

**Pädagogische Hochschule Schwyz**

**MA Fachdidaktik Medien und Informatik**

MSWT Wissenschaftstransfer F21.401

Seminararbeit

# **Was ist eine gute Hausaufgabe?**

Hausaufgaben im Fach Informatik  
zum Thema „Programmieren“ – eine Handreichung

**Marcel Mösch, Raffael Meier**

30. Juni 2021

**Betreut von:**

Dr. Martin Hermida

## **Gender-Erklärung**

In dieser Arbeit wird einer gendergerechten Sprache bestmöglich Rechnung getragen. Falls dies stellenweise nicht beachtet wurde, wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich eine allfällig weibliche oder männliche Form immer zugleich auf alle Geschlechter beziehen soll.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>5</b>
1.1 Problemstellung .....	6
1.2 Relevanz .....	8
1.3 Begründung des gewählten Projekts .....	11
<b>2 Relevante Forschungsergebnisse .....</b>	<b>15</b>
2.1 Vorgaben für Hausaufgaben .....	15
2.2 Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand .....	19
2.3 Computational Thinking .....	23
2.4 Cognitive Load Theory .....	24
2.4.1 Intrinsische kognitive Belastung „Intrinsic Load“ .....	24
2.4.2 Extrinsische kognitive Belastung „Extraneous Load“ .....	24
2.4.3 Lernrelevante kognitive Belastung „Germane Load“ .....	24
2.4.4 Implikationen für Lernprozesse .....	24
2.5 Use-Modify-Create-Modell .....	25
2.6 Zeitpunkt von Hausaufgaben .....	28
2.6.1 Hausaufgaben als Nachbereitung .....	29
2.6.2 Hausaufgaben als Vorbereitung .....	29
2.7 Umfang von Hausaufgaben .....	32
2.8 Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson .....	33
2.9 Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation) .....	34
2.10 Scaffolding .....	34
2.11 Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen ...	35
2.11.1 Kompetenzorientierte Hausaufgabenplanung .....	35
2.11.2 AVIVA-Modell nach Städeli et al. (2010) .....	37
2.11.3 PADUA-Modell nach Aebli (2019) .....	37
2.11.4 Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) .....	39
<b>3 Übersetzung des Wissens .....</b>	<b>42</b>
3.1 Vorgaben für Hausaufgaben .....	42
3.2 Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand .....	43
3.3 Computational Thinking .....	43
3.4 Cognitive Load Theory .....	43
3.4.1 Standards zur Allokation der kognitiven Kapazität .....	43
3.5 Use-Modify-Create-Modell .....	46

3.6	Zeitpunkt von Hausaufgaben .....	47
3.6.1	Hausaufgaben als Nachbereitung.....	47
3.6.2	Hausaufgaben als Vorbereitung.....	47
3.7	Umfang von Hausaufgaben .....	48
3.8	Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson .....	49
3.9	Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation).....	49
3.10	Scaffolding .....	50
3.11	Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen ...	50
<b>4</b>	<b>Verbindung von Wissen und Produkt.....</b>	<b>53</b>
4.1	Allgemeine Inhalte .....	53
4.2	Vorgaben für Hausaufgaben .....	53
4.3	Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand .....	54
4.4	Computational Thinking .....	54
4.5	Cognitive Load Theory .....	54
4.6	Use-Modify-Create-Modell .....	54
4.7	Zeitpunkt von Hausaufgaben .....	55
4.8	Umfang von Hausaufgaben .....	55
4.9	Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson .....	55
4.10	Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation).....	55
4.11	Scaffolding .....	55
4.12	Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen ...	56
<b>5</b>	<b>Hindernisse und Gegenmassnahmen .....</b>	<b>57</b>
5.1	Selbstdruck .....	57
5.2	Inhalt.....	57
<b>6</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>59</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>72</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>73</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>74</b>

## 1 Einleitung

Das Thema „Schule“ und das, was sie produziert, unterliegt nicht erst seit PISA grossem öffentlichen Interesse. Dennoch hat sich der gesellschaftliche Blick für das Thema akzentuiert und schliesst nebst den Bemühungen, die in die Schule „hineingesteckt werden“, den Aspekt der Output-Variablen des Systems „Schule“ immer stärker und selbstverständlicher mit ein (Moser, 2012; Halbheer & Reusser, 2008). Was nützt Schule? Ist Schule effizient? Lernen Schülerinnen und Schüler dort wirklich etwas, wenn nicht sogar viel? Eine zentrale Frage im Bereich der Informatikdidaktik muss deshalb lauten: Wie kann Informatikunterricht derart stattfinden, dass ein effektiver „Aufbau von Kompetenzen, Qualifikationen, Wissensstrukturen, Einstellungen, Überzeugungen, Werthaltungen – also von Persönlichkeitsmerkmalen bei den Schülerinnen und Schülern, mit denen die Basis für ein lebenslanges Lernen zur persönlichen Weiterentwicklung und gesellschaftlichen Beteiligung gelegt ist“ (Klieme et al. 2003, S. 12), gegeben ist. Gerade weil Informatikunterricht je nach Schulort in der Schweiz speziell auf Primarschulstufe nicht immer als eigenständiges Schulfach, sondern auch integriert – oder „nebenläufig“ im Rahmen anderer Fachstunden – umgesetzt wird, und wenn doch, dann mit geringen zeitlichen Ressourcen von in der Regel einer einzigen fünfundvierzigminütigen Lektion pro Woche, ist das Risiko veritabel, dass Lehrpersonen dem Output des Fachs untergeordnetes Gewicht beimessen, obschon im Lehrplan 21 konkrete und verbindliche Lernziele für die Schülerinnen und Schüler vorgegeben sind (D-EDK, 2018). Besonders, weil letztlich auch die meisten Lehrpersonen Klassenlehrpersonen, keine Informatiker und keine „Digital Natives“ sind. Die gesellschaftliche Bedeutung des Fachs andererseits ist extrem hoch. Eine Welt ohne Informatik ist nicht mehr vorstellbar, und eine Generation von Schülerinnen und Schülern mit mangelhaften Informatikkompetenzen – auch nur im Bereich des kritischen Sachverstands auf diesem Gebiet – würde sich schon heute, geschweige denn in Zukunft, schlichtweg als Fehlorientierung und Versagen des Schulsystems herausstreichen lassen. Im Kontext der an der Primarschule einerseits ausgeprägt ressourcenknappen und andererseits doch so wichtigen und zukunftsbestimmenden Förderung im Bereich der Informatik gilt es also in besonderen Massen, alles aus dem Fach herauszuholen. Dass dabei eine Analyse der Effizienz bestehender didaktischer und methodischer Mittel hilfreich sein kann, liegt auf der Hand. Eines dieser Mittel mit langer Tradition sind die Hausaufgaben.

## 1.1 Problemstellung

Hausaufgaben zählen zu den traditionellsten Instrumenten der Schulmethodik und dezidierte Publikationen zu diesem Thema sind schon im 18. Jahrhundert erschienen (Engelbrecht, 1831). Moderne Konzepte wie “Blended Learning” (Hrastinski, 2019) oder “Selbstreguliertes Lernen” (Otto et al., 2011) erweitern den Begriff. Heute existiert eine Fülle von Untersuchungen zur Qualität, Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Hausaufgaben, die sich primär auf die Kernfächer Mathematik, Deutsch und sachunterrichtliche Fächer beziehen (Cooper et al., 2006; Eigler & Krumm, 1997; Eren & Henderson, 2008; Gängler, 2008; Haag & Streber, 2015; Sumfleth et al., 2011). Die Auswirkungen von Hausaufgaben in Nebenfächern sind wissenschaftlich noch sehr wenig und wenn, dann kontrovers untersucht worden (Cooper et al., 2006).

Was Hausaufgaben überhaupt sind, ist landläufig und ganz pragmatisch gedacht vor allem daran abzulesen, wo und wann Schulaufgaben gelöst werden – nämlich nach der Schule und ausserhalb der Schule. Damit stehen Sie der Kategorie der Ergänzungs- und Nachhilfeangebote nahe (Kieren, 2008), aber eine einheitliche Begriffsbestimmung fehlt.

Nicolai (2005, S. 14) definiert sie folgendermassen: „Hausaufgaben sind Aufgaben, die in direkter Relation zum jeweiligen schulischen Lernkontext stehen und [...] als eine Fortsetzung bzw. Erweiterung des Unterrichts konstruieren. [...] [Sie können] alleine oder in Zusammenarbeit mit Gleichaltrigen, Eltern oder Nachhilfelehrern [gelöst werden]“. Ausserschulisch kann aber an Tagesschulen oder Internaten etc. auch ausserunterrichtlich bedeuten. Grundsätzlich zeigt sich im internationalen Vergleich, dass Fächer mit wenig Unterrichtszeit in der Tendenz mehr Hausaufgabenaufwand aufweisen, dass also Lehrpersonen „fehlende Zeit“ mit Hausaufgaben kompensieren (Deutsches PISA-Konsortium, 2001; Gängler, 2008; OECD, 2001). Im Bereich der Informatik scheint dies in der Schweiz nicht so zu sein, auch wenn es hierzu keine Untersuchungen gibt.

Auf Grund der vielen unterschiedlichen Aspekte und „Praxen“ von Hausaufgaben (Umfang, didaktische Rolle, Sozialform, Benotung, Anleitung durch Lehrpersonen, Korrektur, stofflicher Bezug, usw.) ist die Datenlage äusserst heterogen. Kritikerinnen und Kritiker stellen den Ertrag von Hausaufgaben in Frage und betonen die blossen Nach-

holfunktion, die Disziplinierung durch Hausaufgaben und die ungleichen Unterstützungsressourcen durch die Familie. Befürworterinnen und Befürworter sehen vor allem das übende, selbstbestimmte und selbstregulierte Arbeiten (Sumfleth et al., 2011).

Informatik wird in der Schweiz im Zyklus 1 und 2 derzeit als Nebenfach oder als in andere Fächer oder den generellen Stundenplan integriertes Thema organisiert. Hausaufgaben, wenn mit hoher Qualität und Wirksamkeit umgesetzt, können in diesem Szenario mit knapp bemessener Unterrichtszeit relevant zum Lernerfolg beitragen.

Aber worauf ist in der Praxis zu achten? Hierzu gibt es sehr viele Ratgeber, meist von Organisationen von Lehrpersonen, Schulzeitschriften, Kantonen oder Bildungsinstitutionen verfasst. Diese weisen in der Vielzahl keinen klaren wissenschaftlichen Bezug nach und schöpfen aus Erfahrungen und Augenschein des beobachteten Modus Vivendi. Allerdings sind Studien, die im Bereich Informatik die Rolle, das Potenzial und die Machart von Hausaufgaben auf den Prüfstand nehmen, äusserst dünn gesät. Ebenso ist wenig Forschung zum Thema Hausaufgabendifferenzierung, zum Beispiel nach Schwierigkeitsgrad, vorhanden. Es lassen sich zwar Erkenntnisse aus der unterrichtsbezogenen Differenzierungsforschung auf die Hausaufgabenzeit übertragen, die dabei spezifischen Unterschiede und Eigenheiten sind bei einem spekulativen Transfer jedoch nicht berücksichtigt.

Für die Praxis, konkret Lehrpersonen, die nicht im permanenten Austausch mit aktueller wissenschaftlicher Forschung und Hochschullehre stehen, stellt sich zudem die Frage, welche Erkenntnisse aus der Wissenschaft im Rahmen der zeit- und ressourcenökonomischen Möglichkeiten im Alltag überhaupt zur Verfügung stehen, um Hausaufgaben im Bereich „Programmieren“ entsprechend planen, gestalten und reflektieren zu können. Nebst fachdidaktischem Wissen (pedagogical content knowledge) und allgemeinem pädagogischen Wissen (general pedagogical knowledge), welche beide in dieser Arbeit primär adressiert werden, zeigt sich das eigentliche Fachwissen (content knowledge), wie Shulman (1986) unterscheidet, im Fach Informatik und speziell im Bereich Programmieren nicht bei allen Lehrpersonen gleichermassen ausgebildet. Dies ist noch gelinde formuliert: In einer Schweizer Studie mit 85 Lehrkräften bestätigte sich die Hypothese, dass angehende Primarlehrpersonen weder über eine Vorstellung des Themas Informatik noch über das notwendige Fachwissen verfügen (Döbeli Honnegger & Hielscher, 2017), obwohl der im Jahr 2015 verabschiedete „Lehrplan 21“ (D-

EDK, 2018) für die 21 deutschsprachigen Kantone der Schweiz ab der 5. Klasse der Primarschule ein eigenes Zeitgefäss für „Medien und Informatik“ vorsieht. Es ist also vor dem Hintergrund einer mangelhaften fachlichen Bildung in Informatik umso wichtiger, dass fachdidaktische und pädagogische Aspekte für die Lehrpersonen in diesem Bereich mundgerecht und praxisfertig aufbereitet sind, um diese vor der schwierigen Aufgabe zu entlasten, den Transfer aus der Wissenschaft intellektuell und von deren zeitlichen Kapazitäten her selbst vornehmen zu müssen.

## 1.2 Relevanz

Diese Arbeit fokussiert Hausaufgaben im Rahmen der Unterrichtsaktivitäten des 2. Zyklus der öffentlichen Volksschule des Kantons Zürich. Diese Einschränkung räumlicher und zeitlicher Fokussierung erleichtert an vielen Stellen eine treffende Begründung und Diskussion und entlastet die Arbeit vor Unschärfen, soll aber dennoch als exemplarische Stichprobe für eine generelle Thematik stehen, denn was für den Kanton Zürich gilt, lässt sich mit meist geringfügig anderen Rahmenbedingungen und leichten Manipulationen an klassischen Stellschrauben wie empfohlene Hausaufgabenpendauer etc. auch auf die meisten anderen Kantone übertragen. Einschränkend muss erwähnt werden, dass es mittlerweile auch Gemeinden und Kantone gibt, die Hausaufgaben abgeschafft oder aus dem Schulgesetz entfernt haben, mit dem Ziel, den Lehrpersonen die Wahl überlassen zu können, Hausaufgaben überhaupt einzusetzen – oder nicht – zum Beispiel die Gemeinden Köniz (Albrecht, 2018), Kriens (Balli, 2018) und Männedorf (Djurdjevic, 2020).

Es braucht, gerade weil die Hausaufgaben mit solchen Projekten im gesellschaftlichen Ansehen und ihrem methodischen Image gelitten haben, Bemühungen, das positive Potenzial von Hausaufgaben herauszukristallisieren und Fehler zu vermeiden, auf Grund derer Hausaufgaben fälschlicherweise wie das klassische Kinde mit dem Bade ausgeschüttet werden. Weil Hausaufgaben von Lehrpersonen eingeplant, gestaltet, bereitgestellt und begutachtet werden, spielen sie die zentrale Rolle als Akteure, deren Gestaltungsraum diesbezüglich immens ist. Wer die Wahl hat, hat auch die Qual – daher scheint es besonders relevant, Lehrpersonen im Detail wissenschaftliche Erkenntnisse zum Thema Hausaufgaben, besonders im Bereich Informatik, verständlich und verdaubar, im Sinne eines Alltags-Werkzeugkoffers, an die Hand zu geben.

Die Implementation, das Engagement und die Akzeptanz digitaler Schulinhalte sind nämlich stark von den Einstellungen und Haltungen der Lehrkräfte gegenüber digitalen Medien geprägt (Drossel et al., 2019; Eickelmann & Vennemann, 2017; Tondeur et al., 2019).

Auch im Rahmen der International Computer and Information Literacy Study 2018 (Eickelmann et al., 2019, siehe Abbildung 1) wurden die Einstellungen der Lehrpersonen zur Relevanz der digitalen Medien in der Schule untersucht. Nur 40.8% der Lehrkräfte in Deutschland, die in der achten Jahrgangsstufe unterrichteten, stimmten zum Erhebungszeitraum der Studie im Frühsommer 2018 der Aussage zu, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht an ihrer Schule eine hohe Priorität hatte. Der Zustimmunganteil im internationalen Mittel betrug 86.2 Prozent, die Zustimmunganteile in Finnland (90.1%), Kasachstan (93.4%) und Dänemark (97.0%) lagen sogar über 90 Prozent (Gerick et al., 2019). Ob sich diese Ergebnisse auf die Schweiz übertragen lassen, sei dahingestellt. Die Schweiz ist allerdings bildungspolitisch in Bezug auf Digitalisierung vermutlich nicht dem ausserordentlich fortschrittlichen skandinavischen Cluster zuzuordnen.

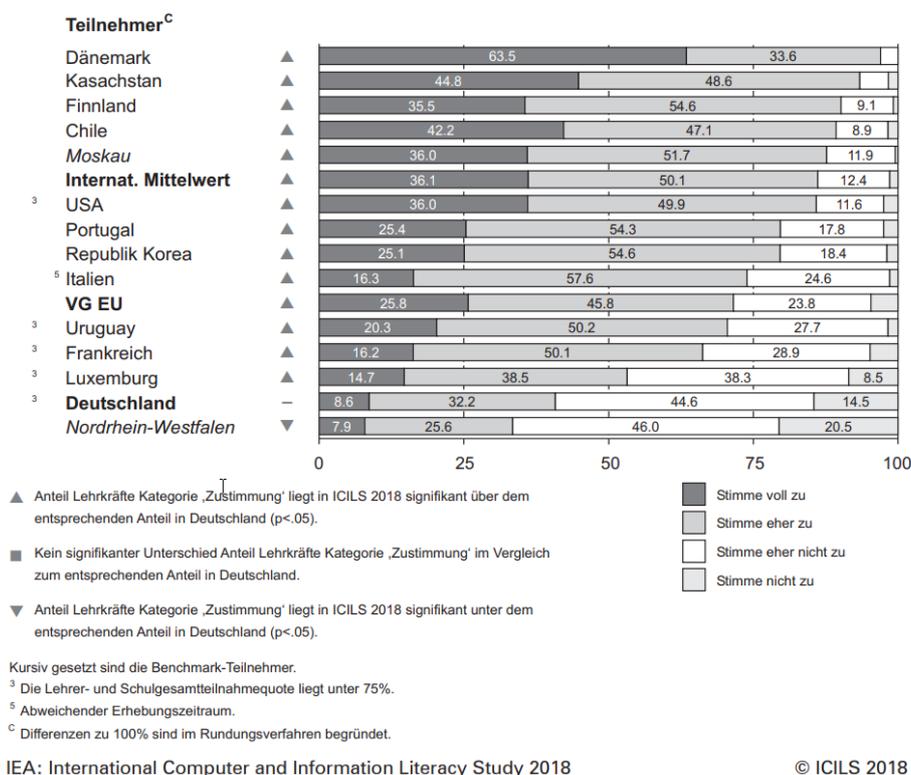


Abbildung 1: Priorität des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent) (Gerick et al., 2019, S. 186)

Alain Gut (2017), Direktor für den Geschäftsbereich Public bei IBM Schweiz, argumentiert allgemein für das Fach Informatik und dessen gesellschaftliche Bedeutung, in einem utilitaristischen, aber auch mündigkeitsbezogenen Sinne:

Informatik ist in Bezug auf den Arbeitsalltag inzwischen zu einer essenziellen Erweiterung der Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen geworden. Das Schulfach Informatik vermittelt die entsprechenden Fähigkeiten, die junge Menschen heute brauchen. Darüber hinaus aber ermächtigt es Schülerinnen und Schüler auch, sich als aufgeklärte und kritische Bürgerinnen und Bürger in der heutigen Informationsgesellschaft zu bewegen.

“There is an urgent need to coordinate global efforts for digital skills education and training, which can help students succeed in the digital age while curbing risks and inequality” (Jackman et al., 2021).

Gerade unter dem Einfluss von COVID-19 2020 und 2021 wurden an Schulen rauschartig IT-Register gezogen, Software eingesetzt (z.B. auch für den Fernunterricht) und digitale Skills ausgerufen, ohne dafür ein nachhaltig belastbares, fachdidaktisches Fundament zu schaffen – mit allen Gefahren, die sich aus dieser Dynamik einer aus der Not heraus spontan forcierten, hemdsärmeligen Routine ergeben – natürlich immer unter Respekt der schon vor COVID begonnenen Auseinandersetzungen mit dem Thema Digitalisierung an Schulen und deren zarten Früchten, die hierzulande gänzlich ungleichgewichtet über Land und Stadt, innovative und konservative Gemeinden hinweg, geerntet werden können. Gut umgesetzter Informatikunterricht ist tatsächlich relevanter denn je.

Das methodische Mittel der Hausaufgabe, in einem geeigneten, durchdachten didaktischen Kontext in Unterrichtseinheiten eingebettet, wurde spezifisch betrachtet und umfangreich diskutiert (Hascher & Hofmann, 2008). So proklamierten schon Pakulla (1967) sowie Feiks und Rothermel (1981) den Lerngewinn und auch Gewinn der Selbstwirksamkeitsüberzeugung durch Hausaufgaben und es wurde auf eine mangelnde Praxis an Differenzierung und Individualisierung innerhalb der Hausaufgaben hingewiesen (Pakulla, 1967). Das deutsch-schweizerische Projekt zur Unterrichtsqualität im Fach Mathematik in den Klassen 8 und 9 (Lipowsky et al., 2004) zeigt, dass sich die Häufigkeit der Hausaufgabenvergabe positiv auf die Leistungsentwicklung auswirkt, währenddem die Hausaufgabenzeit und -länge einen eher negativen Effekt

auf die Leistung aufweist. Auch zeigt der didaktisch-prozessorientierte Hausaufgabenumgang der Lehrpersonen im Unterricht einen leistungssteigernden Effekt. Leider sind Längsschnitt-Analysen zu den kausalen Effekten von Hausaufgabenzeit oder der Hausaufgabenvergabe durch die Lehrpersonen auf die Leistungsentwicklung noch selten (Schnyder et al., 2006). Einen positiven Effekt zumindest für das Fach Mathematik konnten Dettmers et al. (2010) nachweisen.

Effekte von Differenzierung und Individualisierung innerhalb von Hausaufgaben sind noch seltener untersucht worden. Kohler (2017) streicht dazu eine Kluft bei Lehrkräften heraus, wobei Differenzierung bei den Hausaufgaben im Vergleich zu jener im Unterricht als weniger relevant eingeschätzt und laut Selbstauskünften auch seltener praktiziert wird. „Von Bedeutung für zukünftige Entwicklungen erscheinen die von den Lehrkräften antizipierten Risiken differenzierter Hausaufgaben“ (Kohler, 2017, S. 1).

