (Skill) sowie der Auseinandersetzungstiefe mit einem spezifisch aufbereiteten Online-Angebot (Tool).

6.3 Diskussion der Gütekriterien

Im Kapitel 4.2 im Abschnitt *Gütekriterien* wurden verschiedene Aspekte zur Bewertung der Validität, Reliabilität und Objektivität der vorliegenden Arbeit aufgeführt. Davon werden ausgewählte Elemente in diesem Kapitel diskutiert.

Als erstes erfolgt die Betrachtung der vier Kriterien nach Flick (2014). Um der Anforderung eines systematischen und transparenten Vorgehens zu entsprechen, wurde einerseits die Methodenwahl begründet und im Kapitel 4 sowie in der Verfahrensdokumentation (Anhang B) schrittweise dargelegt. Andererseits wurde die Analyse der Befragungen anhand eines theoriegeleiteten Kodierleitfadens durchgeführt. Ausserdem werden aus der Literatur abgeleitete Vorannahmen und persönliche Überzeugungen, sowie die anonymisierten Daten (vgl. MAXQDA-Datei) offengelegt, um Entscheidungen im Forschungsprozess nachvollziehbar(er) zu machen. Im Weiteren werden bei der Auswertung, wie auch bei der Diskussion der Ergebnisse verschiedene Interpretationsansätze berücksichtigt. Damit soll sich der Leser bzw. die Leserin wie von (Flick, 2014, S. 407) gefordert «ein eigenes Bild über Anspruch und Wirklichkeit des Projektes machen können».

Die beiden nächsten Gütekriterien wurden von Mayring (2022) angeführt. Für die argumentative Interpretationsabsicherung werden die im Kapitel 5 berichteten Ergebnisse im Diskussionsteil mit entsprechenden Argumenten aus der Literatur in Verbindung gebracht und interpretiert. Die kommunikative Validierung nach Mayring entspricht dem *member checking*. Diese Form der Validierung wurde in dieser Arbeit aus forschungsökonomischen Gründen nicht durchgeführt. Eine Lehrperson hat sich jedoch persönlich bei mir gemeldet und bekundete Interesse für eine gemeinsame Weiterentwicklung der Materialien. Der Einbezug von Fachexpert:innen aus der Praxis wäre denn auch für die weitere Projektarbeit empfehlenswert, damit fachrelevante Inhalte, Konzepte

und Methoden in den weiteren Unterrichtsmaterialien adäquat berücksichtigt werden. Eine zweite Form der kommunikativen Validierung ist laut Kuckartz und Rädiker (2022) das *peer debriefing*. Wie im Kapitel 4.1.5.1 beschrieben, fand regelmässig ein Austausch mit weiteren Experten statt, so dass der Prozess, die Betrachtungsweise des Forschungsgegenstandes wie auch die Ergebnisse mit Hilfe einer Aussenansicht laufend reflektiert werden konnten.

Zur Besprechung der Reliabilität weisen Kessler et al. (2023) auf die intersubjektive Nachvollziehbarkeit hin. Dazu könnten Reliabilitätswerte für die Überprüfung der Analysegenauigkeit bzw. der Kodierung berichtet werden. In dieser Arbeit wurde keine der drei Varianten der Reliabilitätsprüfung durchgeführt, da dies insbesondere auch den zeitlichen Umfang dieser Arbeit übersteigt. Jedoch wurde neben der mehrfachen Überprüfung der Zuweisungen während dem Codierprozess, im Sinne der semantischen Gültigkeit (Krippendorff, 1980) ein einfacher Check durchgeführt, indem am Schluss der Codierung die Textstellen erneut auf ihre Passung und Homogenität geprüft wurden.

6.4 Diskussion weiterer Ergebnisse

In den Experteninterviews brachten die beiden Experten und die Expertin teilweise weitere Aspekte zur Sprache, welche zwar nicht in direktem Zusammenhang mit der Fragestellung stehen, jedoch weiterführende, bisher unbeachtete Perspektiven auf das Projekt und dessen Umfeld eröffnen. In MAXQDA bzw. der Verfahrensdokumentation wurden diese der Kategorie *Entdeckungen* zugewiesen und in einem Memo inhaltlich zu fünf verschiedenen weiterführenden Themen zusammengefasst. Im Sinne der Umfangbeschränkung werden hier jedoch nur drei kurz angesprochen.

Einen ersten Aspekt warf ein Experte mit der Aussage «Also ich habe da das Gefühl, ich würde wahrscheinlich CT machen, aber es vielleicht gar nicht so benennen unbedingt.» (MA Interview 1, Pos. 10) auf. Damit formulierte er einen Aspekt der Relevanz-Schaffung, welcher gerade zu Beginn der Arbeit immer wieder in der Diskussion stand. Die Frage, weshalb eine Lehrperson sich im Fachunterricht zusätzlich zu den fachspezifischen Lehrplankompetenzen nun auch noch mit Computational Thinking beschäftigen sollte, war bis dahin offen. Mit dem Ansatz, CT zwar einzusetzen, es aber für die Lehrperson unter einem anderen Blickwinkel zu präsentieren, entstand der Gedanke, Computational Thinking mit Digitalisierung zu rahmen, um den Einbezug von Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der Informatik im Fachunterricht plausibel zu begründen. Somit hatte diese «Entdeckung» eine direkte Auswirkung auf die Arbeit.

Ein zweiter Aspekt betrifft den Umgang der verschiedenen Fachdidaktiken mit den Auswirkungen der Digitalisierung. Ein Experte äusserte sich dazu, analog zu den bereits früher ausgeführten Ansichten von Regez et al. (2022) bzw. Döbeli Honegger (2021), folgendermassen:

Ich glaube, das hängt ein bisschen damit zusammen, wie die anderen Fachdidaktiken in Zukunft mit der Digitalisierung umgehen. Und ich glaube, das Potential wäre durchaus da. Und ich glaube auch dass CT oder grundsätzlich die Informatikdidaktik für solche interdisziplinären Projekte sehr fruchtbar sein können. Dass man das miteinander verknüpft mit anderen Fächern, mit anderen Fachinhalten. (MA Interview 1, Pos. 14)

Der Einfluss der Digitalisierung auf die fachspezifische Fachdidaktik wurde jedoch bei den befragten Lehrpersonen als wenig ausgeprägt bzw. als keine tiefgreifende Veränderung eingestuft. Schmidt und Reintjes (2020, S. 105) halten fest, dass besonders Lehrpersonen des ICT-Belief-Typs 1 und 2 davon überzeugt sind, «dass ICT hauptsächlich Ersatz oder Ergänzung bisheriger Unterrichtsmittel ist, ohne dass Schule und Unterricht dadurch massgeblich verändert werden». Wie diese Überzeugung verändert werden kann, bleibt offen und somit Gegenstand zukünftiger Untersuchungen. Ein möglicher Ansatz besteht eventuell darin bei der Konzeption weiterer Beispiele durch die Zusammenarbeit mit Fachexpert:innen aus der Praxis zumindest bei diesen Lehrpersonen ein Bewusstsein für die Thematik zu fördern.

Ein letzter Aspekt betrifft die Reichweite und Auffindbarkeit des Online-Angebots. Wie in der Diskussion der Transferfaktoren erwähnt, stellt sich die Frage, wie und wo die Unterrichtsmaterialien am sinnvollsten eingebunden werden sollen. Einerseits bietet die Integration der Beispiele in eine oder mehrere bereits bestehende Sammlung(en) den Vorteil, dass die Reichweite gegenüber einer einzelnen spezifischen Plattform höher ist. Andererseits ermöglicht hingegen der Aufbau einer eigenständigen Webseite beispielsweise die Erstellung adaptiver Lernpfade, welche die Lehrperson mit auf ihren Kompetenzstand passenden Unterrichtsideen unterstützt. Es empfiehlt sich die beiden Ansätze auf jeden Fall im weiteren Projektverlauf sorgfältig zu evaluieren und gegeneinander abzuwägen.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

In diesem Kapitel erfolgt zuerst eine Ausführung zu wichtigen Erkenntnissen und deren Bedeutung für die weitere Theorie- und Produktentwicklung. Im Anschluss werden limitierende Faktoren und Rahmenbedingungen bezüglich der Interpretationskraft erörtert. Schlussendlich folgt noch ein Fazit sowie ein Ausblick auf zukünftige Forschungsmöglichkeiten.

7.1 Schlussfolgerungen für Theorie und Praxis

Diese Arbeit versucht die wesentlichen Komponenten zu identifizieren, um Lehrpersonen anhand von konkreten Unterrichtsmaterialien dazu zu befähigen, die Computational Thinking-Kompetenzen bei ihren Schüler:innen in der Unterrichtspraxis auch im fächerübergreifenden Kontext zu fördern. Mit der vorliegenden Struktur *Aufbau der Kurzübersicht auf der Webseite, Planungsvorschlag mit Lehrerleitfaden und informatischen Exkursen, konkrete Arbeitsmaterialien und Lösungsvorschlägen* wurde eine erste Grundlage zur Klärung geschaffen, welche Elemente Lehrpersonen schätzen und beim Aufbau der eigenen informatischen Professionskompetenzen und dem CT-Verständnis unterstützen. Als weitere Arbeitsschritte stehen die systematische Evaluation und Weiterentwicklung der exemplarischen Beispiele durch den Einsatz in der Praxis an, sowie die Untersuchung der Frage, wo und wie bzw. in welcher Darbietungsform die Online-Inhalte am besten zur Verfügung gestellt werden sollen.

Überdies hat sich gezeigt, dass für eine treffende, relevante Auswahl an Inhalten und der adäquaten Berücksichtigung der fachspezifischen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen von Vorteil beide betroffenen Fachbereiche zusammenarbeiten. Bei der Erstellung von Unterrichtsmaterial sollte daher wie von Regez et al. (2022) vorgeschlagen, eine enge Zusammenarbeit zwischen Fach-Expert:innen und Informatik-Expert:innen stattfinden, damit eine echte Zusammenführung und gewinnbringende Effekte aus dem Einsatz von Computational Thinking im fächerübergreifenden Unterricht entstehen kann.

Als Konsequenz daraus erscheint ein Überdenken der bisherigen Fachunterrichtspraxis sinnvoll. Dabei müsste die Frage im Vordergrund stehen, welche Inhalte eines Fachs vom technologischen Wandel betroffen sind und welche Auswirkungen dies auf die fachspezifischen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen und die entsprechende Fachdidaktik hat. Darüber hinaus sollte die Verbreitung von Unterrichtsmaterial auf höherer Ebene koordiniert angegangen werden, damit nicht hunderte einzelne Webseiten entstehen, sondern allenfalls wie ein Fachexperte am MINT-Austauschs die Idee entwickelt hat, stärker von der Lehrperson aus gedacht werden. Dazu könnte ein Angebot geschaffen werden, durch welches eine Lehrperson anhand des Lehrmittel-Inhalts nach alternativen Unterrichtsvorschlägen suchen und so fächerübergreifende Schwerpunkte, nicht nur in Bezug auf Computational Thinking oder Informatik, setzen kann.

