

FernUniversität in Hagen

BA Bildungswissenschaft

Sommersemester 2021

Bachelor-Arbeit

Modellierung eines OER-Lernraums für die digitale Grundbildung

Konzeption und Analyse eines Design-Based-Research-
Ansatzes auf Basis multimedialer Gestaltungsprinzipien

Prüfer: Dr. Christian Leineweber

Datum der Abgabe: 07.10.2021

Manuel Reisinger

Am Südgarten 72, 4060 Leonding, Österreich

q9076247

manuel.reisinger@studium.fernuni-hagen.de

0043 650 8646903

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Digitale Kompetenzen und Schule: Die institutionellen Rahmenbedingungen	5
2.1.	Europäische bildungspolitische Initiativen	5
2.2.	Österreichische bildungspolitische Initiativen	8
3	Digitale Kompetenzen und Schüler*innen: Zum Stand der Forschung....	14
3.1.	Digitale Medien im Alltag von Schüler*innen	14
3.2.	Digitale Kompetenzentwicklung in der Schule	17
4	Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien.....	21
4.1.	Cognitive Load Theory (CLT)	21
4.1.1.	Die Annahmen der CLT.....	21
4.1.2.	Implikationen der CLT für das Design von Lernräumen.....	24
4.1.3.	Kritik und Weiterentwicklungen an der CLT	27
4.2.	Kognitive Theorie multimedialen Lernens (CTML).....	28
4.2.1.	Die Annahmen der CTML.....	28
4.2.2.	Implikationen der CTML für das Design von Lernräumen.....	30
4.2.3.	Kritik und Weiterentwicklungen an der CTML	33
4.3.	Praktische Anwendungsgebiete der CLT und der CTML	34
4.3.1.	Die Lehr-Lern-Plattform <i>Moodle</i> als multimedialer OER-Lernraum.....	34
4.3.2.	Die besondere Rolle von Erklärvideos im Zusammenspiel mit der CTML	39
5	Empirischer Teil	41
5.1.	Der Design-Based-Research-Ansatz.....	41
5.2.	Planung des Forschungsdesigns.....	43
5.3.	Zielfindung, Entwurf, Entwicklung, Erprobung und Analyse	46

6 Zusammenfassende Ergebnisse, Limitationen, Fazit und Ausblick.....	56
Literaturverzeichnis	60
Anhänge.....	80
Fragebogen	80
Kompetenztest.....	82
Auswertungen der Kompetenztests	84
Formular zur Zustimmung zur Studienteilnahme.....	92
Screenshots des OER-Lernraums	93
Präsentation	98
Eidesstaatliche Erklärung	113

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Lernsituationen mit unterschiedlicher kognitiver Belastung	26
Abbildung 2 - Das Modell der CTML.....	29
Abbildung 3 – Holistischer DBR-Zyklus	43
Abbildung 4 - Fragebogen, Seite 1	80
Abbildung 5 - Fragebogen, Seite 2	81
Abbildung 6 - Kompetenztest, Teil 1.....	82
Abbildung 7 - Kompetenztest, Teil 2.....	83
Abbildung 8 – Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Modalität	84
Abbildung 9 – Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Redundanz.....	84
Abbildung 10 – Q-Q-Diagramme Residuen der erreichten Punkte beim Modalitäts-Prinzip.....	85
Abbildung 11 – Q-Q-Diagramme Residuen der erreichten Punkte beim Redundanz-Prinzip.....	85
Abbildung 12 – Q-Q-Diagramm erreichte Punkte beim Modalitäts-Prinzip	85
Abbildung 13 – Q-Q-Diagramm erreichte Punkte beim Redundanz-Prinzip ...	85
Abbildung 14 – Streudiagramm zur Homoskedastizität beim Modalitäts-Prinzip	86
Abbildung 15 – Streudiagramm zur Homoskedastizität beim Redundanz-Prinzip	86
Abbildung 16 – Levene-Test zum Modalitäts-Prinzip	86
Abbildung 17 – Levene-Test zum Redundanz-Prinzip	87
Abbildung 18 – ANOVA in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Modalität ..	87
Abbildung 19 – Einfaktorielle ANOVA in Abhängigkeit der Modalität	87
Abbildung 20 – Kontrasttests in Abhängigkeit der Modalität	88
Abbildung 21 – ANOVA in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Redundanz	88

Abbildung 22 – ANOVA in Abhängigkeit von Schulstufe und Modalität.....	88
Abbildung 23 – ANOVA in Abhängigkeit von Schulart und Modalität	89
Abbildung 24 – Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulstufe und Modalität	89
Abbildung 25 – Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulart und Modalität	90
Abbildung 26 – ANOVA in Abhängigkeit von Geschlecht und Modalität	90
Abbildung 27 – Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulart und Redundanz.....	91
Abbildung 28 – ANOVA in Abhängigkeit von Schulart und Redundanz	91
Abbildung 29 – Einwilligungserklärung	92
Abbildung 30 – Anmeldung bei Eduvidual	93
Abbildung 31 – eTapas-Kurs-Vorlage.....	93
Abbildung 32 – Metadaten bei der Veröffentlichung eines eTapas	94
Abbildung 33 – Suchfunktionalität auf Eduvidual	94
Abbildung 34 – Kompetenzraster auf eEducation Austria.....	95
Abbildung 35 – Screenshot Screencast 1.....	95
Abbildung 36 – Screenshot 1 Screencast 2	96
Abbildung 37 – Screenshot 2 Screencast 2	96
Abbildung 38 – Screenshot Screencast 3.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Analogie der Begriffe in der CLT und der CTML	30
Tabelle 2 – Randomisierte Gruppenzuteilung	50
Tabelle 3 – Lösungshäufigkeiten der Fragen des Kompetenztests	51
Tabelle 4 – Arithmetische Mittel der Gruppen	51

1 Einleitung

Vor der Erfindung des Computers kannte die Schule jahrhundertlang drei elementare Kulturtechniken: Lesen, Schreiben und Rechnen. Mitte der 1970er setzte dann eine Zäsur ein: Die ersten digitalen Medien fanden vereinzelt den Weg in die Institution Schule. Der Taschenrechner begann den Mathematik-Unterricht zu revolutionieren, der Computer ermöglichte das Erlernen von Programmiersprachen und eine praxisorientierte Auseinandersetzung mit algorithmischem Denken (vgl. Reiss, 2020, S. 13f.). Der Schweizer Medienpädagoge Christian Doelker forderte bereits Anfang der 1990er, dass (angesichts der zunehmenden Digitalisierung des Lebens) die Institution Schule eine vierte Kulturtechnik vermitteln müsse: eine Computer-Alphabetisierung (vgl. Doelker, 1992, S. 108). 25 Jahre später ist im Strategiepapier der Kultusministerkonferenz in Deutschland inzwischen vom kompetenten Umgang mit digitalen Medien die Rede in Bezug auf die vierte Kulturtechnik, die darüber hinaus auch die traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen verändern würde (vgl. Kultusministerkonferenz, 2017, S. 13). Auch auf der Ebene der EU ist nunmehr von vier Grundkompetenzen die Rede: Lesen, Schreiben, Rechnen und digitale Grundkompetenzen (Europäische Kommission, 2018).

Dass einer solche vierte Kulturtechnik – wie auch immer man sie nennen möge - von der Institution Schule entsprechend hohe Bedeutung zugemessen werden muss und auf Makro-, Meso- und Mikro-Ebene den Schulalltag entscheidend mitgestalten sollte, steht mittlerweile außer Frage. Bewahrpädagogische Ansichten (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 127ff.) sind heute ein Minderheitenprogramm, die aktuelle pädagogische Mehrheitsmeinung spricht vor allem von handelnden und partizipierenden Schüler*innen (vgl. ebd., S. 148ff.), von mündigen Bürger*innen in einer zunehmend digitalisierten Welt, wie man etwa im Lehrplan des 2018 neu in Österreich eingeführten Schulfachs *Digitale Grundbildung* nachlesen kann, das Schüler*innen (unter anderem) digitale Kompetenzen vermitteln soll (vgl. Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018, S. 14).

Digitale Medien, digitale Kompetenzen, *Digitale Grundbildung* – das Adjektiv „digital“ ist in den letzten Jahren omnipräsent, wird geradezu inflationär gebraucht, auch und gerade im Kontext von Bildung und Schule. Eine begriffli-

che Präzisierung dieser nur scheinbar intuitiv zugänglichen Schlagwörter wird in Kapitel 2 bzw. 3 vorgenommen, für eine ausführlichere Diskussion rund um die Bedeutungsebenen des Adjektivs „digital“ sei auf den Beitrag von Thomas Knaus (2016) verwiesen.

Im bildungswissenschaftlichen Kontext bedingen Digitalisierungsprozesse auf verschiedenen Ebenen Veränderungen: Die Mediendidaktik setzt sich erstens mit Chancen, Herausforderungen und Gefahren des Einsatzes digitaler Medien für Lernprozesse auseinander, die Mediatisierung als tiefgreifende Veränderung der Lebensverhältnisse stellt zweitens allgemeinbildende Schulen vor die Aufgabe, mit Schüler*innen über veränderte Selbst- und Weltverhältnisse zu diskutieren, organisatorische Rahmenbedingungen von Bildungsinstitutionen erfahren drittens eruptive Veränderungen durch die Digitalisierung und ebenjene wird viertens in den letzten Jahren zusehends selbst zum Lehrinhalt (vgl. Grünberger, Bauer & Krameritsch, 2020, S. 118f.).

Der österreichische Lehrplan des Schulfachs *Digitale Grundbildung* trägt diesen Veränderungen Rechnung – eine entsprechende Ausbildung für Lehrpersonen gibt es allerdings bislang nicht (vgl. Entwicklungsverbund „Cluster Mitte“, 2019a; 2019b). Dadurch stehen viele österreichische Schulen vor dem Problem, einen Lehrplan umsetzen zu müssen, für den ihnen das dafür kompetente Lehrpersonal fehlt. Darüber hinaus kommen – aufgrund der langen Approbationszeit – erst langsam erste Schulbücher für *Digitale Grundbildung* auf den Markt und diese stehen noch dazu oft der intendierten inhaltlichen Zielsetzung (durch die Umsetzung als klassisches, analoges Medium) diametral entgegen.

Hier fehlt es (...) vor allem an Beispielen, mit denen die neuen Inhalte vermittelt werden können. Die Auswahl und Gestaltung der Inhalte allein den Schulen zu überlassen ist offenbar wenig aussichtsreich, schon weil in den Schulen kaum Lehrende tätig sind, die über Kenntnisse oder Erfahrungen in der Medienkompetenzvermittlung und der Fachdidaktik Informatik verfügen. Es ist anzunehmen, dass eine zumindest orientierende Bereitstellung von Beispielen als sinnvolle Unterstützung aufgenommen würde (Swertz, 2018, S. 17f.)

Der Autor unterrichtet als Informatik-Lehrer an einem österreichischen Allgemeinbildenden Höheren Schule (AHS) und hat einerseits auf Basis dieser unzufriedenstellenden Situation und andererseits in Anbetracht der Covid-19-bedingten Schulschließungen im Jahr 2020 im Rahmen einer Initiative von *eEducation Austria* einen digitalen Online-Lernraum für Schüler*innen bzw.

Lehrer*innen entwickelt. Da allerdings in der Praxis oft wenig Zeit bleibt, geplante didaktische Lernszenarien zu reflektieren (vgl. Kerres, 2018, S. 225) lohnt sich aus Sicht des Autors ein näherer bildungswissenschaftlicher Blick auf die prototypisch entwickelten Kurseinheiten.

Einen wichtigen Aspekt bei der Gestaltung von digitalen Lernräumen stellen mediale Gestaltungsprinzipien dar, die unter Berücksichtigung instruktionspsychologischer Theorien zu menschlicher Informationsverarbeitung versuchen, Diskrepanzen zwischen erwarteten und tatsächlichen Lernerfolgen zu erklären (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 50). Der Bildungspsychologe Richard E. Mayer veröffentlichte 1989 eine (seither beständig weiterentwickelte) Lerntheorie, aus der er *multimediale* Gestaltungsprinzipien ableitete. *Multimedial* bedeutet für ihn dabei nicht (zwingend) den Einsatz verschiedener technischer Medien, sondern den Einsatz von gesprochenen oder gedruckten Worten in Kombination mit Bildern (vgl. Mayer, 2014d, S. 2).

Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet daher:

*Welche multimedialen Gestaltungsprinzipien helfen Schüler*innen im digitalen Lernraum bei der Erreichung der im Lehrplan von Digitaler Grundbildung definierten kognitiven Lernziele?*

In Kapitel 2 wird zuerst die in den letzten 15 Jahren zu verzeichnende zunehmende politische und institutionelle Hinwendung zum Thema digitaler Kompetenzen sowohl in Europa im Allgemeinen, als auch in Österreich im Besonderen skizziert. Von der Aufnahme von Computerkompetenz als eine von acht Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen, über das europäische Rahmenprogramm *DigComp* zur Entwicklung und zum Verständnis von digitaler Kompetenz, bis zu den konkreten österreichischen Implementierungen *digi.komp* und *Digitale Grundbildung* wird der Weg nachgezeichnet, der zu den aktuellen institutionellen Rahmenbedingungen für das vorliegende Projekt geführt hat.

In Kapitel 3 zeigt eine Zusammenfassung der Erkenntnisse der neuesten Kinder- und Jugendstudien aus Deutschland, dass die Lebenswelt der Schüler*innen in der heutigen Zeit in hohem Maße von digitalen Endgeräten bestimmt wird, sei es im Bereich der Kommunikation, der Freizeitgestaltung, aber auch der formellen und informellen Bildungsprozesse. Gerade in Bezug

auf letztere wird evidenzbasiert aufgezeigt, dass Erklärvideos – die eine wichtige didaktische Rolle innerhalb des digitalen Online-Lernraums einnehmen - hier für Kinder und Jugendliche inzwischen eine feste Größe darstellen. Ergebnisse von Studien zur Selbstwahrnehmung der Jugendlichen in einer zunehmend digitalisierten Alltagswelt und zu zuletzt erhobenen digitalen Kompetenzen von Schüler*innen legen dar, dass auch 20 Jahre nachdem Marc Prensky (2001) den Begriff der „digital natives“ geprägt hat, die Notwendigkeit besteht, Kindern und Jugendlichen in der Institution Schule eine umfassende digitale Bildung zukommen zu lassen.

In Kapitel 4 wird eine theoretische Fundierung vorgenommen. Hier werden die beiden für die Arbeit fundamentalen wissenschaftlichen Theorien, die Cognitive Load Theory (CLT) von John Sweller (1988) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) von Richard E. Mayer (2001, 2014a), ausführlich behandelt. Dargelegt werden jeweils die Annahmen zur Architektur und Funktionsweise des menschlichen Gedächtnisses, die Konzepte der beiden Theorien, sowie die für die Forschungsfrage relevanten Implikationen für multimediale Gestaltungsprinzipien. Auch auf Kritik und Weiterentwicklungen zu den beiden Lerntheorien wird eingegangen. Darüber hinaus wird das theoretische Fundament mit dem für die Schulpraxis entwickelten digitalen Online-Lernraum und den hierfür produzierten Erklärvideos in Beziehung gesetzt.

Kapitel 5 präsentiert eine in diesem Zusammenhang in authentischen Schulsituationen durchgeführte empirische Studie im Rahmen eines übergeordneten Design-Based-Research-Ansatzes. Nach einer Einführung in diesen Ansatz wird das entwickelte Studiendesign dargelegt, sowie die konkrete Umsetzung an einer österreichischen Schule dokumentiert. Danach werden die Ergebnisse der Studie und deren Implikationen für die Gestaltung des digitalen Online-Lernraums diskutiert.

Im abschließenden Kapitel 6 wird noch einmal zusammenfassend Resümee gezogen. Hierbei wird auch auf Limitationen in der Aussagekraft der präsentierten Ergebnisse eingegangen, sowie ein Ausblick auf mögliche in der Zukunft zu planenden weiterführenden Studien gegeben, die das Projekt auch über diese Arbeit hinaus begleiten könnten. In einem abschließenden Fazit wird ein Best-Case-Szenario für den künftigen Einsatz dieses Projekts skizziert.

2 Digitale Kompetenzen und Schule: Die institutionellen Rahmenbedingungen

Die Modellierung einer Lernumgebung, die in der schulischen Praxis breite Akzeptanz hervorrufen soll, muss verschiedene Rahmenbedingungen auf unterschiedlichen Ebenen berücksichtigen.

Grob könnte man hier etwa Rahmenbedingungen auf Makro- und Mikro-Ebene differenzieren. Für die Mikroebene, bei der es um die einzelnen Individuen des Schulsystems geht, sei auf Kapitel 3 verwiesen. Die Makroebene, die in diesem Kapitel behandelt wird, umfasst bildungspolitische Rahmenbedingungen wie Curricula, rechtliche Rahmenbedingungen, die Lehrer*innenausbildung, Ressourcen für Infrastruktur, zu haltende Unterrichtseinheiten, Lehr-/Lernmaterialien und Weiterbildung, etc. (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 225f.).

Weil die Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene konstituierend für jene auf nationaler Ebene sind, wird zuerst in Kapitel 2.1 die institutionelle Entwicklung auf der Ebene der EU nachgezeichnet und danach in Kapitel 2.2 jene in Österreich, da die Zielgruppen der digitalen Lernumgebung österreichische Lehrer*innen und Schüler*innen sind. Für eine ausführliche Gesamtübersicht über institutionelle Rahmenbedingungen in den einzelnen europäischen Ländern sei auf den Bericht „Digitale Bildung an den Schulen in Europa“ (Europäische Kommission/EACEA/Eurydice, 2019) verwiesen.

2.1. Europäische bildungspolitische Initiativen

Die von Doelker (Doelker, 1992, S. 108) geforderte Computer-Alphabetisierung der Gesellschaft wurde von der EU spätestens 2007 als großes bildungspolitisches Ziel formuliert. Acht sogenannte „Schlüsselkompetenzen“ für lebenslanges Lernen wurden damals angeführt, die zu einem erfolgreichen Leben in der Wissensgesellschaft beitragen würden. Eine davon lautete „Computerkompetenz“:

Computerkompetenz umfasst die sichere und kritische Anwendung der Technologien der Informationsgesellschaft (TIG) für Arbeit, Freizeit und Kommunikation. Sie wird unterstützt durch Grundkenntnisse der IKT: Benutzung von Computern, um Informationen abzufragen, zu bewerten, zu speichern, zu produzieren, zu präsentieren und auszutauschen, über Internet zu kommunizie-

ren und an Kooperationsnetzen teilzunehmen. (Europäische Kommission, 2007, S. 7)

Das Konzept der Schlüsselkompetenz ist dabei als Weiterentwicklung der von Dieter Mertens infolge der sich immer rascher ändernden Arbeitsinhalte definierten „Schlüsselqualifikationen“ zu sehen (vgl. Nieke, 2012, S. 4):

Schlüsselqualifikationen sind demnach solche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche nicht unmittelbaren und begrenzten Bezug zu bestimmten, disparaten praktischen Tätigkeiten erbringen, sondern vielmehr (...) die Eignung für eine große Zahl von Positionen und Funktionen als alternative Optionen zum gleichen Zeitpunkt, und (...) die Eignung für die Bewältigung einer Sequenz von (meist unvorhersehbaren) Änderungen von Anforderungen im Laufe des Lebens. (Mertens, 1974, S. 40)

Während Schlüsselqualifikationen also vor allem in unterschiedlichen Situationen einsetzbare Denkfähigkeiten, Fertigkeiten und Allgemeinwissen in den Blick nehmen, erweitert der Begriff der „Kompetenz“ dieses Konstrukt um die individuelle und die soziale Perspektive. Eine oft zitierte fachunabhängige Definition des Kompetenzbegriffs hat der pädagogische Psychologe Franz Erich Weinert formuliert:

(...) versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (Weinert, 2001, S. 27f.)