Es sind also verschiedene Sphären des Themas hochrelevant: Einerseits das Thema „Informatik“ an Schulen an sich, andererseits das Thema „Hausaufgaben“, welches seit vielen Jahren kontrovers diskutiert wird, aber im letztlichen Konsens einen hohen Nutzen und damit ausgeprägte Bedeutung erhält, wenn Hausaufgaben sinnvoll, elaboriert und auf die Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten (und nicht einfach von der Hand in den Mund) eingesetzt werden. Auch die Themen „Differenzierung“ und „Individualisierung“ werden im Zuge integrativer Schulformen und zunehmender Heterogenität an Schulen – im Sinne von Leistungsheterogenität, Kulturheterogenität, Anspruchsheterogenität – immer bedeutsamer und spielen eine gewichtige Rolle. Im engeren Sinne werden damit möglichst individualisierte, differenzierte Hausaufgaben im Fach Informatik, speziell im Thema Programmieren, zu einem adäquaten Mittel, Lernerfahrungen auszuweiten und auf Lernenden noch besser zuzuschneiden – auch wenn das allgemeine Image von Hausaufgaben politisch nicht unbeschadet ist.

### **1.3 Begründung des gewählten Projekts**

Je differenzierter das Thema, im vorliegenden Falle also die Kaskade „Relevanz der Informatik an Schulen“, „Relevanz der Hausaufgaben in der Informatik an Schulen“, „Relevanz von Differenzierung und Individualisierung der Hausaufgaben in Informatik an Schulen“ und letztlich ganz konkret „Relevanz von Differenzierung und Individualisierung der Hausaufgaben im Thema Programmieren an Schulen“, desto weniger Da-

ten liegen vor und desto mehr ist eine vertiefte Recherche und Aufarbeitung der bestehenden Literatur vor Nöten. Desto mehr aber auch muss es für in der Praxis beschäftigte Akteure wie Lehrpersonen oder Schulleitungen zeitlich nahezu unmöglich sein, aus dem ohnehin spärlichen wissenschaftlichen Fundus in diesem Bereich pflanzenfertige Transferleistungen in die Praxis in Form von Ratgebern, Tipps, Anleitungen usw. zu erstellen.

Als relativ junges Forschungsgebiet hat sich in der Wissenschaftskommunikation das Thema Wissenschaftstransfer als Fokusbereich etabliert und untersucht, wie Universitäten, Fachhochschulen und Wissenschaftseinrichtungen Forschungen und daraus gewonnene Erkenntnisse an eine breite Öffentlichkeit vermitteln. Für die demokratische Gesellschaft ist diese Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Praxis äusserst relevant, es wird aber Wissenstransfer als Transfer von Wissen aus der Wissenschaft heraus, und Wissenschaftstransfer unterschieden, eine idealerweise anzustrebende, bilaterale, zyklische Wechselbeziehung zwischen Wissenschaft und Praxis, „mit gemeinsamer Erarbeitung und Darbietung von Forschungsfragen, -arbeit und -ergebnissen sowie deren Übertragung auf vielfältige wissenschaftliche und nicht-wissenschaftliche Bereiche“ (Wodke, 2020). In den Erziehungswissenschaften und generell in den Sozialwissenschaften sind Erzeugnisse des Wissenschaftstransfers im Vergleich mit dem Hi-Tech-Sektor, der Medizin oder dem Ingenieurwesen eher dünn gesät – dies hängt aber auch mit den vergleichsweise bescheidenen Ausgaben für Forschung im Bildungsbereich zusammen (Prenzel, 2010). Für einen erfolgreichen Transfer von Wissen aus der Wissenschaft in die Praxis sind gemäss einer Metastudie, die 193 Wissenschaftstransferprojekte verglichen und daraus 28 unterschiedliche Vorgehensweisen herauskristallisiert hat, im Wesentlichen fünf Schritte üblich (Ward et al., 2009):

1. Problem identification and communication (Problemidentifikation und -kommunikation)
2. Knowledge/research development and selection (Wissensrecherche, Selektion)
3. Analysis of context (Kontextanalyse)
4. Knowledge transfer activities or interventions (Wissenstransfer-Aktivitäten und Interventionen)
5. Knowledge/research utilization (Nutzung des transferierten Wissens)

Dabei gibt es vorausgeschickt zwei grundlegende Risiken, die zu beachten sind (Amara et al., 2019; Shapiro et al., 2007). Einerseits das mit „Lost before Translation“ beschriebene Risiko, Forschung zu betreiben oder für die Recherche zu verwenden, die nicht mit den Bedürfnissen der Praxis übereinstimmt – also Forschung, die für die Praxis (noch) nicht relevant ist. Andererseits kann an sich auf die Bedürfnisse der Praxis ausgerichtetes Wissen auch mangelhaft aufbereitet werden, so dass es nicht direkt in der Praxis angewendet, sozusagen nicht „verstanden“ oder nicht „gelesen“ werden kann, was mit dem Begriff „Lost in Translation“ beschrieben wird. Das im gleichnamigen Film (Katz et al., 2004) gezeigte Gestrandetsein berührt in eindrücklicher Weise genau diesen Aspekt: Das „sich als kulturfremde Akteure erkennen“ in einer schwerberühmbaren, unverbindbaren Kultur, die keine Anwendung findet für den eigenen Habitus. Das vorliegende Projekt möchte beide Hindernisse meistern. Erstens soll für das konkrete Bedürfnis der Praxis Wissen selektiert und herausgearbeitet werden – dies in Form von passenden Recherchen und zielgerichteter Zusammenfassung relevanter Theorien und Erkenntnisse aus der Wissenschaft. Zweitens soll die Aufbereitung dieses Wissens in eine letztendliche Form gebracht werden, die für die Praxis, an Schulen, im Vorbereitungsraum, etc., intensiv genutzt werden kann und handlich erscheint. Dabei steht die Lesbarkeit für eine Zielgruppe, die nicht durchwegs über einen fundierten theoretischen Hintergrund verfügt, sowie die Nutzbarkeit für das konkrete unterrichtsbezogene Gestalten von Hausaufgaben im Vordergrund.

Als Produkt des Wissenstransfers soll ein physisches Faltblatt erstellt werden. Dieser Praxis-Leitfaden zeigt die Machart von qualitativ hochwertigen Informatik-Hausaufgaben im Thema „Programmieren“ auf. Als Zielgruppe werden Lehrpersonen, die im 2. Zyklus Informatik unterrichten, angepeilt. Besondere Beachtung sollen wesentliche fachdidaktische und psychologische Theorien und Modelle, wie im zweiten Kapitel dargestellt, finden, zum Beispiel das Framework „Use-Modify-Create“ (Lee et al., 2011), die Cognitive load theory (CLT) (Sweller, 1988, 1991) und daraus abgeleitete Media Guidelines (Chong, 2005), das Thema „Differenzierung der Hausaufgaben“ (Kohler, 2017), besonders nach Aufgabenniveau für heterogene Schulklassen sowie in Form von Aufgabenkaskaden (Aufgabenteile mit aufsteigender Aufgabenschwierigkeit, die sich an dieselbe lernende Person richten) und eine Ausrichtung am Lehrplan 21 (D-EDK, 2018).

Das Faltblatt soll Unterstützung darin bieten, Hausaufgaben effizient selbst zu kreieren, die wissenschaftlich basierten Kriterien guter Hausaufgaben entsprechen und auf einen nachhaltigen Lernerfolg ausgerichtet sind. Das Faltblatt wird als nicht-digitale Version im PDF-Format erstellt, da sich dieses sowohl digital speichern, mobil und ortsunabhängig (im Schulzimmer, im Vorbereitungszimmer von Lehrpersonen, zu Hause, unterwegs) anzeigen, wie auch physisch auf Papier drucken lässt. Als Gestaltungsaspekte sollen eine ikonografisch unterstützte Aufbereitung und eine sprachliche Ausrichtung auf die Zielgruppe integriert werden.

Die Autoren haben selbst eine hohe Affinität zum Thema „Informatik im Schulbereich“, einerseits unter anderem durch die Erstausbildungen der Autoren als Primarlehrpersonen, die im Feld gearbeitet haben und sich mit den Herausforderungen guter Hausaufgaben, auch im Bereich Informatik, bereits in der Praxis konfrontiert sahen. Ergänzt wird der eigene Bezug durch das gegenwärtige Studium im Master „Fachdidaktik Medien und Informatik“ an der pädagogischen Hochschule Schwyz und die aktuell parallele Tätigkeit beider Autoren im privatwirtschaftlichen Informatik-Management-Bereich. Weiter spielt in den Entstehungskontext der vorliegenden Arbeit hinein, dass Erfahrungen mit den eigenen, derzeit die Primarschule besuchenden Kindern, ganz individuell in Kriens, einer Projektschule „ohne Hausaufgaben“, dadurch noch verstärktes Fehlen von Übungs- und Vertiefungsphasen gelernter Stoffe verorten, die durch sinnvolle punktuelle Hausaufgaben mindestens teilweise kompensiert und mit Lust und Lerngewinn gestaltet werden könnten.

## 2 Relevante Forschungsergebnisse

In diesem Teil werden für das Thema ausgewählte, wichtige Theorien umrissen, die sich interdisziplinär positionieren, jedoch ursprünglich in zwei Blöcke gliedern lassen:

- (Fach-)Didaktische Theorien, Modelle und Bezüge wie „Flipped Classroom“, Rahmenbedingungen von Hausaufgaben, Informatik- und Programmierkompetenz, „Computational Thinking“, Use-Modify-Create-Ansatz, Umfang von Hausaufgaben, Verantwortung der Lehrpersonen, „Scaffolding“ oder didaktische Reflexion mittels Prozessmodellen
- Genuin psychologische Modelle wie die Gestaltungsaspekte von Hausaufgaben (mediale Präsentation) oder die „Cognitive Load Theory“

### 2.1 Vorgaben für Hausaufgaben

„Hausaufgaben haben eine lange Tradition an den Schweizer Schulen. Die Hausaufgaben bilden eine Ergänzung zum Unterricht“ (Stadt Zürich - Schule Im Gut, o.D.). „Hausaufgaben gehören zur Schule“ (Niggli & Moroni, 2009). Gemäss diesen Aussagen sind Hausaufgaben Teil des Bildungswesens. Das Bildungswesen gestaltet sich in Anlehnung an Annen Hochuli (2011) strukturell in eine Makro-, Meso- und Mikroebene. Auf der obersten Ebene, der Makroebene, werden die für das Bildungswesen verbindlichen Ziele und notwendigen Regelungen und Gesetze gemäss den Ansprüchen der Gesellschaft erlassen. Die zentralen Instanzen der Makroebene werden durch Personen der Bildungspolitik verkörpert. Die Richtlinien werden in Folge durch die Mesoebene, beispielsweise durch Schulleitungen oder Bildungsinstitutionen, übersetzt und in einen operativen Kontext gebracht, sodass die operative Umsetzung auf der Mikroebene erfolgen kann. Auf der Mikroebene sind Lehrpersonen die steuernden Instanzen. Die Abbildung 2 stellt vereinfacht dar, wie das Bildungssystem über diese drei Ebenen organisiert ist.

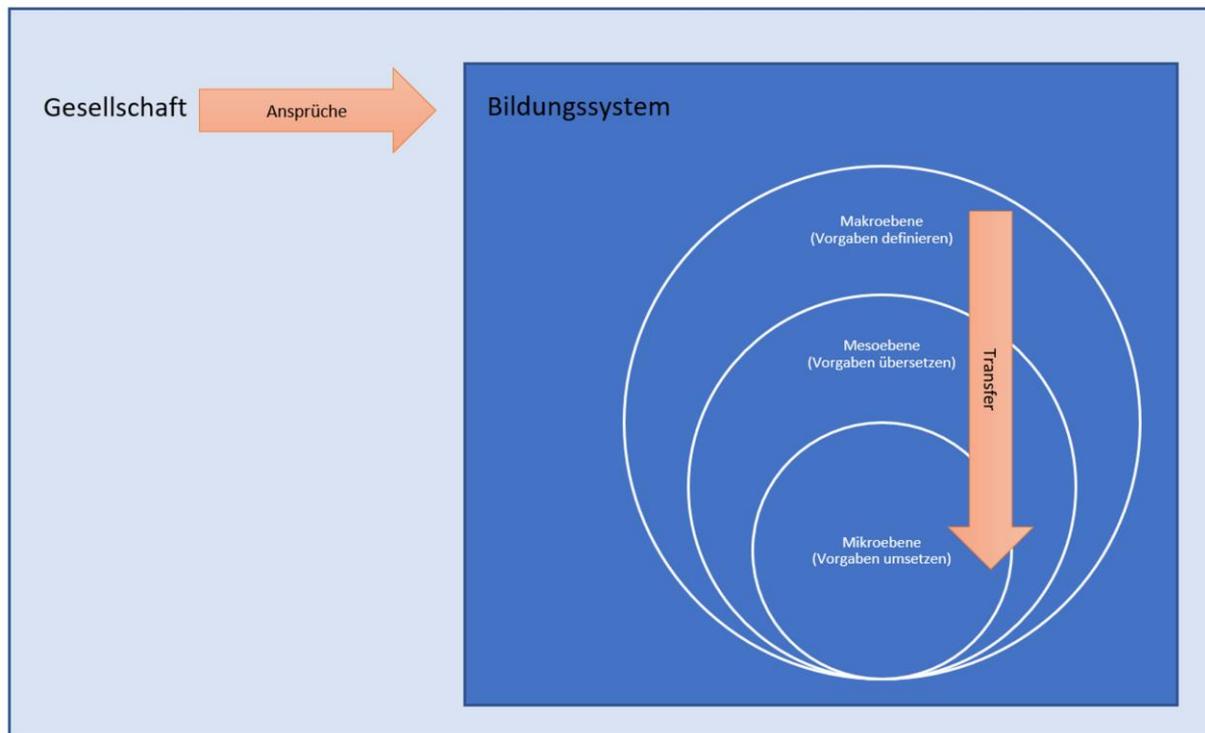


Abbildung 2: Die drei Ebenen des Bildungssystems (eigene Darstellung)

Auf der Makroebene werden die Rahmenbedingungen einerseits von der Schweizerischen Bundesverfassung definiert und andererseits von den kantonalen Gesetzen und Lehrplänen spezifiziert. Gemäss Artikel 62, Abschnitt 1 der Bundesverfassung der Schweizerischen Bundesverfassung (Schweizerische Eidgenossenschaft, 1999) sind die Kantone für das Schulwesen zuständig. Im Abschnitt 2 des Artikels 62 ist zudem geregelt, dass der Grundschulunterricht obligatorisch ist und der staatlichen Leitung oder Aufsicht untersteht. Die Bundesverfassung nimmt nicht explizit Bezug auf Hausaufgaben. Die EDK (2018), als Körperschaft der überkantonalen Makroebene, eröffnet indes mit dem IDES-Dossier „Kantonale Vorgaben zu Hausaufgaben in der obligatorischen Schule“ eine Zusammenstellung zu den unterschiedlichen kantonalen Richtlinien zu Hausaufgaben. Im Dossier werden zudem die kantonalen Gemeinsamkeiten zu Zielen, Umfang, Gestaltung oder Durchführungsweise beschrieben:

- Als Ziele von Hausaufgaben werden häufig genannt, dass einerseits im Unterricht Gelerntes gefestigt werden soll und dass andererseits Selbstkompetenzen wie beispielsweise Eigenverantwortung mit Hausaufgaben entwickelt beziehungsweise gefördert werden können. Zudem soll den Erziehungsberechtigten

durch Hausaufgaben ein Einblick in Aktivitäten des Unterrichts gegeben werden.

- In Bezug auf den Umfang besteht grosse Einigkeit im grösseren Kontext: Hausaufgaben sollen massvoll erteilt sowie die Schülerinnen und Schüler nicht überlastet werden. Im Detail beziehungsweise in der konkreten Umsetzung variieren die Richtlinien jedoch von Kanton zu Kanton. In diesem Kontext wird im IDES-Dossier beispielsweise erwähnt, dass ungefähr die Hälfte der Kantone die Maximaldauer von Hausaufgaben alters- respektive klassenspezifisch abstuft oder dass in einigen Kantonen auch Richtlinien bestehen, wonach an gewissen Wochentagen keine Hausaufgaben aufgegeben werden dürfen.
- Im Rahmen der Gestaltung von Hausaufgaben besteht in verschiedenen Kantonen auch der Anspruch an die Lehrpersonen, dass Hausaufgaben unter Berücksichtigung der individuellen Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler erteilt werden.
- Als weitere Gemeinsamkeit der grossen Mehrheit der Kantone wird im IDES-Dossier betreffend Durchführungsweise die grundsätzliche Idee gespiegelt, dass Hausaufgaben selbstständig durch die Schülerinnen und Schüler gelöst werden sollen. In einer Minderheit der Kantone sind zudem Unterstützungsangebote in Form von betreuten Aufgabenhilfen vorgesehen.

Wichtig erscheint, dass trotz der obigen Gemeinsamkeiten, von der EDK darauf hingewiesen wird, dass die Vorgaben zu Hausaufgaben der Verantwortung den zuständigen kantonalen Ämtern obliegen und folglich durch die Regelwerke der verschiedenen Kantone definiert werden. Die rechtlichen Grundlagen für Hausaufgaben werden in Gesetzen, Verordnungen, Lehrplänen und Weisungen sowie in diversen Merkblättern und Hinweisen auf den Websites der zuständigen Instanzen eröffnet.

Im Kanton Zürich finden sich auf der Makroebene das Volksschulgesetz (Kanton Zürich, 2005) und die Volksschulverordnung (Kanton Zürich, 2006). Die beiden Regelwerke führen jedoch nur wenig Aspekte zum Thema „Hausaufgaben“ aus und verweisen auf den Lehrplan und auf das Schulprogramm, in welchem gemäss der Artikel 41 und 42 der Volksschulverordnung (Kanton Zürich, 2006) jede einzelne Schulorganisation die Wege und Mittel für das Erreichen der Bildungsziele umschreibt. In diesem Kontext nimmt das Schul- und Sportdepartement der Stadt Zürich (2016) als übergeordnete Instanz der Schulgemeinde wie folgt Stellung:

Hausaufgaben bilden eine Ergänzung zum Unterricht.

Die Schülerinnen und Schüler sollen Vertrauen in ihr Können gewinnen, sich an das selbständige Arbeiten gewöhnen und dabei lernen, ihre Zeit einzuteilen.

Hausaufgaben sollen ohne Hilfe der Eltern lösbar sein.

Im Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21 (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017) wird in den „Grundlagen“ unter „Lern- und Unterrichtsverständnis“ Folgendes zu Hausaufgaben festgehalten:

Schülerinnen und Schüler müssen die Aufgabenstellung der Hausaufgaben verstehen und die Arbeitstechnik kennen. Hausaufgaben müssen ohne fachliche Hilfe der Eltern und Erziehungsberechtigten lösbar sein. Die Lehrpersonen berücksichtigen beim Erteilen von Hausaufgaben das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler, damit eine Überbelastung vermieden wird.

Vom Vormittag auf den Nachmittag und vom Vortag eines Feiertags auf den nächsten Schultag sowie über die Ferien dürfen keine Hausaufgaben erteilt werden. Hausaufgaben über ein reguläres Wochenende sind möglich.

Obige Ausführungen zeigen auf, dass Hausaufgaben auf der Makroebene zwar thematisiert werden, jedoch nur wenig Anhaltspunkte für eine praktische Umsetzung vorhanden sind. Aus diesem Grund erfolgt eine Übersetzung auf der Mesoebene, wobei die auf der Makroebene gefassten Beschlüsse eingehalten werden müssen. Festzuhalten bleibt an dieser Stelle, dass auf der Makroebene keine Einschränkung hinsichtlich der für Hausaufgaben geeigneten Fächern vorgenommen wird, woraus geschlossen werden darf, dass Hausaufgaben ebenfalls in Informatik erteilt werden können.

Auf der Mesoebene legt jede Schulorganisation im Schulprogramm die Mittel und Wege für das Erreichen der Bildungsziele fest. Nach Artikel 43 der Volksschulverordnung (Kanton Zürich, 2006) wird das Schulprogramm durch die Schulkonferenz, als Teil der Mesoebene, in Form einer Jahresplanung und einzelnen Umsetzungsbeschlüssen konkretisiert. Diese Konkretisierungen sind die in der entsprechenden Schule tätigen Lehrpersonen verbindlich. Die Methodenfreiheit gemäss Lehrpersonalgesetz Artikel 18 Abschnitt 2 (Kanton Zürich, 1999) gewährt den Lehrpersonen indes eine gewisse Freiheit bei der Gestaltung des Unterrichts und somit der Hausaufgaben.

Mit dem Schlagwort der Methodenfreiheit wird die Mikroebene betreten und es darf gesagt werden, dass sich Hausaufgaben nicht auf die traditionellen Fächer wie beispielsweise Mathematik oder Deutsch beschränken, sondern auch auf den Informatikunterricht angewendet werden können. Somit sind Informatikhausaufgaben in der Verantwortung der entsprechenden Lehrpersonen.

Im Kontext des kumulativen Kompetenzerwerbs nach Lehrplan erscheinen Hausaufgaben sinnvoll, denn „bedeutsame fachliche und überfachliche Kompetenzen lassen sich nicht kurzfristig in einer einzelnen Unterrichtseinheit erwerben“ (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017, Lern- und Unterrichtsverständnis).

## 2.2 Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand

Gemäss Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21 im Modul zu Medien und Informatik (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017) lassen sich die Informatikkompetenzen drei Bereichen zuordnen: Datenstrukturen, Algorithmen und Informatiksysteme. In der linken Spalte der Tabelle 1 sind diese drei Kompetenzbereiche und die jeweils entsprechende Nummer des Zürcher Lehrplans aufgeführt. In der Spalte rechts ist jeweils die Kompetenz beschrieben. Das grundsätzliche Ziel des Informatikunterrichts ist es, dass die Lernenden die „Grundkonzepte der Informatik verstehen und zur Problemlösung einsetzen“ (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017, Medien und Informatik - Bedeutung und Zielsetzung).

Kompetenzbereich	Kompetenz
<b>MI.2.1</b> <b>Datenstrukturen</b>	Die Schülerinnen und Schüler können Daten aus ihrer Umwelt darstellen, strukturieren und auswerten.
<b>MI.2.2</b> <b>Algorithmen</b>	Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.
<b>MI.2.3</b> <b>Informatiksysteme</b>	Die Schülerinnen und Schüler verstehen Aufbau und Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen und können Konzepte der sicheren Datenverarbeitung anwenden.