Schlussendlich steht und fällt eine Umsetzung in die Praxis jedoch mit der Einstellung und den Kompetenzen jeder Lehrperson. Da sind einerseits die Lehrpersonen selbst gefordert, sich im Sinne einer lebenslangen Professionalisierung mit den Auswirkungen der Digitalisierung auf verschiedenen Ebenen auseinanderzusetzen. Andererseits kann die Schaffung eines passenden Online-Angebots diesen Prozess möglicherweise unterstützen, indem adaptierbare Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt werden, welche die Einarbeitung in neue Themenbereiche durch Exkurse und die Integration in den Unterricht durch konkretes Unterrichtsmaterial erleichtern.

7.2 Limitationen

Wie jede Arbeit unterliegt auch diese limitierenden Faktoren, wovon einige nachfolgend kurz erläutert werden. Eine erste Limitierung entsteht durch den Umstand, dass mich die meisten Lehrpersonen der Stichprobe persönlich kennen. Einerseits hat dies zwar eine positive Auswirkung, da bereits eine gemeinsame Basis für eine Zusammenarbeit mit Fachexpert:innen aus der Praxis besteht. Andererseits besteht die Gefahr, dass die Aussagen von der eigentlichen Ansicht einer Lehrperson durch den Effekt der sozialen Erwünschtheit abweichen. Falls eine Lehrperson zusätzlich skeptisch bezüglich der Gewährleistung der Anonymität ist, könnte sich der Effekt durch den persönlichen Bezug zu den Lehrpersonen sogar noch stärker negativ verzerrend auf die Umfrageergebnisse oder sogar auf die Teilnahmebereitschaft ausgewirkt haben (Hlawatsch & Krickl, 2014).

Im Weiteren ist nicht geklärt, inwiefern sich die allgemeine Einstellung zu Umfragen der angeschriebenen Lehrpersonen auf die Teilnahmebereitschaft ausgewirkt und damit ebenfalls die Stichprobenszusammensetzung verzerrt hat (Hlawatsch & Krickl, 2014). Daher ist es denkbar, dass sich lediglich Lehrpersonen mit einer höheren Affinität oder einem höheren Interesse in Bezug auf die Digitalisierung beteiligt haben.

Röhl et al. (2023) benennen als weitere Limitation auf den Faktor der Selbstauskunft durch Beteiligte hin. Auf diese Weise sprechen sie den Umstand an, dass eine Selbsteinschätzung «damit nicht das reale Nutzungsverhalten abbilden muss» (Röhl et al., 2023, S. 21). Somit kann wie bereits Backfisch et al. (2021) festgestellt haben, davon ausgegangen werden, dass beispielsweise die Einschätzung der eigenen digitalen Professionskompetenzen sich nicht zwingend mit den tatsächlich vorhandenen Fähigkeiten, Fertigkeiten und handlungsleitenden Überzeugungen decken muss.

Eine weitere Ebene an Limitationen betrifft das Angebot. Dazu halten Röhl et al. (2021) fest, dass speziell bei Internetangeboten mit einsatzbarem Unterrichtsmaterial und -planungsvorschlägen die Gefahr besteht, dass Lehrpersonen diese unreflektiert in die Praxis übernehmen, wobei der

beabsichtigte Lerneffekt bei der Lehrperson selbst jedoch gar nicht eintritt. Weitere Limitationen bestehen darin, dass in dieser Arbeit keine Faktoren zur Erhöhung der Reichweite oder Kriterien für die Einbindung in andere Plattformen erhoben wurden. Zudem ist nicht auszuschliessen, dass bei der Themenauswahl persönliche Vorlieben oder Abneigungen der Lehrpersonen einem Thema gegenüber auch einen Einfluss auf die Rückmeldungen haben. So gibt eine Lehrperson bei der Frage nach der Relevanz der Beispielinhalte die Rückmeldung, dass für diese Einschätzung die persönliche Präferenz massgebend sei. Ausserdem bleibt ebenfalls offen, wie tiefgreifend und nachhaltig die festgestellte Veränderung des CT-Verständnis bei den Lehrpersonen und damit die Weiterbildungskraft durch das integrierte informatische Fachwissen effektiv ist. Ebenso bleibt fraglich, inwiefern die Ergebnisse ausserhalb des spezifischen Kontexts der Stichprobe im Sinne einer Verallgemeinerung angewendet werden dürfen. All diese Aspekte bedürfen weiterer wissenschaftlicher Überprüfung.

7.3 Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Masterarbeit war es erste Konzeptionsfaktoren zu identifizieren, anhand welcher exemplarisches Unterrichtsmaterial zur Förderung der Computational Thinking Kompetenzen auf der Sek-I Stufe erstellt und auf einer Internetplattform den Lehrpersonen angeboten werden kann. Dieser Prozess wurde als Design-Based-Research-Projekt durchgeführt. Ein weiterer Anspruch an das Online-Angebot bestand darin, den Lehrpersonen über die Auseinandersetzung mit dem Material eine informelle Lerngelegenheit zur Erweiterung der eigenen informatischen Fachwissenschafts- und Fachdidaktikkompetenzen zu ermöglichen und sie so zu befähigen, die CT-Kompetenzen in der Folge ebenfalls bei ihren Schüler:innen zielgerichtet und kompetent zu fördern. Dazu wurden drei Experten aus dem Hochschul-Weiterbildungsbereich, sowie Lehrpersonen zu Konzeptions- und Transferfaktoren, sowie dem persönlichen CT-Verständnis befragt. Eine erste Evaluation zur Struktur und den Bestandteilen des Online-Angebots wurde anhand von drei exemplarischen Unterrichtsbeispielen und einer begleitenden Post-Befragung durchgeführt. Mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse wurde daraus ein inhaltsorientierter Prototyp in Form eines Online-Angebots entwickelt. Als Forschungsprodukt konnten ebenfalls erste Hinweise auf eine günstige Zusammenstellung der Inhalte eruiert werden. Ausserdem wurden die beiden zu Beginn aufgestellten Forschungsfragen sowie die vier Annahmen im Verlauf des Forschungsprozesses untersucht und erörtert. Offene Aspekte und Hinweise zu weiterführenden Forschungsmöglichkeiten wurden in der Schlussfolgerung bereits ausgeführt.

Zusätzlich stellt sich dennoch die Frage, wie sich grundsätzlich die Gestaltung und die Inhalte von Unterrichtsmaterial, ob bei Lehrmitteln oder Online-Angeboten, unter dem Einfluss der Digitalisierung weiterentwickeln. Dabei geht es einerseits darum zu untersuchen, wie Lehrpersonen bei der Suche nach «gutem» Unterrichtsmaterial und der Umsetzung in die Praxis gerade auch über

Online-Angebote optimal unterstützt werden können. Andererseits wird der Unterricht für Lehrpersonen «mit digitalen Lehrmitteln zwar anspruchsvoller, erleichtert es aber den wachsenden gesellschaftlichen Anforderungen und Ansprüche an Bildung überhaupt gerecht werden zu können» (Döbeli Honegger et al., 2018, S. 47).

Abschliessend soll noch einmal die Doppelrolle der Informatik als Wissenschaft bzw. Fachbereich und als integrativer Bestandteil anderer Wissensdomänen aufgegriffen werden, welche auch von Denning (2011) postuliert wird:

Die Informatik ist keine Teilmenge anderer Wissenschaften. Keiner dieser Bereiche befasst sich grundlegend mit der Natur von Informationsprozessen und ihren Umwandlungen. Dennoch ist dieses Wissen heute in allen anderen Bereichen der Wissenschaft unerlässlich (Denning, 2011, S. 372).

Damit wird Rolle der Informatik als Querschnittsfunktion über sämtliche Fachbereiche sowie die Relevanz der Auseinandersetzung anderer Fachbereiche mit informatischen Phänomenen und Konzepten verdeutlicht. Oder frei adaptiert nach Shulman³⁸ (1986, S. 12): Lehrpersonen, welche Computational Thinking anwenden, verstehen die digitale Welt. Lehrpersonen, welche über informatische Professionskompetenzen verfügen, können auch im Fachunterricht die Computational Thinking Kompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler fördern.

³⁸ «Those who can, do. Those who understand, teach.»

8 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

8.1 Tabellen

<i>Tabelle 1: CT-Elemente in Anlehnung an CT-Definition nach Csizmadia et al. (2015), eigene Darstellung</i>	7
<i>Tabelle 2: Inhalte und Prozesse im Perspektivrahmen Medien und Informatik nach Regez et al. (2022), eigene Darstellung</i>	8
<i>Tabelle 3: Drei Elemente des "Content Knowledge" nach Shulman (1986), eigene Zusammenfassung & Darstellung</i>	15
<i>Tabelle 4: Vor- und Nachteile von eLearning nach Breidenbach (2020), eigene Darstellung</i>	28
<i>Tabelle 5: allgemeinbildende Konzepte der Informatik (Great Principles-Texte übernommen von iLearnIT.ch, / Fundamentale Ideen: Hartmann et al., 2006), eigene Darstellung</i>	32
<i>Tabelle 6: WAH - Verortung der Informatikbegriffe</i>	53
<i>Tabelle 7: RZG - Verortung der Informatikbegriffe</i>	55
<i>Tabelle 8: Deutsch - Verortung der Informatikbegriffe</i>	56
<i>Tabelle 9: angewandte Transkriptionsregeln nach Fuß und Karbach (2019)</i>	64
<i>Tabelle 10: Unterrichtsfächer - Befragung Lehrpersonen (Auszug aus MAXQDA, blau hinterlegt sind Primarlehrpersonen)</i>	69