Kompetenzen sind somit individuell, werden unter anderem über Sozialisation erworben und erfordern neben einem mentalen Repertoire, um Probleme zu bewältigen, auch motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften (vgl. Isler, Philipp & Tilemann, 2010, S. 17). Für eine ausführliche Gegenüberstellung der (nicht immer trennscharfen) Begriffe (Schlüssel-)Qualifikationen und (Schlüssel-)Kompetenzen sei auf Harald Gapski (2001, S. 97ff.) verwiesen.

Durch die immer rascher und umfassender vorstattengehende globale Vernetzung (Stichwort: „Internet der Dinge“) gewann neben der Computerkompetenz auch die „Informationskompetenz“ an Bedeutung. Dieser Begriff

bezeichnet (...) die Fähigkeit, bezogen auf ein bestimmtes Problem den Informationsbedarf zu erkennen, die relevanten Informationen zu ermitteln und zu beschaffen sowie gefundene Informationen zu bewerten und effektiv zu nutzen. (Gapski & Tekster, 2009, S. 13)

Die beiden (ursprünglich getrennten) Begriffe Computerkompetenz und Informationskompetenz werden mittlerweile von der EU in einer aktualisierten Fassung der Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen unter dem Begriff der „digitalen Kompetenz“ subsummiert (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 106; Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, 2018, S. 15):

Digitale Kompetenz umfasst die sichere, kritische und verantwortungsvolle Nutzung von und Auseinandersetzung mit digitalen Technologien für die allgemeine und berufliche Bildung, die Arbeit und die Teilhabe an der Gesellschaft. Sie erstreckt sich auf Informations- und Datenkompetenz, Kommunikation und Zusammenarbeit, Medienkompetenz, die Erstellung digitaler Inhalte (einschließlich Programmieren), Sicherheit (einschließlich digitales Wohlergehen und Kompetenzen in Verbindung mit Cybersicherheit), Urheberrechtsfragen, Problemlösung und kritisches Denken. (Europäische Kommission, 2018, S. 9)

Diese Definition ist für die vorliegende Arbeit leitend, wenn in der Folge von digitalen Kompetenzen die Rede ist.

Eine Vielzahl an Studien zeigten allerdings, dass in den meisten europäischen Staaten digitale Kompetenz vor allem als die Fähigkeit verstanden wurde, Computerprogramme zu nutzen. Diese reduzierte Perspektive marginalisierte die Bedeutung, die die EU der digitalen Kompetenz beimisst. Als Folge wurde 2013 *DigComp* ins Leben gerufen, ein deskriptives Rahmenprogramm mit exakt formulierten Deskriptoren zur Entwicklung und zum Verständnis digitaler Kompetenz in ihrem oben angeführten vollständigen Umfang (vgl. Ferrari, Punie & Brečko, 2013). Wenige Jahre später folgten die Versionen *DigComp 2.0* bzw. *DigComp 2.1*, die neben einer höheren inhaltlichen Gewichtung des Aspekts digitaler Daten (vgl. Vuorikari et al., 2016, S. 10ff.; Swertz, 2019, S. 2ff.) vor allem eine strukturelle Annäherung an den Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) vollzogen. Beide Rahmenprogramme weisen nun acht hierarchische gegliederte Qualifikationsniveaus auf. Die aktuelle Version *DigComp 2.1* umfasst fünf Kompetenzbereiche mit insgesamt 21 Kompetenzen, die für jedes der acht Qualifikationsniveaus einen eigenen Deskriptor ausweisen. Die Matrix der daraus resultierenden 168 Deskriptoren digitaler Kompetenz inklusive konkreter Anwendungsbeispiele ist bei Carretero, Punie und Vuorikari (2017) nachzulesen. Eine Weiterentwicklung zur Version *DigComp 2.2* ist für das Frühjahr 2022 angekündigt (Europäische Kommission, 2021).

Der europäische Kompetenzraster *DigCompEdu* formuliert speziell für Bildungssysteme 22 digitale Kompetenzen in sechs Kompetenzbereichen für Lehrende aller Bildungsinstitutionen, gegliedert nach sechs Kompetenzstufen (A1 bis C2), die sich wiederum am Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen (GER) für Sprachen orientieren (Redecker, 2017).

Es wird explizit betont, dass die *DigComp*-Referenzrahmen nicht als starre Vorgaben gedacht sind, sondern je nach Einsatzbereich als frei adaptierbare Vorlage verwendet werden können (vgl. Kluzer & Pujol Priego, 2018, S. 24). Vor diesem Hintergrund ist auch die österreichische Implementation des *DigComp*-Referenzrahmens zu sehen.

2.2. Österreichische bildungspolitische Initiativen

In Österreich wurde 2013 als Reaktion auf *DigComp 1.0* und auf den in Bezug auf digitale Kompetenzen ernüchternd ausgefallenen Nationalen Bildungsbericht 2012 der *digi.komp8*-Standard implementiert, der beschreibt, welche digitalen Kompetenzen die Schüler*innen am Ende der achten Schulstufe haben sollten. Wenig später folgten der *digi.komp4*- und der *digi.komp12*-Standard. Zusätzlich weist der dreistufige *digi.kompP*-Kompetenzraster seit 2016 jene digitalen Kompetenzen aus, „über die Studierende zu Beginn und zu Ende des Lehramtsstudiums und Lehrende nach fünf Jahren Berufstätigkeit verfügen sollten“ (National Competence Center eEducation Austria, 2016b). Der *digi.kompP*-Kompetenzraster wurde 2019 in einer überarbeiteten Version veröffentlicht (ebd., 2019) – eine verpflichtende Verankerung aller in *digi.kompP* gelisteten Kompetenzen in den österreichischen Curricula der Lehramtsstudien ist allerdings weiterhin nicht gegeben (vgl. Brandhofer et al., 2019, S. 344).

Eine österreichische Umsetzung des *DigComp 2.1*-Referenzrahmens erfolgte 2019 mit dem Kompetenzmodell *DigComp 2.2 AT* (wodurch begriffliche Missverständnisse durch die demnächst neu erscheinende europäische Version *DigComp 2.2* bzw. durch die Inkonsistenzen bei der Benennung der österreichischen Implementierungen vorprogrammiert sind). *DigComp 2.2 AT* erweitert *DigComp 2.1* um einen sechsten Kompetenzbereich („Grundlagen und Zugang“, aus Kompatibilitätsgründen zur europäischen Version als „Kompetenzbereich 0“ bezeichnet) und einige etwas detaillierte Formulierungen bei den einzelnen Kompetenzen (vgl. Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, 2018, S. 28).

DigComp bzw. *DigComp 2.2 AT* sind allgemeine Kompetenzraster für Bürger*innen. In Österreich legt *DigComp 2.2 AT* den Fokus vor allem auf den beruflichen Bereich (vgl. Swertz, 2019, S. 17), während *digi.komp* eine österreichische Implementierung speziell für den Schulbereich darstellt (vgl. National Competence Center eEducation Austria, 2016a). Da die Umsetzung der *digi.komp*-Standards allerdings an die Autonomie der Schulen delegiert wurde und somit stark vom Engagement einzelner Schulstandorte und Lehrpersonen abhängig war und ist (vgl. Reisinger, 2018, S. 49), startete im Schuljahr 2018/19 in Österreich die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung*. An einem Pilotprojekt ein Jahr zuvor nahmen 178 AHS-Unterstufen bzw. Mittelschulen (MS) teil. Da *DigComp 2.1* und *DigComp 2.2 AT* erst nach der Entwicklung des Lehrplans für *Digitale Grundbildung* veröffentlicht wurden, waren die Grundlagen für dessen Entwicklung der europäische *DigComp 2.0*-Referenzrahmen und der österreichische *digi.komp8*-Standard (vgl. Brandhofer et al., 2019, S. 327). Von Informatikern und Medienwissenschaftlern gefordert wurde ein solches Unterrichtsfach bereits seit vielen Jahren (vgl. Brandhofer, 2014, S. 112ff.).

Dem Lehrplan zu *Digitaler Grundbildung* ist zu entnehmen: „Digitale Grundbildung umfasst digitale Kompetenz, Medienkompetenz sowie politische Kompetenzen“ (Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018, S. 14). Dies ist insofern interessant, als hier digitale Kompetenz und Medienkompetenz als zwei unterschiedliche Arten von Kompetenzen ausgewiesen werden. Zieht man die Definition der Europäischen Kommission zu digitaler Kompetenz heran (siehe Kapitel 2.1), so scheint dort Medienkompetenz als eine Teilmenge von digitaler Kompetenz auf.

Zur Medienkompetenz heißt es im Lehrplan zu *Digitaler Grundbildung*:

Medienkompetenz ist eine Schlüsselkompetenz. Sie umfasst die Aspekte der Produktion, der Repräsentation, der Mediensprache und der Mediennutzung. Die Vermittlung von Medienkompetenz umfasst die Fähigkeit, Medien zu nutzen, die verschiedenen Aspekte der Medien und Medieninhalte zu verstehen und kritisch zu bewerten sowie selbst in vielfältigen Kontexten zu kommunizieren. Kritisches und kreatives Denken sind zentrale Aspekte der Medienbildung. (ebd., 2018, S. 14)

Auf das Adjektiv „digital“ wird demnach in dieser Definition scheinbar bewusst verzichtet, die Ausbildung der Medienkompetenz in diesem Sinne bezieht sich sowohl auf digitale als auch auf analoge Medien (vgl. Brandhofer et al., 2019,

S. 309). Medienkompetenz kann somit einerseits als eine Untermenge von digitaler Kompetenz betrachtet werden (siehe die Definition der Europäischen Kommission in Kapitel 2.1) - wenn man ausschließlich digitale Medien in den Blick nimmt. Medienkompetenz kann aber auch andererseits Kompetenzen abdecken, die über digitale Kompetenzen hinausgehen (siehe die Definition im Lehrplan von *Digitaler Grundbildung*) – wenn man sowohl digitale als auch analoge Medien in den Blick nimmt. Darüber hinaus gibt es durchaus auch die Sichtweise, dass der Begriff der Medienkompetenz in Zeiten der Digitalisierung der Welt nicht mehr zeitgemäß sei und überhaupt durch den Begriff der digitalen Kompetenz ersetzt werden sollte (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 95ff.).

Bevor der Begriff der Medienkompetenz noch einmal etwas genauer in den Blick genommen wird, gilt es zu klären, was in dieser Arbeit als Medium verstanden wird. Beim Medienbegriff handelt es sich um einen äußerst heterogenen und unklaren Begriff - für eine ausführliche Diskussion hierzu sei auf Mock (2006) verwiesen. Als sozusagen kleinster gemeinsamer Nenner vieler Definition sollen in dieser Arbeit „Medien im engeren Sinne“ (Schaumburg & Doreen, 2019, S. 24) als „Träger und Vermittler von Signalen in kommunikativen Zusammenhängen“ (ebd., 2019, S. 17) interpretiert werden. Das Medium für sich allein ist somit eigentlich gar nicht existent, sondern wir erst dadurch zum Medium, indem es zwischen Objekten oder Menschen vermittelt (vgl. Mock, 2006, S. 184). „Es ist damit die Situation, die den Wert des Mediums bestimmt, und nicht das Medium selbst“ (Kerres, 2018, S. 139) – eine Einsicht, die gerade bei der Nutzung von Medien in Lernräumen nicht aus den Augen verloren werden sollte.

In Anlehnung an Thomas Mock (2006) grenzen Heike Schaumburg und Prasse Doreen (2019) vier Perspektiven von Medien als Mittel der Kommunikation voneinander ab: Die technische, die wahrnehmungstheoretische, die semiotische und die system-kulturtheoretische Perspektive (vgl. ebd., S. 18). Die Definition von Medienkompetenz, wie sie im österreichischen Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* vorzufinden ist (siehe oben bzw. mit detaillierter Kompetenzbeschreibung in Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018), bezieht sich in erster Linie auf zwei dieser vier Perspektiven: Einerseits die technische Perspektive, also „Medien [als] technische Mittel (...), mit denen über die räumlichen und zeitlichen Grenzen direkter Kom-

munikation hinweg Signale zwischen einem Sender und einem Empfänger übertragen werden können“ (Schaumburg & Doreen, 2019, S. 18). Schließlich lassen sich die Auswirkungen von Techniken nicht ohne Einsicht in die technischen und informationstheoretischen Grundlagen verstehen (vgl. Doelker, 1992, S. 143; Herzig et al., 2018, S. 138 - und ausführlicher: Döbeli Honegger, 2016). Und andererseits die systemisch-kulturtheoretische Perspektive, die auch Medieninstitutionen, mediale Inszenierungen und Medien als kulturelle Räume der sozialen Interaktion in den Blick nimmt (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 21f.). Als theoretisches Fundament dieser Schwerpunktsetzung dürfte unter anderem das Dagstuhl-Dreieck gedient haben (vgl. Swertz, 2018, S. 4), mittels dessen die Gesellschaft für Informatik (2016) forderte, dass Bildung in der digital vernetzten Welt aus anwendungsbezogener (Frage: „Wie nutze ich das?“), technologischer (Frage: „Wie funktioniert das?“) und gesellschaftlich-kultureller (Frage: „Wie wirkt das?“) Perspektive in den Blick genommen werden sollte.

Den Kompetenzbegriff hat Dieter Baacke in den 1970ern mit Bezugnahme auf kritische Medientheorien in die medienpädagogische Diskussion eingeführt, die Wortverbindung Medienkompetenz bildete sich dann in den 1980ern (vgl. Grafe, Herzig & Tulodziecki, 2019, S. 181f.). Der Begriff wurde in den 1990ern von Baacke aufgegriffen und als „die Fähigkeit, in die Welt aktiv aneignender Weise auch alle Arten von Medien für das Kommunikations- und Handlungsrepertoire von Menschen einzusetzen“ (Baacke, 1996, S. 119) bezeichnet. Seither gab es eine Vielzahl weiterer Definitionsversuche von Medienkompetenz (vgl. Grafe, Herzig & Tulodziecki, 2019, S. 183ff.), die allerdings den Rahmen dieser Arbeit ebenso sprengen würden wie eine Gegenüberstellung mit dem international geläufigeren und in seiner Bedeutung etwas anders gelagerten Begriff der media literacy (vgl. ebd., S. 184).

Diskussionswürdig ist an der Definition von Medienkompetenz, wie sie im österreichischen Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* vorzufinden ist (siehe oben), außerdem die Referenz auf den nicht minder schwer zu definierenden Begriff der „Medienbildung“, der jedoch im vorliegenden Lehrplan nicht näher erläutert wird. Für eine Gegenüberstellung der beiden Begriffe „Medienkompetenz“ und „Medienbildung“ sei auf weiterführende Literatur verwiesen (vgl. ebd., S. 192ff.; Brandhofer et al., 2019, S. 308ff.). Im Rahmen dieser Arbeit sei lediglich angemerkt, dass der Begriff der Medienbildung in erster Linie als

Prozessbegriff verwendet wird, im Gegensatz zu gewünschten Kompetenzniveaus, die durch den Begriff der Medienkompetenz angesprochen werden.

Zusammenfassend kann zur Aufarbeitung der in diesem Zusammenhang relevanten Begrifflichkeiten vermerkt werden: Ein Gegenstand *Digitale Grundbildung*, dessen Lehrplan digitale Kompetenzen und Medienkompetenzen (sowie politische Kompetenzen) umfasst, zeugt somit auch von einem Verständnis von Bildung als Prozess der individuellen Aneignung von Kompetenzen (vgl. ebd., S. 313).

Um nicht fortlaufend zwischen digitalen Kompetenzen und Medienkompetenzen unterscheiden zu müssen, wird in Bezug auf digitale Kompetenzen in dieser Arbeit die in Kapitel 2.1 vorliegende Definition der europäischen Kommission herangezogen und nicht jene des Lehrplans *Digitale Grundbildung*. Digitale Kompetenzen umfassen somit auch Medienkompetenzen.

Die Implementierung von *Digitaler Grundbildung* in Österreich war allerdings weder mit zusätzlichen finanziellen noch mit zusätzlichen personellen Ressourcen verbunden. Für die praktische Umsetzung an den Schulen bedeutet dieser Umstand, dass es zwei mögliche (schulautonom zu wählende) Szenarien gibt: Die eine Variante ist, dass ein neuer Gegenstand *Digitale Grundbildung* in den Fächerkanon aufgenommen wird, um dessen (zumeist zwei) Jahresstunden ein anderer Gegenstand gekürzt wird. Da dies in der Regel zu schulinternen Grabenkämpfen um Stundenkontingente führt, wird in den meisten österreichischen Schulen die zweite Variante bevorzugt: Die Lehrplaninhalte von *Digitaler Grundbildung* werden hierbei fachintegriert im bestehenden Fächerkanon vermittelt. Obwohl es mit Sicherheit eine Vielzahl möglicher Schnittmengen zwischen den Lehrplänen gibt und die Kulturtechniken Lesen und Schreiben auch nicht bis zur Matura als eigener Gegenstand geführt werden: die meisten Autoren sehen eine fachintegrierte Vermittlung von digitalen Kompetenzen kritisch. Folgende Problematiken werden unter anderem angeführt (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 123; Herzig, 2016, S. 64f.; Brandhofer, 2014, S. 112ff.; Baacke, 1992, S. 57): Ein systematisch voranschreitender, nachhaltiger Kompetenzaufbau sei schwer umsetzbar, interdisziplinäre Konferenzen zur Abstimmung innerhalb des Lehrkörpers wären notwendig (fänden jedoch aufgrund von Zeitdruck zu selten statt) und verpflichtende Weiterbildungsformate für alle Lehrpersonen müssten vorgeschrieben werden. Selbst in der Variante mit *Digitaler Grundbildung* als eige-

ner Gegenstand stellt sich die Frage, welche Lehrpersonen die Inhalte des Lehrplans kompetent vermitteln können. Denn im Curriculum des Bachelorstudiums Lehramt findet *Digitale Grundbildung* bislang keine Erwähnung und auch medienpädagogische Inhalte sind eher Mangelware (vgl. Entwicklungsverbund „Cluster Mitte“, 2019a). Im weiterführenden Masterstudium ist zwar eine Übung *Digitale Grundbildung* zu belegen, diese vermittelt allerdings nur einen (kleinen) Teil der in *digi.kompP* gelisteten Kompetenzen, bezieht sich demnach nicht per se auf den Unterrichtsgegenstand *Digitale Grundbildung* (auch wenn es hier natürlich Schnittmengen gibt) und ist mit gerade einmal 2 ECTS (vgl. ebd., 2019b) auch vom Umfang her mit Sicherheit nicht geeignet, um künftige Lehrpersonen auf das Unterrichten der entsprechenden Lehrplaninhalte vorzubereiten. Eine eigene Lehramt-Ausbildung für den Gegenstand *Digitale Grundbildung*, wie es sie für fast alle anderen Schulgegenstände gibt, wurde bislang ebenfalls noch nicht implementiert. Entsprechende Konzepte zu einer umfassenden Entwicklung erforderlicher Kompetenzen für Lehrpersonen, die künftig die Lehrplaninhalte von *Digitaler Grundbildung* unterrichten sollen, sollten demnach ehest möglich umgesetzt werden.

Vor diesen Hintergründen versucht das in dieser Arbeit behandelte Projekt des Online-Lernraums für *Digitale Grundbildung* Lehrpersonen beim Unterrichten durch die Bereitstellung qualitativ hochwertiger, didaktisch aufbereiteter Lehr-Lern-Materialien zu unterstützen, wie dies etwa auch Gerick und Eickelmann in ihren „Handlungsempfehlungen für das Lernen mit digitalen Medien“ (2017, S. 113) anregen.

Aber sind die im Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* geforderten digitalen Kompetenzen auch anschlussfähig an die Lebenswelten von Kindern und Jugendlichen? Und falls dies der Fall ist: Kann man dann bei Kindern und Jugendlichen nicht ohnehin mit Eintritt in die Sekundarstufe 1 bereits hohe digitale Kompetenzen erwarten? Anders formuliert: Sind die Überlegungen zur Entwicklung digitaler Kompetenzen bei Schüler*innen überhaupt gesellschaftlich relevant? Diese Fragen sollen in Kapitel 3 auf Basis aktueller Kinder- und Jugendstudien beantwortet werden.