*Tabelle 1: Informatikkompetenzen in Anlehnung an den Zürcher Lehrplan (eigene Darstellung)*

Dem Programmieren wird der Kompetenz MI.2.2 zugeordnet. Durch die Abbildung 3 wird verdeutlicht, dass der Aufbau dieser Kompetenz über die drei Zyklen im Rahmen von einzelnen Kompetenzstufen erfolgen soll. Die einzelnen Kompetenzstufen für den Zyklus 2 (Zielgruppe dieser Arbeit) werden im blauen Bereich erfasst, wobei die Stufen (b-f) nicht als Zuordnung für die Klasse oder das Alter dienen, sondern den angestrebten Kompetenzaufbau verdeutlichen sollen.

		Querverweise		
<p><b>2. Die Schülerinnen und Schüler können einfache Problemstellungen analysieren, mögliche Lösungsverfahren beschreiben und in Programmen umsetzen.</b></p> <p><i>Algorithmen</i> Die Schülerinnen und Schüler ...</p>				
MI.2.2				
<p><b>1</b></p> <p>○</p> <p><b>2</b></p> <p>○</p>	a	» können formale Anleitungen erkennen und ihnen folgen (z.B. Koch- und Backrezepte, Spiel- und Bastelanleitungen, Tanzchoreographien).		
		b	» können durch Probieren Lösungswege für einfache Problemstellungen suchen und auf Korrektheit prüfen (z.B. einen Weg suchen, eine Spielstrategie entwickeln). Sie können verschiedene Lösungswege vergleichen.	
		c	» können Abläufe mit Schleifen und Verzweigungen aus ihrer Umwelt erkennen, beschreiben und strukturiert darstellen (z.B. mittels Flussdiagrammen).	
		d	» können einfache Abläufe mit Schleifen, bedingten Anweisungen und Parametern lesen und manuell ausführen.	
		e	» verstehen, dass ein Computer nur vordefinierte Anweisungen ausführen kann und dass ein Programm eine Abfolge von solchen Anweisungen ist.	
		f	» können Programme mit Schleifen, bedingten Anweisungen und Parametern schreiben und testen.	MI - Produktion und Präsentation MA.2.C.2.g
<p><b>3</b></p> <p>○</p>	g	» können selbstentdeckte Lösungswege für einfache Probleme in Form von lauffähigen und korrekten Computerprogrammen mit Schleifen, bedingten Anweisungen und Parametern formulieren.		
	h	» können selbstentwickelte Algorithmen in Form von lauffähigen und korrekten Computerprogrammen mit Variablen und Unterprogrammen formulieren.		
	i	» können verschiedene Algorithmen zur Lösung desselben Problems vergleichen und beurteilen (z.B. lineare und binäre Suche, Sortierverfahren).		

Abbildung 3: Informatikkompetenz MI.2.2 nach Zürcher Lehrplan (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017, Medien und Informatik - Kompetenzaufbau)

Programmieren als Unterrichtsgegenstand wird nebst den Beschreibungen zum Kompetenzaufbau im Lehrplan auch in den didaktischen Hinweisen zur Informatik (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017) umschrieben:

Beim Programmieren werden Prozesse und Abläufe in eine Sprache übersetzt, die der Rechner versteht und so eine automatisierte Verarbeitung von Daten erlaubt. Verschiedene Grundkonzepte der Informatik können dabei auch ohne Computereinsatz vermittelt werden. Im Informatikunterricht hat das selbstständige Entdecken einen ebenso grossen Stellenwert wie die Vermittlung von Wissen und Methoden. Viele Aufgabenstellungen können zuerst durch selbstständiges Experimentieren gelöst werden. Die dabei gesammelten Erfahrungen führen zum Entdecken allgemeiner Lösungsstrategien. Diese werden beim Programmieren für weitere Aufgabenstellungen auf korrekte Funktionalität getestet und bei Bedarf verbessert. Der Prozess von der Aufgabenstellung bis zum fertigen Produkt soll mit einem möglichst hohen Grad an Selbstständigkeit durchgeführt werden. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler auch, die Programmiersprache durch selber entwickelte Funktionen und Prozeduren zu ergänzen mit dem Ziel, die Kommunikation mit dem Rechner zu vereinfachen und eigene kreative Vorstellungen umzusetzen.

Im Unterricht zu Programmieren spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Es soll Wissen zu Grundkonzepten vermittelt werden, die Lernenden sollen durch eigene Erfahrungen und entsprechenden Reflexionen zu Erkenntnissen gelangen und es wird erwartet, dass Lernende auch selbstständig informatische Artefakte testen, verbessern und kreieren. Die Anforderungen an den Unterricht sind divers und komplex. Um das Ganze durch Modelle zu verdeutlichen wird im Kapitel 2.5 auf die Entwicklungsschritte von informatischen Artefakten eingegangen und nachfolgend ein Orientierungsmodell für die Bereiche der Programmierkompetenz vorgestellt.

### **Orientierungsmodell für die Programmierkompetenz**

Ammann (2009) beschreibt, dass sich die Kulturtechnik Medienkompetenz durch Medienwissen, -nutzung und -reflexion erfassen lässt: Medienwissen, also medienkundliches Orientierungswissen zu Begriffen und grundlegenden Konzepten, ist die Basis, um sich überhaupt kritisch mit Medien und somit mit deren Funktionen und Wirkungen auseinandersetzen zu können. Kompetente Mediennutzung, also rezeptives und eigenproduktives Medienhandeln, ist „eine Erweiterung der Alphabetisierung und verschmilzt mit den Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen“ (Ammann, 2009, S. 9). Die Bedeutung von Medien wird im Rahmen der Medienreflexion erarbeitet und

damit Aspekten wie Gefahren, Potential, persönliche Gewohnheiten, Einfluss, Motive der verschiedenen Medienakteuren et cetera nachgegangen. Das Konzept von Ammann wird nun auf den Fachbereich „Informatik“ respektive auf das Programmieren übertragen, sodass, wie in der Abbildung 4 dargestellt, eine Orientierung im Rahmen von Wissen, Nutzung und Reflexion entsteht. Im Bereich des Wissens werden Kenntnisse zu Begriffen und Konzepten erarbeitet. Bei der Nutzung werden informatische Artefakte analysiert, modifiziert oder kreiert und im Rahmen der Reflexion steht das Nachdenken über das eigene Wissen und die eigene Nutzung sowie die Wirkung auf die Umwelt im Zentrum.

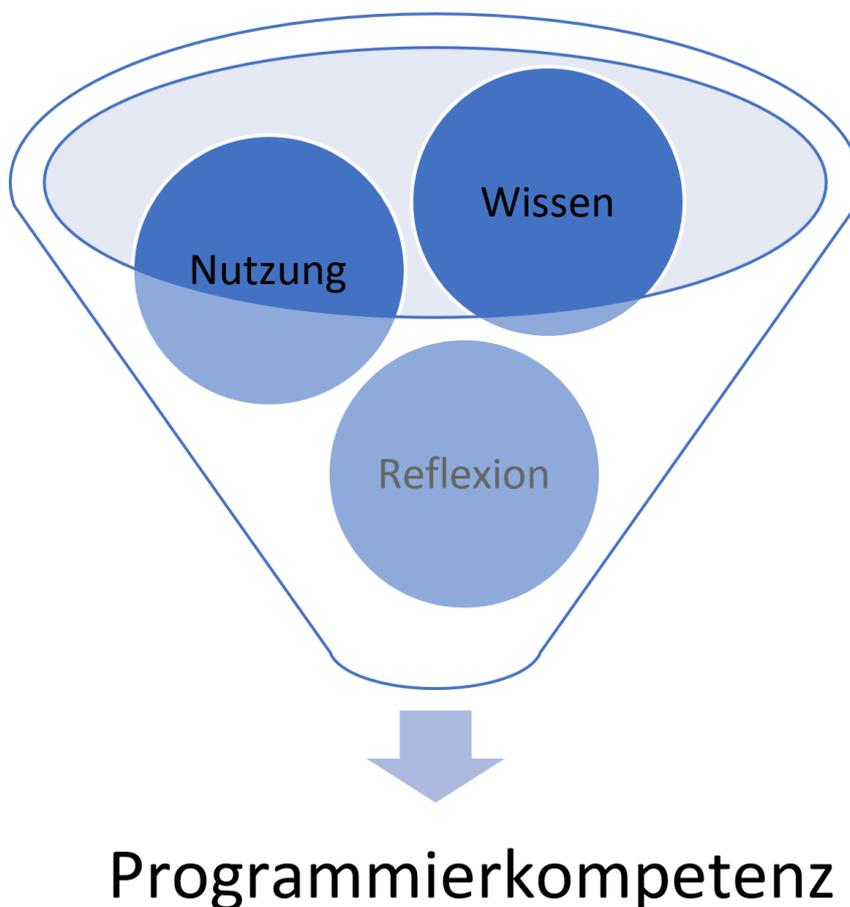


Abbildung 4: Aspekte der Programmierkompetenz in Anlehnung an Ammann (2009) (eigene Darstellung)

## 2.3 Computational Thinking

Der Begriff des Computational Thinking (kurz CT) geht auf Computerpionier Alan Perlis (50er-Jahre) zurück. CT wurde erstmals wissenschaftlich von Papert (1980) und Wing (2006) verwendet und beschreibt übersetzt mit „informatischem Denken“ im Kontext digitaler Bildung die Fähigkeit, wie ein Informatiker zu denken – im Gegensatz dazu also nicht, wie ein Computer zu denken, denn Computer „denken nicht“ im klassischen Sinne. Vielmehr geht es darum, Probleme und Herausforderungen aus der echten Welt in einen Denkstil, eine Logik und Formulierung zu übersetzen, die es ermöglicht, diese mit digitalen Maschinen abzubilden und schlussendlich zu lösen. Es geht jedoch nicht um das Programmieren, sondern um das Konzeptualisieren. Es umfasst in der Studie ICILS (Eickelmann et al., 2019) die Kompetenzen

- a) Probleme konzeptualisieren, und zwar mit den Teilkomponenten „Über Wissen und Verständnis von digitalen Systemen verfügen“, „Probleme formulieren und analysieren“ sowie „Relevante Daten erheben und repräsentieren“.
- b) Lösungen operationalisieren, und zwar mit den Teilkomponenten „Lösungen planen und bewerten“ und „Algorithmen, Programme und Schnittstellen entwickeln“.

Diese Kompetenzen werden im Rahmen von ICILS 2018 als individuelle Fähigkeiten einer Person zusammengefasst, „Aspekte realweltlicher Probleme zu identifizieren, die für eine [informatische] Modellierung geeignet sind, algorithmische Lösungen für diese (Teil-)Probleme zu bewerten und selbst so zu entwickeln, dass diese Lösungen mit einem Computer operationalisiert werden können“ (Eickelmann et al., 2019, S. 11).

Auch die Charakterisierung des Computational Thinking in Form dreier Schritte als iterativer Prozess wird häufig verwendet (Repenning, 2016). Sie umfassen Abstraktion (Was muss der Computer tun? Wie lässt sich ein Problem in Teilschritte zerlegen?), Automatisierung (Welche Arbeitsschritte werden dem Computer vorgegeben) und Analyse (Geht der Computer richtig vor?). Wing (2006) ruft Computational Thinking als wichtige Basiskompetenz für alle Menschen aus. Die Denkart werde in Zukunft immer wichtiger, um komplexe Probleme zu verstehen und zu lösen, die im Detail nur mit Unterstützung von digitalen Maschinen gelöst werden können.

## 2.4 Cognitive Load Theory

Lernprozesse hängen nach Petko (2020) von der Fähigkeit der Informationsverarbeitung ab. Die kognitive Kapazität ist jedoch begrenzt. Wird die Kapazitätsgrenze erreicht, setzt die Ermüdung ein. Petko bezieht sich damit auf die Grundlage der „Cognitive Load Theory“ (Miller, 1956; Sweller, 1988, 1991; Schnotz & Kürschner, 2007), nach welcher sich intrinsische, extrinsische und lernrelevante kognitive Belastungen unterscheiden lassen. Diese drei wesentlichen Arten der kognitiven Belastung werden nachfolgend genauer beschrieben.

### 2.4.1 *Intrinsische kognitive Belastung beziehungsweise „Intrinsic Load“*

Der Lerngegenstand und dessen Komplexität sind für die intrinsische kognitive Belastung verantwortlich. Um den Lerngegenstand zu erfassen und die entsprechenden Inhalte zu verarbeiten, muss Energie aufgewendet werden. Für einfache Aufgaben ist weniger kognitive Kapazität nötig als für schwere. Ob eine Aufgabe einfach oder schwer ist, kann nicht pauschal deklariert werden, da Abhängigkeiten hinsichtlich der Komplexität der Aufgabe, den Hilfestellungen und dem Leistungsvermögen des Individuums bestehen.

### 2.4.2 *Extrinsische kognitive Belastung beziehungsweise „Extraneous Load“*

Externe Einflüsse lenken von der eigentlichen Lernarbeit ab. So entsteht Belastung beispielsweise durch eine Flut an Informationen, durch technische Hemmnisse wie schlechte Internetverbindung, durch für die Bedienung komplizierte Software oder auch durch Umgebungslärm.

### 2.4.3 *Lernrelevante kognitive Belastung beziehungsweise „Germane Load“*

Um alte kognitive Strukturen anzupassen oder neue aufzubauen, ist Anstrengung nötig und die kognitive Kapazität wird dadurch beansprucht. Auch hier kann der Aufwand nicht pauschalisiert werden, da dieser von Person zu Person unterschiedlich ist und auch wieder von Hilfestellungen abhängen.

### 2.4.4 *Implikationen für Lernprozesse*

Konkret auf eine Lernsituation bezogen kann daraus abgeleitet werden, dass die eigentliche Schwierigkeit einer Aufgabe eine intrinsische Belastung darstellt, während formale Eigenschaften der Aufgabe wie die Aufgabengestaltung, die Art der Einbettung

in Unterricht oder Hausaufgaben, und der empfohlene Lösungsansatz eine extrinsische Belastung der Lernenden sind. Sobald die Summe aus beiden „Loads“ einen individuellen Grenzwert übersteigt, ist die Aufgabe nicht mehr lösbar.

Eine Aufgabe ist dann schwer (und nicht überladen), wenn verschiedene Informationen nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können und daher simultan verarbeitet werden müssen (Sweller et al., 2011). Auch die Anzahl der Lösungsschritte, die die am wenigsten erfahrenen Lernenden zur Lösung einer Aufgabe benötigen (ein wichtiger Aspekt bei der Binnendifferenzierung), führen zu einer intrinsischen Belastung (Johnstone & El-banna, 1986). Das Komplexitätsniveau einer Aufgabe erhöht die „intrinsic load“ weiter, was in einer Studie zum Physikunterricht untersucht wurde (Kauertz, 2008). Damit also nicht – immer gleiche - formale Aspekte eine Aufgabe derart „erschweren“, dass das Arbeitsgedächtnis rein durch Randerscheinungen zur Erschöpfung belastet wird, sondern die tatsächliche Schwierigkeit der Aufgabe und die Essenz, das „zu Lernende“ das differenzienbildende Element gemäss dem Lernziel für die Lernenden in Aufgaben wird, sollten diese intrinsischen Load generierenden Aspekte berücksichtigt werden (Jaeger et al., 2017).

Um die Lernprozesse optimal zu gestalten, müssen die oben beschriebenen kognitiven Belastungen bedacht und gesteuert werden.

## **2.5 Use-Modify-Create-Modell**

Basierend auf dem Ziel, Computational Thinking als Lernziel an Schulen effizienter und effektiver zu erreichen, haben Lee et al. (2011) das Use-Modify-Create-Framework (UMC) entwickelt (siehe Abbildung 5). Dieses dreistufige Modell zielt darauf ab, das Engagement von Lernenden zu erhöhen und den Lerngegenstand erfahrungsbasiert nach und nach kennen zu lernen. Dabei nähern sich die Studierenden dem Lerngegenstand, indem sie erst einmal vollständig gelöste Arrangements nutzen und deren Wert für das Lehren und Lernen reflektieren, anschließend Bestehendes modifizieren und den Lerngegenstand damit zum eigenen machen. Im letzten Schritt ist dann ein Lösen von Aufgaben möglich, die eine kreative Eigenleistung ansteuern und keine vorgegebene Lösung oder Teile davon bereits enthalten.

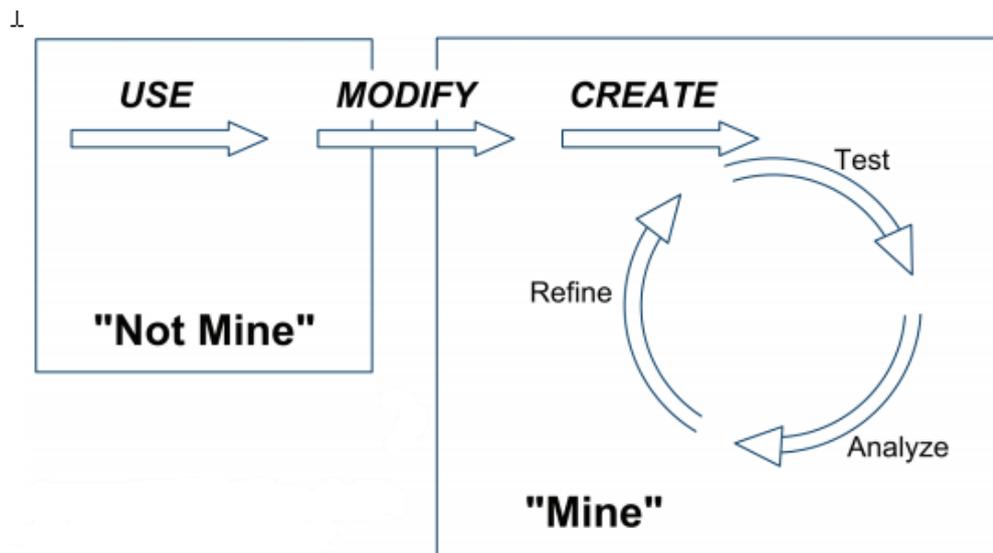


Abbildung 5: Use-Modify-Create Learning Progression nach Lee et al. (2011)

Als zwei bedeutende Studien im Bereich Informatikdidaktik untersuchten Lee et al. (2011) sowie Sentance und Waite (2017), wie sich Lernende entwickeln, wenn es darum geht, selbständiges Programmieren zu lernen. Lee et al. (2011) stellen fest, dass ihr eigens entwickeltes Use-Modify-Create-Lehrkonzept einen hohen Lerngewinn erzielte, in dem die Lernenden beim Programmieren zuerst mit bereits bestehenden Programmen arbeiteten und diese dann Schritt für Schritt abänderten, bis sie schlussendlich gänzlich eigene Programme „from scratch“ erstellten. Als weiterer Schritt stellten Lee et al. (2011) das iterative Testen, Analysieren und Weiterentwickeln dar. Reponing und Ioannidou (2008) ergänzen, dass Lernende mit dem UMC eine Wahrnehmung des kognitiven Flows (Csikszentmihalyi, 1990) erlebten, während sie sich iterativ durch eine Anzahl Projekte arbeiteten, also dass ein als beglückend erlebtes Gefühl eines mentalen Zustandes völliger Vertiefung und restlosen Aufgehens in einer Tätigkeit einstellte. Ein bei professionellen Programmierern oft festgestelltes Phänomen.

In der Studie von Sentance und Waite (2017) wurde das Use-Modify-Create-Lehrkonzept weiterentwickelt und ergänzt, dies mit dem PRIMM-Framework. PRIMM ist ein Akronym und steht für „Predict, Run, Investigate, Modify und Make“ (vorhersagen, ausführen, untersuchen, ändern, machen). Der Schritt „Predict“ meint die Voraussage und Zusammenfassung, was ein ausgeführtes Programm machen wird. Der Schritt „Run“ dient dazu, Programme auszuführen, um eine Voraussage zu überprüfen. Der Schritt

„Investigate“ meint das Erklären, Verfolgen, Kommentieren, Debuggen von bestehenden Programmen. Der Schritt „Modify“ richtet sich darauf aus, bestehende Programme zu modifizieren, um deren Funktion zu ändern. Der Schritt „Make“ schliesslich dient dazu, neue Programme erstellen. Predict, Run und Investigate stellen eine Differenzierung des „Use“-Schritts im UMC dar, wobei die beiden weiteren Schritte deckungsgleich sind.

In einer Vergleichsstudie wurde zwischen dem UMC und einer Kontrollgruppe mit einem Ansatz des klassischen Lernens mit Zielen des Computational Thinking verglichen (Lytle et al., 2019). Als Ergebnis konnte bestätigt werden, dass das UMC Studierenden ermöglichte, auf natürliche Weise Lernfortschritte mit Inhalten des Computational Thinking zu erzielen und die Programme besser zu verstehen, sie besser zu durchdringen und intellektuell zu ihren eigenen zu machen. Zudem befanden Lehrpersonen, der UMC-Ansatz sei einfacher zu unterrichten, und fördere das Engagement und die Explorationsfähigkeit der Lernenden, während die Lehrpersonen mit dem klassischen Ansatz mehr inhaltliche und motivationale Unterstützung für die Lernenden anbieten mussten.

Geldreich et al. (2019) haben auf Basis des Use-Modify-Create eine Zusammenfassung von dafür geeigneten Aufgabentypen entwickelt, die auf einer Arbeit von Ruf et al. (2015) beruhen und nach Schülerhandlungen (z.B. Code testen) und der Art der Darstellung der vorgegebenen Informationen (z.B. Text, Bilder, etc.) geordnet sind.

#### **USE:**

- Programme nachbauen (Code zu Code). Beispiel: Mit einer Anleitung ein Programm nachprogrammieren.
- Blöcke erkunden (Code zu Text). Beispiel: Notieren, welche Funktion die einzelnen Blöcke haben. Dies eignet sich bei der Einführung von unbekanntem Blöcken.
- Programme lesen (Code zu Text). Beispiel: Kann zunächst auch von einem Blatt statt am Computer gelesen werden. Die Ausführung des Programms dient dazu, Vermutungen zu überprüfen.
- Programme lesen und Fehler finden (Code zu Code). Beispiel: Fehler im Programm werden gesucht und markiert.

- Programme testen (Code zu Text). Beispiel: Testen, ob bei der Ausführung des Programms das eintrifft, was erwartet wurde. Auch Randfälle (Eingabe von 0 oder unerwartete Werte und Datentypen) sollen getestet werden, da diese zu fehlerhaften Ausführungen der Programme führen können.