8.2 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck (Gesellschaft für Informatik e. V., 2016)</i>	9
<i>Abbildung 2: TPA-Modell für didaktische Umsetzung von CT im Unterricht nach Meier (2019)</i>	10
<i>Abbildung 3: Allgemeines Modell professioneller Kompetenz von Lehrkräften (König, 2022, S. 1273 nach Baumert und Kundert, 2006; Blömeke et al., 2010a,b)</i>	16
<i>Abbildung 4: Das Modell des Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) nach Koehler und Mishra (2009), Übersetzung und Adaptation im Hinblick auf mediendidaktisches Wissen durch Petko (2020)</i>	19
<i>Abbildung 5: Digitale Professionsentwicklung Beschreibungen der einzelnen Professionskompetenzstufen (Pädagogische Hochschule St. Gallen, 2021) (in Brandhofer et al. 2022, S. 3)</i>	22
<i>Abbildung 6: Stages of Concern (Olson, 2020, adaptiert von Hall & Hord, 2020, p. 107), eigene Übersetzung</i>	23
<i>Abbildung 7: Levels of Use (Olson, 2020, adaptiert von Hall & Hord, 2020, p. 137), eigene Übersetzung</i>	23
<i>Abbildung 8: Akzeptanzmodell. (eigene Darstellung von Petra Breidenbach, 2022, p. 167; in Anlehnung an Küpper, 2005, S. 152)</i>	28
<i>Abbildung 9: Level of Transfer (Vigerske, 2017, S. 47 nach Joyce & Showers, 2002, S.102)</i>	36
<i>Abbildung 10: Arbeitsbereiche und Produkte der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung im FUNKEN-Modell (Dube und Prediger, 2017, S. 4 nach Prediger et al. 2012)</i>	47
<i>Abbildung 11: DBR-Prozess in dieser Masterarbeit, eigene Darstellung</i>	47
<i>Abbildung 12: WAH - Handlungsmodell (WAH, 2019, Grafik aus Doku, S. 160)</i>	53
<i>Abbildung 13: Finaler DBR-Prozess in dieser Masterarbeit, eigene Darstellung</i>	61
<i>Abbildung 14: Ablaufmodell deduktiver Kategorienanwendung (Strukturierung) (Mayring, 2022, S. 97)</i>	65

Abbildung 15: Verteilung der kombinierten Leistungen in Lesen und Mathematik der Jugendlichen in 9. Klassen der Deutschschweiz nach Schultyp (Ramseier et al. 2002).....68

Abbildung 16: F09 Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenz (MAXQDA)70

Abbildung 17: Codierung des CT-Verständnis der Experten und Lehrpersonen der Prä-Befragung (aus MAXQDA, Code-Matrix -Browser nach Dokumentengruppe)72

Abbildung 18: CT-Verständnis - Denkweisen (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung).....72

Abbildung 19: CT-Verständnis - Sonstige Nennungen (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)72

Abbildung 21: Intrapersonaler Vergleich des CT-Verständnis aus PRÄ- und POST-Befragung der Evaluationsgruppe (aus MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumenten)73

Abbildung 20: Vergleich der CT-Verständnis Codierung zwischen PRÄ- und POST-Befragung der Evaluationsgruppe (aus MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumentengruppen).....73

Abbildung 22: Konzeptionsfaktoren – Übersicht (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung) 75

Abbildung 23: Konzeptionsfaktor - Inhalt (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)75

Abbildung 24: Konzeptionsfaktor - Gestaltung (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung) ..76

Abbildung 25: Konzeptionsfaktoren - Umsetzung im Unterricht (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)76

Abbildung 26: Konzeptionsfaktoren - Unterstützung der Lehrperson (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung).....77

Abbildung 27: Konzeptionsfaktoren - Qualität (Vergleich Experteninterview mit Prä-Befragung, eigene Darstellung)...78

Abbildung 28: Selbsteinschätzung der digitalen Professionskompetenzstufe (MAXQDA, Kreuztabelle)80

Abbildung 29: Vergleich CT-Verständnis & digitale Professionskompetenz mit Transfermotivation (MAXQDA, Code-Matrix-Browser nach Dokumenten, pro TN Prä- und Postbefragung).....81

9 Literaturverzeichnis

- Appius, S., Nagel, A., Nägeli, A., & Pekarek, J. (2021). *Bericht Lehrmittel im Fachbereich Medien und Informatik* (IT-Bildungsoffensive Kanton St.Gallen Schwerpunkt 1 «Kompetenzzentrum Digitalisierung & Bildung», S. 115) [Teilprojekt 4 Digitale Medien Volksschule]. Pädagogische Hochschule St. Gallen.
- Arnold, R., Amstalden, B., & Bader, J. (2022). Enhancing the Role of Computational Thinking in Primary and Secondary Education in Switzerland. *Proceedings of the 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 1–2. <https://doi.org/10.1145/3556787.3556874>
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). *Gelingensbedingungen beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht – Kognitive und motivationale Voraussetzungen von Lehrpersonen*. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-52635>
- Barkmin, M., Bergner, N., Bröll, L., Huwer, J., Menne, A., & Seegerer, S. (2020). *Informatik für alle?! – Informatische Bildung als Baustein in der Lehrkräftebildung*. 22.
- Bender, E., Schaper, N., & Seifert, A. (2018). *Professionelle Überzeugungen und motivationale Orientierungen von Informatiklehrkräften*. 30.
- Besser, M., Leiss, D., & Klieme, E. (2015). Wirkung von Lehrerfortbildungen auf Expertise von Lehrkräften zu formativem Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47(2), 110–122. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000128>
- Brämer, M., Rehfeldt, D., & Köster, H. (2022). Computational Thinking bei Sachunterrichtsstudierenden im Lehr-Lern-Labor – Eine Rasch-Analyse. In A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik, & C. Tenberge (Hrsg.), *Sachunterricht in der Informationsgesellschaft*. Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5935>
- Brandhofer, G., Miglbauer, M., Fikisz, W., Garzi, M., Großböck, P., Leitgeb, T., & Winder, G. (2022). Professionsentwicklung und Kompetenzen von Lehrpersonen in einer Kultur der Digitalität am Beispiel *dig.kompP*. *R&E-SOURCE*, 18. <https://doi.org/10.53349/resource.2022.i18.a1085>
- Breidenbach, P. (2022). *E-Learning im digitalen Zeitalter: Lösungen, Systeme, Anwendungen* (M. A. Pfannstiel & P. F.-J. Steinhoff, Hrsg.). Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-36113-6>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational Thinking: A guide for teachers*. Computing At School. https://eprints.soton.ac.uk/424545/1/150818_Computational_Thinking_1_.pdf
- Decristan, J., Hess, M., Holzberger, D., & Praetorius, A.-K. (2020). *Oberflächen- und Tiefenmerkmale. Eine Reflexion zweier prominenter Begriffe der Unterrichtsforschung*. <https://doi.org/10.25656/01:25867>
- D-EDK (Hrsg.). (2016). *Lehrplan 21. Gesamtausgabe. Bereinigte Fassung*. Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK). https://v-fe.lehrplan.ch/container/V_FE_DE_Gesamtausgabe.pdf
- Denning, P. J. (2011). The Great Principles of Computing. In M. Pitici (Hrsg.), *The Best Writing on Mathematics 2011* (S. 82–92). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400839544.82>
- Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. The MIT Press.
- Döbeli Honegger, B. (2016). *Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt* (1. Auflage). Hep, der Bildungsverlag.
- Döbeli Honegger, B. (2021). Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *BzL - Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 39(3), 411–422. <https://doi.org/10.36950/bzl.39.2021.9217>

- Döbeli Honegger, B., Hielscher, M., & Hartmann, W. (2018). *Lehrmittel in einer digitalen Welt. Expertenbericht im Auftrag der Interkantonalen Lehrmittekkzentrale (ilz)*.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dreher, U., Holzäpfel, L., Leuders, T., & Stahnke, R. (2018). Problemlösen lehren lernen – Effekte einer Lehrerfortbildung auf die prozessbezogenen mathematischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39(2), 227–256. <https://doi.org/10.1007/s13138-017-0121-0>
- Dube, J., & Prediger, S. (2017). *Design-Research – Neue Forschungszugriffe für unterrichtsnahe Lernprozessforschung in der Deutschdidaktik*. 14.
- Educa. (2021). *Digitalisierung in der Bildung*. Educa.
- Eickelmann, B., Vahrenhold, J., & Labusch, A. (2019). Der Kompetenzbereich «Computational Thinking». Erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 367–398). Waxmann.
- Euler, D. (2014). *Design-based research* (D. Euler & P. F. E. Sloane, Hrsg.). Franz Steiner Verlag.
- Feulner, B., Ohl, U., & Hörmann, I. (2015). *Design-Based Research – ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potenziale für die Geographiedidaktik*. <https://doi.org/10.18452/23367>
- Flick, U. (2014). Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0>
- Frederking, V. (2022). Von TPACK und DPACK zu SEPACK.digital. In V. Frederking & R. Romeike (Hrsg.), *Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken* (S. 481–522). Waxmann.
- Frederking, V., & Romeike, R. (2022). Fachliche Bildung im Zeichen von Digitalisierung, KI und Big Data: Eine Einführung. In *Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken*. Waxmann.
- Fuß, S., & Karbach, U. (2019). *Grundlagen der Transkription: Eine praktische Einführung* (2. Auflage). Verlag Barbara Budrich.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.). (2016). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Dagstuhl/Dagstuhl-Erklaerung_2016-03-23.pdf
- Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13(1), 7–20. <https://doi.org/10.1007/s11618-010-0109-8>
- Grover, S., & Pea, R. D. (2018). Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. In S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Hrsg.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School* (S. 19–38). Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781350057142>
- Gumpert, A., & Zaugg, P. (2019). Fit für den Lehrplan 21 – Wie Klassenlehrpersonen auf den Informatikunterricht vorbereitet werden (können). In A. Pasternak (Hrsg.), *Informatik für alle, Lecture Notes in Informatics (LNI)*. Gesellschaft für Informatik.
- Hartmann, W., Näf, M., & Reichert, R. (2006). Fundamentale Ideen. In *Informatikunterricht planen und durchführen* (S. 31–43). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34485-8_8
- Heinzel, V., Seidl, T., & Stang, R. (2020). *Lernwelt Makerspace: Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext* (1. Aufl.). De Gruyter Saur.
- Hielscher, M., & Döbeli Honegger, B. (2021). *Themendossier_Informatik und Sprache.pdf*.

https://mia.phsz.ch/pub/Sprachmaschinen/WebHome/Themendossier_Informatik%20und%20Sprache.pdf#viewer.action=download