3 Digitale Kompetenzen und Schüler*innen: Zum Stand der Forschung

Während in Kapitel 2 die Makroebene der Rahmenbedingungen des Unterrichtens von *Digitaler Grundbildung* in den Blick genommen wurde, soll nun auch die Mikroebene etwas näher betrachtet werden. Schaumburg und Doreen (vgl. 2019, S. 226) verstehen darunter die handelnden Charaktere des Schulsystems, vornehmlich die Schüler*innen und Lehrer*innen.

Die Problematik rund um die mangelnde institutionalisierte digitale Kompetenzentwicklung von Lehrpersonen in Österreich wurde bereits in Kapitel 2.2 thematisiert – Studienergebnisse, die durchaus Aufholbedarf bei der österreichischen Lehrerschaft in Bezug auf die didaktische Umsetzung bei der Vermittlung digitaler Kompetenzen sehen (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 97ff.), sind daher wenig überraschend, auch wenn Österreich im OECD-Vergleich bei der Verfügbarkeit professioneller Materialien zum Erwerb digitaler Kompetenzen deutlich über dem Durchschnitt liegt (vgl. Ikeda, 2020, S. 4).

Im Fokus dieses Kapitels steht eine Bestandsaufnahme rund um die digitalen Kompetenzen von Schüler*innen, da diese die primäre Zielgruppe des entwickelten digitalen Lernraums darstellen und dementsprechend auch als Studienteilnehmer*innen im empirischen Teil der Arbeit herangezogen wurden (siehe Kapitel 5). Da die wissenschaftliche Datenlage zu digitalen Medien und digitalen Kompetenzen in Bezug auf deutsche Schüler*innen deutlich ergiebiger ist als für österreichische Schüler*innen, wird in der Folge vermehrt auf Studien aus Deutschland verwiesen. Aufgrund der geographischen, kulturellen und schulinstitutionellen Nähe zu Österreich, sowie auf Basis einiger vorliegender Vergleichswerte thematisch ähnlich gelagerter Studien aus Deutschland und Österreich, wird angenommen, dass die Studienergebnisse aus Deutschland in überwiegendem Ausmaß in ihren Grundaussagen auf österreichische Schüler*innen und Schulen übertragbar sind.

3.1. Digitale Medien im Alltag von Schüler*innen

Debray (1999) sieht die Gesellschaft seit der Jahrtausendwende im Zeitalter der digitalen Medien, der Hypersphäre. Krotz bezeichnet den Prozess der zunehmenden Durchdringung des Alltags und der Erfahrungswelt durch Medien als Mediatisierung (vgl. 2001, S. 29f.). Er diagnostiziert drei Arten von media-

ler Entgrenzung (ebd., S. 22): Zeitlich stehen Medien zu allen Zeitpunkten zur Verfügung. Räumlich stehen Medien nahezu allerorts zur Verfügung. Und in ihrem Sinnbezug werden Medien mit immer mehr Absichten und Motiven in immer mehr Lebensbereichen verwendet.

Während Krotz damit sowohl analoge als auch digitale Medien meint, soll im Folgenden ausschließlich auf die Nutzung digitaler Medien Bezug genommen werden. Auf den teilweise in der wissenschaftlichen Literatur synonym verwendeten Begriff der sogenannten „Neuen Medien“ wird hier bewusst verzichtet, da zuletzt dessen Unschärfe in die Kritik geraten ist (vgl. Brandhofer et al., 2019, S. 311; Seufert, Guggemos & Tarantini, 2018, S. 181).

Die KIM-Studie (Kindheit, Internet, Medien), die eine für Deutschland alle zwei Jahre durchgeführte repräsentative Befragung von Kindern im Alter von sechs bis dreizehn Jahren (als auch deren Erziehungsberechtigten) darstellt, attestierte im Jahr 2020 beinahe allen Haushalten einen Internetzugang, den Besitz eines PCs oder eines Laptops, sowie eines Smartphones (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2020, S. 11). Für Österreich liegen keine genauen Daten vor, es kann aber von einer ähnlichen Durchdringung digitaler Medien wie in Deutschland ausgegangen werden (vgl. Breit et al., 2019, S. 104; Education Group, 2020, S. 11). Immerhin 42% der deutschen sechs- bis dreizehnjährigen Kinder besaßen bereits selbst ein Smartphone (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2020, S. 11). Für die in dieser Arbeit relevante Zielgruppe der Schüler*innen ab zehn Jahren darf demnach sogar ein deutlich höherer Prozentsatz angenommen werden (vgl. ebd., S. 18). Auch Studien aus Österreich lassen auf einen höheren Prozentsatz schließen (vgl. Education Group, 2020, S. 14). Genutzt werden digitale Geräte von den Schüler*innen für Kommunikation, zur Unterhaltung, aber durchaus auch vermehrt für Informationsbeschaffung und zu Lernzwecken. Auf YouTube werden mittlerweile von deutlich mehr als 30% der Schüler*innen der Sekundarstufe 1 Videos zu Themen aus der Schule mindestens einmal pro Woche aufgerufen (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2020, S. 45) – das stellt zur Erhebung der KIM-Studie 2018 eine Steigerung um ca. 50% dar (vgl. ebd., 2018, S. 46) und lässt vermuten, dass Erklärvideos zu schulischen Inhalten für Schüler*innen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Bei den 12- bis 19-Jährigen in Deutschland sind Erklärvideos inzwischen für knapp die Hälfte der Schüler*innen wich-

tig oder sehr wichtig (vgl. Dorgerloh & Wolf, 2020, S. 62). Den Fokus im empirischen Teil (siehe Kapitel 5) auf das digitale Medium des Erklärvideos zu richten, erscheint anhand der vorliegenden Daten demnach durchaus angebracht.

Die International Computer and Media Literacy Study (ICILS), eine international vergleichende Schulleistungsstudie, die 2018 zum zweiten Mal nach 2013 durchgeführt wurde, erhob für mehr als 3000 deutsche Schüler*innen (Österreich nahm leider nicht teil) der achten Schulstufe, dass 22.8% von ihnen digitale Medien für schulbezogene Zwecke mindestens einmal pro Woche innerhalb der Schule nutzten. 42% gaben an, digitale Medien für schulbezogene Zwecke mindestens einmal pro Woche außerhalb der Schule zu verwenden (vgl. Eickelmann, Gerick, Labusch & Schaumburg, 2019, S. 249). Im internationalen Vergleich liegt Deutschland hier allerdings noch deutlich unter dem Durchschnitt (vgl. ebd., S. 250). Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang Dänemark, wo 81% der Schüler*innen angaben, jeden Tag digitale Medien in der Schule für schulbezogene Zwecke zu nutzen (vgl. ebd., S. 252). Für das Bundesland Oberösterreich gibt die 7. OÖ Kinder-Medien-Studie einen Wert von 55% der sechs- bis zehnjährigen Schüler*innen an, die mindestens einmal pro Woche Aufgaben für die Schule auf einem digitalen Gerät erledigen (vgl. Education Group, 2020, S. 38). 82% der Schüler*innen verwenden gerne Lernapps bzw. Lernprogramme am Smartphone, Computer oder Tablet (vgl. ebd., S. 48). Auch die Befragungsergebnisse der PISA-Studie lassen darauf schließen, dass in Österreich digitale Medien von Schüler*innen häufiger für schulbezogene Zwecke verwendet werden als in Deutschland (vgl. OECD, 2015, S. 51ff.).

Die Schlussfolgerung, dass das Lernen mit digitalen Medien in unserer Gesellschaft von Jahr zu Jahr an Bedeutung gewinnt und damit die Freude am Lernprozess durch vielfältigere, spielerische und selbstverantwortlichere Zugänge gefördert wird (vgl. Brandhofer et al., 2019, S. 338), ist anhand der vorliegenden Zahlen unbestritten. Digitale Medien rücken damit auch auf der bildungspolitischen Agenda höher (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 222).

Doch ist die Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Schule überhaupt noch zeitgemäß? Schließlich prägte Prensky (2001) bereits vor zwei Jahrzehnten den Begriff der „digital natives“. Er attestierte schon damals einer ganzen Generation, dass sie durch eine Sozialisation mit Computer und Internet Informationen rascher aufnehmen könne, multitaskingfähig sei und digitale Kompe-

tenzen im Prinzip nebenbei in der Kindheit erwerbe (vgl. ebd., S. 1f.). Auch wenn in der Folge viel Kritik am Begriff der „digital natives“ geübt wurde (Bennett, Maton & Kervin, 2008; Bennett & Maton, 2010; Hargittai, 2010; Jones et al., 2010; Kennedy et al., 2008; Kennedy et al., 2010; Margaryan, Littlejohn & Vojt, 2011; Schulmeister, 2012): Haben Smartphone und Tablet durch ihren niederschweligen Zugang zu digitalen Inhalten und Funktionalitäten nicht seither womöglich doch dafür gesorgt, dass Schüler*innen der Sekundarstufe 1 ihren Lehrer*innen in Bezug auf digitale Kompetenzen bereits vielfach deutlich voraus sind? Ist demnach ein Unterrichtsgegenstand *Digitale Grundbildung* und ein Online-Lernraum hierfür überhaupt notwendig? Im nächsten Kapitel sollen diese Fragen beantwortet werden.

3.2. Digitale Kompetenzentwicklung in der Schule

Die DIVSI U25-Studie (Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet, 2018) stellte bei einer repräsentativen Erhebung den 14- bis 24-Jährigen in Deutschland unter anderem die Frage, ob sie sich selbst als „digital natives“ sehen würden. Das Ergebnis war, dass 47% der Jugendlichen der Begriff nicht geläufig war, weitere 23% gaben an, den Begriff zu kennen, aber nicht zu wissen, was er bedeute (vgl. ebd., S. 29). Die Annahme, sie würden Kompetenzen im Umgang mit dem Internet (als Beispiel für digitale Kompetenzen) beiläufig in der Kindheit erlernen, wiesen sie deutlich zurück (vgl. ebd., S. 28). Sie sahen vielmehr andere in der Pflicht, sie auf eine digitale Zukunft vorzubereiten und verweisen hierbei explizit auf die Institution Schule (vgl. ebd., S. 106). Auch 79% der Eltern in Deutschland gaben an, digitale Kompetenzen sollten von der Schule vermittelt werden (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2020, S. 77).

Eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung hierfür ist die infrastrukturelle Ausstattung von Schulen mit Computern, Tablets, Notebooks, LAN- bzw. WLAN-Verbindung, etc. Hier ist Österreich im OECD-Vergleich bei den führenden Ländern (vgl. OECD, 2020, S. 117ff.): Mehr als 1,25 Computer stehen in den österreichischen Schulen pro Schüler*in zur Verfügung (OECD-Schnitt: 0,85 bzw. Deutschland: 0,61), in ca. 82% (70%) der AHS (MS) existiert in mindestens der Hälfte der Klassen eine WLAN-Verbindung (Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020b, S. 1f.). Auch die subjektive Einschätzung von Schüler*innen, Lehrer*innen und Eltern

in Bezug auf die IT-Ausstattung der Schulen zeigt eine Zufriedenheit bei knapp 80% der Befragten (vgl. Mega Bildungstiftung, 2021, S. 11).

Eine vorhandene infrastrukturelle Ausstattung muss allerdings noch nicht bedeuten, dass diese auch vom Lehrkörper tatsächlich für den Unterricht genutzt wird, wie Studiendaten aus Deutschland und der Schweiz zeigen (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 222). Und auch wenn Technikeinsatz das Potenzial besitzt, digitale Kompetenzen von Schüler*innen zu verbessern (vgl. Sakamoto, 2018; Eickelmann, Gerick, Labusch & Schaumburg, 2019, S. 262) - er allein bedeutet keinesfalls automatisch die Vermittlung digitaler Kompetenzen. Erstens realisieren nur jene medial unterstützten Lehr- und Lernsituationen einen didaktischen Mehrwert, die Vorteile generieren, die ohne technische Unterstützung nicht vorhanden wären (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 95). Zweitens wurde in Kapitel 2 ausführlich dargelegt, dass von digital kompetenten Schüler*innen deutlich mehr erwartet wird, als lediglich digitale Medien nutzen zu können. Neben dem technischen Blickwinkel, dessen Behandlung notwendig ist, um digitale Grundkonzepte sichtbar und verstehbar werden zu lassen (vgl. Herzig, 2016, S. 74), müssen auch sich stetig verändernde kommunikative und soziale Praktiken unter entwicklungs- und bildungsrelevanten Dimensionen betrachtet werden (vgl. Hugger, Tillmann & Iske, 2015, S. 8).

Die bereits erwähnte ICIL-Studie erhob 2018 in zwölf Ländern bei den Schüler*innen der achten Schulstufe die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen, sowie die Kompetenzen im Bereich des Computational Thinking – „zwei nicht unverbundene, aber eigenständige Kompetenzbereiche“ (Eickelmann, Vahrenhold & Labusch, 2019, S. 394). Die genaue Definition dessen, was unter diesen Kompetenzbereichen verstanden wird (vgl. Eickelmann, Bos, Gerick, Goldhammer et al., 2019, S. 44f.; Senkbeil et al., 2019) offenbart eine passgenaue Untermenge an jenen Kompetenzen, die im Lehrplan von *Digitale Grundbildung* definiert sind (siehe Kapitel 2.2) und damit Inhalte des entwickelten Online-Lernraums sind. Die Ergebnisse der Studie eignen sich somit, um festzustellen, ob eine schulische Vermittlung dieser Kompetenzen auf Basis repräsentativer, empirischer Daten überhaupt als notwendig angesehen werden kann und soll.

Bei der ICILS 2018 wurden keine Daten für Österreicher erhoben. An der ländervergleichenden PISA-Studie 2018 nahm Österreich zwar teil, diese führte

aber keine Kompetenzmessung in Bezug auf digitale Kompetenzen durch. Allerdings beinhaltete sie einen Fragebogen für die 15-jährigen Schüler*innen, bei dem sie angeben sollten, ob ihnen bestimmte „digital literacy skills“ von der Institution Schule beigebracht worden waren (vgl. OECD, 2021, S. 164). Auch wenn die Anzahl der Fragen eher gering war (bei der PISA-Studie 2022 soll der ICT-Fragebogen deutlich erweitert werden, vgl. Lorenceau, Marec & Mostafa, 2019) und eine Behandlung von thematischen Inhalten nicht unbedingt mit deren Beherrschung gleichzusetzen ist: Diese Arbeit nimmt unter Bezugnahme auf die Ergebnisse der Befragung an, dass erstens digitale Kompetenzen bei österreichischen Schüler*innen etwas häufiger und umfassender vorhanden sind als bei gleichaltrigen deutschen Schüler*innen, aber dass zweitens Österreich im internationalen Vergleich trotzdem lediglich in einem durchschnittlichen Bereich liegt (die Selbsteinschätzungsergebnisse der PISA-Studien aus Österreich und Deutschland würden ein leicht unterdurchschnittliches Abschneiden implizieren, die belastbareren Leistungsergebnisse der ICILS aus Deutschland ein leicht überdurchschnittliches Abschneiden, wobei hier allerdings nur zwölf Länder teilnahmen).

Die ICILS 2018 ordnete die Schüler*innen auf Basis der durchgeführten Leistungstests fünf digitalen Kompetenzniveaus zu. Betrachtet man die Definition der einzelnen Kompetenzniveaus (vgl. Senkbeil et al., 2019, S. 91ff.), so zeigt sich, dass eine Eigenständigkeit ohne fremde Hilfestellungen nur für die Kompetenzniveaus IV und V angenommen werden kann. Diese Kompetenzniveaus wurden von insgesamt lediglich 23,9% der deutschen Schüler*innen erreicht, der internationale Mittelwert lag bei 20,6% (vgl. Eickelmann, Bos, Gerick & Labusch, 2019, S. 126). Erneut weist in diesem Zusammenhang Dänemark den höchsten europäischen Wert auf: 39,2% der dänischen Schüler*innen erreichten zumindest Kompetenzniveau IV. Die Sonderauswertung für den Bereich Computational Thinking – der ebenfalls einen eigenen Kompetenzbereich im Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* darstellt – zeigt ein ähnliches Bild: Hier liegt der Medianwert der deutschen Schüler*innen etwas unter dem internationalen Medianwert, wiederum erweist sich Dänemark (recht deutlich) als europäischer Spitzenreiter (vgl. Eickelmann, Vahrenhold & Labusch, 2019, S. 381). Unter Bezugnahme der deutlich höheren Nutzung digitaler Geräte für schulbezogene Zwecke in Dänemark (siehe Kapitel 3.1) ist demnach die bereits erwähnte These einer positiven Korrelation zwischen der Nutzung digitaler Medien und der Entwicklung digitaler Kompetenzen nahelie-

gend. International gesehen scheint Europa keine Vorreiterrolle bei der Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Schule zu spielen: Die Schüler*innen der Republik Korea (das einzige Teilnehmerland aus Asien) erzielten in praktisch allen Kompetenzbereichen der ICILS 2018 die höchsten Werte im Vergleich zu den Schüler*innen der anderen teilnehmenden Ländern – und das, obwohl Studien dem Schulsystem der Republik Korea eine in den letzten Jahren deutlich abnehmende Priorisierung der Ausbildung digitaler Kompetenzen attestieren (Choi, An & Lee, 2015).

Unter der zuvor begründeten Annahme, dass die digitalen Kompetenzen der österreichischen Schüler*innen in etwa im europäischen Mittelfeld liegen, muss vermutet werden, dass zwei von drei österreichischen Schüler*innen am Ende der Sekundarstufe 1 über nicht ausreichend digitale Kompetenzen verfügen, um im weiteren Lebensverlauf problemlos an einer zunehmend digitalisierten Alltagswelt zu partizipieren. Untermauert wird diese These durch 69% der deutschen 14- bis 24-Jährigen, die sich von der Schule nicht ausreichend auf die digitale Zukunft vorbereitet fühlen (vgl. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet, 2018, S. 98).

„Zunehmend erscheint unstrittig und in der Literatur gut belegt, dass Kinder und Jugendliche für einen souveränen Umgang mit digitalen Medien der instruktionalen Unterstützung bedürfen“ (Senkbeil et al., 2019, S. 83).

Die alltägliche Nutzung digitaler Medien mündet somit nicht automatisch in einen reflektieren und kritischen Umgang mit diesen (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 12) und die in diesem Kapitel angeführten Studienergebnisse zeigen, dass der Schule als gesellschaftlicher Institution die Aufgabe zukommt, digitale Kompetenzentwicklung bei Schüler*innen sicherzustellen (vgl. Senkbeil et al., 2019, S. 82).

Der Bedarf für einen didaktisch hochwertig implementierten Online-Lehr-Lernraum für die Lehrplaninhalte von *Digitaler Grundbildung* ist demnach in Österreich definitiv gegeben, wie in den letzten beiden Kapiteln gezeigt wurde. Es stellt sich an dieser Stelle die Frage, welche Lerntheorien das theoretische Fundament bei der konkreten Umsetzung des digitalen Lernraums bilden. Diese werden im nächsten Kapitel dargelegt.

4 Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

Die beiden für diese Arbeit fundamentalen wissenschaftlichen Theorien – die Cognitive Load Theory und die Cognitive Theory of Multimedia Learning – werden in den folgenden beiden Unterkapiteln in ihren Grundannahmen und ihren für die Forschungsfrage relevanten Implikationen für multimediale Gestaltungsprinzipien dargelegt.

4.1. Cognitive Load Theory (CLT)

Die CLT ist ein umfassendes von John Sweller und Paul Chandler entwickeltes theoretisches Modell, das die kognitive Belastung beim Lernen in den Blick nimmt bzw. die daraus abgeleiteten Empfehlungen für die Entwicklung für Lernmaterialien (Sweller, 1988; Chandler & Sweller, 1991). Sie gilt inzwischen als empirisch gut abgesichert (vgl. Rey, 2009).

4.1.1. Die Annahmen der CLT

Hinsichtlich der Architektur des menschlichen Gedächtnisses unterscheidet die CLT ein Langzeitgedächtnis und ein Arbeitsgedächtnis (vgl. Kirschner, 2002, S. 2).