#### **MODIFY:**

- Programme debuggen (Code zu Text und Code). Beispiel: Fehler werden gesucht und das Programm korrigiert.
- Programme erweitern (Code zu Text und Code). Beispiel: Ausnahmen werden getestet und das Programm optimiert, so dass es in jedem Fall ausgeführt wird.

#### **CREATE:**

- Programmieren nach bildlichen Vorgaben (Bild zu Code). Beispiel: Das Produkt soll nach einer Bildergeschichte nachprogrammiert werden.
- Programmieren nach Vorgaben als Video (Video zu Code). Beispiel: Das Endprodukt wird als Video präsentiert. Die Lernenden überlegen sich, wie sie die Vorgaben erfüllen können und erstellen das Programm dazu (siehe Scratch-Challenges).
- Programmieren nach textlichen Vorgaben (Text zu Code). Beispiel: Die Lernenden programmieren nach einer Vorgabe als Text. Hier können gewisse Ziele als Bonus-Ziele bezeichnet werden.
- Programmieren eigener Ideen nach textlichen Vorgaben (Text zu Code). Beispiel: Eine Grundidee wird vorgegeben, welche mit individuellen Umsetzungen erreicht werden kann.

## **2.6 Zeitpunkt von Hausaufgaben**

Wie im Kapitel 2.1 im Rahmen des IDES-Dossiers (EDK, 2018) beschrieben, werden Hausaufgaben als eine Fortsetzung des Unterrichts betrachtet, um das im Unterricht Gelernte zu festigen. Diese Darlegung kann so verstanden werden, dass ein Lerngegenstand zuerst im Unterricht eröffnet und anschliessend mittels Hausaufgaben vertieft wird. Nicht angesprochen wird dadurch, dass Hausaufgaben zeitlich auch vor dem Unterricht stattfinden können. Um diese Sichtweise ebenfalls zu berücksichtigen werden Hausaufgaben in der Abbildung 6 derart erfasst, dass sie zeitlich vor und nach dem Präsenz-Unterricht im Klassenverband angesiedelt werden können.

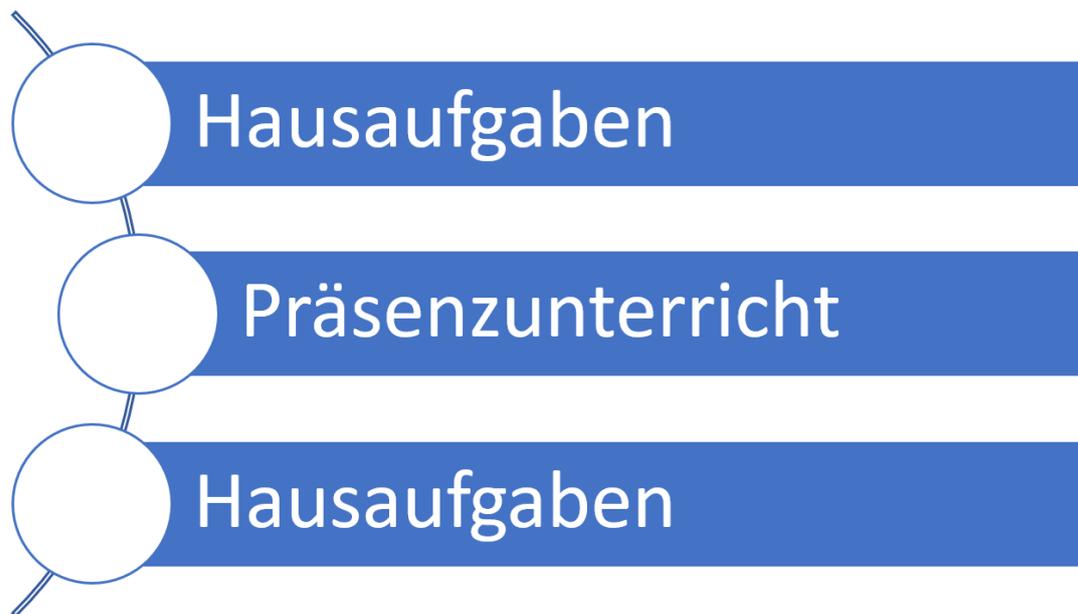


Abbildung 6: Zeitliche Einordnung von Hausaufgaben (eigene Darstellung)

### 2.6.1 **Hausaufgaben als Nachbereitung**

Nach Grasedieck (2008) werden bei Hausaufgaben als Fortsetzung des erfolgten Unterrichts Lerninhalte geübt, eingeprägt, wiederholt, zusammengefasst oder übertragen (Transfer). Es darf davon ausgegangen werden, dass in der Praxis Hausaufgaben traditionellerweise mehrheitlich als Nachbereitung des Unterrichts erfolgen.

### 2.6.2 **Hausaufgaben als Vorbereitung**

Die oben als etablierte Praxis kann mit dem Konzept des „Flipped Classroom“ erweitert werden: Der Unterricht wird umgedreht, womit Hausaufgaben vor dem Präsenzunterricht bearbeitet werden. Die Lernenden bereiten sich mit verschiedenen Aufgabenstellungen auf eine Präsenzveranstaltung vor. Gemäss Grasedieck (2008) wird der Lerngegenstand hierbei erkundet, beobachtet und erkundet und die Lernenden informieren sich über verschiedene inhaltliche Aspekte. Da dieses Konzept in der Praxis der obligatorischen Schule als wenig etabliert betrachtet wird, werden nachfolgend einige Aspekte zusätzlich beleuchtet.

#### **Konzept „Flipped Classroom“**

Lage et al. (2000) bezeichnen „Flipped Classroom“ als „Inverted Classroom“, Novak (2011) als „Just-in-time teaching“ oder Davis (2013) als „Inverted Learning“. In diesem Bericht wird die Bezeichnung „Flipped Classroom“ (FC) verwendet.

Nach Werner et al. (2018) ist das Konzept von FC einfach: Während im klassischen Unterrichtssetting die Lehrperson die Lernenden während des Präsenzunterrichts durch einen Input ins Themengebiet einführt und der Unterricht in der Nachbereitung durch Hausaufgaben fortgesetzt wird, erfolgen beim FC die Hausaufgaben bereits vor dem Präsenzunterricht. Der Input zur Wissensvermittlung wird in die Vorbereitung verlagert, dies mit verschiedenen Aufgabenstellungen. Lernvideos spielen dabei oft eine wichtige Rolle, es können aber auch Podcasts, schriftliche Aufgabenstellungen und andere Materialien zum Einsatz kommen. Die Lernenden eignen sich inhaltliche Grundlagen an und im Präsenzunterricht werden diese mit Gesprächen, Übungen und Reflexionen vertieft (Ebel, 2018). In diesem Zusammenhang steht bei Hausaufgaben nicht das Üben wie im klassischen Unterrichtssetting im Zentrum, sondern die Phasen „Ankommen“, „Vorwissen aktivieren“ und „Information“ gemäss AVIVA-Modell (Städli et al., 2010) werden berücksichtigt. Das Üben ist Teil der Phase „Verarbeitung“ und findet im Präsenzunterricht statt. In Anlehnung an das PADUA-Modell (Aebli, 2019) werden die Phasen „Problemstellung“ und „Aufbauen“ beim FC in die Vorbereitung verlegt; „Durcharbeiten“, „Üben“ und „Anwenden“ finden im Präsenzunterricht statt. Die beiden Modelle AVIVA und PADUA werden im Kapitel 2.11 genauer beschrieben.

Es erscheint wichtig zu erwähnen, dass in diesem Konzept die individuelle Nachbereitung des Unterrichts nicht ausgeschlossen oder ersetzt wird, vielmehr werden die klassischen Phasen Präsenzunterricht und Nachbereitung durch die Vorbereitung ergänzt.

### **Verbreitung und Eignung von FC**

FC wurde in naturwissenschaftlichen und mathematischen Bereichen an Universitäten mehrfach erprobt und als effektives Lehrkonzept eingestuft (Becker, 2020). Loizou und Lee (2020) äussern, dass FC vor allem in höheren Bildungstufen fokussiert wird und dass das Konzept in der Primarstufe wegen geringen Selbstregulierungskompetenzen der Lernenden selten zum Einsatz kommt und daher auch wenig Untersuchungsergebnisse vorliegen. Fautsch (2015) beschreibt im Rahmen einer Untersuchung zu FC in Organischer Chemie im College das Hauptproblem, dass im klassischen Präsenzunterricht meist nicht genug Zeit bleibt, um einerseits begriffliche und konzeptionelle Grundlagen zu schaffen sowie andererseits Mechanismen zu erproben und Synthesen zu generieren. Eine Vergleichsstudie zwischen FC und non-FC zeigt eine grundsätzliche Eignung von FC für Organische Chemie im College auf. Zum gleichen Schluss

gelangen auch Bhagat et al. (2016) durch eine Vergleichsstudie zwischen den beiden Settings für das Fach Mathematik in der High School. Becker (2020) vertritt die Ansicht, dass sich das Konzept des FC nicht nur für naturwissenschaftliche und mathematische Fächer eignet, sondern auch für den Deutschunterricht. Die grundsätzliche Eignung für Sprachfächer beschreibt Wilcox (2014) im Rahmen einer Studie in einen Kurs im Studienfach Englisch (ENG 291).

### **Wirksamkeit von FC**

Wilcox (2014) dokumentiert für einen Kurs im Studienfach Englisch (ENG 291), dass FC im Vergleich zum klassischen Lernsetting keine signifikanten positiven oder negativen Effekte in Bezug auf die intendierten Lernergebnisse („learning outcomes“) zeigt. Trotz des nicht signifikanten Effekts auf die Lernergebnisse ist nach Wilcox (2014) weiterführend zu berücksichtigen, dass gemäss einer Umfrage in dieser Studie eine Mehrheit der Studierenden FC gegenüber dem klassischen Unterrichtssetting bevorzugen. Über diese positive Einstellung gegenüber FC berichtet auch Fautch (2015) für Organische Chemie im College. Sie führt diese positive Haltung unter anderem darauf zurück, dass die Lernenden bei ihrer Nachbereitung der Veranstaltung wegen der vertieften Auseinandersetzung im Präsenzunterricht das Gefühl hatten, dass sie die wesentlichen Aspekte des Themas verstanden hatten. Die vertiefte Auseinandersetzung im Präsenzunterricht konnte stattfinden, weil die Lernenden in dieser Phase bereits über in der Vorbereitung erarbeitetes Grundlagenwissen zum Lerngegenstand verfügten. Hinsichtlich der Effekte des FC auf die Lernergebnisse in Form von Noten legt Fautch (2015) für Organische Chemie im College dar, dass diese vergleichbar oder sogar besser waren als bei traditionellem Unterricht, wobei insbesondere schwächere Lernende vom FC zu profitieren schienen. Von diesem Effekt auf die Lernleistung berichten auch Bhagat et al. (2016). Sie beschreiben einen durchschnittlich positiven Effekt des FC auf die Lernleistung im Mathematikunterricht in der High School, wobei die stärkeren und durchschnittlichen Leistungsträger der beiden Gruppen (FC / non-FC) vergleichbare Ergebnisse lieferten. Die schwächeren Lernenden hingegen zeigten im FC bessere Leistungen als jene im non-FC. Bhagat et al. (2016) schliessen daraus, dass FC besonders für schwächere Lernende einen enormen Mehrwert bietet. In Bezug auf Motivation und Selbstwirksamkeit schildern Bhagat et al. (2016) ähnliches wie Wilcox (2014) und Fautch (2015): Eine Mehrheit der Lernenden hat eine positive Haltung gegenüber FC.

## 2.7 Umfang von Hausaufgaben

Ein wesentlicher Faktor für die Definition des Hausaufgabenumfangs ist die Dauer für die Bearbeitung der Aufgaben. Um wie im Kapitel 2.1 bei den Ausführungen zum IDESS-Dossier (EDK, 2018) beschrieben, eine Überforderung zu verhindern, ist unter anderem zu berücksichtigen, wie lange die Lernenden überhaupt konzentriert an einer Aufgabe arbeiten können. Ehrhardt (1975) geht in seinem Aufsatz zu Konzentrationsstörungen bei Schulkindern der Frage nach, wie lange Kinder konzentriert einer Tätigkeit nachgehen können. Ehrhardt (1975) beschreibt, dass die Konzentrationsdauer von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise Alter, Motivation, situative Einbettung und von der Art der Tätigkeit abhängt. Aus diesem Grund lässt sich nicht eindeutig festlegen, wie lange sich Kinder konzentrieren können, und dennoch bestehen für definierte Altersgruppen bestimmte Erfahrungswerte unter günstigsten Bedingungen. Ehrhardt (1975) hält fest, dass in Bezug auf die Konzentrationsspanne bei Schulanfängern von zirka zehn, bei zehnjährigen Kindern von etwa zwanzig und bei Vorpubertierenden von ungefähr dreissig Minuten ausgegangen werden darf. Ehrhardt (1975) beschreibt weiter, dass auch bei Erwachsenen nach rund dreissig Minuten des fokussierten Arbeitens die Konzentration meist nachlässt. Es lässt sich ableiten, dass die Konzentration unter anderem von der kognitiven Belastung abhängt. Aspekte zur kognitiven Belastung werden im Kapitel 2.4 aufgezeigt. Ehrhardt (1975) rät, der nachlassenden Aufmerksamkeit kurzfristig nachzugeben und nicht zu versuchen, die Spannung aufrecht zu erhalten.

Eine weitere relevante Position zum Umfang von Hausaufgaben wird von Niggli und Moroni (2009, S.13) vertreten: „Geben Sie lieber oft als viel“. Damit weisen Niggli und Moroni (2009) darauf hin, dass es für ein Fach wirksamer ist, wenn Lernende regelmässig zusätzliche Lerngelegenheiten in Form von Hausaufgaben erhalten, als wenn sie nur gelegentlich selbstständig zuhause lernen. Hausaufgaben sollen also regelmässig stattfinden, wobei nicht pauschal beziffert werden kann, was „regelmässig“ genau bedeutet. Hausaufgaben sollen nicht nur oft, sondern auch massvoll erfolgen, denn zu umfangreiche Hausaufgaben bewirken nicht eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen, sondern eher das Gegenteil. Niggli und Moroni (2009) betonen in diesem Zusammenhang, dass sich Lehrpersonen unbedingt im Kollegium absprechen sollen, um die Menge an Hausaufgaben für die Lernenden zu koordinieren.

## 2.8 Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson

Generell wurde in der Hausaufgabenforschung wenig Aufmerksamkeit auf die Rolle der Kontrolle und Korrektur durch die Lehrperson gelegt (Trautwein & Koller, 2003).

Trautwein et al. (2001) zeigten, dass Hausaufgaben den Lernerfolg erhöhen, indem sie bei ansonsten gleichen Bedingungen zusätzliche Lernzeit ermöglichen. Sie streichen auch heraus, dass häufige Hausaufgaben einen positiven Effekt auf die Leistungsentwicklung aufweisen, eine grosse Hausaufgabenmenge aber einen negativen Effekt ausübt. Hier spielt vermutlich die moderierende Variable der Lernmotivation eine Rolle. Als wichtigste Erkenntnis in Bezug auf die Betreuung und Verantwortung der Lehrperson stellten sie fest, dass eine blosser Kontrolle des „Arbeitens an den Hausaufgaben“ durch Eltern oder Lehrpersonen keinen Einfluss auf die Leistungsentwicklung aufweist, jedoch eine Lösungskontrolle (also ein Aufarbeiten, Korrigieren und Verbessern der Hausaufgaben) stark positiv wirkt.

Walberg et al. (1985) sprechen sich für eine intensive Kontrolle und Bewertung der Hausaufgaben aus: „Homework benefits achievement and attitudes, especially if it is commented upon or graded“ (S. 76). Auch Elawar und Corno (1985) stellten fest, dass Lernende mehr Lerngewinn aus Hausaufgaben und eine bessere Arbeitshaltung erzielen konnten, wenn Lehrpersonen in der Experimentalgruppe eine spezifische Form von Feedback zu den Hausaufgaben gegeben hatten. Eine Leistungsverbesserung fand bemerkenswerterweise unabhängig des Leistungsniveaus, also auf allen Leistungsstufen, statt. Die Studie zeigt somit das Potenzial eines engagierten Feedbacks seitens der Lehrpersonen auf Hausarbeiten. Auch die Ergebnisse der BIQUA-Studie (Lipowsky et al., 2004) zeigen die Bedeutung einer inhaltlichen Hausaufgabenkontrolle durch die Lehrperson für die Leistungsentwicklung auf. Ledergerber (2015) betont zudem, dass die Lehrer-Schüler-Beziehung bei Aufgabenbesprechungen durch das aufmerksame Eingehen auf die Lösungsvorschläge der Lernenden gestärkt wird. Eine weitere Implikation ist die Möglichkeit der Diagnostik und Sammeln wertvoller Hinweise für die Förderplanung sowohl durch die Lehrperson als auch durch Heilpädagogen bei der gemeinsamen Analyse und detaillierten Sichtung der Lösungsvorschläge der individuellen Lernenden.

## 2.9 Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation)

Im Sinne der Cognitive Load Theorie sollten Hausaufgaben in der medialen Präsentation, der äusseren und inneren Gestaltung so beschaffen sein, dass diese eine möglichst kleine Belastung für das Arbeitsgedächtnisses auf Grund von Rahmenkonstrukten aufweisen, die für das eigentliche Lernziel nicht wesentlich sind. Für die visuelle Gestaltung von Hausaufgaben gelten Usability- und Ergonomie-Kriterien, die pädagogische Implikationen in den Bereichen enthalten. Petko (2020) nennt dazu sogenannte Mediendidaktische Möglichkeiten: Motivieren, Informationsverarbeitung, Aktivieren und Förderung der Kompetenzen. Daraus ergeben sich Kriterien, die die Informationsverarbeitung unterstützen. Das Redundanzprinzip geht auf Mayer (2014) zurück und fordert, dass redundante, ablenkende und/oder unnötige Informationen weggelassen werden (auch hier besteht ein Bezug zur Cognitive Load Theorie). Das Modalitätsprinzip (Mayer, 2014) geht in die gleiche Richtung und fordert, dass vermieden wird, Informationen auf zwei Kanälen gleichzeitig darzubieten (z.B. Text und Bild). Das Signalisierungsprinzip fordert, dass besonders wichtige Informationen hervorgehoben werden, was auch Van Gog (2014) mit seinen salienzverstärkenden Massnahmen (Fettdruck, mit Abständen in den Raum stellen, ikonografische Umsetzung) beschreibt.

Als Erkenntnis aus der Umfrageforschung gilt auch für die Formulierung von Aufgaben, gleich wie für Fragen in einem Fragebogen, dass die Stimuli eindeutig sein sollten (Porst, 2014). Die Fragen sollten also dahingehend geprüft werden, dass diese von den Lernenden gleich und nicht abweichend – also ohne Verständnisspielraum und Zweideutigkeiten oder unverständliche Fachwörter - verstanden werden.

## 2.10 Scaffolding

Hausaufgaben können so beschaffen sein, dass ein Scaffolding direkt mit den Aufgaben angeboten wird. Schaumburg und Prasse (2019) beschreiben, wie Informationseinheiten zur multiperspektivischen und vertieften Wissenskonstruktion zu Aufgaben hinzugefügt werden können, wobei auch Beispiele zu abstrakten Informationen hilfreich sein können. Die Aufgaben können, auch unter Einbezug des Use-Modify-Create-Ansatzes, so gestaltet sein, dass ein phasenhafter Lernprozess den Lernenden transparent gemacht wird. Petko (2020) empfiehlt als iterativen Prozess die Schritte „Planungshilfen, Experimentieren, Evaluieren, Hypothesen generieren, Schlussfolgern, Überwachen“. Mittels Metakognition können sich Lernende am Gerüst dieser

Schritte orientieren, um sicher und zuverlässiger zu einem Ergebnis zu gelangen. Ähnliche Möglichkeiten zeigen Niegemann und Heidig (2019) auf. Sie schlagen vor, Teilprozesse sichtbar zu machen und zu benennen: Lernziele zu wählen, zu planen und zu überwachen, in dem zum Beispiel die Lernenden dazu angeregt werden, den Lernprozess aktiv zu planen, zu gestalten und zu visualisieren, damit die gestellten Ziele und Zeitvorstellungen in Erinnerung gerufen werden können und sich die Lernenden nicht verlieren. Auch sollte das zu lösende Problem als Aufgabe motivierend und in die Lernwelt der Lernenden verpackt sein, so dass ein Konflikt für die Lernenden ausgelöst wird, mit dessen „Auflösung“ sich die Beschäftigung sinnvoll erscheint, im Sinne der sogenannten „Serious Games“ (Shute, 2011).

## **2.11 Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen**

Hausaufgaben werden als Erweiterung des Unterrichts betrachtet. Aus diesem Grund gelten für die Planung und Reflexion von Hausaufgaben die gleichen Grundregeln wie beim Unterricht selbst. Das Fachdossier zur kompetenzorientierten Unterrichtsplanung (Futter et al., 2018) bietet folglich ein mögliches Rahmenmodell für die kompetenzorientierte Hausaufgabenplanung, deren Phasen nachfolgend in Anlehnung an Futter et al. (2018) erörtert werden.

### **2.11.1 *Kompetenzorientierte Hausaufgabenplanung***

#### **Analysieren**

Die Analyse findet in Bezug auf Voraussetzungen, Kompetenzen und Inhalte statt. Die Analyse der fachlichen und überfachlichen, personalen und sozialen sowie strukturellen Ressourcen der Lernenden soll die Voraussetzungen der Lernenden klären und damit den Ist-Zustand verdeutlichen. In diesem Kontext wird auch die im Kapitel 2.7 erwähnte Absprache im Kollegium getroffen. Im Rahmen der Kompetenzanalyse wird der Lehrplan genauer beleuchtet und der Soll-Zustand definiert. Bei der Analyse des Inhalts erschliesst die Lehrperson die inhaltlichen Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge sowie den didaktischen Kontext des Inhalts. Zudem nimmt die Lehrperson in dieser Phase auch eine didaktisch und fachlich begründete Auswahl der Inhalte vor.

## **Entscheiden**

Im Kontext des Entscheidens legt die Lehrperson die zu erreichenden Lernziele fest. Die Lernziele sollen dem Lehrplan und dem Anforderungsniveau der Lernenden entsprechen sowie für die Lernenden eine Herausforderung darstellen und gleichzeitig auch realistisch sein.