- Hildebrandt, C. (2017). *Mit dem Glauben Berge versetzen ... - Die Selbstwirksamkeitserwartung von Informatiklehrkräften*. 10.
- Hlawatsch, A., & Krickl, T. (2014). Einstellungen zu Befragungen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0>
- Horst, R., James, K., Takeda, Y., & Rowluck, W. (2020). From Play to Creative Extrapolation: Fostering Emergent Computational Thinking in the Makerspace. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 15(5). <https://doi.org/10.33423/jsis.v15i5.3584>
- Ingold, U. (2015). *Die Lehrmittelsituation im Fachbereichsmodul Medien und Informatik im Hinblick auf die Implementierung des Lehrplans 21* [Fachbericht der Konferenz der kantonalen Lehrmittelverantwortlichen der Interkantonalen Lehrmittelzentrale ilz]. Interkantonale Lehrmittelzentrale (ilz). http://www.phzh.ch/MAPortrait_Data/86606/13/bericht_lehrmittelsituation_im_fachbereich_mi.pdf
- Ingold, U. (2020). *Was sind gute Online-Lernmaterialien?* *ilz.fokus*(Nr. 8).
- Johannmeyer, K., & Cramer, C. (2021). Nachfrage und Auslastung von Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer: Effekte struktureller und inhaltlicher Angebotsmerkmale. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1183–1204. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01030-7>
- Kersting, K., Lampert, C., & Rothkopf, C. (Hrsg.). (2019). *Wie Maschinen lernen: Künstliche Intelligenz verständlich erklärt*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26763-6>
- Kessler, S. H., Sommer, K., Humprecht, E., & Oehmer-Pedrazzi, F. (2023). Manuelle standardisierte Inhaltsanalyse. In F. Oehmer-Pedrazzi, S. H. Kessler, E. Humprecht, K. Sommer, & L. Castro (Hrsg.), *Standardisierte Inhaltsanalyse in der Kommunikationswissenschaft – Standardized Content Analysis in Communication Research: Ein Handbuch—A Handbook*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-36179-2>
- Komm, D., Hauser-Ehninger, U., Matter, B., Roth, N., & Staub, J. (2022). *Algorithmisches Denken in der Primarschule*. *communicazium.ch*. <https://algdenken.phgr.ch>
- König, J. (2022). Lehrpersonenkompetenzen. In T. Hascher, T.-S. Idel, & W. Helsper (Hrsg.), *Handbuch Schulforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24729-4>
- Koppel, Ilka. (2016). Design Based Research – Ein iterativer und partizipativer Ansatz für die Entwicklung einer Online-Diagnostik. In N. Dunker, N.-K. Joyce-Finnern, & Ilka Koppel (Hrsg.), *Wege durch den Forschungsdschungel*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-12095-5>
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3–4), 233–258. <https://doi.org/10.1007/BF03339063>
- Krippendorff, K. (1980). *Validity in Content Analysis*.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (5. Auflage). Beltz Juventa.
- Kunter, M., & Ewald, S. (2016). Bedingungen und Effekte von Unterricht: Aktuelle Forschungsperspektiven aus der pädagogischen Psychologie. In N. McElvany, W. Bos, H. G. Holtappels, M. M. Gebauer, F. Schwabe, & H.-G. Holtappels (Hrsg.), *Bedingungen und Effekte guten Unterrichts*. Waxmann.
- Lange, B., Schmidt, S., & Merkel, J. (2020). Governanceformen von Makerspaces: Steuerungs- und Handlungsprämissen im Blick. In *Lernwelt Makerspace: Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext* (1. Aufl.). De Gruyter Saur.
- Lehmann-Wermser, A., & Konrad, U. (2018). *Design-Based Research als eine der Praxis verpflichtete*,

theoretisch fundierte Methode der Unterrichtsforschung und -entwicklung. Methodologische Grundlagen, dargestellt am Beispiel eines Forschungsprojektes im Bandklassen-Unterricht.
<https://doi.org/10.25656/01:15312>

- Leuchter, M., Pauli, C., Reusser, K., & Lipowsky, F. (2006). Unterrichtsbezogene Überzeugungen und handlungsleitende Kognitionen von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 562–579. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0168-z>
- Lodi, M., & Martini, S. (2021). Computational Thinking, Between Papert and Wing. *Science & Education*, 30(4), 883–908. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5>
- Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13., überarbeitete Auflage). Beltz.
- Meier, U. L. (2019). *TPA-Modell Vom Denken zum Handeln in der informatischen Bildung: Bd. Informatik für alle, Lecture Notes in Informatics (LN)* (A. Pasternak, Hrsg.; S. 265–274). Gesellschaft für Informatik e.V. (GI).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Olson, K., Lannan, K., Cumming, J., MacGillivray, H., & Richards, K. (2020). The Concerns-Based Adoption Model and Strategic Plan Evaluation: Multiple Methodologies to Understand Complex Change. *Educational Research*, 31(3), 10.
- Peel, A., Sadler, T. D., & Friedrichsen, P. (2022). Algorithmic Explanations: An Unplugged Instructional Approach to Integrate Science and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 31(4), 428–441. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09965-0>
- Petko, D. (2012). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto, & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3>
- Petko, D. (2020). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien* (2. Auflage). Beltz.
- Petko, D., Döbeli Honegger, B., & Prasse, D. (2018). *Digitale Transformation in Bildung und Schule: Facetten, Entwicklungslinien und Herausforderungen für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung.* <https://doi.org/10.5167/UZH-170220>
- Prasse, D., Döbeli Honegger, B., & Petko, D. (2019). *Digitale Heterogenität von Lehrpersonen – Herausforderung oder Chance für die ICT-Integration in Schulen?* <https://doi.org/10.25656/01:16808>
- Ramseier, E., Brühwiler, C., Moser, U., Zutavern, M., Berweger, S., & Biedermann, H. (2002). *Bern, St. Gallen, Zürich: Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen - kantonaler Bericht der Erhebung PISA 2000*. Bundesamt für Statistik.
- Regez, A., Conk, C., Lehmann, M., Michel, M., Schär, S., Schluchter, T., Zaugg, P., & Zuberbühler, U. (2022, Dezember 1). Überlegungen zu einem Perspektivrahmen Medien & Informatik. *Tagungsband der 5. Tagung Fachdidaktiken - Die Entwicklung der Fachdidaktiken als wissenschaftliche Disziplinen in der Schweiz: Bilanz und Perspektiven*.
- Repenning, A., Escherle, N. A., & Lamprou, A. (2020). Die ersten 1000: Computational Thinking als obligatorische Ausbildung für Primarschullehrpersonen in der Schweiz. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 595–616. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.23.X>
- Richter, E., Richter, D., & Marx, A. (2018). Was hindert Lehrkräfte an Fortbildungen teilzunehmen?: Eine empirische Untersuchung der Teilnahmebarrieren von Lehrkräften der Sekundarstufe I in Deutschland. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(5), 1021–1043. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0820-4>
- Riedl, K., & Zürcher, R. (2017). Modellierung der informellen Professionalisierung von Lehrpersonen. *R&E-SOURCE*. <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/354>

- Röhl, S., Groß Ophoff, J., Johannmeyer, K., & Cramer, C. (2023). Nutzung und Bedingungsfaktoren informeller Lerngelegenheiten von Lehrpersonen in Deutschland. *Unterrichtswissenschaft*. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00170-5>
- Rudloff, C. (2023). *Design-Based Research-Ansatz – ein Versuch zur Verbindung von Theorie und Praxis in der Bildungsforschung*.
- Schmid, S. (2017). *Lehrkräftefortbildung 4.0 – in digitalen Häppchen spielerisch Kompetenzen erwerben*. 7.
- Schmidt, R., & Reintjes, C. (2020). ICT-Beliefs und ICT-Professionalisierung: Befunde und Implikationen der #LPiDW-Studie zu Strukturen und Inhalten von berufsbezogenen Überzeugungen angehender Lehrpersonen über ICT. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König, & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung*. Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830992462>
- Schmiedebach, M., & Wegner, C. (2022). *Design-Based Research als Ansatz zur Lösung praxisrelevanter Probleme in der fachdidaktischen Forschung*. <https://doi.org/10.25656/01:23920>
- Schulze, U., & Gryl, I. (2022). Geographische Bildung in der digitalen Welt. In V. Frederking, R. Romeike, U. Schulze, & I. Gryl (Hrsg.), *Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken* (S. 143–173). Waxmann.
- Schwill, A. (1993). *Fundamentale Ideen der Informatik*. <http://www.informatikdidaktik.de/forschung/schriften/ZDM.pdf>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sieber, P., Bachofner, P., & Briner, N. (2017). *Zeitgemässe digitale Lern- und Lehrumgebung für die Schweizer Schulen*. 31.
- Siegmund, A., Viehrig, K., & Volz, D. (2009). *Mit GIS geographische Erkenntnisse gewinnen: Konzept eines Kompetenzmodells*. Jg. 39, Nr. 2, 10–11.
- Steiner, M., & Himpsl-Gutermann, K. (2020). Computational Thinking und Kontextorientierung. *Medienimpulse*, 30 Seiten Seiten. <https://doi.org/10.21243/MI-01-20-21>
- Tremp, P., & Hildbrand, T. (2018). Forschungsorientierung und Berufsbezug: Studiengangentwicklung mit dem «Zürcher Framework». In N. Neuber, W. Paravicini, & M. Stein (Hrsg.), *Forschendes Lernen—The wider view. Tagungsband*. (S. 4). WTM-Verlag.
- Vigerske, S. (2017). *Transfer von Lehrerfortbildungsinhalten in die Praxis*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17685-3>
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2002). *Leistungsmessungen in Schulen* (2. unveränd. Aufl.). Beltz.
- Wespi, C., Senn, C., & Schelbert, Z. (2019). *WAH. Themenbuch / Autorinnen- und Autorenteam: Claudia Wespi, Corinne Senn, Zora Schelbert* (1. Auflage). Schulverlag plus.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55–62. <https://doi.org/10.1145/2994591>

Anhang

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.



Barbara Amstalden Morard

A – Interviewleitfaden & Prä- und Postbefragung

B – Verfahrensdokumentation

C – Finaler Codierleitfaden

D – Link zur MAXQDA-Datei



INTERVIEWLEITFADEN & FRAGEBOGEN FÜR PRÄ- / POST- BEFRAGUNG

Anhang A

Barbara Amstalden Morard

Masterarbeit FD Medien und Informatik



Inhaltsverzeichnis

<u>1</u>	<u>INTERVIEWLEITFADEN FÜR EXPERTENINTERVIEW.....</u>	<u>2</u>
<u>2</u>	<u>FRAGEBOGEN PRÄ-BEFragung (PRÄ)</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>FRAGEBOGEN POST-BEFragung (POST)</u>	<u>10</u>
<u>4</u>	<u>ÜBERSICHT – FRAGEN & FRAGESTELLUNG / ANNAHMEN.....</u>	<u>12</u>

1 Interviewleitfaden für Experteninterview

Einstieg und Ablauf:

- Vorstellung Interviewende
- Vorstellung Projekt:
 - Verständnis von CT und Relevanz für SEK-I-Lehrpersonen
 - Online-Angebot mit Praxisbeispielen - wie sollte ein Angebot gestaltet sein, damit Lehrpersonen dies zur persönlichen Weiterbildung und Erweiterung ihrer Lehr-Kompetenzen und Verständnis im Bereich CT nutzen können?
 - Welche Faktoren unterstützen Lehrpersonen dabei die bereitgestellten Materialien in ihren Unterricht zu integrieren?
- Art und Ablauf des Gesprächs erläutern (geschätzte Dauer: 30-45 Minuten)
- Aufzeichnung besprechen (per Zoom / Teams)
- Schriftliche Zustimmung für Aufnahme unterschreiben lassen. → [Einverständniserklärung](#)
- Anonymität, Auswertung, Rückmeldung, Zugang zu Interview

→ semistrukturiertes Interview

Einleitung

Wie im Mail bereits beschrieben, werde ich das Interview aufzeichnen. Ich möchte nochmals nachfragen, sind Sie damit einverstanden, dass ich eine Aufnahme unseres Gesprächs mache?