Die Speicherkapazität des Langzeitgedächtnisses wird dabei von der CLT als sehr groß bis überhaupt unlimitiert angenommen (vgl. Paas & Sweller, 2014, S. 34). Lernen wird als Änderung des Langzeitgedächtnisses definiert – gibt es keine Änderung im Langzeitgedächtnis hat somit auch kein Lernen stattgefunden (vgl. ebd., S. 30). Das Langzeitgedächtnis war zwar vor der CLT bereits von Forschungsinteresse, allerdings selten mit Bezug auf die Entwicklung von Lernmaterialien, da lange Zeit das Langzeitgedächtnis eher mit Auswendiglernen assoziiert wurde und weniger mit einem verstehenden Lernen (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 2019, S. 263).

In das Arbeitsgedächtnis können Informationen der CLT nach über zwei verschiedene Speichersysteme gelangen: Entweder – bei bereits zuvor Gelerntem - aus dem Langzeitgedächtnis, oder – bei neuen Informationen - aus dem sensorischen Speicher (vgl. Rey, 2009). Bei neuen Informationen unterscheidet die CLT, basierend auf Geary (2007), zwischen zwei verschiedenen Arten:

Auf der einen Seite primäres biologisches Wissen, das unbewusst seit vielen Generationen automatisiert aufgenommen werden kann, wie etwa das Erkennen von Gesichtern und das Erlernen der Muttersprache.

Und auf der anderen Seite sekundäres biologisches Wissen, das aus kulturellen Gründen bewusst (zumeist in der Schule) erlernt werden muss, wie etwa das Schreiben, das Lesen, das Rechnen (vgl. Paas & Sweller, 2014, S. 28f.) – oder eben auch eine etwaige vierte Kulturtechnik wie digitale Kompetenz (vgl. Kapitel 1). Eine bewusste Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis und eine Notwendigkeit, explizit gelehrt zu werden, liegt somit nur bei sekundärem biologischem Wissen vor (vgl. Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011, S. 7).

Die CLT fokussiert demnach auf das sekundäre biologische Wissen und nimmt in Bezug auf die Verarbeitung eben jene zwei Beschränkungen des Arbeitsgedächtnisses an:

Erstens wird angenommen, dass nur eine begrenzte Menge an Informationselementen gleichzeitig verarbeitet werden kann. Die Anzahl dieser Informationselemente wurde innerhalb der CLT mit Verweis auf Miller (1956) zuerst mit fünf bis neun angegeben, dann auf zwei bis drei reduziert (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998, S. 252) und zuletzt mit Verweis auf Cowan (2005) auf zwei bis vier festgelegt (vgl. Low & Sweller, 2014, S. 228f.).

Zweitens wird auch eine zeitliche Begrenzung des Arbeitsgedächtnisses angenommen. Die Dauer bis zum Verlust sämtlicher Informationselemente wurde (ohne Wiederholung von Informationselementen) mit Verweis auf Peterson und Peterson (1959) zuerst mit etwa 20 Sekunden angegeben, später auf 30 Sekunden angehoben (vgl. Paas, van Gog & Sweller, 2010, S. 117).

Die Informationselemente mögen zwar in ihrer Anzahl beschränkt sein – die Größe und Komplexität der einzelnen Informationselemente ist allerdings prinzipiell unbegrenzt. Nach der CLT wird – mit Rückgriff auf Piaget (1964) - das erworbene Wissen im Langzeitgedächtnis in Form von automatisierten Schemata abgespeichert und kann von dort zurück in das Arbeitsgedächtnis transferiert werden, um mit neuen Informationselementen kombiniert zu werden, wodurch dann Schemata einer höheren Ordnung entstehen können (vgl. Kirschner, 2002, S. 3). Die Erweiterung von Schemata wird dabei als Elaboration bezeichnet, die Automatisierung als Kompilierung (vgl. Kerres, 2018, S. 172).

Wenn etwa Schüler*innen, die in der Volksschule das Dezimalsystem kennengelernt haben, das erste Mal mit dem Binärsystem und seiner Konzeption konfrontiert werden (siehe Kapitel 5), dann wird unter Umständen das Schema des Dezimalsystems elaboriert zu einem Schema eines allgemeinen Stellenwertsystems, also einem höherwertigen Schema. Können allerdings die neu erworbenen Wissens Elemente zum Binärsystem nicht in das Schema des Dezimalsystems integriert werden, so wird ein neues, eigenes Schema für das Binärsystem konstruiert.

Da ein Schema im Arbeitsgedächtnis als einzelnes Element behandelt wird, können weit entwickelte, automatisierte Schemata bei Lernenden dazu beitragen, eine Überbelastung des Arbeitsgedächtnisses zu verhindern (vgl. Kirschner, 2002, S. 3). So erklärt die CLT auch teils erhebliche Unterschiede zwischen Novizen und Experten bei empirischen Tests in Bezug auf die von ihr postulierten Designprinzipien (vgl. Kapitel 4.1.2 und Kapitel 5).

Die CLT definiert dabei drei Arten kognitiver Belastung (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 2019, S. 263), die als additiv angenommen werden (vgl. Niegemann et al., 2008, S. 45): *intrinsic cognitive load*, *extraneous cognitive load* und *germane cognitive load*. In dieser Arbeit werden die deutschen Übersetzungen von Maresch (2006) verwendet: lernthemenbezogene kognitive Belastung (*intrinsic cognitive load*), lernumgebungsbezogene kognitive Belastung (*extraneous cognitive load*) und lernprozessbezogene kognitive Belastung (*germane cognitive load*).

Die lernthemenbezogene kognitive Belastung ergibt sich aus der Lernaufgabe selbst, aus ihrer Komplexität und ihrem Umfang. Die Komplexität der Aufgabe ist allerdings nicht objektiv messbar, da sie auch vom Lernenden und seinem vorhandenen Vorwissen (seinen bereits zuvor konstruierten Schemata) abhängig ist. Darüber hinaus beeinflusst das Ausmaß der Elementinteraktivität die lernthemenbezogene kognitive Belastung entscheidend (vgl. Paas & Sweller, 2014, S. 37): Sind die einzelnen Informationselemente unabhängig voneinander (z. B. die neuen Vokabeln einer Fremdsprache), dann ist die lernthemenbezogene kognitive Belastung niedriger als wenn die einzelnen Informationselemente miteinander in Beziehung stehen (z. B. die Definitionen von Bit, Byte, Kilobyte, etc., siehe Kapitel 5).

Die lernumgebungsbezogene kognitive Belastung ergibt sich aus der Gestaltung des Lernmaterials, abhängig von dessen Art und Struktur der Wissens-

vermittlung. Es handelt sich dabei um eine sachfremde Belastung des Arbeitsgedächtnisses, etwa textuelle oder grafische Ausschmückungen des Lernmaterials, die für das Verstehen der eigentlichen Lerninhalte im Grunde irrelevant sind. Die Belastung der Lernenden findet dadurch statt, dass sie diese Schmuckfunktion erkennen und ausblenden müssen (vgl. Kerres, 2018, S. 174). Während man 1998 in der CLT noch davon ausging, dass die Elementinteraktivität die lernumgebungsbezogene kognitive Belastung nicht beeinflusst, revidierte hier Sweller (2010) seine Ansicht. Nunmehr nimmt die CLT an, dass eine hohe Elementinteraktivität sehr wohl auch die lernumgebungsbezogene kognitive Belastung erhöht, dass allerdings effektiv gestaltete Lernmaterialien zu einer Reduktion der Elementinteraktivität führen können (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 2019, S. 264).

Die lernprozessbezogene kognitive Belastung ist jene kognitive Belastung, die für den Wissenserwerb von neuen Informationselementen nötig ist, also die effektive kognitive Belastung (vgl. Paas & Sweller, 2014, S. 38). Ursprünglich nahm die CLT an, dass durch eine Reduktion der lernumgebungsbezogenen kognitiven Belastung die freigewordenen Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses automatisch durch eine lernprozessbezogene kognitive Belastung genutzt werden, die Gesamtbelastung also ident bleibt. Da jedoch verschiedene Studien zeigten, dass eine Reduktion der lernumgebungsbezogenen kognitiven Belastung auch zu einer Reduktion der Gesamtbelastung führt, wurde die Theorie überarbeitet und man geht nun davon aus, dass die lernprozessbezogene kognitive Belastung eher eine Umverteilungsfunktion von lernumgebungsbezogener zu lernthemenbezogener kognitiver Belastung darstellt (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 2019, S. 264). Dementsprechend sieht Sweller den Begriff der lernprozessbezogenen Belastung inzwischen kritisch, weil er eine Gleichheit mit den anderen beiden Kategorien kognitiver Belastung suggeriert, obwohl diese nicht gegeben ist (vgl. Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011, S. 57).

4.1.2. Implikationen der CLT für das Design von Lernräumen

Sowohl die Architektur als auch die Funktionsweise des menschlichen Gedächtnisses müssen demnach bei der Konzeption von Lernmaterialien im Allgemeinen und von digitalen Online-Lernräumen im Besonderen immer mitge-

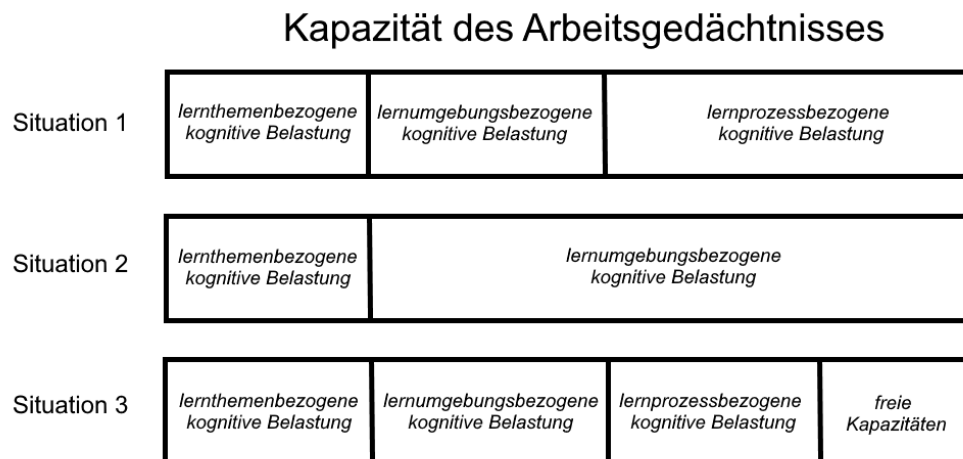
dacht werden, ansonsten resultiert die Lerneffektivität in einem Zufallsprodukt (vgl. Paas & Sweller, 2014, S. 39).

Die wichtigste Implikation der CLT für das Design von Lernräumen ist die Reduzierung der lernumgebungsbezogenen kognitiven Belastung, etwa durch die Bereitstellung von ausgearbeiteten Beispielaufgaben, die von den Lernenden nachvollzogen werden sollen (vgl. Paas, van Gog & Sweller, 2010, S. 118). Damit der Part der Lernenden nicht zu passiv ausfällt, könnten in den ausgearbeiteten Beispielaufgaben auch Lücken gelassen werden, die von den Lernenden zu füllen sind (vgl. Sweller, van Merriënboer & Paas, 2019, S. 268). Die CLT vertritt dementsprechend generell die Position „weniger ist mehr“ bei der Gestaltung von Lernmaterialien und propagiert (etwa im Gegensatz zu konstruktivistischen Theorien des Lernens) eine relative direkte Vermittlung von Wissen (vgl. Nieding, Ohler & Rey, 2015, S. 64; Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011, S. 13).

Abseits der lernumgebungsbezogenen kognitiven Belastung sollte der CLT nach auch ein Ansatz gewählt werden, bei dem den Lernenden zu Beginn Lernmaterialien von überschaubarer Komplexität präsentiert werden, die erst mit Fortdauer der Lehrhandlung dann zu einem komplexen Ganzen zusammengesetzt werden (vgl. Paas, van Gog & Sweller, 2010, S. 118). Die Idee dahinter ist, die lernthemenbezogene kognitive Belastung anfangs niedrig zu halten, bis eine Elaboration von Schemata stattgefunden hat, die eine Erhöhung der lernthemenbezogenen und damit auch der lernprozessbezogenen kognitiven Belastung ermöglicht. Ist die lernthemenbezogene Belastung ohnehin gering (liegt also Lernmaterial von geringer Komplexität, geringem Umfang und geringer Elementinteraktivität vor), dann ist das Design von Lernräumen nur von marginaler Bedeutung. Allerdings sollte auch vermieden werden, dass die Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses zu wenig ausgelastet werden und es somit zu einer Unterforderung der Lernenden kommt (vgl. Maresch, 2006).

Abbildung 1

Lernsituationen mit unterschiedlicher kognitiver Belastung



(eigene Darstellung, in Anlehnung an Maresch, 2006)

Abbildung 1 zeigt drei verschiedene Lernsituationen mit jeweils derselben Lernaufgabe und dementsprechend derselben lernthemenbezogenen kognitiven Belastung. In der ersten Situation ist die lernumgebungsbezogene kognitive Belastung gering genug, um genügend Kapazitäten im Arbeitsgedächtnis für die lernprozessbezogene kognitive Belastung übrig zu haben. In der zweiten Situation ist die lernumgebungsbezogene kognitive Belastung zu hoch, sodass keine Ressourcen mehr für eine lernprozessbezogene kognitive Belastung erübrigt werden können. In der dritten Situation ist sowohl die lernumgebungsbezogene als auch die lernprozessbezogene kognitive Belastung gering. Dadurch bleiben freie Kapazitäten im Arbeitsgedächtnis übrig - es kommt zu einer Unterforderung.

Ob eine bestimmte Aufgabe das Arbeitsgedächtnis von Lernenden überfordert oder nicht ist aber auch in hohem Maße abhängig von den bereits ausgebildeten Schemata der Lernenden, wodurch eine differenzierte Aufbereitung von Lernmaterialien in Abhängigkeit vom Vorwissen der Lernenden der CLT nach zielführend wäre (vgl. Kerres, 2018, S. 175). Berücksichtigt man das Vorwissen nicht, kann es zum sogenannten „expertise reversal effect“ kommen, bei dem positive Lerneffekte, die bei Laien durch die in diesem Kapitel erwähnten Gestaltungskriterien für Lernmaterialien erzielt werden, bei Experten nicht auftreten, oder bei diesen sogar negative Lerneffekte auslösen (vgl. Kalyuga, 2014).

Für eine detaillierte Ausführung zu Implikationen der CLT für das Design von Lernräumen sei auf die Übersicht bei Sweller, van Merriënboer und Paas (2019, S. 265ff.) verwiesen.

4.1.3. Kritik und Weiterentwicklungen an der CLT

de Jong (2010) äußerte sich in seinem Zeitschriftenaufsatz durchaus kritisch zu grundlegenden Annahmen der CLT und wies sowohl auf logische als auch methodische Mängel hin, die in vielen der von ihm zitierten Studien dazu führten, dass deren Ergebnisse nicht die Implikationen der CLT stützten. Moreno (2010) erweiterte daraufhin in ihrer Replik die Liste der Kritikpunkte. Die beiden stellen folgende kritische Fragen an die CLT:

Umfang und Elementinteraktivität von Lernmaterialien sind der CLT nach objektiv a priori messbar. Kann die Kenngröße der lernthemenbezogenen kognitiven Belastung dann tatsächlich eine subjektive Belastung darstellen, die schließlich erst auftreten kann, wenn Lernende sich mit einer Aufgabenstellung auseinandersetzen?

Ist die Kapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses tatsächlich eine statische Größe? Könnte es nicht vielmehr der Fall sein, dass die Stimmung (vgl. Beege et al., 2018), das Interesse und die Motivation (vgl. Mayer, 2014c) der Lernenden die zur Verfügung stehenden Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses entscheidend mitbeeinflussen?

Ist die statische Dreiteilung der kognitiven Belastung haltbar angesichts der Tatsache, dass es Messverfahren nicht überzeugend gelingt, differenzierte, objektive Messdaten zu diesen drei Arten kognitiver Belastung zu erheben? (vgl. Gerjets, Scheiter & Cierniak, 2009)

Sweller, van Merriënboer und Paas (2019, S. 280ff.) griffen vor allem den letztgenannten Kritikpunkt auf und führten Studien der letzten Jahre an, die die Probleme rund um die Messbarkeit der kognitiven Belastung zu lösen versucht hatten. Sie räumten allerdings auch selbst ein, dass diesbezüglich noch weitere Anstrengungen vonnöten seien. Dass Einflussgrößen (Unsicherheit, Stress, Emotionen) existieren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit die Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses beeinflussen, bestätigten sie ebenfalls.

4.2. Kognitive Theorie multimedialen Lernens (CTML)

Jedem Design von Lernräumen ist immer auch eine Theorie des Lernens immanent – selbst wenn dieser Umstand dem Designer nicht bewusst sein sollte (vgl. Mayer, 2014b, S. 46). Die CTML stellt eine solche Theorie des (multimedialen) Lernens bereit, in der Absicht, daraus auch eine Theorie des (multimedialen) Lehrens bzw. Designprinzipien für (multimediale) Lernräume abzuleiten (vgl. ebd., S. 65). Der Name CTML wurde von Richard E. Mayer und seinen Mitarbeitern erstmals 1996 verwendet, Teile der Theorie wurden allerdings bereits seit 1989 (unter Verwendung anderer Bezeichnungen) von Mayer veröffentlicht und seither sukzessive weiterentwickelt (vgl. ebd., S. 64). Mayer (2014d, S. 2) definiert dabei multimediales Lernen als Konstruktion von Wissen bei Lernenden durch eine Kombination von (geschriebenen oder gesprochenen) Wörtern und Bildern (in Form von Illustrationen, Animationen, Videos, etc.). Er berücksichtigt bei der CTML verschiedene instruktionspsychologische Theorien zu menschlicher Informationsverarbeitung, die im Folgenden dargelegt werden.

4.2.1. Die Annahmen der CTML

Die CTML geht – wie die CLT – davon aus, dass die Speicherkapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist. Mayer (2014b, S. 47) verweist hierbei auch auf die Arbeiten von Baddeley (1992) zum Aufbau und zur Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses. Die Limitation der Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses ist allerdings nur eine der drei zentralen Annahmen der CTML.

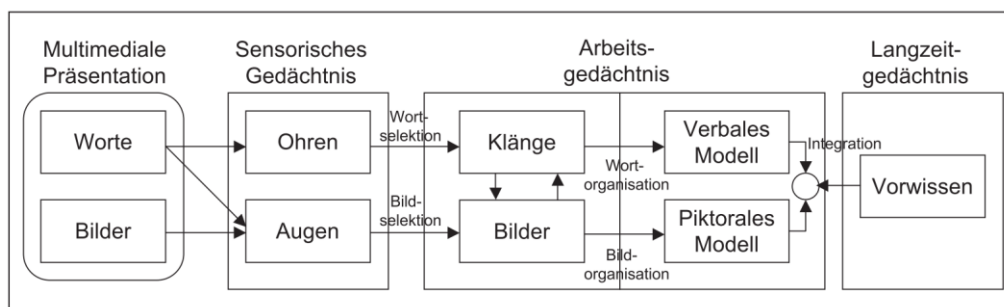
Die zweite zentrale Annahme der CTML ist die duale Codierungstheorie, die auf den Arbeiten von Paivio (1986) sowie Baddeley und Hitch (1974) basiert. Die Dualität bezieht sich hierbei auf die Informationsverarbeitung über zwei verschiedene Kanäle. Paivio bezieht die Dualität auf die Repräsentation des Lernmaterials. Ein Kanal im Arbeitsgedächtnis steht seiner Theorie nach für verbal / phonologisch dargebotene Informationen zur Verfügung, ein Kanal für piktoral / visuell dargebotene Informationen (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 182). Paivio kam zu dieser Schlussfolgerung aufgrund des Bildüberlegenheitseffekts, der sich in seinen Studien dadurch ergab, dass sich Men-

schen leichter an Begriffe erinnern konnten, die sie zuvor bildlich präsentiert bekommen hatten, als an Begriffe, die sie gelesen hatten. Er ging daher davon aus, dass Bilder sowohl piktoral, als auch verbal im Gehirn codiert werden, während Wörter nur verbal codiert werden (vgl. ebd., S. 160). Liegt ein bestimmter Gedächtnisinhalt sowohl verbal als auch piktoral vor, handelt es sich nach Paivio somit um eine duale Codierung: zwei Gedächtniseinträge in unterschiedlicher Codierung (vgl. Schmidt-Borcherding, 2020, S. 63f.). Baddeley andererseits bezieht die Dualität auf die sensorische Aufnahme des Lernmaterials, d.h. ob Lernende Lernmaterial mit den Augen oder den Ohren aufnehmen (vgl. Mayer, 2014b, S. 48). Die CTML greift beide Konzepte der Dualität auf und verbindet die Grundannahmen der beschränkten Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses und der dualen Codierung. Mayer schlussfolgert, dass im Arbeitsgedächtnis für jeden der beiden Sinneskanäle separate Kapazitäten zur Verfügung stehen (vgl. Schmidt-Borcherding, 2020, S. 66).