## **Entwerfen**

Um das Hausaufgabensetting zu entwerfen, wird einerseits Bezug auf die vorangehenden Schritte genommen und andererseits definiert, auf welche Weise die Ziele erreicht und überprüft werden sollen. In dieser Phase bieten die im Kapitel 2.6 erwähnten Modelle AVIVA nach Städeli et al. (2010) und PADUA nach Aebli (2019) hilfreiche Strukturen, weil dadurch bestimmt werden kann, in welcher Phase des Lernprozesses sich die Lernenden befinden. Zudem können durch die Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) den beschriebenen Lernphasen passende Aufgabentypen zugeordnet werden. Diese drei allgemeindidaktischen Modelle werden in den Kapiteln 2.11.2 bis 2.11.4 detaillierter beschrieben.

## **Realisieren**

Nachdem die Hausaufgaben entworfen wurden, folgt die Phase der Realisierung. Die Lernenden absolvieren die Hausaufgaben und die Lehrperson übernimmt die Betreuung gemäss den Ausführungen im Kapitel 2.8.

## **Reflektieren**

Nachdem die Hausaufgaben abgeschlossen sind, beleuchtet die Lehrperson kritisch, ob die bisherigen Phasen stimmig oder erfolgreich waren oder nicht. Dabei können mögliche Schwächen aufgedeckt und für kommende Hausaufgaben zur Optimierung vorgemerkt als auch gelungene Aspekte ins fachliche und/oder didaktische Repertoire aufgenommen werden.

### 2.11.2 AVIVA-Modell nach Städeli et al. (2010)

AVIVA ist ein Akronym und steht für „Ankommen, Vorwissen aktivieren, Informieren, Verarbeiten und Auswerten“. Durch das AVIVA-Modell wird beschrieben, welche fünf Phasen Lernende während des Lernprozesses durchlaufen. Nachdem die Lernenden bei einem Thema angekommen sind, begeben sie sich auf die Lernreise, wobei Bestehendes ausgebaut und auch revidiert sowie Neues hinzugefügt wird. Am Schluss des Prozesses werden die Lernfortschritte überprüft, bevor ein neuer Lernprozess angestossen wird. In der Tabelle 2 werden wichtige Eigenschaften des Modells aufgezeigt.

Modell-Bezug	Beschreibung
<b>Ankommen</b>	Sich auf Neues einzulassen, ist die Grundlage des Lernens. Daher ist es enorm wichtig, die Lernenden auf eine Bildungsmaßnahme einzustimmen.
<b>Vorwissen aktivieren</b>	Jede Person hat einen bestimmten Bezug zu einem Thema. Oftmals sind sich die Lernenden jedoch nicht bewusst, dass sie bereits einzelne Aspekte oder die Kernidee eines Themas kennen. Damit eine vorhandene Wissensbasis aktiviert werden kann, muss in einem ersten Schritt oftmals ein Bewusstsein dafür geschaffen werden.
<b>Informieren</b>	In dieser Phase findet das eigentliche Lernen statt. Die vorhandene Wissensbasis wird erweitert oder überarbeitet (es kann sein, dass das bisherige Wissen bestimmten Irrtümern unterliegt).
<b>Verarbeiten</b>	Damit sich das Neue festigen kann, muss es durch Anwendung, Vertiefung und Übung verarbeitet werden.
<b>Auswerten</b>	Durch einen Abgleich des Ist-Zustandes mit dem Soll-Zustand werden die Ziele, das Vorgehen und der Lernerfolg oder die Lernleistung überprüft. Dabei entstehen Informationen für die Lernenden selbst, aber auch für die Lehrpersonen.

Tabelle 2: AVIVA-Modell nach Städeli et al. (2010) (eigene Darstellung)

### 2.11.3 PADUA-Modell nach Aebli (2019)

PADUA ist ein Akronym und steht für „Problemstellung, Aufbau, Durcharbeiten, Ueben und Anwenden“. Wie das AVIVA-Modell nach Städeli et al. (2010) bildet das PADUA-Modell den Lernprozess in fünf Phasen ab. Zuerst müssen die Lernenden erfassen, um was es beim neuen Lerngegenstand geht. Ist dies geschehen, sind sie bereit für den Auf- und Ausbau sowie die Vernetzung der Inhalte des Lerngegenstandes. Bei

einer Anwendung kann schliesslich überprüft werden, wie gut die Lernziele erreicht wurden. Die Tabelle 3 dokumentiert einige Aspekte des Modells.

<b>Modell-Bezug</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Problemstellung</b>	Die Problemstellung konfrontiert die Lernenden mit einer Situation, Frage oder ähnlichem. Dabei werden auch die Präkonzepte der Lernenden angesprochen.
<b>Aufbau</b>	Das Vorwissen der Lernenden wird erweitert und Wissen zu Konzepten, Prozeduren oder Strukturen aufgebaut.
<b>Durcharbeiten</b>	Bei verschiedenen Lernmöglichkeiten wird das Verstehen vertieft und auf eine flexible Anwendung der Kompetenzen hingearbeitet.
<b>Ueben</b>	In dieser Phase spielen Wiederholen, Einprägen und Automatisieren von Faktenwissen im Zentrum, aber es sollen auch sinnvolle Zusammenhänge der Inhalte hergestellt werden können.
<b>Anwenden und Überprüfen</b>	Die Lernenden können im Kontext von offenen Situationen ihre eigenen Kompetenzen unter Beweis stellen, wobei sie selbst entscheiden, welches Wissen wann und wie eingesetzt wird.  Bei einer Überprüfung wird festgestellt, welche Fortschritte die Lernenden gemacht haben, und in Form von Rückmeldungen zu formativen oder summativen Leistungstests formuliert.

*Tabelle 3: PADUA-Modell nach Aebli (2019) (eigene Darstellung)*

In den Grundzügen der beiden Modelle AVIVA (Städli et al., 2010) und PADUA (Aebli, 2019) finden sich einige Gemeinsamkeiten. In beiden Modellen wird davon ausgegangen, dass sich die Lernenden zuerst im Kontext des neuen Themenfeldes orientieren und ihren Bezug dazu klären müssen. Darauf wird Grundlagenwissen erarbeitet, welches anschliessend (in welcher Reihenfolge auch immer) geübt, vertieft und angewendet wird. Am Schluss verweisen beide Modelle darauf, dass ein erfolgreicher Lernprozess mit der Überprüfung des Leistungsstandes abschliesst. In Anlehnung an die didaktischen Hinweise im Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21 im Modul zu Medien und Informatik (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017) ist darauf zu achten, dass die Lernenden während des ganzen Lernprozesses einen Lebensweltbezug herstellen können und dass der Lerngegenstand wenn immer möglich auch spielerisch und handlungsbezogen vermittelt wird.

### 2.11.4 Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014)

Als Planungshilfe bieten die Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) ein Modell, nach welchem Lernaufgaben in eine nach lernpsychologischer Sicht kompetenzfördernde Abfolge gebracht werden. Die Abbildung 7 präsentiert das Prozessmodell für die Lernaufgaben. Start und Schluss des Prozesses ist die Lebenswelt der Lernenden. Während des Prozesses eröffnen verschiedene Aufgabentypen den Lernenden verschiedene Lernkontexte, wobei das Modell nicht als lineare Abfolge von Aufgaben verstanden werden darf. Die Pfeile zwischen den Aufgabentypen deuten an, dass unterschiedliche Wege durch den Prozess gewählt werden können. Der Lernprozess wird durch formative und summative Beurteilungsaufgaben begleitet. Die Lernaufgaben werden nachfolgend in Anlehnung an Luthiger et al. (2014) beschrieben.

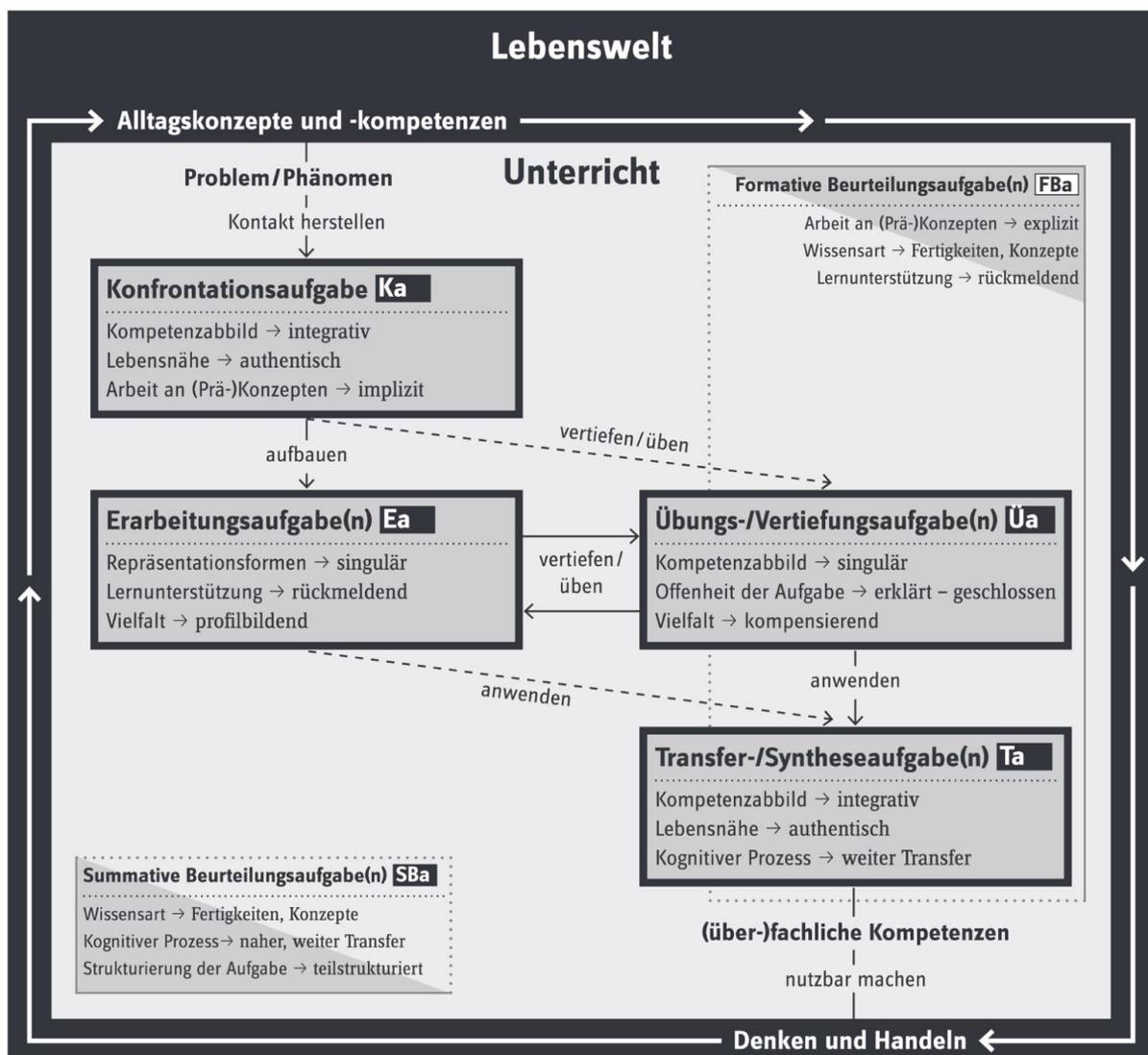


Abbildung 7: Prozessmodell für die Entwicklung kompetenzorientierter Aufgabensets (Luthiger et al., 2014, S.59).

## **Konfrontationsaufgaben**

Konfrontationsaufgaben knüpfen an die lebensweltlichen Vorstellungen der Lernenden an, lenken die Aufmerksamkeit auf die Kernidee eines Lerngegenstandes und zeichnen sich ferner durch Offenheit der Lösungswege aus. Weil Konfrontationsaufgaben den Bezug zur Lebenswelt, Kernidee und bisherigen Wissensbasis ansprechen, wird der individuelle Erkenntnisprozess in den nachfolgenden Phasen begünstigt, dies weil das Bedürfnis, mehr wissen und können zu wollen, geweckt wird.

## **Erarbeitungsaufgaben**

Durch das Eindringen in unterschiedliche authentische Aspekte des Themas (Begriffe, Konzepte, Verfahren) wird die bisherige Wissensbasis mit dem objektiven Fachwissen verknüpft. Der Kompetenzaufbau wird durch Ordnen und Systematisieren der entdeckten Zusammenhänge und Begriffe erarbeitet sowie durch zeitnahes und sachorientiertes Feedback der Lehrperson als auch Mitlernenden unterstützt.

## **Übungsaufgaben**

Übungsaufgaben trainieren unterschiedliche Aspekte zum Thema durch die Anwendung von Basiswissen und -fertigkeiten. Um Missverständnisse und allfällige Lücken möglichst rasch zu beheben, spielen zeitnahe Rückmeldungen in der Phase dieses Aufgabentyps eine evidente Rolle. Wiederholen und Automatisieren sind wichtige Tätigkeiten bei diesem Aufgabentyp, wobei jeweils nicht alle Teilkompetenzen zur selben Zeit fokussiert werden, sondern gesondert vorgegangen wird.

## **Vertiefungsaufgaben**

Wegen variantenreichen Vertiefungskontexten werden das Anwendungsverhalten der Lernenden flexibilisiert, unterschiedliche Aspekte des Lerngegenstandes vernetzt und konsolidiert sowie die Qualität des Wissens und Handelns erhöht.

## **Transfer- und Synthesaufgaben**

Diese Aufgabentypen führen Erarbeitetes, Geübtes und Vertieftes mit der Zielkompetenz zusammen. Neues wird mit Bekanntem vernetzt, Analogien werden gebildet sowie Denk- und Handlungsoptionen erweitert. Transfer- und Synthesaufgaben sind im Vergleich zu den vorhergehenden Aufgabentypen am wenigsten strukturiert und stärken dadurch das Kompetenzerleben.

## **Formative und summative Beurteilungsaufgaben**

Die Resultate von Beurteilungsaufgaben liefern Informationen über das Erreichen der (Zwischen-)Ziele. Beurteilungsaufgaben sind nicht Teil dieses Modells und werden daher nicht weiter ausgeführt.

### **3 Übersetzung des Wissens**

Im Folgenden wird versucht, theoretische Aspekte und Grundlagen der einzelnen Theorien und Modelle in ein praxisgerechtes Wissen überzuführen (Transferleistung).

#### **3.1 Vorgaben für Hausaufgaben**

Hausaufgaben sind ein Bestandteil des Unterrichts und verfolgen als Ziel, dass sich die Lernenden auch ausserhalb des Präsenzunterrichts mit Lerngeständen auseinandersetzen. Dabei werden fachliche und überfachliche Kompetenzen wie beispielsweise die selbstständige Arbeitsplanung erweitert sowie den Eltern ein Einblick in die schulischen Aktivitäten gewährt.

Lehrpersonen erhalten von der Makroebene nur wenig konkrete Hinweise für die operative Umsetzung von Hausaufgaben. Aus diesem Grund werden Hausaufgaben im Kanton Zürich auf der Mesoebene durch die Schulkonferenzen in den Schulprogrammen erörtert. In diesem Zusammenhang richtet die Schule Manegg (2018) Hausaufgaben beispielsweise an folgenden Eckpfeilern aus: In der ersten Klasse werden pro Tag Hausaufgaben für eine Dauer von zirka zehn Minuten erteilt. Mit jeder weiteren Klasse steigt die Dauer um jeweils zehn Minuten an, sodass in der sechsten Klasse die täglichen Hausaufgaben höchstens sechzig Minuten ausmachen. In Bezug auf die Inhalte der Hausaufgaben beruft sich die Schule Manegg (2018) auf die Methodenfreiheit gemäss Artikel 23 des Volksschulgesetz (Kanton Zürich, 2005): „Methodenfreiheit der Lehrpersonen gilt auch in der Wahl der Hausaufgaben und deren Verteilung“ (Schule Manegg, 2018, S. 1). Dieses Beispiel der Schule Manegg verdeutlicht, dass Hausaufgaben auf der Mesoebene eher in Bezug auf organisatorisch-strukturelle Aspekte konkretisiert und dass inhaltliche Entscheide wegen der Methodenfreiheit den einzelnen Lehrpersonen übergeben werden. Nichtsdestotrotz erscheint das Regulieren der Hausaufgabendauer, eine nützliche Orientierungshilfe zu sein, worauf im Kapitel 3.7 noch genauer eingegangen wird. Ferner ist auch hier festzuhalten, dass die Schule Manegg (2018) keine Einschränkung hinsichtlich der Fächer für Hausaufgaben macht. Wenn davon ausgegangen wird, dass vielerorts die gleiche Praxis wie in der Schule Manegg gilt, sind Informatikhausaufgaben auch aus der Perspektive der Mesoebene möglich.

### **3.2 Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand**

In Anlehnung an das Modell im Kapitel 2.2 orientiert sich Informatik- und somit auch Programmierkompetenz an den Bereichen Wissen, Nutzung und Reflexion. Diese Struktur kann den Lehrpersonen helfen, dass sie Hausaufgaben abwechslungsreich und auf die Informatikkompetenz bezogen ausgewogen entwickeln. Dabei ist gemäss den didaktischen Hinweisen im Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21 im Modul zu Medien und Informatik (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017) zu berücksichtigen, dass Informatik als abstraktes Thema gilt und dass es deshalb wichtig ist, Informatik für die Lernenden „be-greifbar“ zu machen.

### **3.3 Computational Thinking**

Aus dem Bereich Computational Thinking sollte für die Praxis nebst der Aussage, dass es wichtig ist, so denken zu lernen, wie Informatiker, oder anders gesagt, Alltagsprobleme so zu formulieren und zu strukturieren, dass diese mit digitalen Maschinen bearbeitet werden können, die iterative Vorgehensweise mit den Schritten Abstraktion, Analyse, Automation sowie die Kompetenzen „Dekomposition“, „Mustererkennung“, „Abstraktion“ und „Algorithmen“ für das Thema Hausaufgaben festgehalten werden. Eine Orientierung an diesen Kompetenzen ermöglicht es Lehrpersonen, eine individuell priorisierte Balance zwischen diesen Kompetenzen im Sinne einer didaktischen Reflexion zu gewährleisten.

### **3.4 Cognitive Load Theory**

Die Cognitive Load Theory beschreibt drei Arten der kognitiven Belastung beim Lernen. Es erscheint offensichtlich, dass die „Extraneous Load“ möglichst gering gehalten werden muss, damit genügend Kapazität für die „Intrinsic Load“ und die „Germane Load“ zur Verfügung steht. Petko (2020) beschreibt, dass sich Lehr- und Lernprozesse in Anlehnung an kognitivistische Modelle optimieren und bis zu einem gewissen Grad auch standardisiert gestalten lassen. Um diese Aussage greifbarer zu machen, werden nachfolgend mögliche Standards formuliert.

#### **3.4.1 *Standards zur Allokation der kognitiven Kapazität***

Mit nachfolgend beschriebenen Standards soll erreicht werden, dass die kognitive Kapazität in die für den Lernprozess produktiven Felder gelenkt werden.

### **Intrinsische kognitive Belastung beziehungsweise „Intrinsic Load“**

Damit eine Aufgabe von Lernenden überhaupt erfasst und bearbeitet werden kann, muss die Komplexität der Aufgabe in der Bandbreite der Leistungsfähigkeit der Lernenden liegen. Als Lehrperson ist daher wichtig zu wissen, wozu die Lernenden kognitiv überhaupt in der Lage sind und wie viel Hilfestellungen zur Aufnahme und Verarbeitung der Lerninhalte notwendig sind. Je nach Fähigkeiten der Lernenden muss die Komplexität des Inhalts und/oder der Aufgabenstellung angepasst und/oder entsprechende Hilfestellungen eingerichtet werden. Enorm komplexe Sachverhalte müssen dabei durch Reduktion soweit vereinfacht werden, bis eine Passung erreicht ist. Nach Petko (2020) sind Lernaktivitäten und -material sorgfältig zu gestalten und möglichst optimal mit den theoretisch angenommenen Prozessen der Informationsverarbeitung der Lernenden abzustimmen.

### **Extrinsische kognitive Belastung beziehungsweise „Extraneous Load“**

In diesem Feld ist das oberste Ziel, dass die Lernenden möglichst wenig vom eigentlichen Inhalt abgelenkt werden. So ist bei der medialen Präsentation der Inhalte nach Petko (2020) darauf zu achten, dass die Lernenden nicht mit überflüssigen Reizen überflutet werden. Solche überflüssigen Reize sind in Erklärvideos zum Beispiel Töne, die für den Inhalt keine Relevanz haben. Aber nicht nur akustische Reize können ablenken, sondern auch visuelle. So soll bei der Entwicklung von Lernmaterialien immer auch bedacht werden, welche Abbildungen für die Vermittlung des Inhalts wirklich notwendig sind; Unnötiges wird am besten weggelassen. Aber nicht nur die mediale Präsentation, sondern auch die Zugänglichkeit ist bei der Minimierung der extrinsischen kognitiven Belastung zu berücksichtigen. Die Lernenden sollen möglichst niederschwellig Zugriff auf die Inhalte des Lerngegenstands haben. Werden von der Lehrperson zum Beispiel falsche Links zu Internetseiten zur Verfügung gestellt, wird wertvolle Energie für nicht zielführende Aktivitäten verschwendet.

### **Lernrelevante kognitive Belastung beziehungsweise „Germane Load“**

Die Lernenden integrieren die Aspekte des Lerngegenstands in ihren kognitiven Strukturen. Dies kann unterstützt werden, indem die Lehrperson die Inhalte an der Lebenswelt der Lernenden ausrichtet, verschiedene Lernsituationen einrichtet, das Lernen immer wieder mit relevanten Reflexionsfragen begleitet und den ganzen Lernprozess schrittweise aufbaut.

Aufgaben enthalten formale Hürden wie zum Beispiel die Rechtschreibung, sprachliche Zweideutigkeiten der Aufgabenstellung oder unübersichtliche Darstellung. Diese Hürden verzerren nicht nur den pädagogischen Wert der Aufgabe, in dem die Aufgabe nicht mehr das misst, was sie messen sollte, sondern führen auch zu hoher extrinsischer Load, zu Lasten der intrinsischen (Belastung für die eigentliche Aufgabenlösung) und maskieren den Lernerfolg des eigentlichen Lernziels (Jaeger et al., 2017).