** Aufnahme starten ***

Die Aufnahme ist jetzt gestartet. Ich danke Ihnen nochmals für Ihre Bereitschaft, am Interview teilzunehmen.

In diesem Interview geht es darum, wie aus Ihrer Sicht und Erfahrung ein Online-Angebot mit Unterrichtsmaterial gestaltet sein sollte, damit Lehrpersonen die bereitgestellten Materialien in ihren Unterricht tatsächlich integrieren können.

Ausserdem versuche ich Faktoren zu identifizieren, wie Lehrpersonen dieses Online-Angebot auch zur persönlichen Weiterbildung und Erweiterung der eigenen Lehr-Kompetenzen sowie ihrem Verständnis im Bereich CT nutzen können.

Ich werde Ihnen dazu offene Fragen stellen. Lassen Sie sich gerne genug Zeit für Ihre Antworten und falls Sie mal nicht antworten wollen oder können, lassen Sie die Frage einfach unbeantwortet. Ich werde mir parallel dazu Notizen machen und ab und zu Nachfragen stellen.

Das Interview dauert ca. 30 bis 45 Minuten. Die Daten werde ich anschliessend anonymisiert auswerten und vertraulich behandeln. Das heisst, sie werden lediglich im Rahmen meiner Masterarbeit für den Studiengang Fachdidaktik Medien und Informatik der PHSZ verwendet und nicht an Dritte weitergereicht.

Gibt es Ihrerseits noch Fragen?

Dann starten wir mit der ersten Frage.

Leitfrage / Erzählaufforderung	Stimulus	Inhaltliche Aspekte – Stichworte nur erfragen, wenn nicht von allein thematisiert	(Nach-)Fragen mit obligatorischer Formulierung	Notizen
Einstiegsfragen: Welchen Bezug haben Sie selbst zur Informatik?				Leitfrage 1
Seit wie lange arbeiten Sie im tertiären Bildungs-Bereich?			In welcher Funktion?	
CT & Relevanz für SEK-I-Stufe “Computational Thinking” ist ein Begriff, für welchen es in der Fachliteratur keine einheitliche Definition gibt. Welche Aspekte / Begrifflichkeiten verbinden Sie mit dem Begriff CT?		<ul style="list-style-type: none"> • Konzepte • Praktische Ansätze • CT-Techniken / Denkwerkzeug 		Leitfrage 2
Gemäss Ihrer Einschätzung: Welche Bedeutung hat der Erwerb von CT-Kompetenzen für den Unterricht von SEK-I-Lehrpersonen?		<ul style="list-style-type: none"> • wichtig / unwichtig • Einfluss auf Unterrichtsgestaltung / -inhalte • MINT / nicht MINT 	<p>Wie kommen Sie zu dieser Einschätzung?</p> <p>Ist die Relevanz aus Ihrer Sicht für alle Fächer gleich hoch oder tief?</p>	

<p>Konzeption des Online-Angebots</p> <p>Das Ziel meiner Arbeit ist, ein Online-Angebot mit konkreten Unterrichtsbeispielen in verschiedenen Fächern zum Thema CT zu entwickeln. Einerseits sollen diese zur persönlichen Weiterbildung für Lehrpersonen der SEK-I-Stufe dienen und andererseits direkt im Unterricht einsetzbares Material bieten. Es geht dabei darum, ein möglichst niederschwelliges Angebot zu schaffen und so auch nicht Informatik-affine Lehrpersonen zu erreichen und zur Umsetzung in ihrem Unterricht zu motivieren.</p> <p>Was sollte bei der Erstellung des Angebots berücksichtigt werden, damit Lehrpersonen so ein Angebot effektiv nutzen bzw. nutzen wollen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalte • Platzierung / Zugänglichkeit im Web • Funktionalität • Lernsetting • inhaltliche Zugänglichkeit / Verständlichkeit • Nutzen • Transfermöglichkeiten • Nachhaltigkeit • Qualität • Unterstützung der Lehrpersonen • Kompetenz der Lehrpersonen • Zeitaufwand <ul style="list-style-type: none"> • Inhalt mit Aspekten wie Lebensweltbezug und Lehrplan • Gestaltung mit Aspekten wie Format und Aufbau • Umsetzung im Unterricht mit Aspekten wie Aufgaben, Lehr-/Lernformen, Differenzierung, Lernbegleitung und Beurteilung • Unterstützung für Lehrpersonen mit Aspekten wie Kommentar und Unterrichtsplanung • Kompetenzen der Lehrpersonen • Qualität des Angebots (bei Experteninterviews) • zusätzlich: Transfer-Faktoren (eigene Ergänzung) • zusätzlich: Interaktivität / Kommunikation 	<p>Welche Inhalte sollten angeboten werden? (neben den reinen Unterrichtsmaterialien) → Breite / Tiefe / Komplexität der zusätzlichen Inhalte?</p> <p>Wie sollte das Angebot gestaltet sein in Bezug auf das Format und den Aufbau? (z.B. Zeitaufwand, strukturierter Kurs mit Aufbau und Lernweg)</p>	<p>Leitfrage 3</p>
---	---	--	--------------------

<p>Was sollte aus Ihrer Sicht unbedingt vermieden werden, um die Nutzungsmotivation nicht zu beeinträchtigen?</p>		<p>Welche Inhalte sollten vermieden werden?</p> <p>Welche Funktionen oder Lernsettings bzw. Methoden sollten vermieden werden?</p>	
<p>Transfer-Faktoren</p> <p>Bezogen auf das Online-Angebot: Welche Faktoren unterstützen die Lehrpersonen besonders dabei, die Materialien in ihrem Unterricht auch tatsächlich einzusetzen und damit den Transfer in die eigene Unterrichtspraxis zu machen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formate (Kursaufbau mit Übungen, Microlearning, Lehrerkommentar wie in Lehrmitteln = Info) • begleitet / unbegleitet • Forum-Möglichkeiten • Erarbeitungsdauer • Funktionsumfang • Inhalte 	<p>Sehen Sie Faktoren, welche aus Ihrer Sicht den Transfer hingegen eher behindern können?</p>	<p>Leitfrage 4</p>
<p>Persönliche Erfahrungen / gute Beispiele</p> <p>Kennen Sie Online-Angebote, welche Sie als „gutes“ Beispiel einer Lehrperson empfehlen würden? (Themen- und Fachunabhängig) Oder haben Sie persönliche Erfahrungen mit Online-Angeboten, welche Ihnen, positiv oder negativ, besonders im Gedächtnis geblieben sind?</p>		<p>Was ist für Sie das Spezielle an dem Angebot, dass Sie es als „gutes“ Beispiel bezeichnen?</p> <p>Warum ist Ihnen diese Erfahrung besonders geblieben?</p>	<p>Leitfrage 5</p>

Abschluss Haben Sie noch zusätzliche Tipps für mich und mein Vorhaben oder weitere Ergänzungen?			Leitfrage 6
Herzlichen Dank für Ihre Zeit und das Gespräch.			

2 Fragebogen Prä-Befragung (PRÄ)

Item	Fragen + Antwortmöglichkeiten	Antwortoption	Abzweigungen
0.0	Einleitungstext		
1	Bitte geben Sie folgende Angaben zu Ihrer Person an.		
1.1	Alter:	(Zahl)	
1.2	Geschlecht:	(Einfachauswahl) - Männlich - Weiblich - Keine Angabe	
1.3	Als Lehrperson bin ich tätig seit ... Jahr(en)	(Zahl)	
1.4	Aktuell unterrichte ich folgende Fächer:	(Mehrfachantwort) - Mathematik - Deutsch - Fremdsprachen - NT - RZG - ERG - WAH - Musik - Sport - TTG - MI	
2	Nun geht es um Ihre Einschätzung zum Thema Digitalisierung. Wählen Sie bei den folgenden Fragen die für Sie zutreffendste Antwort aus.		
2.1	Die Digitalisierung hat die Fachdidaktik meines Fachs / meiner Fächer verändert.	(Einfachauswahl) - Trifft zu - Trifft eher zu	- Trifft eher nicht zu - Trifft nicht zu - Weiss nicht → weiter bei 2.2

		→ weiter bei 2.1.1	
2.1.1	Welche Veränderungen stellen Sie fest und wie relevant sind diese aus Ihrer Sicht für das Fach?	(kurze Antwort)	
2.2	Es gibt verschiedene Ansichten, über welche digitalen Kompetenzen eine Lehrperson verfügen sollte. Ein Modell ist das "digitale Professionswissen" der PHSG. Bei welcher Beschreibung erkennen Sie sich am ehesten wieder? (siehe Grafik unterhalb der Tabelle)	(Einfachauswahl) <ul style="list-style-type: none"> - Einsteiger:in erkunden - Entdecker:in ergründen - Anwender:in einsetzen - Expert:in adaptieren - Leader:in verbessern - Pionier:in innovieren 	
2.3	Ein weiteres Schlagwort im Zusammenhang mit "Digitalisierung" ist "Computational Thinking". Beschreiben Sie, was Sie sich darunter vorstellen (können).	(Kurze Antwort)	
3	Im folgenden Abschnitt geht es um Ihre Nutzung von Online-Angeboten für die Gestaltung Ihres Unterrichts.		
3.1.1	Wie häufig setzen Sie Unterrichtsmaterialien oder -ideen ein, welche Sie im Internet gefunden haben?	(Einfachauswahl) <ul style="list-style-type: none"> - Täglich - Wöchentlich - Monatlich - Selten → weiter bei 3.2	- Nie → weiter bei 3.1.2
3.1.2	Welche Gründe bewegen Sie dazu, keine Materialien aus dem Internet in Ihrem Unterricht einzusetzen?		(kurze Antwort) → weiter bei 3.7
3.2	Für welches Fach suchen Sie am häufigsten im Internet nach Unterrichtsmaterialien und weshalb?	(kurze Antwort)	
3.3	Welche Kriterien sind für Sie entscheidend, ob die gefundenen Materialien für Ihren Unterricht geeignet sind?	(kurze Antwort)	