Die dritte Annahme der CTML ist, dass Menschen eintreffende Wort- und Bildinformationen aus dem sensorischen Speicher aktiv auswählen, im Arbeitsgedächtnis zu jeweils einem kohärenten sprachlichen und einem kohärenten bildlichen Modell organisieren und Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis in diese mentalen Modelle integrieren (vgl. Mayer, 2014b, S. 50f.). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem SOI-Modell (Selection – Organization – Integration). Mayer verwendet hierbei in seinem Modell die Konzeption eines Mehrspeichersystems (sensorischer Speicher, Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis; siehe Abbildung 2) nach Atkinson und Shiffrin (1968) und attestiert nur dem Arbeitsgedächtnis limitierte Kapazitäten (vgl. Mayer, 2014b, S. 53).

Abbildung 2

Das SOI-Modell der CTML



(Zumbach, 2010, S. 81, nach Mayer)

Mayer greift die drei Arten kognitiver Belastung der CLT (vgl. Kapitel 4.1.1) auf, spricht hierbei allerdings mit Verweis auf seine Annahme der aktiven Verarbeitung des Lernmaterials nicht von „load“, sondern von „processing“. Dementsprechend nimmt er folgende Umbenennung vor:

Tabelle 1

Analogie der Begriffe in der CLT und der CTML

<u>CLT</u>	<u>CTML</u>
intrinsic cognitive load (lernthemenbezogene kognitive Belastung)	essential processing (lernthemenbezogene Verarbeitung)
extraneous cognitive load (lernumgebungsbezogene kognitive Belastung)	extraneous processing (lernumgebungsbezogene Verarbeitung)
germane cognitive load (lernprozessbezogene kognitive Belastung)	generative processing (lernprozessbezogene Verarbeitung)

(eigene Tabelle, nach Mayer, 2014b, S.59f.)

Eine lernthemenbezogene Verarbeitung findet statt, wenn relevante Informationen selektiert und anschließend organisiert werden. Der entscheidende Parameter hierbei ist die Komplexität des Lernmaterials. Eine lernumgebungsbezogene Verarbeitung findet statt, wenn kognitive Kapazitäten durch ungenügendes Design der Lernumgebung verschwendet werden. Eine lernprozessbezogene Verarbeitung findet statt, wenn neue Informationen und bestehendes Vorwissen zu mentalen Modellen integriert werden (vgl. ebd.). Mayer postuliert daher verschiedene Designprinzipien für multimediale Lernmaterialien bzw. multimediale Lernräume, die erstens die lernumgebungsbezogene Verarbeitung minimieren, zweitens die lernthemenbezogene Verarbeitung unterstützen und drittens die lernprozessbezogene Verarbeitung fördern sollen (vgl. ebd., S. 63).

4.2.2. Implikationen der CTML für das Design von Lernräumen

Aus psychologischer Sicht geht es beim Lernen mit »Multimedia« (...) um die primär kognitionspsychologische Frage, in welchem Format Information präsentiert und über welchen Sinneskanal sie verarbeitet wird, sowie um die primär instruktionspsychologische Frage, welche Möglichkeiten bestehen, die Information so zu gestalten und den Lernprozess so zu steuern, dass möglichst effektiv und effizient gelernt wird. (Klauer & Leutner, 2012, S. 111)

Während Mayer im Laufe der Jahre auf Basis seiner Forschungen eine Vielzahl an Implikationen für das Design von Lernräumen veröffentlichte (vgl. Mayer, 2014a), sollen im Rahmen dieser Arbeit vier seiner Designprinzipien näher beleuchtet werden:

Das Multimedia-Prinzip, weil es das Fundament aller anderen Prinzipien bildet (vgl. Butcher, 2014, S. 175). Das Modalitäts- und das Redundanz-Prinzip, weil diese beiden Prinzipien im empirischen Teil die Grundlage für die Unterscheidung zwischen der Art der Präsentation der Erklärvideos bzw. für die Einteilung in verschiedene Gruppen darstellen (siehe Kapitel 5). Und das Prinzip der individuellen Unterschiede, dessen Einfluss auf die zuvor genannten Prinzipien im empirischen Teil überprüft werden soll.

Das Multimedia-Prinzip sagt aus, dass Lernende bessere Lernerfolge erzielen, wenn verbale *und* piktorale Informationen vom Lernraum zur Verfügung gestellt werden, als wenn nur piktorale Informationen vorliegen (vgl. Mayer, 2014d, S. 6). Das erscheint naheliegend auf Basis der Annahme der CTML zu unterschiedlichen Gedächtnis-Kapazitäten für verbal und piktoral dargebotene Informationen (siehe Kapitel 4.2.1). Die Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses werden durch die Präsentation von verbalen *und* piktoralen Informationen somit effektiver ausgeschöpft (vgl. Schmidt-Borcherding, 2020, S. 65f.) und die lernthemenbezogene Verarbeitung wird unterstützt (vgl. Mayer, 2014b, S. 63). Studien konnten sowohl bei Reproduktionsaufgaben als auch bei Transferaufgaben deutlich bessere Lernergebnisse bei Lernenden nachweisen, denen Lernmaterial auf Basis des Multimedia-Prinzips zur Verfügung gestellt wurde, wobei allerdings die räumliche und die zeitliche Kontiguität von verbal und piktoral präsentierten Informationen berücksichtigt werden müssen (Kontiguitäts-Prinzip, vgl. Zumbach, 2010, S. 78ff.)

Das Modalitäts-Prinzip attestiert hierbei – mit Rückgriff auf die wahrnehmungstheoretische Perspektive von Medien (siehe Kapitel 2.2) - der Kombination von Bildern und auditiv präsentierten Texten einen noch besseren Lerneffekt als der Kombination von Bildern und visuell präsentierten Texten. „Während geschriebene Texte zunächst durch das visuelle System verarbeitet werden müssen, um dann phonologisch enkodiert zu werden, entfällt bei auditiven Informationen dieser Schritt.“ (ebd., S. 81). Darüber hinaus können die Kapazitäten des visuellen Verarbeitungskanals bei einer Kombination von Bildern und visuell präsentierten Texten unter Umständen überlastet werden (vgl. Low

& Sweller, 2014, S. 238). „Durch die Verwendung gesprochener Erläuterungen wird der visuelle Verarbeitungskanal entlastet und beide Kanäle (Sinnesmodalitäten) zur Wissensaufnahme genutzt“ (Niegemann et al., 2008, S. 48). Bei der Vermittlung von Informationen sollten also gleichzeitig Auge und Ohr angesprochen werden (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 161). Low und Sweller (2014) nennen allerdings auch verschiedene Situationen (in Bezug auf die Komplexität der Lernmaterialien, auf das Vorwissen der Lernenden, auf die Korrelation der auditiven und der visuellen Informationen, etc.), die die Vorteile des Modalitäts-Prinzips unter Umständen marginalisieren oder sogar nachteilige Lerneffekte auslösen können.

Kontraproduktiv für das Modalitäts-Prinzip ist es laut Studien jedenfalls, wenn die parallel präsentierten auditiven und visuellen Informationen redundant sind (vgl. Kalyuga & Sweller, 2014, S. 247). Hierdurch würde eine unnötige lernumgebungsbezogene Verarbeitung bei den Lernenden notwendig werden (vgl. ebd., S. 254). Mayer nennt die entsprechende Implikation – eine gleichzeitige Präsentation von redundanten Informationen zu vermeiden – das Redundanz-Prinzip. Auch dieses muss insofern relativiert werden, als nicht immer klar ist, welche Informationen in bestimmten Situationen von bestimmten Personen als redundant eingestuft werden (vgl. ebd., S. 259).

Dementsprechend wird von Mayer das Prinzip der individuellen Unterschiede angeführt, das „besagt, dass Unterschiede, z.B. im Vorwissen, im räumlichen Vorstellungsvermögen, in sprachlichen Kompetenzen und in der Präferenz für verbales bzw. bildliches Lernmaterial die Wirkung der vorgenannten Prinzipien verändern (...) können“ (Klauer & Leutner, 2012, S. 114). Wiley, Sanchez und Jaeger (2014) behandeln in diesem Zusammenhang etwa die Thematik rund um individuell unterschiedliche Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses, während Kalyuga (2014) das Know-How-Umkehr-Prinzip untersucht, das postuliert, dass die Grundaussagen verschiedener anderer Designprinzipien Mayers bei entsprechendem Vorwissen der Lernenden in ihr Gegenteil verkehrt werden können (vgl. ebd., S. 579). Die theoriegeleitete Erklärung hierfür sieht Kalyuga in redundanten kognitiven Tätigkeiten bzw. zusätzlichen Integrationsprozessen von Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis (vgl. ebd., S. 589). Dementsprechend schlägt Kalyuga vor, Lernräume in Abhängigkeit vom Vorwissen der Lernenden in unterschiedlicher Gestaltung anzubieten (vgl. ebd.,

S. 590). Im empirischen Teil der Arbeit (siehe Kapitel 5) wird genau diese Forderung aufgegriffen und in den Fokus gerückt.

4.2.3. Kritik und Weiterentwicklungen an der CTML

Auf die Kritik unzureichender Berücksichtigung von motivationalen Aspekten hin entwickelten Moreno und Mayer (2007) die kognitiv-affektive Theorie des Lernens mit Medien (CATLM), die über die Berücksichtigung der Motivation der Lernenden hinaus die CTML um weitere Annahmen ergänzt, wie etwa eine Unterteilung des Langzeitgedächtnisses in ein semantisches und ein episodisches Gedächtnis, oder eine Erweiterung der Möglichkeiten der Informationsaufnahme im sensorischen Speicher (vgl. ebd., S. 314). Auf eine Berücksichtigung der CATLM im empirischen Teil (siehe Kapitel 5) wurde verzichtet, da das hierfür benötigte deutlich komplexere Studiendesign in einer authentischen Schulsituation nur schwer umsetzbar gewesen wäre.

Gerjets et al. (2009) kritisierten die Designprinzipien als zu simpel und wiesen vor allem auf die Bedeutung der Geschwindigkeit des Lernprozesses hin, im Detail, ob diese vom Lernenden selbst gesteuert werden kann oder von der Lehrperson vorgegeben wird. Allerdings führten Mayer und Chandler (2001) diesen Umstand bereits selbst an, auch Ginns (2005) kam zu dieser Erkenntnis in seiner Meta-Analyse von 43 Studien zum Modalitäts-Effekt. Überhaupt sieht auch Mayer selbst die Notwendigkeit, seine Designprinzipien um sogenannte „boundary conditions“ (vgl. Mayer, 2014d, S. 12), wie etwa die Abhängigkeit von der Textlänge bzw. der Textkomplexität zu ergänzen (vgl. Leahy & Sweller, 2011).

Mehrere Autor*innen bemängeln, dass beinahe alle empirischen Belege für die Effektivität von Mayers Designprinzipien unter kontrollierten Laborbedingungen mit Student*innen durchgeführt wurden (vgl. Butcher, 2014, S. 197; Mayer, 2008, S. 760; Harskamp, Mayer & Suhre, 2007, S. 467). In den wenigen empirischen Studien mit Schüler*innen in authentischen Schulsituationen konnte die Überlegenheit von Mayers Designprinzipien in Bezug auf den Lernerfolg bei Schüler*innen mitunter auch nicht bestätigt werden, bzw. war stark von der abgeprüften Wissensart und der Zeitspanne zwischen der Präsentation der Lernmaterialien und dem durchgeführten Test abhängig (vgl. Witteman & Segers, 2010; Liu et al., 2019).

Kritik an multimedialem Lernen per se wird auch dahingehend formuliert, dass Schüler*innen multimediale Inhalte als einfach zu konsumierendes Medium wahrnehmen könnten und somit eine ungenügende mentale Anstrengung zu einer Minderung der Lerneffektivität führen kann (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 183).

4.3. Praktische Anwendungsgebiete der CLT und der CTML

Nachdem die theoretischen Annahmen und die daraus resultierenden Implikationen für die Gestaltung von Lernräumen ausführlich dargelegt wurden, soll in den nächsten beiden Unterkapiteln der projektbezogene Praxisbezug aufgezeigt werden. Thematisiert wird die Wahl der Lehr-Lern-Plattform *Moodle* als Lernraum für die Schüler*innen, sowie die besondere Rolle, die Erklärvideos im Rahmen des Projekts bzw. im empirischen Teil der Arbeit einnehmen.

4.3.1. Die Lehr-Lern-Plattform *Moodle* als multimedialer OER-Lernraum

Bereits mehrfach wurde in dieser Arbeit der Begriff des „Lernraums“ verwendet. Diese Metapher löste in der Mediendidaktik im Zuge der rasanten Expansion des Internets, dem Aufkommen der graphischen Benutzeroberflächen und der Bedeutungszunahme multimedialer Inhalte auf den PCs in den 1990ern den bis dahin dominierenden Begriff des „Lernprogramms“ ab (vgl. Kerres, 2017b, S. 15). Schulmeister (2007, S. 19ff.) bezeichnet die graphische Oberfläche an sich als „Darstellungsraum“, dem einerseits ein „Bedeutungsraum“ (als Metapher für die Repräsentationen abstrakter und konkreter Welten) immanent ist und andererseits ein „Ereignisraum“ (der Lehrpersonen die Möglichkeiten pädagogischer Intentionen und Interventionen eröffnet). Multimediales Lernen im Sinne Mayers findet in diesen Lernräumen durch die Arbeit mit Multimedia-Objekten statt.

Der im vorliegenden Projekt gewählte Lernraum für multimediales Lernen ist die Lehr-Lern-Plattform *Moodle*: ein Open-Source-Lernmanagementsystem, das weltweit im Bildungssektor von knapp 300 Millionen Lernenden genutzt wird (vgl. Moodle Pty Ltd, 2021). Auch in Österreichs Schulen wird *Moodle* vielfach als multimedialer digitaler Lernraum verwendet. Gerade die in den

letzten Jahren intensiver geführte Diskussion zum Thema Datenschutz spricht für den Einsatz einer von der Schule selbst administrierten *Moodle*-Server-Instanz und gegen eine Nutzung alternativer Lernräume wie etwa *Microsoft Teams* oder *Google Classroom*, deren Server von internationalen Großkonzernen betrieben werden (vgl. Arnold et al., 2018, S. 521). Um die Nutzung von *Moodle* nicht von der vorhandenen technischen Kompetenz an jedem Schulstandort abhängig zu machen, um den Verwaltungsaufwand zu minimieren und um Synergieeffekte beim Erstellen von Kursen zu nutzen, wird in Österreich seit 2017 vom Bildungsministerium eine zentrale *Moodle*-Instanz mit dem Namen *Eduvidual* zur Verfügung gestellt, die von den Lehrer*innen und Schüler*innen der Bundesschulen frei genutzt werden kann und zusätzlich auch Login-Möglichkeiten für alle Personen mit einem *Google*- oder einem *Microsoft*-Konto zur Verfügung stellt (siehe Abbildung 30), womit für die Mehrheit der österreichischen Lehrer*innen und Schüler*innen ein niederschwelliger Zugang angeboten wird. Das vorliegende Projekt wurde daher – um möglichst breite Zielgruppen zu erreichen – auf Österreichs zentraler *Moodle*-Instanz *Eduvidual* implementiert. Dies ist insofern relevant, da durch diese Plattform-Wahl implizit auch „Entscheidungen für oder gegen das Vorhandensein bestimmter online-medialer Interaktions- und Gestaltungsmöglichkeiten getroffen“ (Spendrin, 2018, S. 206) wurden.

Die einzelnen *Moodle*-Kurse wurden dabei als sogenannte *eTapas* konzipiert. Als *eTapas* werden im Rahmen einer Initiative von *eEducation Austria* multimediale, digitale *Moodle*-Selbstlernkurse für Schüler*innen bezeichnet. Die intendierte Dauer eines Kurses sollte zwischen ein und zwei Schuleinheiten liegen, um eine möglichst unkomplizierte Verwendung der Kurse in der Praxis zu gewährleisten. Lehrpersonen, die *eTapas* erstellen bzw. offiziell bei *eEducation Austria* einreichen wollen, müssen die Kurse als Open Educational Resources (OER) zur Verfügung stellen. OER sind

Lehr-, Lern- und Forschungsressourcen in Form jeden Mediums, digital oder anderweitig, die gemeinfrei sind oder unter einer offenen Lizenz veröffentlicht wurden, welche den kostenlosen Zugang, sowie die kostenlose Nutzung, Bearbeitung und Weiterverbreitung durch Andere ohne oder mit geringfügigen Einschränkungen erlaubt. (UNESCO, 2012)

Die offene Lizenz ist im Falle der *eTapas* durch die verpflichtende Lizenzierung als CC BY-SA gegeben. „CC“ steht für eine *Creative-Commons*-Lizenzierung, die im Unterschied zu *Copyright* (alle Rechte reserviert) und

Copyleft oder *Public Domain* (keine Rechte reserviert) die eigene intellektuelle Arbeit schützt, aber trotzdem breite Nutzungsmöglichkeiten generiert (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 115). „BY-SA“ bedeutet, dass jene Person, die die Materialien erstellt hat, bei einer Verwendung der Materialien namentlich genannt werden muss und die Weitergabe der Materialien nur unter derselben Lizenz (hier: wiederum CC BY-SA) erlaubt ist (vgl. Creative Commons Corporation, 2021). Der kostenlose Zugang, sowie die kostenlose Nutzung, Bearbeitung und Weiterverbreitung ist im vorliegenden Projekt durch den offenen Zugang aller Lehrpersonen zum *Eduvidual*-System gewährleistet, das darüber hinaus die Möglichkeit bereitstellt, Kopien der *Moodle*-Kurse anzulegen und diese beliebig nach eigenen Vorstellungen zu adaptieren.

OER – ein Begriff, der rund um das Jahr 2000 der Diskussion rund um Open Pedagogy (vgl. D. Wiley & Hilton III, 2018, S. 133) und Open Education (vgl. Jordan & Weller, 2017, S. 5) entsprang – dominiert aktuell nicht nur den wissenschaftlichen Diskurs rund um Offenheit in der Bildung (vgl. Bozkurt, Koseoglu & Singh, 2019, S. 83), sondern es wird in der Praxis auch erwartet, dass durch den Einsatz von OER der Zugang zur Bildung erleichtert und erweitert wird, Materialkosten gesenkt werden können und die Gesamtqualität des Lehrens und Lernens verbessert werden kann (vgl. Otto, 2020, S. 77). Dabei ist paradoxerweise gerade das Argument der Qualität genau jenes, das immer wieder gegen OER zu sprechen scheint, da jene Stufen der Qualitätssicherung, die bei herkömmlichen Schulbüchern von Verleger*innen und für die Approbation zuständige Kommissionen übernommen werden, im OER-Bereich oft ungeklärt sind (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 116).