Hinter der Aufgabenkomplexität und der Cognitive Load verbirgt sich eine „wertvolle, Steuerungsinstanz, Aufgaben besser an Lernende anzupassen“ (Jaeger et al., 2017, S. 3). Eine konsequente Reduktion der extrinsischen Load (also der „Formalia“ der Aufgaben) und eine Fokussierung auf die Anzahl der mindestens benötigten Lösungsschritte (ablesbar an wenig erfahrenen Lernenden), Anzahl wesentlicher für die Aufgabe in Kombination zu berücksichtigender Elemente und Aufgabenkomplexität (mittels Fakten und Zusammenhängen) sind zentral für die Intrinsic Load.

Eine weitere Konsequenz könnte das sogenannte „Example Based Learning“ sein, welches sich auch im Use-Modify-Create-Ansatz widerspiegelt. Das Lernen aus vorgelösten Aufgaben ist Forschungsgegenstand kognitionspsychologischer Studien und es konnte nachgewiesen werden, dass „Example Based Learning“ gerade zu Beginn eines Lernprozesses effektiver ist, als sofortiges eigenständiges Problemlösen (Renkl et al., 2003, 2009; Wittwer & Renkl, 2010). Nach einer Phase der Präsentation und des Erklärens eines Prinzips kann so eine ausgedehnte Phase des Lernens aus Lösungsbeispielen folgen. Damit wird die Extrinsic Load verringert und die Lernenden können sich repetitiv auf den tatsächlichen Lerngegenstand konzentrieren, besser, als dies in neuen Aufgaben „from Scratch“ möglich wäre. Erst in einer darauffolgenden Phase wagen sich Lernende an die selbstständige Lösung von Aufgaben heran. Als Nebeneffekt wird eine Chancengleichheit für Lernende erzeugt, die mit den Rahmenfaktoren einer Aufgabe aufgrund der damit erst einmal unnötig erzeugten Extrinsic Load summa summarum in der gesamten Cognitive Load überfordert wären (z.B. durch Nachschlagen von Fremdwörtern, Unwissen von Lösungsschritten, etc.).

Auch die Folgestudie (Atkinson et al., 2000) zeigt den Befund, dass die Effektivität des Lernens aus Lösungsbeispielen im Vergleich zum Lernen durch Problemlösen erhöht ist, weil beim Lernen aus Lösungsbeispielen das Arbeitsgedächtnis weniger belastet wird und mehr Raum bleibt für tatsächliche Lern- und Verstehensprozesse.

### 3.5 Use-Modify-Create-Modell

Der Use-Modify-Ansatz arbeitet damit, vorgefertigte Programme oder Programmteile zu präsentieren und die Lernenden mit darauf bezogenen Aufgaben zu konfrontieren. Damit kann die kognitive Extrinsic Load reduziert werden und Kapazitäten für die eigentliche Aufgabe werden frei. Ableitinger und Herrmann (2011) gehen noch einen Schritt weiter und propagieren in Zusammenhang mit dem erfolgreichen Lernen von Analysis und Linearer Algebra das Bearbeiten und Aufarbeiten von Musterlösungen, die verstanden und durchdrungen werden sollen. Diese Erkenntnisse lassen sich allenfalls auch auf das Programmieren übertragen. Das würde bedeuten, dass fertige Programme analysiert, verstanden und gedanklich vollständig durchdrungen werden, erst einmal ohne daran Anpassungen vorzunehmen. Durch den Wegfall der belastenden kognitiven Prozesse des Aufgabenlöses kann die Konzentration und das Arbeitsgedächtnis voll und ganz auf das Verstehen und Durchdringen der Programme, deren Befehle, Variablen und Prozesslogiken, ausgerichtet werden. So können auch komplette Lösungswege von Programmierproblemen, inklusive der Ideengewinnung und etwaiger Alternativen, dargestellt werden. Ableitinger und Herrmann (2011) betonen, dass das Studieren und gemeinsame Analysieren von Musterlösungen jedoch nicht der letzte Lernschritt sein sollte, sondern später auch das eigenständige Aufgabenlösen und das Einordnen in grössere Zusammenhänge wesentlich ist.

Van Merriënboer et al. (2003) konnten empirisch zeigen, dass der von Sorva (2012) beschriebene „Completion Effect, der das Lernen verbessert, tatsächlich beim Programmieren besteht, wenn anstelle von vollumfänglichen Problemstellungen Komplettierungsaufgaben gestellt werden, die eine Teillösung verlangen und Elemente der letztlichen Lösung offenlassen. Dies haben auch schon frühere Studien gezeigt (Van Merriënboer, 1990; Van Merriënboer & de Croock, 1992). Lernende, die Programme von Grund auf neu schrieben, erlernten das Programmieren weniger gut als solche, die mit dem Completion-Ansatz arbeiteten. Aber auch das Verstehen und Analysieren von Programmen muss angeleitet und motiviert werden. Eine Tendenz von Lernenden, spontan in Beispiele einzusteigen und diese effektiv analysieren zu können, wurde nicht nachgewiesen (Renkl, 1997; Renkl et al., 1998; Renkl & Atkinson, 2003; Mayer & Alexander, 2011).

### **3.6 Zeitpunkt von Hausaufgaben**

Hausaufgaben können im „Flipped Classroom“ (FC) vor und gemäss klassischem Verständnis nach dem Präsenzunterricht stattfinden.

#### **3.6.1 Hausaufgaben als Nachbereitung**

Hausaufgaben nach dem Präsenzunterricht sind in der Praxis etabliert. Die Unterrichtsaktivität wird fortgesetzt und die Lernenden üben und/oder vertiefen die Aspekte zum Lerngegenstand individuell zuhause.

#### **3.6.2 Hausaufgaben als Vorbereitung**

Es darf davon ausgegangen werden, dass sich FC nicht nur für naturwissenschaftliche oder mathematische Unterrichtsfelder eignet, sondern auch für andere, also auch für die Informatik. Zudem wird im Rahmen dieser Arbeit angenommen, dass sich FC auch im Zyklus 2 umsetzen lässt.

Vorbereitende Hausaufgaben entlasten die Präsenzlehre (Becker, 2020), weil die Lernenden in der Vorbereitung einen persönlichen Bezug zum Lerngegenstand herstellen und sich Grundlagenwissen aneignen. Zudem bietet FC den Lernenden die Möglichkeit, im Vorfeld des Unterrichts Inhalte zeit- und ortsunabhängig im individuellen Tempo zu erarbeiten, wodurch das Lernen weniger vom Vorgehen und Tempo der Lehrperson während des Unterrichts abhängt, sondern die Lernzeit fürs Formulieren und Entwickeln des persönlichen Bezugs zum Lerngegenstand von den Lernenden selbst gesteuert wird. Die Lernenden übernehmen die Verantwortung für ihr Lernen, wodurch dieses bedeutsamer wird und dadurch motivationsfördernd wirkt.

Während des Präsenzunterrichts überzeugt FC dadurch, dass die in der Vorbereitung entstandenen Fragen und Probleme gezielt geklärt und verständnisvertiefende Diskussionen geführt werden können. Die durch die Vorbereitung „frei gewordene Zeit“ kann für individuelle und differenzierte Förderung oder für das gemeinsame Erschliessen des Lerngegenstandes, wie zum Beispiel durch das für Informatik geeignete „Pair Programming“ genutzt werden. Durch FC reduziert sich der Redeanteil der Lehrperson, es resultiert mehr Unterrichtszeit für echte Interaktionen mit und zwischen den Lernenden (Werner et al., 2018) und es können mehr Problemstellungen bearbeitet werden, sodass die Lernenden einen breiteren Zugang zum Thema erhalten und bei ihrer Nachbereitung auf mehr Erfahrung zurückgreifen können (Fautsch, 2015).

### 3.7 Umfang von Hausaufgaben

Aufmerksamkeit kann nur über eine bestimmte Zeitspanne aufrechterhalten werden. Dies ist unter anderem auf die kognitive Belastung gemäss Kapitel 2.4 zurückzuführen.

Lernende des Zyklus 2 sind in der Regel fähig, ihre Konzentration für zehn bis zwanzig Minuten auf eine Aktivität zu richten. Während dieser Zeit wird die kognitive Kapazität für eine bestimmte Tätigkeit beansprucht. Für Hausaufgaben der ältesten Lernenden des Zyklus 2 darf angenommen werden, dass eine Hausaufgaben-Einheit nicht länger als zwanzig Minuten dauern soll. Werden mehrere Hausaufgaben-Einheiten aufgegeben, ist gemäss den Ausführungen von Ehrhardt (1975) ferner zu berücksichtigen, dass bei der Kombination von Hausaufgaben-Einheiten auch Pausen respektive Tätigkeitswechsel eingeplant werden, damit der nachlassenden Aufmerksamkeit kurzfristig nachgegeben werden kann. In Bezug auf das im Kapitel 3.1 beschriebene Beispiel der Schule Manegg bedeutet dies, dass die Hausaufgaben mit einer maximalen Gesamtdauer von sechzig Minuten in drei Einheiten à zwanzig Minuten aufgeteilt. Dabei sollen Arbeitsvorbereitungen und Tätigkeitswechsel bewusst eingeplant werden. Die Tabelle 4 zeigt exemplarisch, wie eine zeitliche Verteilung von drei Hausaufgaben-Einheiten für Lernende der sechsten Klasse der Schule Manegg aussehen könnte.

Einheiten	Dauer in Minuten	Beschreibung
<b>Arbeitsvorbereitung 1</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erste Aufgabe klären</li> <li>• Material bereitlegen</li> </ul>
<b>Aufgabe 1</b>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabe bearbeiten</li> </ul>
<b>Kurzpause</b> <b>Arbeitsvorbereitung 2</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raum lüften</li> <li>• etwas trinken</li> <li>• zweite Aufgabe klären</li> <li>• Material bereitlegen</li> </ul>
<b>Aufgabe 2</b>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabe bearbeiten</li> </ul>
<b>Kurzpause</b> <b>Arbeitsvorbereitung 3</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raum lüften</li> <li>• etwas trinken</li> <li>• dritte Aufgabe klären</li> <li>• Material bereitlegen</li> </ul>
<b>Aufgabe 3</b>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabe bearbeiten</li> </ul>

Tabelle 4: Aufteilung Hausaufgaben - Ein Beispiel (eigene Darstellung)

Das Beispiel gemäss Tabelle 4 dokumentiert, wie die Hausaufgaben einer sechsten Klasse zeitlich rhythmisiert werden können. Wichtig erscheint, dass den kognitiven Kapazitäten der Lernenden bei der Definition der Gesamt- und Einheitsdauer der Hausaufgaben Rechnung getragen wird. Das Beispiel verdeutlicht ferner, dass Hausaufgaben in einem komplexen Zusammenhang stehen. Damit Lernende diese Komplexität bewältigen können, müssen sie schrittweise an ein selbstorganisiertes Hausaufgabenverhalten herangeführt werden.

### **3.8 Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson**

Zusammenfassend für die Praxis kann in Bezug auf die Betreuung durch die Lehrperson festgehalten werden, dass Lehrpersonen Hausaufgaben, wenn überhaupt, dann nicht nur selten, sondern regelmässig oder sogar häufig erteilen sollten – wobei die Hausaufgabenmenge pro Erteilung eher gering sein sollte.

Eine blosser Kontrolle der Erledigung ist nicht fruchtbar. Äusserst wichtig und effektiv für den Lernerfolg ist aber eine Kontrolle in Kombination mit dem Aufarbeiten, Korrigieren, Verbessern und allenfalls auch Bewerten (zur Erhöhung der Verbindlichkeit) der Hausaufgaben durch die Partnerschaft von Lehrperson und Lernenden im intensiven Austausch – inhaltliche, individuelle Feedbacks sind also essentiell. Ein engagiertes Feedback seitens der Lehrpersonen ist also ein Schlüsselement, auch für die gute und motivierende und wertschätzende Beziehung zwischen Lehrpersonen und Lernenden.

### **3.9 Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation)**

Die äussere Gestaltung von Hausaufgaben soll einfach und übersichtlich sein. Wichtige Elemente sollten salient angeordnet werden. Die inhaltliche Aufbereitung der Frageformulierungen sollte verständlich, ohne unverständliche und für das Lernziel irrelevante Fachbegriffe auskommen und keine Zweideutigkeiten oder Verständnisunschärfen enthalten. Die Aufgaben sollten motivierend verfasst sein, Prinzipien der einfachen Informationsverarbeitung folgen (Redundanz, Modalität, Signalisierung), die Lernenden Aktivieren und auf die Förderung der Kompetenzen abzielen.

### 3.10 Scaffolding

Im Bereich Scaffolding ist es empfehlenswert, Hilfsstrukturen direkt mit den Aufgaben anzubieten (z.B. mittels Beispiele zu abstrakten Informationen). Eine Hilfestellung kann auch metakognitiv durch eine exemplarische Visualisierung einer möglichen Vorgehensweise erfolgen, mit einem phasenhaften Lernprozessdiagramm, welches den Lernenden ermöglicht, die Lösung der Aufgabe in sinnvolle Zwischenschritte zu strukturieren (z.B. Planungshilfen, Experimentieren, Evaluieren, Hypothesen generieren, Schlussfolgern, Überwachen). Die Aufgabe selbst sollte so beschaffen sein, dass sie einen zur Lösung lohnenswerten „Konflikt“ bei den Lernenden erzeugt, mit dessen Auflösung sich die Lernenden gerne beschäftigen (Gamification).

### 3.11 Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen

Eine fundierte Planung der Grundstein für den Erfolg von Hausaufgaben und durch eine kritische Reflexion kann die eigene Hausaufgabenpraxis optimiert werden. In der Tabelle 5 wird das im Kapitel 2.11.1 beschriebene Rahmenmodell für die kompetenzorientierte Unterrichtsplanung (Futter et al., 2018) durch ausgewählte Planungs- und Reflexionsleitfragen für die Lehrperson konkretisiert. Die Liste der Fragen darf nicht als abgeschlossen betrachtet werden, sondern soll verschiedene Möglichkeiten exemplarisch aufzeigen.

Prozess	Leitfragen für die Lehrperson
<b>Analysieren</b>	<p><b>Fachliche und überfachliche Voraussetzungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was wissen die Lernenden bereits zum Thema?</li> <li>• Welchen Lebensweltbezug haben die Lernenden?</li> <li>• Welche Kompetenzstufen sollen erreicht werden?</li> <li>• Welche Inhalte und Zusammenhänge können von den Lernenden selbstständig erarbeitet werden?</li> <li>• Welche Arbeitsmethoden kennen die Lernenden bereits?</li> <li>• Wie verhalten sich die Lernenden bei Unsicherheiten zu den Hausaufgaben während der Realisierung?</li> <li>• Welche Hilfestellungen sind nötig?</li> </ul> <p><b>Personale und soziale Voraussetzungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche entwicklungsbedingten Voraussetzungen müssen bedacht werden?</li> <li>• Welche Werte und Haltungen prägen den Lernprozess?</li> <li>• In welcher Umgebung arbeiten die Lernenden?</li> </ul>

	<p><b>Strukturelle Voraussetzungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Infrastruktur steht den Lernenden zur Verfügung?</li> <li>• Welche Regeln müssen beachtet werden?</li> <li>• Wie viel Zeit kann für Hausaufgaben eingesetzt werden?</li> <li>• Welche Zeitfenster können genutzt werden?</li> </ul>
<b>Entscheiden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Ziele sollen die Lernenden erreichen?</li> <li>• Welche Differenzierung der Lernziele wird bei den Lernenden vorgenommen?</li> <li>• Sind diese Ziele mit dem Lehrplan konform?</li> <li>• Sind diese Ziele eine Herausforderung und gleichzeitig realistisch?</li> </ul>
<b>Entwerfen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo befinden sich die Lernenden im Lernprozess?</li> <li>• Welche Lernaufgaben eignen sich für die Hausaufgabe?</li> <li>• Welche Methoden eignen sich für die Hausaufgabe?</li> <li>• Welche handlungsorientierten und/oder spielerischen Formen eignen sich für die Hausaufgabe?</li> <li>• Auf welche Weise werden die Lernergebnisse überprüft?</li> </ul>
<b>Realisieren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie werden die Hausaufgaben begleitet?</li> <li>• Auf welche Weise korrigiert / bespricht die Lehrperson die Hausaufgaben?</li> </ul>
<b>Reflektieren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was hat gut funktioniert? Warum?</li> <li>• Was hat nicht funktioniert? Warum?</li> <li>• Welche Massnahmen unterstützen die Hausaufgabenpraxis?</li> </ul>

*Tabelle 5: Leitfragen für die Lehrperson zum Planungs- und Reflexionsprozess von Hausaufgaben (Eigene Darstellung)*

Während der Planung der Hausaufgaben entwirft die Lehrperson ein zur Situation passendes Setting. Dabei wird unter anderem auch berücksichtigt, wo sich die Lernenden im Lernprozess befinden. Als Planungsinstrumente stehen hierfür die Modelle AVIVA nach Städeli et al. (2010) und PADUA nach Aebli (2019) zur Verfügung. In Kombination mit den Lernaufgaben von Luthiger et al. (2014) können diese Instrumente wirkungsvoll eingesetzt werden. Da in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass das AVIVA-Modell in der Volksschule weniger bekannt ist, wird bei der folgenden Zuordnung der Leitfragen zu den Phasen des Lernprozesses nur das PADUA-Modell berücksichtigt.

## Kombination PADUA-Modell und Lernaufgaben

Die Tabelle 6 präsentiert, wie das PADUA-Modell nach Aebli (2019) mit den Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) in Verbindung gebracht werden kann. In bestimmten Phasen eignen sich bestimmte Lernaufgaben. Nachdem die Lehrperson erhoben hat, wo sich die Lernenden im Lernprozess befinden, kann die Kombination der Modelle als Hilfsmittel für die Bestimmung des zur Lernphase passende Aufgabentypen genutzt werden. Die formulierten Fragestellungen sind als Leitfragen für die Lernenden bestimmt. Mit Hilfe dieser Leitfragen sollen metakognitive Hilfestellungen geschaffen werden. Die Liste der Fragen ist exemplarisch und somit nicht abschliessend.

PADUA-Modell	Lernaufgaben und Leitfragen für die Lernenden
<b>Problemstellung</b>	<b>Konfrontationsaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo finde ich Aspekte des Themas in meinem Leben?</li> <li>• Warum ist das Thema für mich interessant / wichtig / relevant?</li> <li>• Was weiss ich schon? Was möchte ich noch wissen / können?</li> </ul>
<b>Aufbau</b>	<b>Erarbeitungsaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie funktioniert das? Welche Konzepte stehen dahinter?</li> <li>• Welche Begriffe brauche ich, um das Thema zu erklären?</li> </ul>
<b>Durcharbeiten</b>	<b>Vertiefungsaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Gemeinsamkeit und Unterschiede bestehen zwischen verschiedenen Situationen?</li> <li>• Welche Verhaltensregeln lassen sich ableiten?</li> </ul>
<b>Ueben</b>	<b>Übungsaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was muss ich machen, damit ein Teilaspekt funktioniert?</li> <li>• Welche Begriffe muss ich für eine Erklärung verwenden?</li> </ul>
<b>Anwenden und Überprüfen</b>	<b>Transfer- und Syntheseaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was muss ich genau machen, damit das Ganze funktioniert?</li> </ul> <b>Formative und summative Beurteilungsaufgaben</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen: Was weiss ich (noch nicht)?</li> <li>• Anwendung: Was kann ich (noch nicht)?</li> <li>• Vorgehen: Wie bin ich vorgegangen? Was eignet sich (nicht) für mich? Warum (nicht)?</li> </ul>

Tabelle 6: Kombination PADUA-Modell nach Aebli (2019) und Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) (eigene Darstellung)

## **4 Verbindung von Wissen und Produkt**

Das Produkt dieser Arbeit ist eine Handlungsempfehlung für Hausaufgaben zum Programmierunterricht. Das resultierende Faltblatt im Leporello-Format hat nicht den Anspruch, als regulierendes Werkzeug zu wirken oder in seiner Form abgeschlossen zu sein. Vielmehr soll das Faltblatt Lehrpersonen inspirieren, Hausaufgaben auch im Informatikunterricht zu erteilen, und helfen, entsprechende Strukturen zu legen und grundsätzliche wissenschaftliche Erkenntnisse einfließen zu lassen. Die Form eines Leporellos wurde gewählt, weil dieser für Lehrpersonen sowohl mobil, im Schulzimmer, während des Vorbereitens und auch zu Hause digital einfach als PDF verfügbar ist. Das PDF-Format eignet sich, da es eine hohe Verbreitung aufweist, einfach ausgedruckt werden kann und mit dem Einzug moderner Browser keine separate Software zur Anzeige mehr benötigt wird. Eine Veröffentlichung des Faltblatts als Print-Produkt oder auch als klassische WebSite wäre denkbar, z.B. als Poster in Informatik-Räumen oder in Vorbereitungszimmern, oder als Schnell-Ressource, die direkt im Browser angeschaut wird.

### **4.1 Allgemeine Inhalte**

Das Faltblatt enthält ein ansprechendes Titelblatt, ein Editorial als Einleitung in das Thema und als Kurzbeschreibung des Einsatzzwecks sowie ein Impressum.

Die allgemeinen Kriterien für Hausaufgaben, die bei den formalen Kriterien für Hausaufgaben ebenfalls genannt werden, wie Name der Aufgabe, Auftrag, Vorgehen, Ziel, Zeitvorgabe sowie benötigtes Material leiten sich aus der allgemeinen Didaktik ab und werden in dieser Arbeit nicht spezifisch wissenschaftlich belegt.

### **4.2 Vorgaben für Hausaufgaben**

Es erscheint wichtig, dass mittels einer Seite zu den Funktionen von Hausaufgaben ein grundlegendes Verständnis für den Begriff "Hausaufgaben" und für die damit zusammenhängenden Ziele geschaffen wird. Dieser Teil des Produkts bezieht sich nicht ausschliesslich auf die Informatik beziehungsweise auf das Programmieren, sondern kann in einem allgemeinen Kontext dargelegt werden.

### **4.3 Informatikkompetenz - Programmieren als Unterrichtsgegenstand**

Es darf angenommen werden, dass das von Ammann (2009) adaptierte Modell den Lehrpersonen einen geeigneten Orientierungsrahmen für Programmierkompetenz bietet. Aus diesem Grund wird nebst dem Lehrplanbezug auch das Modell abgebildet, kurz erläutert und schliesslich beispielhaft belegt, wie Aufgaben in den drei Bereichen (Wissen, Nutzung, Reflexion) aussehen könnten.