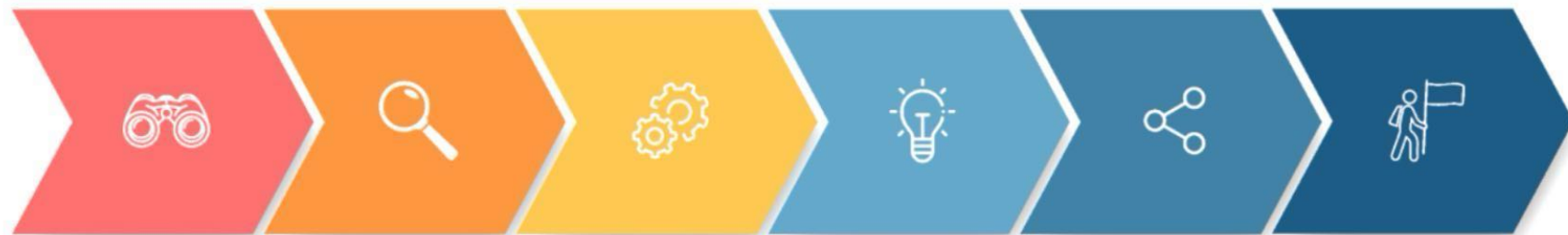
3.4	Haben Sie "Killerkriterien"? (d.h. sobald dieses Merkmal auftritt, setzen Sie das Material nicht im Unterricht ein)	(Einfachauswahl) - Ja → weiter bei 3.4.1	- Nein → weiter bei 3.5
3.4.1	Beschreiben Sie kurz Ihre «Killerkriterien».	(kurze Antwort)	
3.5	Haben Sie eine / mehrere bevorzugte Plattformen für die Suche von Unterrichtsmaterial und / oder -ideen?	(Einfachauswahl) - Ja Weitere bei 3.5.1	- Nein → weiter bei 4
3.5.1	Nennen Sie ein oder mehrere konkrete Beispiele und beschreiben Sie kurz, was Ihnen besonders daran gefällt.	(kurze Antwort)	-
4	In diesem Abschnitt geht es darum, ob und wie Sie Online-Plattformen zur Weiterbildung nutzen.		
4.1	Haben Sie bereits einmal Angebote / Plattformen im Internet zur persönlichen, individualisierten Weiterbildung genutzt?	(Einfachauswahl) - Ja → weiter bei 4.1.1	- Nein → weiter bei 4.1.2
4.1.1	Für welche Inhalte / Fachbereiche haben Sie Online-Angebote im letzten Jahr genutzt und warum?	(kurze Antwort) → weiter bei 4.2.1	
4.1.2	Welche Gründe bewegen Sie dazu, keine Online-Angebote zur persönlichen Weiterbildung zu nutzen?	(kurze Antwort) → weiter bei 4.2.2	
4.2.1	Welche Art Online-Angebot haben Sie bereits einmal zur eigenen Weiterbildung genutzt?	(Mehrfachantwort) - Eigene Internet-Recherche - Material-Sammlungen mit didaktischen / fachlichen Erklärungen - Lernpfade (geführte Selbstlerngänge)	

		<ul style="list-style-type: none"> - Coffee-Cup Einheiten (kurze Inputs mit Selbstkontrolle) - (sonstiges, offene Antwort) <p>→ weiter bei 4.3</p>	
4.2.2	Welche Art Online-Angebot würden Sie am ehesten zur eigenen Weiterbildung nutzen?	<p>(Mehrfachantwort)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigene Internet-Recherche - Material-Sammlungen mit didaktischen / fachlichen Erklärungen - Lernpfade (geführte Selbstlerngänge) - Coffee-Cup Einheiten (kurze Inputs mit Selbstkontrolle) - (sonstiges, offene Antwort) 	
5	<p>Das Ziel der Masterarbeit ist die Schaffung eines Online-Angebots mit Unterrichtsmaterialien. Dabei werden fachliche Inhalte mit fachdidaktisch relevanten Aspekten der Digitalisierung verbunden und durch Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen aus der Informatik eingebettet.</p> <p>Zur konkreten Ausgestaltung und Verbesserung des Online-Angebots hole ich über einen zweiten Fragebogen Rückmeldungen von Lehrpersonen ein. Ein Einsatz der bereitgestellten Materialien im Unterricht ist dabei keine Voraussetzung zur Teilnahme.</p>		
5.1	Sind Sie damit einverstanden, sich das Online-Angebot anzuschauen, das Unterrichtsmaterial für ein Fach durchzugehen und mir eine Rückmeldung dazu zu geben?	<p>(Einfachauswahl)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ja <p>→ weiter bei 5.1.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nein <p>→ weitere bei 5.2</p>
5.1.1	Zu welchem Thema oder Fach würde Sie eine Unterrichtseinheit mit Bezug zu digitalen Phänomenen und Inhalten am meisten interessieren?	(Kurze Antwort)	

5.1.2	Bitte geben Sie zur Kontaktaufnahme Ihren Namen an.		
5.2	Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage.		

«DIGITALE PROFESSIONSENTWICKLUNG»

im Kontext der digitalen Transformation



EINSTEIGER:IN | erkunden

„Ich erahne, welches Potential digitale Medien und Technologien für den Unterricht bieten können. Bisher hatte ich aber kaum Gelegenheit, praktische Erfahrungen zu sammeln.“

Ich wünsche mir Unterstützung, damit ich diese für mich persönlich nutzen kann.“

ENTDECKER:IN | ergründen

„Ich bin bewusst, welches Potential digitale Medien und Technologien bieten. Ich bin daran interessiert, dies weiter zu ergründen, meine Kenntnisse zu vertiefen und weitere Kompetenzen aufzubauen.“

Ich wünsche mir „gute Beispiele“, die ich im Unterricht selber umsetzen kann.“

ANWENDER:IN | einsetzen

„Ich experimentiere mit digitalen Medien und Technologien in verschiedenen Kontexten. Dabei entwickle ich mein Repertoire an Methoden, Werkzeugen und Prozessen kreativ und eigenständig weiter.“

Ich teile meine entwickelten Produkte gerne in meinem Lehrerteam.“

EXPERTEN:IN | adaptieren

„Ich setze digitale Medien und Technologien kreativ und situationsadäquat ein. Ich kann auftretende Problemstellungen aus dem Praxisalltag selbstständig lösen und gebe mein Wissen im Lehrerteam weiter.“

Ich möchte mich mit anderen vernetzen, austauschen und wünsche mir bei komplexen Fragen eine Anlaufstelle zur Beratung.“

LEADER:IN | verbessern

„Ich verfüge über ein umfassendes Repertoire an Methoden und Werkzeugen. Ich bilde mich regelmässig in diesem Bereich weiter und übernehme im persönlichen Schulumfeld Verantwortung für die Weiterbildung, Beratung und Support für Kolleg:innen.“

PIONIER:IN | innovieren

„Ich setze mich intensiv mit den Chancen und Potentialen digitaler Medien und Technologien auseinander. Ich engagiere mich für eine zeitgemässe Weiterentwicklung und stetige Qualitätsoptimierung von Schule und Bildung im Kontext der digitalen Transformation in meiner Institution und darüber hinaus.“

3 Fragebogen Post-Befragung (POST)

Item	Fragen + Antwortmöglichkeiten	Antwortoption
0.0	Einleitungstext	
1	Sie haben das Online-Angebot «CT im SEK-I Unterricht fördern» für das Fach ... angeschaut.	(Einfachantwort) - Deutsch - RZG - WAH
2	Fragen zum Unterrichtsbeispiel Notieren Sie Ihre Einschätzung / Ansicht zu jedem der folgenden Stichworte aufgrund der Auseinandersetzung mit dem Material und den Texten auf der Webseite. Bitte begründen Sie Ihre Antworten jeweils kurz.	
2.1	Was halten Sie von der fachlichen Aufbereitung der Inhalte ? Sind nach Ihrer Ansicht typische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen Ihres Fachs angemessen berücksichtigt oder fehlen wichtige Inhalte?	(Kurzantwort)
2.2	Der Aufbau der Materialien beinhaltet die Kurzbeschreibung, Material, Planung mit Lehrerkommentar und Lösungsvorschlägen, den Lehrplan- und Lehrmittelbezug, sowie eine Zusammenfassung des Informatikbezugs. Was halte Sie von dieser Struktur der Inhalte ?	(Kurzantwort)
2.3	Wie schätzen Sie die Umsetzbarkeit im Unterricht ein?	(Kurzantwort)
2.4	Wie relevant finden Sie das Unterrichtsbeispiel für Ihr Fach ?	(Kurzantwort)
2.5	Wie nützlich finden Sie das Unterrichtsbeispiel für Ihr Fach ?	(Kurzantwort)
2.6	Beschreiben Sie kurz Ihr persönliches Verständnis vom Begriff «Computational Thinking» .	(Kurzantwort)
2.7	Wie hoch oder tief ist Ihre persönliche Bereitschaft , die Unterrichtsidee oder Teile davon im eigenen Unterricht einzusetzen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.	(Kurzantwort)
3	Nun geht es noch einmal speziell darum Ihre Ansichten als Fachexperte oder -expertin einzuholen, um das Angebot und seine Bestandteile gezielt zu optimieren.	

3.1	«Frag»würdiges – offene Fragen, Unklarheiten, nicht verständliche Begrifflichkeiten oder Wünsche nach mehr Details	(Kurzantwort)
3.2	«Merk»würdiges – besonders überraschende, spannende, interessante, ... Inhalte und Details, die Sie sich merken möchten	(Kurzantwort)
3.3	«Verbesserungs»würdiges – inhaltliche, planerische, fachliche Fehler, Gestaltung, Fehlendes oder Überflüssiges; alles, was noch einmal überdacht und überarbeitet werden sollte	(Kurzantwort)
3.4	Weitere Anmerkungen	(Kurzantwort)
3.5	Ihr Name	(Kurzantwort)