Um genau diesen Einwand zu entkräften, hat *eEducation Austria* einen umfassenden Prozess zur Qualitätssicherung vor der Veröffentlichung von *eTapas* implementiert:

Es wird erstens eine *Moodle*-Kurs-Vorlage zur Verfügung gestellt, um ein einheitliches Design und eine zumindest in groben Zügen einheitliche didaktische Aufbereitung der *eTapas* zu gewährleisten. Jedes *eTapa* ist dadurch in drei Sektionen gegliedert (siehe Abbildung 31): Eine Informations-, eine Lektions- und eine Reflexions-Sektion. In der Informations-Sektion sollen die Lehr-Materialien zur Verfügung gestellt werden. Im vorliegenden Projekt handelt es sich hierbei um Erklärvideos einerseits (siehe auch Kapitel 4.3.2) und um Präsentationen andererseits. Der Frage, ob die spezifische multimediale Gestal-

tung der Erklärvideos im Sinne der CLT bzw. der CTML für die Lernenden von effektivem Nutzen ist, soll in Kapitel 5 nachgegangen werden. In der Lektions-Sektion wird von den Lernenden im Sinne eines konstruktivistischen Ansatzes ein aktiver Part erwartet (vgl. Reinmann & Mandl, 2001, S. 628): Einzel-, Partner- und Gruppenarbeiten werden durch verschiedene *Moodle*-Lernaktivitäts-Objekte (z. B. Abgaben von digital erstellten Dateien, kollaborative Gestaltung von Wikis und Glossaren, etc.) zur Verfügung gestellt und ermöglichen sowohl geschlossene als auch offene Aufgabenformate, wobei im vorliegenden Projekt bedingt durch die zumeist eher allgemein formulierten Lehrplaninhalte von *Digitaler Grundbildung* tendenziell offene Aufgabenformate dominieren. Die Bereitstellung solcher Aufgaben innerhalb des OER-Lernraums wird etwa auch von Schaumburg & Doreen (2019, S. 184) aus motivationalen Gründen gefordert, um der Gefahr des eventuell von Schüler*innen ungenügend betriebenen mentalen Aufwands bei der Sichtung von Videos zu begegnen (siehe Kapitel 4.2.3). Und auch wenn der OER-Lernraum die Vorteile von digitalem orts-, zeit- und raum-unabhängigen Lernen (vgl. Grafe, Herzig & Tulodziecki, 2019, S. 121) bieten soll: In der Reflexions-Sektion wird abschließend zumeist ein Gespräch im Klassenverband anhand von geeigneten Leitfragen angeregt, wie es Grafe, Herzig und Tulodziecki (S. 120) empfehlen.

Bei der Einreichung eines *Moodle*-Kurses als *eTapa* muss die Lehrperson zweitens umfassende Metadaten zum Kurs bereitstellen, wie etwa geforderte Vorkenntnisse der Lernenden, technische Voraussetzungen, eine Stundenplanung der Einheit oder eine Verknüpfung zu den Lehrplan-Kompetenzen (siehe Abbildung 32). Für den Fall, dass ein *eTapa* des vorliegenden Projekts in einer Präsenz-Schulsituation genutzt wird, wäre etwa eine zu dokumentierende Voraussetzung, dass ausreichend Kopfhörer zur Verfügung stehen, damit sich die Schüler*innen die Erklärvideos individuell in ihrer eigenen Lerngeschwindigkeit bzw. nach eigenem Bedarf ansehen können. Der Frage, ob man in einer solchen Unterrichtssituation nicht auch statt des Audio-Kanals der Erklärvideos deren visuelle Untertitel-Funktionalität nutzen könnte (siehe Modalitäts-Prinzip, Kapitel 4.2.2), wird im empirischen Teil in Kapitel 5 nachgegangen.

Abschließend wird drittens jedes eingereichte *eTapa* von einem Qualitätsmanager von *eEducation Austria* gesichtet. Sollten sich im Zuge dieser Überprüfung qualitative Mängel (rechtlicher, didaktischer oder medialer Art) ergeben,

muss das *eTapa* noch überarbeitet werden, bevor es tatsächlich im *Eduvidual*-System veröffentlicht wird.

Um der Problematik zu begegnen, dass sich zwar viele Lehrpersonen eine Nutzung von OER vorstellen können, allerdings der Suche nach thematisch adäquaten und qualitativ hochwertigen Materialien einen hohen Zeitaufwand attestieren (vgl. Schmid et al., 2017, S. 7), stellt einerseits die *Eduvidual*-Plattform eine Suche nach Schlagworten und Schulgegenständen zur Verfügung (siehe Abbildung 33) und andererseits wird von *eEducation Austria* eine direkte Verlinkung von OER-Materialien auf Basis zuvor selektierter Kompetenzbereiche angeboten (siehe Abbildung 34).

Trotzdem attestiert Otto (2020, S. 78):

Bislang (...) steht der Zuschreibung eines pädagogischen Mehrwertes von OER auf theoretisch-konzeptioneller Ebene das Paradox einer geringen Übernahme von OER in die Bildungspraxis gegenüber.

eTapas als OER nehmen auch in Österreichs Bildungslandschaft durchaus eine Sonderstellung ein. Denn obwohl in den letzten Jahren digitale Schulbücher im Rahmen des Projekts *digi4school* zunehmend an Bedeutung gewonnen, bieten die Verlage deren Lehrmaterialien nicht als OER an.

Hier scheinen andere Nationen wie Polen, Norwegen oder auch die USA die Zeichen der Zeit besser erkannt zu haben. Diese Nationen setzen bereits großflächig auf den Einsatz von freien Bildungsressourcen und haben auch entsprechende finanzielle Mittel dafür bereitgestellt (Baumgartner et al., 2016, S. 117)

Dogerloh und Wolf (2020, S. 187) fordern:

Digitalisierung von Schulen heißt nicht nur funktionierende und gewartete Hardware-Ausstattung, sondern vor allem mehr qualitativ hochwertigen Content zu entwickeln. Dafür müssen zunehmend digitale OER (...) in Auftrag gegeben werden. Dazu werden sämtliche Schul-Curricula sukzessive auch als Erklärvideo mit begleitenden interaktiven Übungen produziert und als OER bereitgestellt.

Und Deimann (2018, S. 144) hält fest:

Ohne das persönliche Engagement entstehen keine OER und es sollte somit als integraler Bestandteil pädagogischen Handelns verstanden werden.

Das vorliegende Projekt eines OER-Lernraums in Form von (bis dato) 50 *eTapas*, die inhaltlich den gesamten Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* abdecken, greift den aktionistischen Imperativ dieser Aussagen auf und soll da-

her einen Beitrag zu einer vermehrten Nutzung von OER in Österreichs Schulen liefern.

4.3.2. Die besondere Rolle von Erklärvideos im Zusammenspiel mit der CTML

Wie im vorigen Kapitel ausgeführt – und wie auch von Grafe, Herzig und Tulodzieki (2019, S. 117) angeregt – wurden für die Informations-Sektion jedes *eTapas* Erklärvideos produziert, die all jene Informationen umfassen, die in den Lektions- und Reflexions-Sektionen zur Absolvierung der Übungsaufgaben nötig sind. Unter Erklärvideos versteht man

eigenproduzierte Filme, in denen erläutert wird, wie man etwas macht oder wie etwas funktioniert bzw. in denen abstrakte Konzepte und Zusammenhänge erklärt werden. Video-Tutorials sind ein Sub-Genre von Erklärvideos; in ihnen wird eine Fertigkeit oder Fähigkeit im Sinne einer vollständigen Handlung explizit zum Nachmachen durch die Zuschauer vorgemacht. (Wolf & Kratzer, 2015, S. 30)

Um den Produktionsaufwand der Erklärvideos in einem überschaubaren Rahmen zu halten, wurden in erster Linie sogenannte Screencasts erstellt. „Der Screencast ist eine Aufnahme des Geschehens am Bildschirm. (...) Screencasts werden häufig eingesetzt, wenn die Handhabung von Software erklärt werden soll“ (Schön & Ebner, 2013, S. 13). Für Inhalte der *Digitalen Grundbildung*, die weniger die Anwendung von Software betreffen, sondern theoretische Konzepte und Problemfelder behandeln, wurde eine Unterform des Screencasts, ein sogenannter Slidecast erstellt. Dabei wird ein Folien-Vortrag auf dem Bildschirm aufgenommen, zu dem die vortragende Person spricht (vgl. ebd.). Bei der Erstellung der Erklärvideos wurde versucht die empfohlene Abfolge der einzelnen Prozessschritte nach Wolf (2015, S. 128) ebenso zu berücksichtigen wie die Qualitätsindikatoren nach Lindl et al. (2019, S. 131): Fachliche Korrektheit, geeignete Visualisierungen, Strukturiertheit der präsentierten Inhalte, Adressatenorientierung (an Schüler*innen der Sekundarstufe 1), sprachliche Verständlichkeit und Sprechausdruck.

Dass Videos als Lehrmaterial der CTML nach alternativen „klassischen“ Formaten (wie z. B. PDFs) im Normalfall vorzuziehen sind, wurde bereits anhand des Multimedia-Prinzips und des Modalitäts-Prinzips in Kapitel 4.2.2 dargelegt. Erklärvideos als Lernressource werden in vielen Themenbereichen inzwischen auch bereits häufiger genutzt als schriftliche Lernressourcen (vgl. Wolf,

2015, S. 126) und werden von Schüler*innen zunehmend als wichtige Quelle schulischer Lehrinhalte identifiziert (siehe Kapitel 3.1). Videomaterial, das online zur Verfügung steht, ermöglicht in Zeiten einer fast flächendeckenden Verfügbarkeit von Zugängen zum Internet darüber hinaus raum- und zeitunabhängiges Lernen – ein Vorteil gegenüber gedrucktem Lehrmaterial. Die Möglichkeiten des Web 2.0 bieten weiters einen niederschweligen Zugang zur Kommunikation zwischen Produzierenden und Rezipierenden (vgl. Cwielong & Kommer, 2020, S. 38f.) und im Gegensatz zur Präsenzsituation kann der Lernstoff vom Lernenden beliebig oft und angepasst an das eigene Lerntempo abgespielt werden (vgl. Dorgerloh & Wolf, 2020, S. 83). Erwähnt werden muss, dass eine sinnvolle Nutzung zu Lernzwecken – wie immer beim Einsatz von Medien – in erster Linie vom jeweiligen didaktischen Einsatzszenario der Erklärvideos abhängig ist. Berücksichtigt werden muss etwa, dass Lernende beim Lernen mit Erklärvideos unter Umständen erst neue Lernstrategien entwickeln müssen, da „klassische“ Lernstrategien vom Lernen aus Schulbüchern (z.B. das Markieren besonders wichtiger Passagen oder das Annotieren von Texten) nicht immer 1:1 übertragbar sind (vgl. Schmidt-Borcherding, 2020, S. 68f.).

Den Implikationen der CLT nach (siehe Kapitel 4.1.2) sollten die Erklärvideos die Schüler*innen weder unter-, noch überfordern. Die Geschwindigkeit der Vorträge in den Screencasts wurde daher an die Zielgruppe von 10- bis 14-Jährigen angepasst und relativ gering gewählt. Diese Vorgangsweise wird auch von CTML-Studien zur Effektivität des Multimedia-Prinzips in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Lernprozesses nahegelegt (siehe Kapitel 4.2.2). Um auf der anderen Seite eine Unterforderung der Lernenden mit höherem Vorwissen zu vermeiden, wurde es innerhalb des OER-Lernraums ermöglicht, die für die Aktivitäten in der Lektions- und der Reflexions-Sektion (siehe Kapitel 4.3.1) inhaltlich relevanten Erklärvideos je nach eigenen Vorkenntnissen entweder zu sichten oder aber auch zu überspringen.

Um eine für den Lernzuwachs bei Schüler*innen möglichst förderliche Nutzung des OER-Lernraums im Allgemeinen bzw. der Erklärvideos im Besonderen sicherzustellen, werden im folgenden Kapitel empirische Erkenntnisse einer durch den Autor durchgeführten Studie vorgestellt.

5 Empirischer Teil

Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet:

*Welche multimedialen Gestaltungsprinzipien helfen Schüler*innen im digitalen Lernraum bei der Erreichung der im Lehrplan von Digitaler Grundbildung definierten kognitiven Lernziele?*

Nachdem die dieser Frage zugrundeliegenden multimedialen Gestaltungsprinzipien in Kapitel 4.2.2 dargelegt wurden, der projektbezogene digitale Lernraum in Kapitel 4.3.1 vorgestellt wurde und der Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* in Kapitel 2.2 Thema war, sollen nun im empirischen Teil der Arbeit einige Aspekte des Designs des OER-Lernraums auf Basis einer durchgeführten Studie an einer österreichischen Schule analysiert werden, um gegebenenfalls evidenzbasierte Änderungsvorschläge daraus abzuleiten.

5.1. Der Design-Based-Research-Ansatz

Für die Begleitforschung zur Einführung des OER-Lernraums wurde ein Design-Based-Research-Ansatz gewählt. Design-Based-Research (DBR) verfolgt das Ziel, „die Entwicklung innovativer Lösungen für praktische Bildungsprobleme mit der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu verzahnen“ (Euler & Sloane, 2014, S. 7). Diese Erkenntnisse sollen dabei keine verallgemeinerbaren Aussagen über das Lehren und Lernen liefern, sondern der nachhaltigen und nützlichen Verbesserung der Lehr-Lern-Praxis in einem ganz bestimmten Kontext dienen, wobei die gewonnen Erkenntnisse trotzdem über den singulären Kontext hinausweisen (vgl. Jahn, 2014, S. 4; Schaumburg & Doreen, 2019, S. 215). Eine innovative Lösung muss dabei auch kein radikaler Bruch mit Bekanntem sein, sondern in einem modernen Verständnis von Innovation kann eine solche auch eine inkremental-evolutionäre Neuerung sein (vgl. Reinmann, 2005, S. 54). Design in der DBR hat dabei einen eindeutigen Bezug zu wissenschaftlichen Zielen, Theorien und Befunden (siehe Kapitel 4.1 und 4.2), dokumentiert den Gestaltungsprozess sorgfältig und systematisch (wie durch dieser Arbeit vorgenommen), entdeckt Unzulänglichkeiten durch zyklische, formative Evaluationen und entwickelt Theorien, die in anderen Kontexten überprüft werden können (vgl. ebd., S. 60; Edelson, 2002, S. 116f.). Die beiden letztgenannten Eigenschaften von Design im Verständnis der DBR werden in den Kapiteln 5.2 und 5.3 behandelt. Limitationen (etwa in

Bezug auf die Forderung einer *formativen* Evaluation) dieser Arbeit werden in Kapitel 6 dargelegt.

Die Ausrichtung von DBR auf das doppelte Ziel, „unmittelbar praktisch nutzbare Interventionen zu erarbeiten *und* theoretische Erkenntnisse zu generieren“ (Reinmann, 2020, S. 2) ist dabei kein logischer Widerspruch, da Theorie und Praxis – anders als im alltäglichen Sprachgebrauch – im wissenschaftlichen Kontext keine dichotomen Begriffe darstellen: Praxis ist ohne theoretische Anteile nicht denkbar und Theorie ist ohne dahinterstehende Praxis nicht verstehbar (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016, S. 265).

Praxis und [theoriegeleitete] Forschung werden [im DBR-Ansatz] somit als Einheit gedacht und greifen ineinander über. (...) Auch die Rollentrennung zwischen Praktikern und Forscher wird aufgehoben. Es gibt nicht mehr Forschende, die das Geschehen in Lehr-Lehr-Lern-Situationen aus einer rein distanzierten Warte heraus beobachten und Lehrende, die nicht in die konkrete Ausgestaltung und Umsetzung der Forschung eingebunden sind. Forschende werden durch den Design-Based-Ansatz selbst ein Stück weit zu Praktikern und Praktiker wiederum begeben sich in die Rolle von Wissenschaftlern. (Jahn, 2014, S. 4)

Durch diese mögliche Aufhebung der Rollentrennung von Praktiker*innen und Forscher*innen (in Abgrenzung etwa zur Aktionsforschung) erscheint der DBR-Ansatz als das adäquate methodische Vorgehen, um die Forschungsfrage unter den vorliegenden Rahmenbedingungen zu beantworten, da der Autor sowohl die Rolle des Praktikers als auch jene des Forschers innehat und sowohl daran interessiert ist, den Lernraum weiterzuentwickeln, als auch neue theoretische Erkenntnisse im Rahmen dieser Arbeit zu destillieren. DBR ist dabei weder als Methode noch als Methodologie zu verstehen, sondern als methodologisches Rahmenkonzept (vgl. Lehmann-Wermser & Konrad, 2016, S. 268), in dem prinzipiell ganz unterschiedliche wissenschaftliche Methoden zum Einsatz kommen können, auch wenn der Fokus – wie im Rahmen dieser Arbeit – zumeist auf empirischen Methoden liegt (vgl. Reinmann, 2020, S. 8).

Für diese Arbeit leitend ist das holistische DBR-Modell von Reinmann (2020), das nicht – wie andere DBR-Modelle – eine Prozessorientierung von DBR attestiert (vgl. Kohnen, 2011, S. 42), sondern die Struktur von DBR als Alleinstellungsmerkmal hervorhebt (vgl. Reinmann, 2020, S. 4). Reinmann betont, dass sich die einzelnen Teile von DBR offensichtlich nicht von anderen Forschungsansätzen abheben – allerdings deren holistische Betrachtungsweise,

deren Gleichzeitigkeit im Denken, das um einen Identitätskern kreist und zwischen den verschiedenen Forschungsaktivitäten oszilliert.

Abbildung 3

Holistischer DBR-Zyklus



(ebd., S. 5)

5.2. Planung des Forschungsdesigns

DBR beginnt mit einer gezielten Gestaltungsabsicht bzw. mit einer konkreten Veränderungsabsicht, dazugehörige Forschungsfragen entwickeln sich bei der Problemanalyse. (ebd., 2005, S. 65)

Die Gestaltungsabsicht war die Konzeption eines OER-Lernraums für *Digitale Grundbildung*, die Forschungsfrage ergab sich im Rahmen der Analyse der möglichen Auswirkungen der von Mayer postulierten multimedialen Designprinzipien für die den Lernenden zur Verfügung gestellten Lernmaterialien in der Informations-Sektion des OER-Lernraums. Dabei steht – wie immer bei DBR – „die Exploration von zukünftigen Möglichkeiten“ (Euler & Sloane, 2014, S. 7) im Mittelpunkt des Interesses. Betrachtet man die fünf Forschungsaktivitäten im holistischen DBR-Modell (siehe Abbildung 3), so erscheint es naheliegend, „dass sich Forschende in DBR zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht parallel mit Zielfindung, Entwurf, Entwicklung, Erprobung und Analyse beschäftigen können.“ (Reinmann, 2020, S. 4)

Während im Rahmen dieser Arbeit sehr wohl alle fünf Forschungsaktivitäten behandelt werden, liegt der Fokus des empirischen Teils auf dem „Spielfeld“ des praktischen Erprobens, das Entwicklung, Erprobung und Analyse in den Mittelpunkt des Interesses rückt (vgl. ebd., S. 7). Konkret sollen im empirischen Teil drei für die Schulpraxis relevante theoriegeleitete Hypothesen geprüft werden:

*1. Die Berücksichtigung des Modalitäts-Prinzips hat in authentischen Schulsituationen bei Erklärvideos für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 positive Auswirkungen auf das Erreichen kognitiver Lernziele.*

*2. Die Berücksichtigung des Redundanz-Prinzips hat in authentischen Schulsituationen bei Erklärvideos für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 positive Auswirkungen auf das Erreichen kognitiver Lernziele.*

*3. Das Vorwissen der Schüler*innen zu den Inhalten von Digitaler Grundbildung beeinflusst in authentischen Schulsituationen gemäß dem Prinzip der individuellen Unterschiede sowohl die positiven Auswirkungen des Modalitäts-Prinzips, als auch jene des Redundanz-Prinzips.*

Drei exemplarisch ausgewählte prototypisch entwickelte Erklärvideos des OER-Lernraums sollen dazu in authentischen Schulsituationen erprobt werden: *Screencast 1*, der erklärt, was unter einem Bit zu verstehen ist (Reisinger, 2020b bzw. Abbildung 35). Der darauf aufbauende *Screencast 2*, der den Zusammenhang mit den nächstgrößeren Speichereinheiten wie Byte, Kilobyte oder Megabyte erklärt (ebd., 2020a bzw. Abbildung 36 und Abbildung 37). Und *Screencast 3*, der den Zusammenhang zwischen dem Dezimal- und dem Binärsystem erklärt (ebd., 2020c bzw. Abbildung 38). Die Ergebnisse dieser Erprobung sollen im Anschluss analysiert werden.