### **4.4 Computational Thinking**

Das Thema Computational Thinking kann auf zwei Seiten des Faltblatts niemals erschöpfend dargestellt werden. Wesentlich für das Thema Hausaufgaben im Programmieren scheint nebst einer kurzen Definition des Begriffs und einer knappen Darstellung der Relevanz des Ansatzes, die Hauptkompetenzen des Computational Thinking aufzuzeigen, damit im Unterricht entsprechend thematisch selektiert werden kann und auf den iterativen Charakter der Schritte „Abstraktion, Analyse, Automation“ hinzuweisen, denn dies wird als Denkstil, im Sinne von Thomas Kuhns Theorie der Paradigmen (Kuhn, 1962), der Informatik betrachtet. Als Beispiele werden entlang der vier Kompetenzen Beispiele von Aufgaben im Sportunterricht dargestellt. Diese sollen gleichzeitig demonstrieren, dass Informatik speziell im Sinne von Computational Thinking eben nicht am Computer gelernt und geübt werden muss, sondern in allen Fächern entdeckt werden kann.

### **4.5 Cognitive Load Theory**

Die Erkenntnisse aus den Kapiteln zur Cognitive Load Theory finden im Bereich der formalen Kriterien Einzug. Dabei soll nicht die Theorie an sich erklärt, sondern einzelne ausgewählte Aspekte im Sinne von „Dos and Don'ts“ aufgeführt werden.

### **4.6 Use-Modify-Create-Modell**

Das Use-Modify-Create-Framework fliesst als einer der zentralen Bestandteile in das Faltblatt ein. Ihm wird als für den Lernerfolg besonders effektiver und für Lehrpersonen einfach umsetzbarer Ansatz, wie Aufgaben gestellt und bearbeitet werden können, mit sechs Seiten besonders viel Präsenz eingeräumt. Die einzelnen Schritte „Use, Modify und Create“ werden jeweils kurz umrissen, entsprechende praxisorientierte Beispiele

von Aufgabentypen werden genannt, Leitfragen als kurze Eselsbrücken werden formuliert und es wird ein Beispiel mit der populären und für den 2. Zyklus besonders geeigneten und nahezu flächendeckend eingesetzten Programmierumgebung Scratch dargestellt.

#### **4.7 Zeitpunkt von Hausaufgaben**

Im Rahmen der Funktionen von Hausaufgaben sollen nicht nur Sinn und Zweck geklärt, sondern auch dargestellt werden, dass Hausaufgaben vor und nach dem Präsenzunterricht als Bildungsmaßnahme eingesetzt werden können.

#### **4.8 Umfang von Hausaufgaben**

In den formalen Kriterien wird der Umfang von Hausaufgaben in Form von Zeitangaben bedacht. Der diesbezügliche Grundsatz wird sein, dass Hausaufgaben eher von kurzer Dauer sein sollen, dafür aber regelmässig erfolgen.

#### **4.9 Verantwortung der und Betreuung durch die Lehrperson**

Die wesentlichen Erkenntnisse, dass Betreuung und intensives Feedback zu Hausaufgaben Lernerfolg und Lehrer-Schüler-Beziehung positiv beeinflussen kann, werden im Faltblatt im Bereich der formalen Kriterien für Hausaufgaben miteinbezogen.

#### **4.10 Gestaltung von Hausaufgaben (mediale Präsentation)**

Auch die mediale Präsentation von Hausaufgaben wird bei den formalen Kriterien eingebunden.

#### **4.11 Scaffolding**

Das Thema „Scaffolding“ wird im Rahmen der Planungs- und Reflexionsinstrumente behandelt, da „Scaffolding“ in der Regel durch die Lehrpersonen organisiert und eingebracht wird sowie eine gewisse Nähe zum Rahmenmodell der kompetenzorientierten Unterrichtsplanung von Futter et al. (2018) besteht. Als zentrale Repräsentation der Idee des „Scaffolding“ dienen Leitfragen für die Lehrperson und für die Lernenden, dies unter dem Aspekt der Metakognition und transparenten Selbstbeobachtung im Lern- und Lösungsprozess. Zudem fließt „Scaffolding“ auch in den Seiten der Beispiele für „Use, Modify und Create“ ein, indem metakognitive Prompts dargestellt und teilweise Beispiele einer Lösung vorhanden sind.

#### **4.12 Planung und Reflexion von Hausaufgaben durch die Lehrpersonen**

Den Lehrpersonen werden das Planungsmodell nach Futter et al. (2018) und das PADUA-Modell nach Aebli (2019) in Kombination mit den Leitfragen nach Luthiger et al. (2014) eröffnet. Dabei werden die Modelle jedoch nicht erklärt, sondern die möglichen Leitfragen im Sinne eines „Scaffolding“ aufgezeigt. Damit sollen einerseits Denk- und Handlungsoptionen erweitert und andererseits die Basis für eine geeignete Hausaufgabenpraxis gelegt werden.

## **5 Hindernisse und Gegenmassnahmen**

Herausforderungen in Bezug auf die Verwendung des Produkts bestehen grundlegend auf zwei Ebenen. Einerseits ist die Form, in der das Faltblatt die Lehrpersonen erreicht nur eine Vorlage für eine mögliche „Selbstproduktion“, und andererseits könnten im inhaltlichen Zusammenhang gewisse Stolpersteine auftreten.

### **5.1 Selbstdruck**

Das geplante Faltblatt wurde aus praktischen respektive ökonomischen Gründen nicht in physischer Form produziert. Grundsätzlich wäre die Produktion möglich gewesen, erschien jedoch wegen folgender Hintergründe wenig sinnvoll. Die Produktion eines Faltblattes könnte durch zwei verschiedene Lösungen realisiert werden: Digitaldruck und Offsetdruck. Der Digitaldruck ermöglicht wegen geringer Fixkosten, auch die ökonomisch vernünftige Produktion einer kleinen Auflage. Was hingegen unzufriedenstellend ist, ist die Tatsache, dass Digitaldruck auf ein Format von zirka vierzig Zentimeter auf zirka dreissig Zentimeter beschränkt zu sein scheint. Bei einem Faltblatt mit vier Seiten hiesse dies, dass eine Seite zehn Zentimeter breit wäre, was noch als zufriedenstellende Option bezeichnet werden könnte. Da das Faltblatt jedoch die doppelte Anzahl Seiten hat, wurde Digitaldruck als Handlungsalternative aus praktischen Gründen von der Liste genommen. Das Problem des Formats hätte beim Offsetverfahren umgangen werden können, aber der finanzielle Aufwand ist wegen der hohen Fixkosten für Datenkontrolle, Bildbearbeitung, Farbproof mit Papiersimulation sowie Satz- und Layoutarbeiten derart hoch, dass der Offsetdruck aus ökonomischen Gründen verworfen wurde.

Als Gegenmassnahme wird den Lehrpersonen eine Vorlage für das Faltblatt für die „Selbstproduktion“ zur Verfügung gestellt. Da diese Option jedoch wegen der anfallenden Bastelarbeit den inhaltlichen Zugang zum Produkt erschwert, kann als weiterführende Aktivität beispielsweise im Rahmen einer Masterarbeit sein, das Faltblatt im operativen Kontext nach iterativen Grundsätzen zu testen und weiterzuentwickeln, um schliesslich ein evaluiertes Ergebnis in Produktion zu geben.

### **5.2 Inhalt**

Auf der inhaltlichen Ebene könnte problematisch sein, dass für den sehr verdichteten Inhalt des Faltblatts vor allem für Lehrpersonen mit wenig fachdidaktischem Wissen

(pedagogical content knowledge), allgemeinem pädagogischen Wissen (general pedagogical knowledge) und/oder informatischem Fachwissen (content knowledge) schlussendlich zu wenig Hausaufgaben-Beispiele zur Verfügung stehen und/oder (fach-)didaktische Zusammenhänge aufgezeigt werden (Shulman, 1986).

Als Gegenmassnahme dieses Problems werden im Faltblatt mittels QR-Codes auf didaktische Grundlagen verwiesen. Dies betrifft das Fachdossier von Futter et al. (2018) zur kompetenzorientierten Unterrichtsplanung, das PADUA-Modell von Aebli (2019) und die Lernaufgaben von Luthiger et al. (2014). Da diese Gegenmassnahme jedoch etwas „Bastelarbeit“ ist und daher eher als kurzfristige Lösung betrachtet werden darf, könnte „on the long run“ im Rahmen einer Folgearbeit eine Website aufgebaut werden, auf welcher mehr Hausaufgaben-Beispiele und auch (fach-)didaktische Zusammenhänge in erweiterter Form zum Beispiel zum Konzept des „Flipped Classroom“, welches für den Informatikunterricht sehr gewinnbringend erscheint, oder zu „Scaffolding“ als zentrales Erfolgssteuerungsinstrument präsentiert werden könnten. In Kombination mit der in Zukunft möglichen Gegenmassnahme zur Optimierung des Faltblatts (siehe Kapitel 5.1) ergäbe dies mit dem evaluiert neu entwickelten Faltblatt ein Basisprodukt für die „Basic User“, mit der Website ein erweitertes Produkt für die „Advanced User“ und mit den ebenfalls noch zu entwickelnden Zertifikats-Weiterbildungen zu Programmierhausaufgaben, um das Produkt noch zu monetarisieren, ein Angebot für „Power Praktiker“.

## 6 Fazit

Aufgrund der Erkenntnisse können folgende output- und prozessorientierten Schlüsse gezogen und entsprechende Handlungsempfehlungen als selbstkritischer Ausblick formuliert werden.

### Output

Programmierhausaufgaben haben sich als weitgehendes und komplexes Instrument mit vielen Abhängigkeiten zu allgemeindidaktischen, fachdidaktischen und informatischen Konzepten gezeigt. Aus diesem Grund erscheinen einfach einsetzbare und strukturiert dargestellte Hilfsmittel für Lehrpersonen als gewinnbringende Initiativen.

### Prozess

Grundlegendes oder ideales Ziel des Wissenschaftstransfers ist, dass sich Wissenschaft und Praxis annähern beziehungsweise dass die entsprechenden Akteure aufeinander zugehen sowie gegenseitig die Bedürfnisse klären und dann entsprechend vorgehen. Dies erscheint auf den ersten Blick simpel, offenbart in der Realität jedoch die zwei von Amara et al. (2019) und Shapiro et al. (2007) formulierten Probleme von „Lost before translation“ (Bedürfnisse von Forschung und Praxis stimmen nicht überein) und „Lost in translation“ (Wissen ist nicht für die direkte Verwendung in der Praxis aufbereitet). In diesem Sinne wurde im Rahmen dieser Arbeit in Bezug auf „Lost before translation“ keine breit abgestützte Bedürfnisabklärung seitens der Praxis betrieben, sondern auf eigene Erfahrungen und Intuitionen zurückgegriffen. Hinsichtlich „Lost in translation“ erhielten die Autoren aufgrund von informell durchgeführten Peer-Feedbacks (deren Akteure in Doppelfunktion Studierende und Lehrpersonen im Zielmarkt) wertvolle Hinweise, die in der Arbeit berücksichtigt wurden.

### Handlungsempfehlungen

Als zentrale Handlungsempfehlung erscheint lohnenswert, im Rahmen eines Wissenschaftstransfers eine profunde Bedürfnisabklärung zu betreiben und die fünf Schritte nach Ward et al. (2009) einzuhalten, um die Problematiken von „Lost before translation“ und „Lost in translation“ zu vermeiden. Auch die Differenzierung nach Wissensbasis bei den konsumierenden Lehrpersonen könnte stärker berücksichtigt werden. Ein Pre- und Feldtest wären spannende nächste Schritte.

## Literaturverzeichnis

- Ableitinger, Ch., & Herrmann, A. (2011). *Lernen aus Musterlösungen zur Analysis und Linearen Algebra*. 10.1007/978-3-8348-8335-3.
- Aebli, H. (2019). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus* (15. Aufl.). Klett-Cotta /J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger.
- Albrecht, Ch. (2018). *Schulen schaffen die Hausaufgaben ab*. Berner Zeitung vom 30.8.2018. <https://www.bernerzeitung.ch/region/bern/schulen-schaffen-die-hausaufgaben-ab/story/10672396>
- Amara, N., Olmos-Peñuela, J., & Fernández-de-Lucio, I. (2019). Overcoming the “lost before translation” problem: An exploratory study. *Research Policy*, 48(1), 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.016>
- Ammann, D. (2009). Mit Medien unterwegs - Medienkompetenz als Unterrichtsziel. *Dossier Medienkompetenz. Aktiver Unterricht rund um die Medien*, 8–9. Stadt Zürich - Schulamt. [http://www.phzh.ch/MAPortrait\\_Data/77997/6/Dossier\\_Medienkompetenz.pdf](http://www.phzh.ch/MAPortrait_Data/77997/6/Dossier_Medienkompetenz.pdf)
- Annen Hochuli, L. (2011). *Bildungsstandards: der Blick von Experten auf die Entwicklung von Bildungsstandards in der Schweiz und die Folgen für die Akteurkonstellation im Schulsystem*. <https://edudoc.ch/record/108438?ln=de>
- Atkinson, R.K., Derry, S.J., Renkl, A., & Wortham, D.W. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, 181– 214
- Balli, S. (2018). BILDUNG: Kriens schafft die Hausaufgaben ab. *Luzerner Zeitung*, 16.3.2018. <https://www.luzernerzeitung.ch/zentralschweiz/luzern/bildung-kriens-schafft-die-hausaufgaben-ab-ld.93359>
- Becker, K. (2020). „Flipped Learning“ - Konzeptualisierungen eines medienintegrativen Lehr-Lern-Settings für den Deutschunterricht. *MiDU - Medien im Deutschunterricht - Einzelbeiträge*, 1–22. <https://doi.org/10.18716/OJS/MIDU/2020.0.7>

- Bhagat, K. K., Chang, C.-N., & Chang, C.-Y. (2016). The Impact of the Flipped Classroom on Mathematics Concept Learning in High School. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 134–142. <https://www.jstor.org/stable/jeductech-soci.19.3.134>
- Bildungsdirektion des Kantons Zürich. (2017). *Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21*. <https://zh.lehrplan.ch/index.php>
- Chong, T. (2005). Recent Advances in Cognitive Load Theory Research: Implications for Instructional Designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*. 2. 106-1171144
- Cooper, H., Robinson, J., & Patall, E. (2006). Does homework improve academic achievement? A synthesis of research, 1987-2003. *Review of Educational Research*, 76, 1-62.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper
- D-EDK. (2018). *Lehrplan 21 - Broschüre Medien und Informatik*. <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b%7C10%7C0&la=yes>
- Davis, C. (2013). Flipped or inverted learning: Strategies for course design. *Enhancing Instruction with Visual Media: Utilizing Video and Lecture Capture*, 241–265. IGI-Global. Information Science Reference.
- Dettmers, S., Trautwein, U., Lüdtke, O., Kunter, M., & Baumert, J. (2010). Homework works if homework quality is high: Using multilevel modeling to predict the development of achievement in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 102, 467-482.
- Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.). (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich.
- Djurdjevic, M. (2020). Zürcher Schule schafft Ufzgi für Unterstufenschüler ab. *20 minuten vom 22.12.2020*. <https://www.20min.ch/story/zuercher-schule-schafft-ufzgi-fuer-unterstufenschueler-ab-410161242968>
- Döbeli Honegger, B., & Hielscher, M. (2017). *Vom Lehrplan zur LehrerInnenbildung - Erste Erfahrungen mit obligatorischer Informatikdidaktik für angehende Schweizer*

*PrimarlehrerInnen*. Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt, 97-107. Gesellschaft für Informatik.

Drossel, K., Eickelmann, B., Schaumburg, H., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer 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. 205–240). Münster: Waxmann. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-183253>

Ebel, C. (2018). *Der Flipped Classroom als Impuls für Schul- und Unterrichtsentwicklung*. In *Flipped Classroom – Zeit für deinen Unterricht: Praxisbeispiele, Erfahrungen und Handlungsempfehlungen*. Verlag Bertelsmann Stiftung.

EDK (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren). (2018). *IDES-Dossier: Kantonale Vorgaben zu Hausaufgaben in der obligatorischen Schule*: Stand September 2018. <https://edudoc.ch/record/132610?ln=de>

Ehrhardt, K. J. (1975). Leitsymptom: Konzentrationsstörungen bei Schulkindern. *Deutsches Ärzteblatt*, 46, 3179–3182. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/157420/Leitsymptom-Konzentrationsstoerungen-bei-Schulkindern>

Eickelmann, B., & Vennemann, M. (2017). Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries. *European Educational Research Journal*, 16(6), 733–761. <https://doi.org/10.1177/1474904117725899>

Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., & Vahrenhold, J. (Hrsg.) (2019). *ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann.

Eigler, G., & Krumm, V. (1997). *Zur Problematik der Hausaufgaben*. Beltz Verlag, Weinheim.

- Elawar, M. C., & Corno, L. (1985). A factorial experiment in teachers' written feedback on student homework: Changing teacher behavior a little rather than a lot. *Journal of Educational Psychology*, 77, 162–173
- Engelbrecht, A. E. (1831). *Zweckmäßige Hausaufgaben für die niedere und höhere Klasse der Volksschulen*. Abgerufen am 4.3.2021 unter <https://play.google.com/store/books/details?id=PD5QAAAACAAJ&rdid=book-PD5QAAAACAAJ&rdot=1>
- Eren, O., & Henderson, D. J. (2008). The impact of homework on student achievement. *The Econometrics Journal*, Vol. 11 Issue 2, Royal Economic Society 2008, doi:10.1111/j.1368-423X.2008.00244.x (en)
- Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective? *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 179–186. <https://doi.org/10.1039/C4RP00230J>
- Feiks, D., & Rothermel, G. (Hrsg.) (1981): *Hausaufgaben. Pädagogische Grundlagen und praktische Beispiele*. Klett.
- Futter, K., Arnold, J., Bannwart, A., Büttler, M., Ineichen, G., & Zimmermann, U. (2018). *Kompetenzorientierte Unterrichtsplanung - Fachdossier*. Pädagogische Hochschule Schwyz. [https://www.phsz.ch/fileadmin/autoren/intranet\\_berufspraktische\\_studien/allgemeine\\_informationen/phsz\\_fachdossier\\_kompetenzorientierte\\_unterrichtsplanung\\_web.pdf](https://www.phsz.ch/fileadmin/autoren/intranet_berufspraktische_studien/allgemeine_informationen/phsz_fachdossier_kompetenzorientierte_unterrichtsplanung_web.pdf)
- Gängler, H. (2008). *Einige Ergebnisse aus der sächsischen Ganztagschulforschung*. Abgerufen am 2.2.2021 unter [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/erzw/erzwibf/sp/forschung/ganztags\\_schule/Hausaufgaben%20an%20GTS.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/erzw/erzwibf/sp/forschung/ganztags_schule/Hausaufgaben%20an%20GTS.pdf)
- Geldreich, K., Talbot, M., & Hubwieser, P. (2019). *Aufgabe ist nicht gleich Aufgabe - Vielfältige Aufgabentypen bewusst in Scratch einsetzen*. 10.18420/infos2019-c3.
- Gerick, J., Eickelmann, B., & Labusch, A. (2019). Schulische Prozesse als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern. 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*, 173–203. Münster: Waxmann
- Grasedieck, D. (2008). Welchen Wert haben Hausaufgaben? – Plädoyer für individualisierte Hausaufgaben. *Neue Didaktik, Psychologie und Erziehungswissenschaften*, 1, 25-40. <http://dppd.ubbcluj.ro/germ/neuedidaktik/artikel/2008/3%20Hausaufgaben%20grasedieck.pdf>
- Gut, A. (2017). Warum Informatik an die Schulen gehört. *Schweizer Monat*. Ausgabe 1045 vom April 2017: Ausser Kontrolle? Wie neue Technologien die Machtverhältnisse verschieben. <https://informatik-macht-schule.ch/wordpress/wp-content/uploads/2018/07/Warum-Informatik-in-die-Schule-geh%C3%B6rt.pdf>
- Haag, L., & Streber, D. (2015). Hausaufgaben in der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8-2015, 2, S. 86-99 - ISSN: 1865-3553
- Halbheer, U., & Reusser, K. (2008). Outputsteuerung, Accountability, Educational Governance – Einführung in Geschichte, Begrifflichkeiten und Funktionen von Bildungsstandards. *Beiträge zur Lehrerbildung* 3, 2008, S. 253-266.
- Hascher, T., & Hofmann, F. (2008): *Kompetenzbereich Hausaufgaben*. In M. Gläser-Zikuda, J. Seifried (Hrsg.): *Lehrerexpertise. Analyse und Bedeutung unterrichtlichen Handelns*. Münster u.a.: Waxmann, S. 143-164
- Hrastinski, S. (2019). What Do We Mean by Blended Learning? *TechTrends* 63, 564–569. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00375-5>
- Jackman, J.A., Gentile, D.A., Cho, N.J., & Park, Y. (2021). Addressing the digital skills gap for future education. *Nat Hum Behav* 5, 542–545. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01074-z>
- Jaeger, D., Müller, R., & Franz, T. (2017). Aufgabenschwierigkeit und Cognitive Load. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. GDGP - Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016, 91-94.
- Johnstone, A. H., & El-banna, H. (1986). Capacities, demands and processes – A predictive model for science education. *Education in Chemistry*, 23, 80–84.