4 Übersicht – Fragen & Fragestellung / Annahmen

Fragestellung	Experteninterview	Prä-Befragung	Post-Befragung
Kontextfragen	<ul style="list-style-type: none"> Leitfrage 1 (Einleitung) Leitfrage 6 (Abschluss) 	<p>Abschnitt 1: persönliche Angaben</p> <p>Abschnitt 2: Einfluss Digitalisierung auf Fachdidaktik (ohne 2.3)</p> <p>Abschnitt 4: Nutzung von Online-Weiterbildungsangeboten</p> <p>Abschnitt 5: Teilnahme-Bereitschaft für Evaluation</p>	<p>(bereits in Prä-Befragung erhoben)</p> <p>Abschnitt 3 wird zur Ergänzung der Antworten benutzt</p>
Verständnis von Computational Thinking	<ul style="list-style-type: none"> Leitfrage 2 (Hauptfrage) Ergänzungen aus den Leitfragen 3, 4 & 5 	2.3 Computational Thinking	<ul style="list-style-type: none"> 2.6 Computational Thinking
F1: inhaltliche Konzeption (Konzeptionsfaktoren)	<ul style="list-style-type: none"> Leitfrage 3 (Hauptfrage) Ergänzungen aus den Leitfragen 2, 4 & 5 	<p>Abschnitt 3: Nutzung von Online-Materialien</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 fachliche Aufbereitung der Inhalte 2.2 Struktur des Angebots
F2: Nutzungsbedingungen (Transfermotivation)	<ul style="list-style-type: none"> Leitfrage 4 (Hauptfrage) Ergänzungen aus den Leitfragen 2, 3 & 5 	(In der Prä-Befragung keine Fragen zu diesem Bereich)	<ul style="list-style-type: none"> 2.3 Umsetzbarkeit im Unterricht 2.4 Wahrgenommene Relevanz 2.5 Wahrgenommene Nützlichkeit 2.7 Transfermotivation
A1: hohe Professionskompetenz = häufiger Einsatz von Online-Material		<ul style="list-style-type: none"> 2.2 Selbsteinschätzung digitale Professionskompetenz 3.1.1 Einsatzhäufigkeit 	
A2: Wahrgenommene Relevanz / Nutzen erhöht Einsatzbereitschaft			<ul style="list-style-type: none"> 2.3 Umsetzbarkeit im Unterricht 2.4 Wahrgenommene Relevanz 2.5 Wahrgenommene Nützlichkeit 2.7 Transfermotivation
A3: Online-Angebot modifiziert CT-Verständnis		<ul style="list-style-type: none"> Vergleich 2.3 CT Prä 	<ul style="list-style-type: none"> Vergleich 2.6 CT Post

A4: CT-Differenzierung korreliert mit Einsatzbereitschaft			Vergleich zwischen <ul style="list-style-type: none">▪ 2.6 Computational Thinking▪ 2.7 Transfermotivation
--	--	--	--



VERFAHRENSDOKUMENTATION

Anhang B

Barbara Amstalden Morard

Masterarbeit FD Medien und Informatik



Inhaltsverzeichnis

1	VERFAHRENSDOKUMENTATION ZUR QUALITATIVEN INHALTSANALYSE	1
2	EXPERTENINTERVIEW UND PRÄ-BEFragung – CODIERLEITFADEN UND AUSWERTUNG	4
2.1	SCHRITT 1: ENTWICKLUNG CODIERLEITFADEN A	4
2.1.1	VERSTÄNDNIS UND BEGRIFFSDEFINITION VON «COMPUTATIONAL THINKING»	4
2.1.2	CODIERLEITFADEN A FÜR «COMPUTATIONAL THINKING»	4
2.1.3	VERSTÄNDNIS UND AUSPRÄGUNGEN VON «KONZEPTIONSFAKTOREN»	6
2.1.4	CODIERLEITFADEN A FÜR «KONZEPTIONSFAKTOREN»	6
2.1.5	VERSTÄNDNIS UND AUSPRÄGUNGEN VON «TRANSFERFAKTOREN»	7
2.1.6	CODIERLEITFADEN A FÜR «TRANSFERFAKTOREN»	7
2.1.7	UMGANG MIT WEITEREN «ENTDECKUNGEN»	7
2.2	SCHRITT 2: ANALYSE – RUNDE 1	8
2.2.1	ANALYSE «COMPUTATIONAL THINKING»	8
2.2.2	ANALYSE «KONZEPTIONSFAKTOREN»	11
2.2.3	ANALYSE «TRANSFERFAKTOREN»	16
2.3	SCHRITT 3: ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN A	18
2.3.1	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN A «COMPUTATIONAL THINKING»	18
2.3.2	CODIERLEITFADEN B FÜR «COMPUTATIONAL THINKING»	21
2.3.3	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN A «KONZEPTIONSFAKTOREN»	24
2.3.4	CODIERLEITFADEN B FÜR «KONZEPTIONSFAKTOREN»	25
2.3.5	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN A «TRANSFERFAKTOREN»	26
2.3.6	CODIERLEITFADEN B FÜR «TRANSFERFAKTOREN»	27
2.4	SCHRITT 4: ANALYSE – RUNDE 2	28
2.4.1	ANALYSE «COMPUTATIONAL THINKING»	28
2.4.2	ANALYSE «KONZEPTIONSFAKTOREN»	29
2.4.3	ANALYSE «TRANSFERFAKTOREN»	30
2.5	SCHRITT 5: ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN B	30
2.5.1	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN B «COMPUTATIONAL THINKING»	30
2.5.2	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN B «KONZEPTIONSFAKTOREN»	30
2.5.3	ÜBERARBEITUNG CODIERLEITFADEN B «TRANSFERFAKTOREN»	30
2.6	SCHRITT 6: KONTROLLE DER CODIERUNG	30

3 POST-BEFRAGUNG UND AUSWERTUNG31

4 LITERATURVERZEICHNIS36

Inhalte für Veröffentlichung entfernt



FINALE VERSION KODIERLEITFADEN

Anhang C

Barbara Amstalden Morard

Masterarbeit FD Medien und Informatik



Inhaltsverzeichnis

<u>1</u>	<u>KODIERLEITFADEN C «COMPUTATIONAL THINKING»</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>KODIERLEITFADEN C «KONZEPTIONSFAKTOREN».....</u>	<u>3</u>
<u>3</u>	<u>KODIERLEITFADEN B «TRANSFERFAKTOREN».....</u>	<u>6</u>

1 Kodierleitfaden C «Computational Thinking»

Code	Unterkategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodierregel
CT01a	Logik	Systematisches, strukturiertes Denken	«Für mich ist «Computational Thinking», also bezieht sich auf die Fähigkeit komplexe Probleme auf eine strukturierte und systematische Weise anzugehen.» (Ma Interview 2, Pos. 9)	
CT01b	Algorithmen	Schrittweises Vorgehen, Abfolgen & Regeln, Sequenz	«das Entwickeln von Lösungsschritten oder in der Informatik dann auch wirklich von Algorithmen.» (Ma Interview 2, Pos. 9) «Schritt für Schritt notieren, welche Schritte für die Lösung des herauskristallisierten Problems nötig sind» (7 – WAH (BE) / Post 2, Pos. 11)	Ein sequenzielles Vorgehen muss explizit oder implizit in der Aussage enthalten sein, sonst werden Nennungen mit Teilschritten zur Dekomposition zugewiesen
CT01c	Dekomposition	Ein Problem in kleinere Teilprobleme zerlegen und Lösungen zu diesen erarbeiten	«Ähm, darum das Lösen von grossen, komplexen Problemen in kleinere Teilprobleme» (Ma Interview 2, Pos. 9) «Ein Problem in kleine Schritte aufteilen» (7 – WAH (BE) / Post 2, Pos. 11)	Aussagen zu analytischen Vorgängen mit Schwerpunkt auf Teilaspekte / Problemschritte erkennen
CT01d	Generalisierung	Ähnlichkeiten suchen und verallgemeinern, Mustererkennung	«Gleiches zwischen und in den Teilproblemen suchen/finden, das Gleiche definieren» (7 – WAH (BE) / Post 2, Pos. 11)	Zusätzlich zur Beschreibung werden auch Aussagen zum Einsatz in unterschiedlichen Kontexten hier zugewiesen
CT01e	Abstraktion & Repräsentation	Unnötige Details entfernen, Reduktion auf Wesentliches, Komplexität verringern, angemessen darstellen	«Unwichtiges ignorieren» (7 – WAH (BE) / Post 2, Pos. 11)	Aussagen zu analytischen Vorgängen mit Schwerpunkt auf Vereinfachung / Reduktion
CT01f	Evaluation	Ergebnisse beurteilen, Funktionalität & Passung der Lösung anhand verschiedener Eigenschaften beurteilen, Abwägen divergierender Ansprüche in Bezug auf die User Experience	«Und dann das Testen und Verbessern von diesen Lösungen.» (Ma Interview 2, Pos. 9) «Lösung ausprobieren ev. Anpassen, anwenden, ev. Weiter entwickeln für die Lösung ähnlicher Probleme» (7 – WAH (BE) / Post 2, Pos. 11)	Zusätzlich zur Beschreibung wird auch die Fehlersuche und -korrektur dieser Kategorie zugewiesen.
CT03d	Persevering	Ausdauer zeigen, dranbleiben, nicht gleich aufgeben	Keine Nennungen in der Analyserunde 2	

CT03e	Collaborating	Zusammenarbeiten, gemeinsam Lösungen entwickeln	Keine Nennungen in der Analyserunde 2	
CT04a	Informatisches Denken	Denken wie ein Computer oder wie ein:e Informatiker:in, Denkweise der Informatik aufgreifen und einsetzen	«wie ich glaube, dass es einfach so die Fähigkeit und die Denkweise fördert, die, äh, notwendig sind, um komplexe Probleme zu lösen, in der Informatik, aber auch darüber hinaus sind.» (Ma Interview 2, Pos. 9)	Allgemeine Beschreibung der Denkweise, die sich nicht einer anderen Kategorie zuweisen lässt
CT04b	Problemlösen	Verbindung zum Problemlösen wird hergestellt	«Für mich ist «Computational Thinking», also bezieht sich auf die Fähigkeit komplexe Probleme auf eine strukturierte und systematische Weise anzugehen.» (Ma Interview 2, Pos. 9)	Wort «Problem» lösen, bearbeiten... ist enthalten
CT04c	Digitalisierung	CT wird als Schritt zur Digitalisierung verstanden. Inhalte / Prozesse werden digital aufbereitet	«das kann so viel bedeuten wie, dass wenn ich Lerninhalte sehe, dass ich diese bereits in der einen oder anderen Verarbeitungsform (digitale) mir vorstellen kann. Ich überlege mir, wie ich diese Inhalte digital aufbereite...» (TN 3, Pos. 12)	
CT04d	Adaptive Systeme / KI	CT wird als Hilfsmittel eines Computers betrachtet, welches den Lernprozess steuern bzw. unterstützen kann	«Der Computer erkennt Probleme/ Schwierigkeiten und hilft mir diese zu lösen? In der Grammatik z.B. indem er das Niveau der Übungen anpasst» (TN 4 – D, Pos. 13)	
CT04e	Keine Antwort	Die TN haben das Feld leer gelassen oder können sich unter dem Begriff CT nichts vorstellen	«?» (TN 1 – RZG, Pos. 14) «muss ich passen...» (TN 6 – WAH, Pos. 12)	
CT04f	Verortung von CT	Es wird ein Bezug zwischen dem Begriff CT und der Informatikdidaktik bzw. Medienkompetenz geschaffen	«Für mich ist, äh, CT, insbesondere ein Ausschnitt aus der Informatikdidaktik» (MA Interview 1, Pos. 10) «Was da genau passiert, ähm (.) und einfach, ja gehört vielleicht zu einer Medienkompetenz dazu die heute mehr als wichtig erscheint.» (MA Interview 3, Pos. 20)	CT wird in Bezug zu ... gesetzt, als Teil von ..., gleich wie ...