Die thematische Auswahl dieser Erklärvideos, die an die Forderung des Lehrplans „Schülerinnen und Schüler (...) kennen die (...) Funktionsweise eines Computers“ (Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018, S. 19) anknüpfen, erfolgte aufgrund der Annahme, dass tendenziell sehr wenige Schüler*innen der fünften und sechsten Schulstufe sich bereits detaillierter mit diesem eher technisch-mathematischen Aspekt der *Digitalen Grundbildung* auseinandergesetzt haben. Oberflächliches Vorwissen kann somit teilweise angenommen werden, die Wahrscheinlichkeit einer Verzerrung der Ergebnisse der Erhebung aufgrund von Fragestellungen, die eventuell auch unabhängig von der Sichtung der Erklärvideos beantwortet werden könnten, sollte durch diese thematische Wahl minimiert werden. Im Licht der CLT kann davon ausgegangen werden, dass das im Langzeitgedächtnis der Schüler*innen bereits etablierte Schema des Dezimalsystems durch die im Zuge der Erklärvideos neu erfahrenen Informationen zum Binärsystem (optimalerweise) zu einem höherwertigen Schema eines allgemeinen Stellenwertsystems elaboriert wird (siehe Kapitel 4.1.1).

Studienteilnehmer*innen sollen alle Schüler*innen der Schulstufen 5 und 6 einer österreichischen AHS sein, deren Eltern eine Einwilligungserklärung (siehe Abbildung 29) unterschreiben und die am jeweiligen Durchführungstag der Studie anwesend sind.

Zu Beginn der Unterrichtseinheit soll den Schüler*innen ein Fragebogen ausgeteilt werden. Der allgemeine Teil des Fragebogens (siehe Abbildung 4) soll einerseits die Anonymisierung der Ergebnisse der im Anschluss durchgeführten Kompetenztests durch eine Zufalls-Code-Generierung sichern und andererseits das Geschlecht und die subjektive Einschätzung ermitteln, ob bereits Vorkenntnisse zu den zu vermittelnden Inhalten vorhanden wären. Da verschiedene Studien zu digitalen Kompetenzen von Schüler*innen zuletzt allerdings zeigten, dass Schüler*innen im Allgemeinen (vgl. Gerick & Eickelmann, 2017, S. 7) bzw. Buben im Besonderen (vgl. Kammerl & Unger, 2017, S. 123; Eickelmann, Gerick, Masek & Labusch, 2019, S. 296) dazu neigen, ihre eigenen digitalen Kompetenzen zu überschätzen, soll der zweite Teil des Fragebogens (siehe Abbildung 5) erheben, ob die subjektive Selbsteinschätzung durch eine objektive Kompetenzmessung in Form von drei thematisch adäquaten Einstiegsfragen bestätigt wird. Erst eine Kombination aus subjektiver Selbsteinschätzung und objektivem Kompetenznachweis per Pretest soll somit über die Merkmalsausprägung der dichotomen Variable „verfügt über Vorkenntnisse“ entscheiden, die für die dritte Hypothese eine der beiden unabhängigen Variablen darstellt. Im Detail soll entweder die subjektive Selbsteinschätzung bezüglich Vorkenntnisse positiv ausfallen und mindestens eine der drei Pretest-Fragen korrekt sein, oder es sollen mindestens zwei der drei Pretest-Fragen korrekt beantwortet sein, um der Gruppe der Schüler*innen mit Vorkenntnissen (künftig Gruppe VK1 genannt) zugeordnet zu werden. In allen anderen Konstellationen sollen keine Vorkenntnisse (künftig Gruppe VK0 genannt) attestiert werden.

Nach dem Einsammeln der Fragebögen (um nachträgliche Verbesserungen des Pretests auszuschließen) sollen den Schüler*innen die Videos *Screencast 1* und *Screencast 2* gezeigt werden. Schüler*innen mit der Gruppenzugehörigkeit R1 mit zu den Bildern redundanter Audio-Information, Schüler*innen mit der Gruppenzugehörigkeit R0 ohne redundanter Tonspur. Danach soll der erste Kompetenztest (siehe Abbildung 6) ausgeteilt und den Schüler*innen ausreichend Zeit gegeben werden, die Fragen zu beantworten.

Nach dem Einsammeln des ersten Kompetenztests soll den Schüler*innen das Video *Screencast 3* gezeigt werden. Schüler*innen mit der Gruppenzugehörigkeit M0 mit Untertiteln, aber ohne Tonspur, Schüler*innen mit der Gruppenzugehörigkeit M1 mit Tonspur, aber ohne Untertitel. Danach soll der zweite Kompetenztest (siehe Abbildung 7) ausgeteilt und den Schüler*innen erneut ausreichend Zeit gegeben werden, die Fragen zu beantworten.

Beide Kompetenztests umfassen jeweils Fragestellungen zu unterschiedlichen kognitiven Lernzielen nach der Bloomschen Taxonomie (Bloom, 1956). Mayer (2014b, S. 44) selbst empfiehlt diese Vorgangsweise bei Studien zur Überprüfung seiner Designprinzipien, da er explizit darauf hinweist, dass das Ziel nicht die idente Wiedergabe der gesehenen / gehörten Informationen ist, sondern er mit seiner CTML höhere kognitive Lernziele bei den Lernenden erreichen möchte. Theoretisch wäre ebenso eine Zuordnung zu einem der acht Qualifikationsniveaus nach *DigComp 2.1* möglich (vgl. Carretero, Punie & Vuorikari, 2017, S. 12), die allerdings für diesen Zweck einen unnötigen Detailgrad aufweisen würden und darüber hinaus – zumindest auf den unteren Stufen – ohnehin auf der Bloomschen Taxonomie aufbauen. Pro korrekt beantworteter Frage wird ein Punkt vergeben, unabhängig vom Niveau des jeweiligen Lernziels der Fragestellung. Die Auswertung aller gesammelten Daten soll mit Hilfe der Statistik- und Analyse-Software SPSS durchgeführt werden.

5.3. Zielfindung, Entwurf, Entwicklung, Erprobung und Analyse

Die fünf dem holistischen DBR-Ansatz immanenten Forschungsaktivitäten sollen nun im Folgenden dokumentiert werden, wobei dies für einen Großteil der Forschungsaktivitäten bereits in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich vorgenommen wurde. Der Blick wird dabei von der Zielfindung bis zur Analyse zunehmend von der Makro- auf die Mikro-Ebene gerichtet werden, da das für diese Arbeit in den Mittelpunkt des Interesses gerückte Spielfeld des praktischen Erprobens (siehe Kapitel 5.2) nur einen kleinen Ausschnitt des OER-Lernraums erprobt und analysiert, während weitere DBR-Zyklen mit anders gewählter Fokuswahl aus Ressourcengründen erst nach Abschluss dieser Arbeit durchgeführt und dokumentiert werden können (siehe Kapitel 6).

Für die Zielfindung heißt es bei Reinmann (2020, S. 3):

erwünschte Zielzustände herausarbeiten, Herausforderungen beschreiben, Probleme definieren, anvisierte Interventionen bestimmen, angestrebte Ergebnisse darstellen, den Sinn und Zweck geplanten Handelns darstellen, Wertvorstellungen explizieren

Auf der Makro-Ebene wurden die Zielzustände, die anvisierte Intervention und der Sinn und Zweck des Handelns, nämlich (zusammengefasst) einen für alle österreichischen Lehrer*innen und Schüler*innen frei nutzbaren OER-Lernraum für *Digitale Grundbildung* zur Verfügung zu stellen, ausführlich in Kapitel 1 und Kapitel 2 herausgearbeitet. Als projektbezogene Herausforderung muss die angestrebte Akzeptanz der beiden angeführten Stakeholder-Gruppen angeführt werden, da diese letztlich über den Projekterfolg entscheidet (vgl. Litke, Kunow & Schulz-Wimmer, 2015, S. 163). Strukturelle Herausforderungen und Probleme bezogen auf den österreichischen Standort, wie etwa die fehlende institutionalisierte digitale Kompetenzentwicklung im Lehramtstudium oder eine ungenügende Ressourcenausstattung der Schulen, sind in Kapitel 2.2 ausgeführt. Gesellschaftliche Herausforderungen mit Blick auf die Rolle digitaler Medien und digitaler Kompetenzen bei Kindern und Jugendlichen sind in Kapitel 3 nachzulesen. In Bezug auf Wertvorstellungen sei noch einmal explizit auf den idealistischen OER-Zugang in Kapitel 4.3.1 hingewiesen.

Auf der Mikro-Ebene soll für diese Arbeit im ersten DBR-Zyklus ein Teilbereich des OER-Lernraums in den Blick genommen werden, nämlich jener der Erklärvideos. Zielsetzung hierbei ist, dass durch die Sichtung der Erklärvideos bei den Schüler*innen möglichst viele Prozesse der Elaboration und Kompilierung von Schemata (siehe Kapitel 4.1.1) angestoßen werden, die im Erreichen möglichst vieler angestrebter kognitiver Lernziele resultieren.

Für den Entwurf führt Reinmann (S. 3) an:

Zielzustände gedanklich vorwegnehmen, angestrebte Ergebnisse mental modellieren, theoretische Annahmen formulieren, Modelle für potenzielle Ausgestaltungen von Intervention kreieren, Skizzen, Dummys, Mockups und ähnliches herstellen

Das lerntheoretische Fundament in Form der CTL und der CTML des zu entwerfenden Lernraums (Makro-Ebene) im Allgemeinen und der zu entwerfenden Erklärvideos (Mikro-Ebene) im Besonderen wurde in den Kapiteln 4.1 und 4.2 ausführlich dargelegt, sowohl in deren Annahmen, wie Lernen stattfindet (siehe Kapitel 4.1.1 und 4.2.1), als auch in deren für diese Arbeit relevanten

Design-Implikationen (siehe Kapitel 4.1.2 und 4.2.2). Für die potenzielle Ausgestaltung des Lernraums wurde auf Makro-Ebene auf die vorgegebene Struktur der *eTapas*-Initiative zurückgegriffen (siehe Kapitel 4.3.1). Der Großteil der *eTapas* sollte dabei keiner vordefinierten zeitlichen Abfolge unterworfen sein, um eine möglichst große Flexibilität bei Lehrer*innen zu gewährleisten, die *eTapas* künftig für ihren Unterricht nutzen wollen. Einzig beim Kompetenzbereich „Mediengestaltung“ wurden die ausgewählten inhaltlichen Schwerpunkte der zu entwerfenden *eTapas* Baackes (1996) vier Dimensionen von Medienkompetenz zugeordnet und eine chronologische Reihenfolge in den Metadaten empfohlen: zuerst *eTapas*, die sich mit allgemeiner Medienkunde (etwa zu digitalen Bildern oder Audio-Podcasts) auseinandersetzen, dann *eTapas*, die die technisch-funktionale Mediennutzung der Schüler*innen fördern sollen und erst danach *eTapas*, die Mediengestaltung und Kreativität thematisieren und auch von den Schüler*innen einfordern. Für jene *eTapas*, die inhaltlich dem vierten Bereich der Medienkompetenz nach Baacke entsprechen, der Medienkritik, sollten der Entwurfsidee nach keine chronologischen Abhängigkeiten bestehen. Swertz (2019, S. 14) argumentiert hier auch stringent, warum eine Orientierung an Baackes Medienkompetenzbegriff, dem zuletzt teilweise attestiert wurde, nicht mehr zeitgemäß zu sein (vgl. Baumgartner et al., 2016, S. 95ff.), immer noch sinnvoll ist.

Für die Entwicklung ist bei Reinmann (S. 3f) zu lesen:

Entworfenen konkretisieren, Modelle materialisieren, funktionierende Pilotkonstruktionen erarbeiten, theoretische Annahmen in Konstruktionen umsetzen, (mehrere) Prototypen einer Intervention „bauen“

Die Entwicklung wurde auf Makro-Ebene auf *Eduvidual*, der zentralen Moodle-Instanz Österreichs, realisiert (siehe Kapitel 4.3.1).

An dieser Stelle soll nun, wie bereits erwähnt, der Blick weg von der Makro-Ebene, hin zur Mikro-Ebene gerichtet werden. Entwickelt wurden hierfür drei prototypische Erklärvideos (siehe Kapitel 5.2), wobei bei *Screencast 3* zusätzlich eine vollständige Untertitelung vorgenommen wurde, da dieser zur Erprobung des Modalitäts-Prinzips verwendet werden sollte.

Für die Erprobung gilt nach Reinmann (S. 4):

Entwickeltes zu einer (ersten) Handlungspraxis werden lassen, Prototypen aktualisieren, Konstruktionen praktisch ausprobieren, die Funktionsfähigkeit, Praktikabilität, Wirksamkeit erarbeiteter Interventionen testen

Das Forschungsdesign der Erprobung wurde in Kapitel 5.2 ausführlich dargestellt. Bei der konkreten Umsetzung eben jenes nahmen 249 der 271 eingeladenen Schüler*innen aus insgesamt zehn Klassen (je fünf pro Schulstufe) an der Studie teil. Durchführungszeitraum waren die Monate Mai / Juni 2021. Jede Klasse erhielt einen eigenen Termin. Die sich daraus ergebenden zehn Erhebungstermine wurden von der Schulleitung als verpflichtend zu besuchende Unterrichtseinheiten nach dem Ende des eigentlichen Schulunterrichts organisiert, wobei rechtliche Bestimmungen zu einer angemessenen Pause zwischen Regelunterricht und außerordentlicher Unterrichtseinheit mit Studienterhebung berücksichtigt wurden. Durchgeführt wurden die Erhebungen teils in den Klassenräumen der Schüler*innen, teils im schuleigenen EDV-Raum. Technische Voraussetzung an den jeweiligen Raum war, dass ein Video mit Bild und Ton über einen Beamer bzw. eine Soundanlage in zufriedenstellender Qualität abgespielt werden konnte und alle Schüler*innen gute Sicht auf das Erklärvideo hatten. Diese authentische Schulsituation sollte – ganz im Sinne des DBR-Ansatzes – die an der CTML geäußerte Kritik aufgreifen (siehe Kapitel 4.2.3) und prüfen, ob sich deren Studienergebnisse aus dem Labor auch auf reale Unterrichtssituationen übertragen lassen (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 213). Weiters ist auch die tendenziell selten beforschte Zielgruppe der 10- bis 11-jährigen Schüler*innen von wissenschaftlichem Interesse für die CTML, da namhafte Gedächtnisforscher davon ausgehen, dass etwa das Arbeitsgedächtnis bei Kindern und Erwachsenen anders beschaffen (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998) bzw. leichter überfordert sein könnte (vgl. Mann, 2008, S. 1163) und man somit Ergebnisse von Studien mit Erwachsenen nicht einfach auf Kinder übertragen kann.

Eine Problematik, die bei Erhebungen in authentischen Schulsituationen auftritt, ist die Tatsache, dass die Ergebnisse immer im Kontext der schwer zu kontrollierenden Rahmenbedingungen interpretiert werden müssen (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 214). Bei der durchgeführten Erhebung konnte etwa aus zeitlichem und personellem Ressourcenmangel keine randomisierte Gruppenzuweisung innerhalb einer Klasse vorgenommen werden. Darüber hinaus war als weitere Rahmenbedingung zu beachten, dass sechs der zehn Klassen den schulautonomen Gegenstand IKT (Informations- und Kommunikation-Technologie) besucht hatten, dessen Lehrplan sehr ähnlichem zu jenem von *Digitaler Grundbildung* ausgestaltet ist. Auch der Um-

stand, dass die teilnehmenden Schüler*innen zwei verschiedene Schulstufen besuchten, musste berücksichtigt werden.

Um sicherzustellen, dass die unterschiedlichen Rahmenbedingungen zu keiner Verzerrung der Studienergebnisse führen, wurde – angelehnt an sogenannte randomisierte Feldversuche (vgl. ebd.) – versucht, die Randomisierung bei der Gruppenzuteilung auch unter den Bedingungen des realen Schulalltags weitgehend herzustellen. Jede Klasse wurde einer R- und einer M-Gruppe zugeteilt, wobei jeder der vier Gruppen (R0, R1, M0, R1) randomisiert insgesamt fünf Klassen zugeordnet wurden, jeweils zwei aus der Schulstufe 5 und drei aus der Schulstufe 6 (oder umgekehrt), bzw. jeweils drei, die den Gegenstand IKT besucht hatten und zwei, die diesen Gegenstand nicht besucht hatten. Dadurch gelang eine einigermaßen randomisierte Gruppenzuteilung in Bezug auf womöglich relevante Einflussfaktoren (siehe Tabelle 2).

Auf die Verteilung der Schüler*innen mit (VK1) und ohne (VK0) Vorkenntnisse konnte kein Einfluss genommen werden. 143 Schüler*innen wurden den Kriterien des Forschungsdesigns nach (siehe Kapitel 5.2) der Gruppe VK0 zugeordnet, 106 der Gruppe VK1 (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

Randomisierte Gruppenzuteilung

	<u>Geschlecht</u>				<u>Schulstufe</u>				<u>Gegenstand IKT</u>				<u>Gesamt</u>	
	<u>m</u>		<u>w</u>		<u>5</u>		<u>6</u>		<u>nein</u>		<u>ja</u>			
	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>
<u>R0 und M1</u>	26	40	44	15	33	22	37	33	37	9	33	46	70	55
	66		59		55		70		46		79		125	
<u>R1 und M0</u>	16	42	57	9	44	29	29	22	41	9	32	42	73	51
	58		66		73		51		50		74		124	
<u>Gesamt</u>	42	82	101	24	77	51	66	55	78	18	65	88	143	106
	124		125		128		121		96		153		249	

Für die Analyse definiert Reinmann (S. 4):

Daten und Artefakte untersuchen, Erfahrungen und Beobachtungen aus Erprobungen systematisch ergründen, Annahmen validieren, theoretische Bezüge herstellen, Zielsetzungen und Normvorstellungen überprüfen

Im vorliegenden Projekt sollten die drei in Kapitel 5.2 definierten Hypothesen überprüft werden.

Hierzu wurden zuerst die Lösungshäufigkeiten der insgesamt zehn Fragen der beiden Kompetenztests (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7) ermittelt. Die ersten beiden Zeichen definieren die Art des überprüften Lernziels nach Bloom (1956), das dritte Zeichen definiert die Zugehörigkeit zum Test des Modalitäts- (M) bzw. des Redundanz-Prinzips (R).

Tabelle 3

Lösungshäufigkeiten der Fragen des Kompetenztests

<u>D1R(1)</u>	<u>D1R(2)</u>	<u>D1R(3)</u>	<u>D2R</u>	<u>D3R</u>	<u>D4R</u>	<u>D2M</u>	<u>D3M</u>	<u>D5M</u>	<u>D6M</u>
69,5%	17,7%	73,9%	41,4%	19,3%	13,3%	58,6%	21,7%	2%	18,5%

Wie nach der Bloomschen Taxonomie zu erwarten, sinkt die Lösungshäufigkeit tendenziell mit höherer Ordnung des Lernziels. Zwei Werte passen hierbei nicht ins Bild: Die Lösungshäufigkeiten der Fragen D1R(2) und D5M sind in diesem Zusammenhang deutlich zu niedrig und deuten daher auf nicht treffsicher formulierte Fragestellungen hin. Da die Frage D1R(2) allerdings zumindest von fast einem Fünftel der Schüler*innen gelöst werden konnte, wurden die erreichten Punkte dieser Frage für die weiteren Auswertungen trotzdem herangezogen. Die erreichten Punkte der Frage D5M wurden für die weiteren Auswertungen nicht berücksichtigt.