- Kanton Zürich. (1999). *Lehrpersonalgesetz (LPG)*, Nr. 412.31.  
[http://www2.zhlex.zh.ch/appl/zhlex\\_r.nsf/Web-View/075F3F49208B7080C125864500286D09/\\$File/412.31\\_10.5.99\\_111.pdf](http://www2.zhlex.zh.ch/appl/zhlex_r.nsf/Web-View/075F3F49208B7080C125864500286D09/$File/412.31_10.5.99_111.pdf)
- Kanton Zürich. (2005). *Volksschulgesetz (VSG)*. Nr. 412.100\_7.2.05\_106.  
<http://www.zhlex.zh.ch/Erlass.html?Open&Ordnr=412.100,07.02.2005,21.08.2006,106>
- Kanton Zürich. (2006). *Volksschulverordnung (VSV)*, Nr. 412.101\_28.6.06\_106.  
<http://www.zhlex.zh.ch/Erlass.html?Open&Ordnr=412.101,28.06.2006,21.08.2006,106>
- Katz, R., Coppola, S., Murray, B., Johansson, S., Ribisi, G., Faris, A., Hayashi, & F. Alliance Atlantis (Firm) (2004). *Lost in translation*. Montreal: Distributed by Alliance Atlantis.
- Kauertz, A. (2008). Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben. *Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 79*.
- Kieren, C. (2008). *Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums*. Berlin: Logos.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E., & Vollmer, H. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: eine Expertise*. BMBF, Bonn 2003.
- Kohler, B. (2017). Differenzierung bei den Hausaufgaben in der Grundschule: Anspruch, Realisierung und antizipierte Risiken. In F. Heinzel, K. Koch (Hrsg.) *Individualisierung im Grundschulunterricht. Jahrbuch Grundschulforschung, vol 21*. Springer VS, Wiesbaden
- Kuhn, T. S. (1962). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Chicago: University of Chicago Press. ISBN 0-226-45808-3
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *Journal of Economic Education, H. 1* (31), 1, 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>

- Ledergerber, C. (2015). *Unterrichtskommunikation und motivational-emotionale Aspekte des Lernens: Eine videobasierte Analyse im Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann. ISBN 978-3-8309-3323-6
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2, 32-37. 10.1145/1929887.1929902.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Klieme, E., Reusser, K., & Pauli, C. (2004). Hausaufgabenpraxis im Mathematikunterricht – ein Thema für die Unterrichtsqualitätsforschung? In J. Doll & M. Prenzel (Eds.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (pp. 250-266). Münster: Waxmann.
- Loizou, M., & Lee, K. (2020). A flipped classroom model for inquiry-based learning in primary education context. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2287>
- Luthiger, H., Wilhelm, M., & Wespi, C. (2014). Entwicklung von kompetenzorientierten Aufgabensets. *Journal für Lehrerinnenbildung*, 3, 56–66. <https://docplayer.org/72164913-Entwicklung-von-kompetenzorientierten-aufgabensets.html>
- Lytle, N., Barnes, T., Catete, V., Boulden, D., Dong, Y., Houchins, J., Milliken, A., Isvik, A., Bounajim, D., & Wiebe, E. (2019). *Use, Modify, Create: Comparing Computational Thinking Lesson Progressions for STEM Classes*. 395-401. 10.1145/3304221.3319786.
- Mayer, R. E., & Alexander, P. A. (2011). *Handbook of Research on Learning and Instruction*. Routledge.
- Mayer, R. E. (2014). Multimedia Instruction. In J.M. Spector et al. (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 385–399. Springer Science + Business Media.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63 (2), 81.
- Moser H. (2012). Bildungsstandards im Medienbereich. 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\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_12)
- Nicolai, N. (2005). *Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*. Berlin: Logos.
- Niegemann, H., & Heidig, S. (2019). *Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen*. 10.1007/978-3-662-54373-3\_33-1.
- Niggli, A., & Moroni, S. (2009). *Hausaufgaben geben - erledigen - betreuen: Vom erfolgreichen Umgang mit Hausaufgaben*. Lehrmittelverlag Freiburg.
- Novak, G. M. (2011). *Just-in-time teaching*. *New Directions for Teaching and Learning*, H. 128, 63–73. <https://doi.org/doi.org/10.1002/tl.469>
- OECD. (2001). *Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie PISA 2000*. Paris.
- Otto B., Perels F., & Schmitz B. (2011). Selbstreguliertes Lernen. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel, B. Gniewosz (Hrsg.): *Empirische Bildungsforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93021-3_3)
- Pakulla, R. (1967). *Hausaufgaben*. Volk und Wissen
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Petko, D. (2020). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. (2., vollständig überarbeitete Aufl.). Weinheim, Germany: Beltz.
- Porst, R. (2014). *Fragebogen: ein Arbeitsbuch*. 4., erweiterte Auflage. Springer.
- Prenzel, M. (2010). Geheimnisvoller Transfer? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 13, 21–37. <https://doi.org/10.1007/s11618-010-0114-y>
- Renkl, A. (1997). Learning from Worked-Out Examples: A Study on Individual Differences. *Cognitive Science*, 21(1):1–29
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the Transition from Example Study to Problem Solving in Cognitive Skill Acquisition: A Cognitive Load Perspective. *Educational Psychologist*, 38(1),15–22

- Renkl, A., Gruber, H., Weber, S., Lerche, T., & Schweizer, K. (2003). Cognitive Load beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 93–101.
- Renkl, A., Hilbert, T., & Schworm, S. (2009). Example-based Learning in Heuristic Domains: A Cognitive Load Theory Account. *Educational Psychology Review*, 21, 67–78.
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H. (1998). Learning from Worked-Out Examples: The Effects of Example Variability and Elicited Self-Explanations. *Contemporary Educational Psychology*, 23(1):90–108.
- Repenning, A. (4 September 2016). "Computational Thinking Tools". IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing. Retrieved 7 April 2021.
- Repenning, A., & Ioannidou, A. (2008). *Broadening participation through scalable game design*, ACM Special Interest Group on Computer Science Education Conference, (SIGCSE 2008), (Portland, Oregon USA), ACM Press. Available online at <http://www.cs.colorado.edu/~ralex/papers/index.html>
- Ruf, A., Berges, M., & Hubwieser, P. (2015). Classification of Programming Tasks According to Required Skills and Knowledge Representation. In A. Brodnik, J. Vahrenhold (Hrsg.): *Informatics in Schools*. Springer, Heidelberg, 57–68.
- Schaumburg, H., & Prasse, D. (2019). *Medien und Schule*. Theorie - Forschung - Praxis. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt - utb. 4447 - ISBN: 3-8252-4447-4; 978-3-8252-4447-7
- Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A Reconsideration of Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, 19 (4), 469–508.
- Schnyder, I., Niggli, A., Cathomas, R., Trautwein, U., & Lüdtke, O. (2006). Wer lange lernt, lernt noch lange nicht viel mehr: Korrelate der Hausaufgabenzeit im Fach Französisch und Effekte auf die Leistungsentwicklung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 53, S. 107–121.
- Schul- und Sportdepartement der Stadt Zürich. (2016). *Unterrichtszeiten & Fächer - Hausaufgaben*. [https://www.stadt-zuerich.ch/ssd/de/index/volksschule/themen\\_angebote/unterrichtszeiten\\_faecher.html](https://www.stadt-zuerich.ch/ssd/de/index/volksschule/themen_angebote/unterrichtszeiten_faecher.html)

- Schule Manegg. (2018). *Merkblatt: Hausaufgaben an der Schule Manegg*.  
[https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/schulen/manegg/dokumente/downloads\\_links/Hausaufgaben.pdf](https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/schulen/manegg/dokumente/downloads_links/Hausaufgaben.pdf)
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (1999). *Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft*. <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1999/404/de>
- Sentance, S., & Waite, J. (2017). PRIMM: Exploring pedagogical approaches for teaching text-based programming in school. In E. Barendsen, P. Hubwieser (Hrsg.): *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*. ACM Press, New York, USA.
- Shapiro, D. L., Kirkman, B. L., & Courtney, H. G. (2007). Perceived Causes and Solutions of the Translation Problem in Management Research. *The Academy of Management Journal*, 50(2), 249–266. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/20159853>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shute, V. (2011). Stealth Assessment in computer-Based Games to Support learning. *Computer Games and Instruction*. 55.
- Sorva, J. (2012). *Visual program simulation in introductory programming education*.
- Städli, C., Grassi, A., Rhiner, K., & Obrist, W. (Hrsg.). (2010). *Kompetenzorientiert unterrichten: das AVIVA-Modell* (1. Aufl). hep, der Bildungsverlag
- Stadt Zürich - Schule Im Gut. (o.D.). *Aufgabenhilfe - Hausaufgaben*. Abgerufen 26. Juni 2021 von <https://www.stadt-zuerich.ch/schulen/de/imgut/unterricht/foerderangebot/aufgabenhilfe.html>
- Sumfleth, E., Kieren, C. A., & van Ackeren, I. (2011). Hausaufgabenpraxis im Gymnasium: Empirische Befunde am Beispiel eines 'Nebenfachs'. *Die Deutsche Schule: DDS, Vol. 103* (2011), No. 3, pp. 252–267
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257–285. [https://www.researchgate.net/publication/48828982\\_Cognitive\\_Load\\_Theory\\_and\\_the\\_Format\\_of\\_Instruction](https://www.researchgate.net/publication/48828982_Cognitive_Load_Theory_and_the_Format_of_Instruction)

- Sweller, J. (1991). *Cognitive Load Theory and the Format of Instruction*. DOI 10.1207/s1532690xci0804\_2. Abgerufen am 4.3.2021 unter [https://www.researchgate.net/publication/48828982\\_Cognitive\\_Load\\_Theory\\_and\\_the\\_Format\\_of\\_Instruction](https://www.researchgate.net/publication/48828982_Cognitive_Load_Theory_and_the_Format_of_Instruction)
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T., & Sointu, E. (2019). Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology integration in education. *Br J Educ Technol*, 50: 1189-1209. <https://doi.org/10.1111/bjet.12748>
- Trautwein, U., Köller, O., & Baumert, J. (2001). Lieber zu oft als zu viel: Hausaufgaben und die Entwicklung von Leistung und Interesse im Mathematik-Unterricht der 7. Jahrgangsstufe. *Zeitschrift für Pädagogik* 47, H. 5, S. 703-724.
- Trautwein, U., & Koller, O. (2003). The relationship between homework and achievement: Still much of a mystery. *Educational Psychology Review*, 15,115–145 (14) [https://www.researchgate.net/publication/41935509\\_Between-Teacher\\_Differences\\_in\\_Homework\\_Assignments\\_and\\_the\\_Development\\_of\\_Students'\\_Homework\\_Effort\\_Homework\\_Emotions\\_and\\_Achievement](https://www.researchgate.net/publication/41935509_Between-Teacher_Differences_in_Homework_Assignments_and_the_Development_of_Students'_Homework_Effort_Homework_Emotions_and_Achievement)
- Van Gog, T. (2014). The signaling (or cueing) principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *Cambridge handbooks in psychology*. The Cambridge handbook of multimedia learning, 263–278. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.014>
- Van Merriënboer, J. J. G. (1990). Strategies for Programming Instruction in High School: Program Completion vs. Program Generation. *Journal of Educational Computing Research*, 6(3), 265–285.
- Van Merriënboer, J. J. G., & de Croock, M. B. M. (1992). Strategies for Computer-Based Programming Instruction: Program Completion vs. Program Generation. *Journal of Educational Computing Research*, 8(3):365–394.
- Van Merriënboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the Load Off a Learner's Mind: Instructional Design for Complex Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 5–13.

- Ward, V., House, A., & Hamer, S. (2009). Developing a framework for transferring knowledge into action: A thematic analysis of the literature. *Journal of health services research & policy*, 14(3), 156–164.  
<https://doi.org/10.1258/jhsrp.2009.008120>
- Werner, J., Ebel, C., Spannagel, C., & Bayer, S. (2018). *Flipped Classroom – Zeit für deinen Unterricht: Praxisbeispiele, Erfahrungen und Handlungsempfehlungen*. Verlag Bertelsmann Stiftung.
- Wilcox, B. (2014). Information Literacy and the Flipped Classroom: Examining the Impact of a One-Shot Flipped Class on Student Learning and Perceptions. *Communications in Information Literacy*, 8(2), 225–235. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2014.8.2.168>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM* 49, 3 (March 2006), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wittwer, J., & Renkl, A. (2010). How Effective are Instructional Explanations in Example-Based Learning? A Meta-Analytic Review. *Educational Psychology Review*, 22, 393–409.
- Wodke, P. (2020). Wissenschaftskommunikation – Wissenschaftstransfer – Wissenstransfer. Im Dickicht der Begriffswelten. *Hypotheses. Academic Blog*. Online unter <https://kristinoswald.hypotheses.org/3044>
- Walberg, H. J., Paschal, R. A., & Weinstein, T. (1985). *Homework's powerful effects on learning*. *Educational Leadership*, 42, 76–79

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Priorität des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht in ICILS 2018 in Deutschland im internationalen Vergleich (Angaben der Lehrpersonen in Prozent) (Gerick et al., 2019, S. 186).....	9
Abbildung 2: Die drei Ebenen des Bildungssystems (eigene Darstellung) .....	16
Abbildung 3: Informatikkompetenz MI.2.2 nach Zürcher Lehrplan (Bildungsdirektion des Kantons Zürich, 2017, Medien und Informatik - Kompetenzaufbau).....	20
Abbildung 4: Aspekte der Programmierkompetenz in Anlehnung an Ammann (2009) (eigene Darstellung) .....	22
Abbildung 5: Use-Modify-Create Learning Progression nach Lee et al. (2011)	26
Abbildung 6: Zeitliche Einordnung von Hausaufgaben (eigene Darstellung) ....	29
Abbildung 7: Prozessmodell für die Entwicklung kompetenzorientierter Aufgabensets (Luthiger et al., 2014, S.59).....	39

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Informatikkompetenzen in Anlehnung an den Zürcher Lehrplan (eigene Darstellung).....	19
Tabelle 2: AVIVA-Modell nach Städeli (2010) (eigene Darstellung) .....	37
Tabelle 3: PADUA-Modell nach Aebli (2019) (eigene Darstellung).....	38
Tabelle 4: Aufteilung Hausaufgaben - Ein Beispiel (eigene Darstellung).....	48
Tabelle 5: Leitfragen für die Lehrperson zum Planungs- und Reflexionsprozess von Hausaufgaben (Eigene Darstellung) .....	51
Tabelle 6: Kombination PADUA-Modell nach Aebli (2019) und Lernaufgaben nach Luthiger et al. (2014) (eigene Darstellung) .....	52

# Anhang

Nachfolgende Abbildung dokumentiert das Produkt, welches der Betreuungsperson dieser Arbeit als separates Dokument in Druckqualität zugestellt wird.

**2** **3** **4** **5** **6**

**7** **8** **9** **10**

**11** **12** **13** **14**

**15** **16** **17** **18**

**2021**

**18**

**19**

**20**

**21**

**22**

**23**

**24**

**25**

**26**

**27**

**28**

**29**

**30**

**31**

**32**

**33**

**34**

**35**

**36**

**37**

**38**

**39**

**40**

**41**

**42**

**43**

**44**

**45**

**46**

**47**

**48**

**49**

**50**

**51**

**52**

**53**

**54**

**55**

**56**

**57**

**58**

**59**

**60**

**61**

**62**

**63**

**64**

**65**

**66**

**67**

**68**

**69**

**70**

**71**

**72**

**73**

**74**

**75**

**76**

**77**

**78**

**79**

**80**

**81**

**82**

**83**

**84**

**85**

**86**

**87**

**88**

**89**

**90**

**91**

**92**

**93**

**94**

**95**

**96**

**97**

**98**

**99**

**100**

**101**

**102**

**103**

**104**

**105**

**106**

**107**

**108**

**109**

**110**

**111**

**112**

**113**

**114**

**115**

**116**

**117**

**118**

**119**

**120**

**121**

**122**

**123**

**124**

**125**

**126**

**127**

**128**

**129**

**130**

**131**

**132**

**133**

**134**

**135**

**136**

**137**

**138**

**139**

**140**

**141**

**142**

**143**

**144**

**145**

**146**

**147**

**148**

**149**

**150**

**151**

**152**

**153**

**154**

**155**

**156**

**157**

**158**

**159**

**160**

**161**

**162**

**163**

**164**

**165**

**166**

**167**

**168**

**169**

**170**

**171**

**172**

**173**

**174**

**175**

**176**

**177**

**178**

**179**

**180**

**181**

**182**

**183**

**184**

**185**

**186**

**187**

**188**

**189**

**190**

**191**

**192**

**193**

**194**

**195**

**196**

**197**

**198**

**199**

**200**

**201**

**202**

**203**

**204**

**205**

**206**

**207**

**208**

**209**

**210**

**211**

**212**

**213**

**214**

**215**

**216**

**217**

**218**

**219**

**220**

**221**

**222**

**223**

**224**

**225**

**226**

**227**

**228**

**229**

**230**

**231**

**232**

**233**

**234**

**235**

**236**

**237**

**238**

**239**

**240**

**241**

**242**

**243**

**244**

**245**

**246**

**247**

**248**

**249**

**250**

**251**

**252**

**253**

**254**

**255**

**256**

**257**

**258**

**259**

**260**

**261**

**262**

**263**

**264**

**265**

**266**

**267**

**268**

**269**

**270**

**271**

**272**

**273**

**274**

**275**

**276**

**277**

**278**

**279**

**280**

**281**

**282**

**283**

**284**

**285**

**286**

**287**

**288**

**289**

**290**

**291**

**292**

**293**

**294**

**295**

**296**

**297**

**298**

**299**

**300**

**301**

**302**

**303**

**304**

**305**

**306**

**307**

**308**

**309**

**310**

**311**

**312**

**313**

**314**

**315**

**316**

**317**

**318**

**319**

**320**

**321**

**322**

**323**

**324**

**325**

**326**

**327**

**328**

**329**

**330**

**331**

**332**

**333**

**334**

**335**

**336**

**337**

**338**

**339**

**340**

**341**

**342**

**343**

**344**

**345**

**346**

**347**

**348**

**349**

**350**

**351**

**352**

**353**

**354**

**355**

**356**

**357**

**358**

**359**

**360**

**361**

**362**

**363**

**364**

**365**

**366**

**367**

**368**

**369**

**370**

**371**

**372**

**373**

**374**

**375**

**376**

**377**

**378**

**379**

**380**

**381**

**382**

**383**

**384**

**385**

**386**

**387**

**388**

**389**

**390**

**391**

**392**

**393**

**394**

**395**

**396**

**397**

**398**

**399**

**400**

**401**

**402**

**403**

**404**

**405**

**406**

**407**

**408**

**409**

**410**

**411**

**412**

**413**

**414**

**415**

**416**

**417**

**418**

**419**

**420**

**421**

**422**

**423**

**424**

**425**

**426**

**427**

**428**

**429**

**430**

**431**

**432**

**433**

**434**

**435**

**436**

**437**

**438**

**439**

**440**

**441**

**442**

**443**

**444**

**445**

**446**

**447**

**448**

**449**

**450**

**451**

**452**

**453**

**454**

**455**

**456**

**457**

**458**

**459**

**460**

**461**

**462**

**463**

**464**

**465**

**466**

**467**

**468**

**469**

**470**

**471**

**472**

**473**

**474**

**475**

**476**

**477**

**478**

**479**

**480**

**481**

**482**

**483**

**484**

**485**

**486**

**487**

**488**

**489**

**490**

**491**

**492**

**493**

**494**

**495**

**496**

**497**

**498**

**499**

**500**

**501**

**502**

**503**

**504**

**505**

**506**

**507**

**508**

**509**

**510**

**511**

**512**

**513**

**514**

**515**

**516**

**517**

**518**

**519**

**520**

**521**

**522**

**523**

**524**

**525**

**526**

**527**

**528**

**529**

**530**

**531**

**532**

**533**

**534**

**535**

**536**

**537**

**538**

**539**

**540**

**541**

**542**

**543**

**544**

**545**

**546**

**547**

**548**

**549**

**550**

**551**

**552**

**553**

**554**

**555**

**556**

**557**

**558**

**559**

**560**

**561**

**562**

**563**

**564**

**565**

**566**

**567**

**568**

**569**

**570**

**571**

**572**

**573**

**574**

**575**

**576**

**577**

**578**

**579**

**580**

**581**

**582**

**583**

**584**

**585**

**586**

**587**

**588**

**589**

**590**

**591**

**592**

**593**

**594**

**595**

**596**

**597**

**598**

**599**

**600**

**601**

**602**

**603**

**604**

**605**

**606**

**607**

**608**

**609**

**610**

**611**

**612**

**613**

**614**

**615**

**616**

**617**

**618**

**619**

**620**

**621**

**622**

**623**

**624**

**625**

**626**

**627**

**628**

**629**

**630**

**631**

**632**

**633**

**634**

**635**

**636**

**637**

**638**

**639**

**640**

**641**

**642**

**643**

**644**

**645**

**646**

**647**

**648**

**649**

**650**

**651**

**652**

**653**

**654**

**655**

**656**

**657**

**658**

**659**

**660**

**661**

**662**

**663**

**664**

**665**

**666**

**667**

**668**

**669**

**670**

**671**

**672**

**673**

**674**

**675**

**676**

**677**

**678**

**679**

**680**

**681**

**682**

**683**

**684**

**685**

**686**

**687**

**688**

**689**

**690**

**691**

**692**

**693**

**694**

**695**

**696**

**697**

**698**

**699**

**700**

**701**

**702**

**703**

**704**

**705**

**706**

**707**

**708**

**709**

**710**

**711**

**712**

**713**

**714**

**715**

**716**

**717**

**718**

**719**

**720**

**721**

**722**

**723**

**724**

**725**

**726**

**727**

**728**

**729**

**730**

**731**

**732**

**733**

**734**

**735**

**736**

**737**

**738**

**739**

**740**

**741**

**742**

**743**

**744**

**745**

**746**

**747**

**748**

**749**

**750**

**751**

**752**

**753**

**754**

**755**

**756**

**757**

**758**

**759**

**760**

**761**

**762**

**763**

**764**

**765**

**766**

**767**

**768**

**769**

**770**

**771**

**772**

**773**

**774**

**775**

**776**

**777**

**778**

**779**

**780**

**781**

**782**

**783**

**784**

**785**

**786**

**787**

**788**

**789**

**790**

**791**

**792**

**793**

**794**

**795**

**796**

**797**

**798**

**799**

**800**

**801**

**802**

**803**

**804**

**805**

**806**

**807**

**808**

**809**

**810**

**811**

**812**

**813**

**814**

**815**

**816**

**817**

**818**

**819**

**820**

**821**

**822**

**823**

**824**

**825**

**826**

**827**

**828**

**829**

**830**

**831**

**832**

**833**

**834**

**835**

**836**

**837**

**838**

**839**

**840**

**841**

**842**

**843**

**844**

**845**

**846**

**847**

**848**

**849**

**850**

**851**

**852**

**853**

**854**

**855**

**856**

**857**

**858**

**859**

**860**

**861**

**862**

**863**

**864**

**865**

**866**

**867**

**868**

**869**

**870**

**871**

**872**

**873**

**874**

**875**

**876**

**877**

**878**

**879**

**880**

**881**

**882**

**883**

**884**

**885**

**886**

**887**

**888**

**889**

**890**

**891**

**892**

**893**

**894**

**895**

**896**

**897**

**898**

**899**

**900**

**901**

**902**

**903**

**904**

**905**

**906**

**907**

**908**

**909**

**910**

**911**

**912**

**913**

**914**

**915**

**916**

**917**

**918**

**919**

**920**

**921**

**922**

**923**

**924**

**925**

**926**

**927**

**928**

**929**

**930**

**931**

**932**

**933**

**934**

**935**

**936**

**937**

**938**

**939**

**940**

**941**

**942**

**943**

**944**

**945**

**946**

**947**

**948**

**949**

**950</**