2 Kodierleitfaden C «Konzeptionsfaktoren»

Code	Unterkategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodierregel
KF01	Inhalt	Lehrplanbezug, Lebensweltbezug, stufen- und altersgerecht, relevant für Berufswahl, Passung des Inhalts	<p>«Zum Thema passend» (TN 1 – RZG: 17 – 17)</p> <p>«Entspricht es dem Inhalt, den ich thematisieren will» (TN 5: 12 – 12)</p> <p>«nicht dem Alter entsprechende Inhalte» (TN 7 – WAH: 16 – 16)</p>	→ der Inhalt passt zu...
KF02	Gestaltung	Digital zur Verfügung, adaptierbar, Format und Aufbau, kreatives und stufengerechtes Design, nutzerfreundlich, aktuell	<p>«Es sollte wirklich super vorbereitet sein. Rundherum klar sein. Ähm, ganz klar beschrieben, welche Schritte erfolgen.» (Ma Interview 2: 17 – 17)</p> <p>«grafisch attraktiv» (TN 3: 15 – 15)</p>	
KF03	Umsetzung im Unterricht	Verständlich formulierte Aufgaben, selbständig bearbeitbar auf unterschiedlichen Niveaus (erkennbare Grundanforderungen und Erweiterungen) inkl. stark vereinfachte Aufgaben für sehr schwache SuS z.B. mit Lernbeeinträchtigungen, Differenzierung nach Bloom, Vorlagen für formative und summative Kompetenzüberprüfungen	<p>«für Niveau der SuS passend» (TN 4 – D: 16 – 16)</p> <p>«Wenn die Materialien nicht so selbsterklärend sind, dass sie auch eingesetzt werden. Wenn sie viel Zusatzeffort von der Lehrperson benötigen.» (Ma Interview 2: 27 – 27)</p> <p>«Aufbereitung der Info (Menge und Komplexität, Visualisierung)» (TN 7 – WAH: 14 – 14)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • kompliziert: damit kann der Aufwand für die Lehrperson oder die Umsetzung im Unterricht gemeint sein, daher beiden Begriffen zuweisen • Aussagen zur «Einfachheit» werden, sofern der Kontext nicht einen anderen Schluss nahelegt, als Aussage zur Umsetzung aufgefasst und unter dem Begriff «Verständlichkeit» zusammengefasst • Aussagen zur Effizienz ohne Kontext werden aufgrund der verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten dem Bereich «Aufwand für Lehrpersonen» eingeordnet und bei Qualität Merkmal der Tiefenstruktur ebenfalls abgelegt

				<ul style="list-style-type: none"> Aussagen zur Komplexität ohne weiteren Kontext werden beim Aufwand für Lehrpersonen als auch Verständlichkeit aufgeführt, um weiterhin beide Interpretationsmöglichkeiten beizubehalten
KF04	Unterstützung der Lehrperson	Nötiges Fachwissen mit Inhalten verknüpfen, Vorschlag für Unterrichtsplanung, je nach Kompetenzstand ausführlicher oder kürzer erwünscht (Anmerkung zum Weiterdenken: Adaptivität des Lehrercommentars) Material, Personen, Weiterbildungsangebote	<p>«konkrete Unterrichtsvorschläge» (TN 7 – WAH: 18 – 18)</p> <p>«für fremdländische Gerichte (Herstellung ist sichtbar, nicht nur im Rezept erklärt, gewisse Schwierigkeiten werden bereits im Vorfeld sichtbar, wenn man mehrere Varianten vergleicht) oder handwerkliche Techniken (Vorgehen sichtbar, nicht nur in der Anleitung erklärt)» (TN 7 – WAH: 20 – 20)</p>	
KF05	Kompetenzen der Lehrperson	Digitale Professionskompetenz, Stand des Fachwissens aus dem Bereich Informatik	«Es braucht von der Lehrperson recht viel Sicherheit, um das zu tun, in einem Fachbereich, in welchem man nicht so sattelfest ist» (Ma Interview 2: 17 – 17)	
KF06	Qualität	Kuratierte vs. offene Sammlungen, Quellen / Autor:innen, Lizenzform, Korrektheit, Tiefenstrukturmerkmale	<p>«aktivierend für die SuS» (TN 3, Pos. 15)</p> <p>«ohne Fehler» (TN 3, Pos. 15)</p> <p>«wirkt billig, wirkt unseriös» (TN 3, Pos. 17)</p>	<p>→ Merkmale für die Tiefenstruktur von Unterricht werden hier zugeordnet</p> <ul style="list-style-type: none"> Klassenführung Kognitive Aktivierung Konstruktive Unterstützung
KF07a	Interaktion / Kollaboration	Das Angebot beinhaltet bzw. fördert die Möglichkeit für Lehrpersonen zum Austauschen von Erfahrungen mit anderen Lehrpersonen.	«Äh, sozialer Austausch finde ich noch wichtig. Also Lernen ist ja eine soziale Aktivität. Einfach dass da, also nicht für sich, sondern dass da wirklich auch der Austausch initiiert wird.» (MA Interview 3, Pos. 38)	Austauschmöglichkeit explizit für Lehrpersonen, nicht als Teil des Unterrichts für die Schüler:innen
KF07b	Wissenschaftstransfer	Das Fachwissen wird für die Lehrperson in einer vereinfachten Form aufbereitet, um so die Komplexität zu reduzieren und ein höheres Verständnis zu ermöglichen.	«Vorerfahrung, ja, vielleicht auch Expertise in dem Bereich, was wäre dann wichtig. Wir haben dann über solche Faktoren gesprochen wie, ähm, ja, wahrscheinlich eher eine möglichst einfache Sprache zu verwenden in den Materialien und ähnliche Sachen.» (MA Interview 1, Pos. 18)	

KF07c	Feedback für LP	Die Lehrperson erhält eine Rückmeldung, entweder zum Verständnis oder zur eigenen Umsetzungsversion	«Und da immer ein Feedback. Also eine Betreuung finde ich auch wichtig, dass die entweder mit Tutoren betreut werden oder auch Diskussionsforen. Dass die, dass da jemand ein Blick drauf hat. Ähm (.) und dass natürlich dann auch ein Feedback auf das Projekt gegeben wird. Also wirklich Transfer auf ihren eigenen Kontext, dass sie da, also dass sie da auch die Relevanz sehen.» (MA Interview 3, Pos. 36)	
KF07d	Paywall / Anmeldung	Die Materialien sind ohne Einschränkung erreichbar. Es braucht keine Bezahlung und auch keine Anmeldung für den Zugriff.	«Ich bin nirgends angemeldet und bezahle auch keine Mitgliederbeiträge. Sobald ich mich anmelden muss, wird es mir meist zu mühsam und ich finde andere Wege, um ans Ziel zu kommen.» (TN 13 - D P, Pos. 23)	

3 Kodierleitfaden B «Transferfaktoren»

Code	Unterkategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodierregel
TF01	Innovationsmerkmale	Faktoren, welche die Akzeptanz und Verbreitung erhöhen: relativer Vorteil gegenüber der bestehenden Praxis erkennbar, Kompatibilität & Kohärenz in Bezug auf bestehende Werte, Überzeugungen und subjektiven Theorien, geringe Komplexität (einfach und mit wenig Aufwand umsetzbar), reversibel (schrittweise, teilweise oder auch wieder zurück zum Alten möglich), Quick Wins (schnell positive Ergebnisse sichtbar)	«Wenn die Materialien nicht so selbsterklärend sind, dass sie auch eingesetzt werden. Wenn sie viel Zusatzeffort von der Lehrperson benötigen» (Ma Interview 2, Pos. 27)	Alle Beschreibungen von Eigenschaften des Angebots
TF02	Merkmale der Lehrperson	Motivation, Wahrnehmung der Relevanz / Bedeutsamkeit, Kompetenzerlebnis, Autonomie und Mitbestimmung, Selbstwirksamkeitsüberzeugung Lernen und Lernerfolg der SuS erfolgreich zu beeinflussen	«Aber das setzt eine gewisse Reife vom Lerner voraus und es setzt vor allem eine starke intrinsische Motivation voraus, damit man so etwas auch abschliesst. Weil sonst beginnt man das in der Regel, so aus eigener Erfahrung, aber bringt es nicht zum Abschluss.» (Ma Interview 2, Pos. 29)	Eigenschaften und Haltungen der Lehrperson
TF03	Merkmale der Einzelschulen	Haltung und Unterstützung der Schulleitungen, Kooperation im Lehrerkollegium und Verständigung über Umsetzung in der sozialen Gemeinschaft	«Der grösste Hebel ist aus meiner Sicht, die soziale Verbindlichkeit. Die soziale Verbindlichkeit schafft man zum Beispiel, indem man sagt, okay, ich mache zum Beispiel Flipped-Classroom. Ich mache zuerst einen gewissen Teil Online, dann treffe ich mich vor Ort. Und dann gibt es aber für mich, von mir aus noch, ähm, ähm, ein Arbeitsauftrag oder ein Transferauftrag, in welchem die Sachen umgesetzt werden. Und ich schliesse zum Beispiel ab mit einem Zweiergespräch. Also wir tauschen uns danach darüber aus» (Ma Interview 2, Pos. 25)	Rahmenbedingungen direkt am Arbeitsort (Schulhaus)
TF04	Transferunterstützung	Stabilität, schulübergreifende Netzwerke, langfristig angelegte Weiterbildung mit Transfer- und Ausprobierphasen Hemmend: „Wechselnde personelle Konstellationen und ein Umfeld mit hoher Innovationsdichte behindern die Übernahme von Neuerungen.“ (Gräsel, 2010, p. 12 nach Cuban 1984; Fullan 2001)	«Ich glaube, die Community ist extrem wichtig. Ähm, und man muss dazu überlegen, passt das Treatment, dass das auch von Lehrpersonen angenommen wird, dass es eine gewisse Breitenwirkung auch erfahren kann. Ist, äh, Community-Bildung in irgendeiner Art und Weise erforderlich und wichtig.» (Ma Interview 2, Pos. 31)	Rahmenbedingungen über die Schulhausgrenzen hinweg (politisch, gesellschaftlich, kommunal, kantonal...)

Anhang D – Link zur MAXQDA-Datei

Die MAXQDA-Datei, mit welcher die Datenauswertung durchgeführt wurde, wurde anonymisiert und für die Veröffentlichung entfernt.