Tabelle 4 sind die arithmetischen Mittel der erreichten Punkte der einzelnen Gruppen zu entnehmen (siehe auch Abbildung 8 und Abbildung 9).

Tabelle 4

Arithmetische Mittel der Gruppen

<u>R0</u>		<u>R1</u>		<u>M0</u>		<u>M1</u>	
2,35		2,35		0,76		1,23	
<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>	<u>VK0</u>	<u>VK1</u>
1,76	3,11	1,73	3,24	0,52	1,10	0,90	1,64

Auf Basis dieser Mittelwerte kann mit Bezug auf die ersten beiden in Kapitel 5.2 formulierten Hypothesen angenommen werden, dass die Berücksichtigung des Redundanz-Prinzips bei Erklärvideos in authentischen Schulsituationen keinen Einfluss auf das Erreichen kognitiver Lernziele bei Schüler*innen hat (die Mittelwerte liegen hier in den beiden Gruppen R0 und R1 bei 2,35), eine Berücksichtigung des Modalitäts-Prinzips allerdings durchaus (Gruppe M1 weist mit 1,23 einen deutlich höheren Mittelwert auf als Gruppe M0 mit 0,76).

In Bezug auf die dritte in Kapitel 5.2 formulierte Hypothese scheinen vorhandene Vorkenntnisse bei den Schüler*innen den positiven Effekt der Berücksichtigung des Modalitäts-Prinzips zu dämpfen. Denn durchschnittlich schnitt die Gruppe VK0M1 (0,9) im Vergleich zur Gruppe VK0M0 (0,52) um 73% besser ab, während die Gruppe VK1M1 (1,64) im Vergleich zur Gruppe VK1M0 (1,1) nur um 49% besser abschnitt.

Um die Korrektheit dieser ersten Einschätzungen auf Basis der berechneten Mittelwerte statistisch zu untermauern, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Mit Hilfe dieser sollte die statistische Signifikanz der Unterschiede der arithmetischen Mittel in den Gruppen M0 und M1 bzw. in den Gruppen VK0M0, VK1M0, VK0M1 und VK1M1 gezeigt werden.

Vorab wurden zwei Voraussetzungen überprüft, die notwendige Bedingungen für die Durchführung einer ANOVA darstellen.

Zuerst wurde grafisch eine annähernde Normalverteilung der standardisierten und der nicht-standardisierten Residuen der erreichten Punkte bei den beiden Kompetenztests attestiert, wie anhand der geringen Abweichungen der beobachteten Werte von der Gerade der exakten Normalverteilung zu sehen ist (siehe Abbildung 10 und Abbildung 11). Dieselbe Aussage kann auch für die erreichten Punkte der beiden Kompetenztests getroffen werden (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13). Auf einen exakten Signifikanztest in Form eines Shapiro-Wilk-Tests bzw. eines Kolmogorov-Smirnov-Tests wurde daraufhin aufgrund des großen Stichprobenumfangs ($n > 100$) verzichtet. Um die Wahrscheinlichkeit zu minimieren, einen Fehler erster oder zweiter Art zu begehen, wurde ein Test auf Heteroskedastizität vorgenommen. Diese würde vorliegen, wenn die Varianzen verschiedener Gruppen ungleich wären. Im vorliegenden Fall deuten die Streudiagramme für die ersten beiden Hypothesen allerdings auf die für die Durchführung einer ANOVA notwendige Homoskedastizität (Varianzgleichheit) hin, da die Datenpunkte jeweils annähernd in einem Rechteck

verteilt sind (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15). Die nicht randomisierten Datenpunkte würden zwar eine Autokorrelation der Residuen vermuten lassen, allerdings ist eine Prüfung auf Autokorrelation unnötig, da es sich bei den Punkten der Kompetenztests um keine Zeitreihendaten handelt. Um die Varianzgleichheit der jeweils vier für die dritte Hypothese relevanten Gruppen statistisch exakt zu belegen, wurde aufgrund der unterschiedlichen Gruppengrößen ein Levene-Test vorgenommen. Die Voraussetzungen für diesen – unabhängige Gruppen und eine metrische abhängige Variable in Form der erreichten Punkte bei den beiden Kompetenztests – waren erfüllt. Die Hypothese des Levene-Tests ist Heteroskedastizität, die Nullhypothese demnach Homoskedastizität. Letztere kann bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ weder in Bezug auf die Gruppen VK0M0, VK1M0, VK0M1 und VK1M1 ($p = 0,064$, siehe Abbildung 16), noch in Bezug auf die Gruppen VK0R0, VK1R0, VK0R1 und VK1R1 ($p = 0,337$, siehe Abbildung 17) verworfen werden.

Da alle Voraussetzungen für die Durchführung der ANOVA erfüllt sind, wurde eine solche mittels SPSS durchgeführt. Wie bereits auf Basis von Tabelle 4 vermutet, kann bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ die Nullhypothese verworfen werden, dass die dual codierte Darstellung des Lehrmaterials keinen Einfluss auf die erreichten Punkte hat ($p = 0$). Die positive Effektstärke der Präsentation mit dualer Codierung wurde mit Bezug auf Field (2011, S. 389ff.) einerseits mittels ω^2 nach Hayes, andererseits mittels Pearsons Korrelationskoeffizient r berechnet.

Für ω^2 kann auf Basis der durchgeführten einfaktoriellen ANOVA (siehe Abbildung 19) berechnet werden:

$$\omega^2 = \frac{13,565 - 1 \cdot 0,847}{221,984 + 0,847} \approx 0,057$$

Es gilt daher: $F(1, 246) = 16,01, p < 0,05, \omega = 0,24$

Für r kann auf Basis der durchgeführten Kontrasttests (siehe Abbildung 20) berechnet werden:

$$r = \sqrt{\frac{4,001^2}{4,001^2 + 246}} \approx 0,247$$

Es gilt daher: $t(246) = 4, p < 0,05$ (einseitig), $r = 0,247$

Beide Effektgrößen kommen damit zu einem ähnlichen Ergebnis und zeigen einen mittelstarken Effekt der dualen Codierung (vgl. Kirk, 1996).

Allerdings kann die Nullhypothese, dass eine Kombination aus den Vorkenntnissen der Schüler*innen und der dual codierten Darstellung des Lehrmaterials keinen Einfluss auf die erreichten Punkte hat ($p = 0,47$), nicht verworfen werden, obwohl sowohl die Vorkenntnisse als auch die duale Codierung die erreichten Punkte positiv beeinflussen (siehe Abbildung 18). Dadurch wird die Vermutung bestätigt, dass ein höheres Maß an Vorkenntnissen den positiven Effekt der dualen Codierung signifikant verringert.

Festgehalten werden kann daher, dass die Berücksichtigung des Modalitäts-Prinzips in authentischen Schulsituationen bei Erklärvideos für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 mittelstarke, positive Auswirkungen auf das Erreichen kognitiver Lernziele hat. Die positive Effektstärke nimmt allerdings mit höheren Vorkenntnissen ab.

Für die Berücksichtigung des Redundanz-Prinzips konnte keine positive Auswirkung auf das Erreichen kognitiver Lernziele festgestellt werden (siehe hierzu auch Abbildung 21). Allerdings kann bei differenzierter Betrachtung festgestellt werden, dass Schüler*innen aus dem Schulzweig ohne IKT sogar von einer redundanten Darstellung profitieren, während Schüler*innen aus dem Schulzweig mit IKT durch eine redundante Darstellung tendenziell in ihrem Lernerfolg behindert werden (siehe Abbildung 27 und Abbildung 28). Die beiden Effekte heben sich in der Gesamtanalyse des Redundanz-Prinzips demnach auf.

Weiters konnte im Rahmen der analytischen Auswertung belegt werden, dass das Prinzip der individuellen Unterschiede bei zwei anderen unabhängigen Variablen vorgefunden wurde:

Obwohl die Nullhypothese, dass die Schulstufe keinen signifikanten Einfluss auf die erreichten Punkte hat, nicht verworfen werden kann (siehe Abbildung 22), scheint eine Kombination der beiden Parameter Schulstufe und duale Codierung sehr wohl einen signifikanten Einfluss auf die erreichten Punkte zu haben. Abbildung 24 zeigt diesbezüglich, dass der Modalitäts-Effekt vor allem in der 6. Schulstufe nachgewiesen werden kann.

Und in Abbildung 23 kann ein signifikanter Einfluss sowohl in Abhängigkeit davon, ob Schüler*innen den Gegenstand IKT besucht hatten, als auch in

Kombination dieses Umstands mit einer dualen Codierung abgelesen werden. Abbildung 25 zeigt diesbezüglich, dass der Modalitäts-Effekt nur bei Schülerinnen, die den Gegenstand Gegenstands IKT besucht hatten, nachgewiesen werden kann. Schüler*innen, die diesen Gegenstand nicht besucht hatten, erreichten bei dualer Codierung sogar einen geringeren Mittelwert als ohne duale Codierung. Dieser Unterschied erwies sich allerdings als nicht signifikant, es konnte daher kein „expertise reversal effect“ (siehe Kapitel 4.1.2) festgestellt werden.

Das Geschlecht wiederum hatte keine signifikante Auswirkung auf den Modalitäts-Effekt (siehe Abbildung 26).

Auf Posthoc-Tests konnte verzichtet werden, da alle untersuchten unabhängigen Variablen dichotom sind.

Für die praktische Umsetzung einer adaptierten Version des OER-Lernraums im Rahmen eines zukünftigen weiteren DBR-Zyklus würden diese Ergebnisse folgende Designprinzipien implizieren:

Untertitelte Erklärvideos stellen keine gleichwertige Alternative zu Erklärvideos mit Ton dar. Die Information in den Metadaten der *eTapas*, dass Kopfhörer eine notwendige technische Voraussetzung für den Präsenzunterricht darstellen, ist daher lerntheoretisch sinnvoll und sollte als solche explizit vermerkt sein. Allerdings könnte man differenzieren: Jüngere Schüler*innen und Schüler*innen, die den Gegenstand IKT nicht besuchen, profitierten von der dualen Codierung weniger oder gar nicht und könnten daher alternativ durchaus auch untertitelte Erklärvideos nutzen, ohne dadurch in der Erwartung ihrer Lernergebnisse benachteiligt zu sein. Ob der OER-Lernraum Erklärvideos mit auditiv und visuell redundanten Informationen zur Verfügung stellen sollte, müsste den Ergebnissen der Erprobung nach vom besuchten Schulzweig abhängig gemacht werden. Schüler*innen, die den Gegenstand IKT nicht besuchen, sollten explizit redundantes Lehrmaterial angeboten bekommen, während Schüler*innen, die den Gegenstand IKT besuchen, kein redundantes Lehrmaterial vorfinden sollten.

Die Umsetzung dieser Adaptionen des OER-Lernraums wäre Gegenstand weiterer DBR-Zyklen.

6 Zusammenfassende Ergebnisse, Limitationen, Fazit und Ausblick

Eine Differenzierung des OER-Lernraums im Allgemeinen und der Erklärvideos im Besonderen auf Basis individueller Charakteristika der Schüler*innen erscheint angesichts der dokumentierten Ergebnisse der Erprobung bzw. Analyse empirisch sinnvoll und sollte bei weiteren Zielfindungs- und Entwicklungsschritten in künftigen DBR-Zyklen berücksichtigt werden – auch wenn die aufgefundenen Zusammenhänge komplex erscheinen. Die Möglichkeiten individueller Lernprozessgestaltung wären allerdings einer der großen Vorteile bei der Nutzung von digitalen Lernräumen (vgl. Kastaun et al., 2020, S. 357; Keres, 2017a). Die Einbindung der Erklärvideos in den OER-Lernraum ermöglicht hier verschiedene didaktische Möglichkeiten abseits des klassischen Frontalvortrags der Lehrperson. So wäre etwa der OER-Lernraum in einem Flipped-Classroom-Szenario einsetzbar, bei dem Schüler*innen sich inhaltlich mittels der Erklärvideos auf die Präsenzsituation mit der Lehrperson vorbereiten und somit zeitliche Ressourcen im Schulunterricht frei werden, die für individuelleres Üben (Lektions-Sektion des OER-Lernraums) oder vertiefendes Diskutieren (Reflexions-Sektion des OER-Lernraums) genutzt werden können. Schüler*innen sehen die Vorteile eines solchen Unterrichtsmodells „in der ständigen Verfügbarkeit der Inhalte sowie in der Möglichkeit beliebig vieler Wiederholungen, die auch das Anhalten der Videos gewährleistet“ (Rat für kulturelle Bildung, 2019, S. 29). Aber auch ein Sichten der Erklärvideos in der Präsenzsituation wäre denkbar. Hier bestünde die Möglichkeit, der Lehrperson bei Unklarheiten direkt Fragen zu stellen, während der Vorteil der selbstgesteuerten Lerngeschwindigkeit der Schüler*innen gleichzeitig aufrechterhalten bleibt. In einer solchen didaktischen Lernsituation würde sich auch die Rolle der Lehrperson verändern, die in diesem Fall eher eine beratende Funktion einnehmen und nur punktuell eingreifen würde (vgl. Kammerl & Unger, 2017, S. 129). In solchen alternativen Lernszenarien wäre allerdings die Dauer der Erklärvideos zu überdenken. Zawacki-Richter et al. (2020, S. 132) führen mit Verweis auf die CLT eine maximal empfohlene Dauer von sechs Minuten pro Video und von 20 bis 25 Minuten pro Kurseinheit (hier: *eTapa*) an. Viele, aber nicht alle *eTapas* des vorliegenden Projekts erfüllen diese Kriterien. Darüber hinaus sei in diesem Zusammenhang auch darauf verwiesen, dass ein solcher begründeter Änderungswunsch für ein Erklärvideo in der Praxis einen hohen

Arbeitsaufwand bedeutet und nicht selten eine Neuaufnahme erforderlich macht. An dieser Stelle stößt dann auch der OER-Gedanke an seine Grenzen, da kaum davon ausgegangen werden kann, dass Lehrpersonen die Erklärvideos nach eigenen Vorstellungen adaptieren oder gar neu konzipieren und aufnehmen.

In Bezug auf die Implikationen für künftige Adaptierungen des OER-Lernraums auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten Studie sei auf verschiedene methodisch bedingte Limitationen eben jener hingewiesen:

Der Zeitpunkt der Testung direkt nach der Präsentation der Erklärvideos stellt nur eine Momentaufnahme dar. Schweppe und Rummer (2016, S. 132) führen etwa mehrere Studien an, die ergaben, dass sich der Modalitäts-Effekt nach einer Woche in das Gegenteil verkehrt hatte. Eine positive Auswirkung auf den kurzfristigen Lernerfolg von Schüler*innen sagt somit nichts über deren langfristige Lernerfolge aus, die aber das eigentliche Ziel darstellen würden. Weiters könnte am Studiendesign auch die Bepunktung kritisiert werden, da für die Beantwortung von Fragestellungen zu Lernzielen niedrigerer Ordnung gleich viele Punkte vergeben wurden wie für die Beantwortung von Fragestellungen zu Lernzielen höherer Ordnung. Zukünftige, umfangreichere Studien könnten daher etwa einerseits Kompetenztests mit einem längeren zeitlichen Abstand zur Präsentation des Lehrmaterials durchführen und andererseits untersuchen, welche Auswirkungen eine Gewichtung der Bepunktung nach der Höhe der Ordnung des Lernziels pro Fragestellung hat. Auch Textlänge und Textkomplexität pro dargestellte Folie im Screencast dürfen bei zukünftigen Studien nicht außer Acht gelassen werden. Im vorliegenden Fall scheinen beide Parameter adäquat gewählt worden zu sein, da ein mittelstarker Modalitäts-Effekt nachgewiesen werden konnte. Ein solcher ging bei verschiedenen Studien verloren oder verkehrte sich sogar ins Gegenteil, wenn die Texte zu lang oder zu komplex gewählt wurden (vgl. Leahy & Sweller, 2011; Wong et al., 2012). Chen und Yen (2021) bieten in diesem Zusammenhang einen aktuellen Überblick zu den Ergebnissen diverser Studien zu diesen und weiteren einschränkenden Bedingungen für das Auffinden eines Modalitäts-Effekts. Auch der nicht gelungene Nachweis für das Redundanz-Prinzip für die Gesamtheit der Schüler*innen könnte eventuell mit den beiden zuvor genannten Parametern in Zusammenhang stehen. Weitere möglicherweise das Ergebnis dieser Studie beeinflussende individuelle Dimensionen wie etwa Lesekompe-

tenz, Interesse am Gegenstand, bevorzugte Modalität der Präsentation von Lehrmaterialien oder Schulnoten in thematisch nahestehenden Gegenständen (vgl. Witteman & Segers, 2010, S. 135) hätten bei entsprechender Datenerfassung darüber hinaus unter Umständen neue Erkenntnisse zur Effektivität von Mayers multimedialen Designprinzipien in authentischen Schulsituationen erbracht.

Während die Nichtberücksichtigung der genannten Aspekte methodische Schwächen der empirischen Studie aufzeigt, darf weiters die generelle Problematik der mangelnden Kontrollmöglichkeit verschiedener Variablen in einer authentischen Schulsituation nicht außer Acht gelassen werden (vgl. Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004, S. 19).

Dass bei der Konzeption des OER-Lernraums tendenziell noch zu sehr „traditionelle“ Muster von Rhetorik, Rituale und Rollenverteilung imitiert wurden (vgl. Eickelmann, Gerick, Labusch & Schaumburg, 2019, S. 249), ist einerseits den in ihren strukturellen Vorgaben eher starren Kursvorlagen der *eTapas*-Initiative geschuldet, aber andererseits auch der Tatsache, dass der Autor im Rahmen dieser Arbeit nur einen ersten, initialen DBR-Zyklus durchgeführt hat. Hier müssen zukünftig die digitalen Potentiale des OER-Lernraums noch deutlich umfangreicher ausgeschöpft werden, damit diese nicht „Postulate bleiben ohne dauerhafte Relevanz für das alltägliche Lehren und Lernen“ (Günther & Schiefner-Rohs, 2018, S. 180f.). Hillmayer et al. (2020, S. 1) attestieren in diesem Zusammenhang digitalen Medien einen deutlich höheren Lernnutzen, wenn diese neue didaktische Möglichkeiten ausschöpfen und nicht nur als Substitute fungieren.

Zielführend könnten hier zukünftige formative Evaluationen von Lehrer*innen sein, wie etwa von Edelson (2002, S. 117) als grundlegende Eigenschaft des DBR-Ansatzes explizit gefordert. Der „improve“-Gedanke der formativen Evaluation entspricht hierbei deutlich eher dem Grundgedanken des DBR-Ansatzes als der „proof“-Gedanke der summativen Evaluation (vgl. Nieveen, 2010, S. 92) – wurde aber bei der vorliegenden Arbeit aufgrund der schwierigen Rahmenbedingungen während der Covid-19-Ausnahmesituation nicht aufgegriffen. Anzudenken wäre in diesem Zusammenhang jedenfalls zukünftig eine breitere Evaluation mit Blick über den Lernerfolg von Schüler*innen hinaus, hin zu weiteren Kriterien wie etwa die Akzeptanz des OER-Lernraums bei Schüler*innen und Lehrer*innen. Erste exemplarische Erprobungen hierzu

zeigten bereits, dass die technischen Hürden und der zeitliche Aufwand für die individuelle Einrichtung des OER-Lernraums aus Gründen unterschiedlicher Zugangsrechte für Lehrer*innen deutlich höher sind als für Schüler*innen. Hier gilt es in systematisch durchgeführten weiteren DBR-Zyklen die Akzeptanzschwelle für Lehrer*innen sukzessive zu senken, denn ein

(...) Lernprogramm, das in der Praxis nicht genutzt wird, das (...) nicht akzeptiert wird und nicht hinreichend Einsatz findet, kann überragende technische Leistungsmerkmale oder auch ein innovatives didaktisches Konzept beinhalten; der didaktische Nutzen bleibt minimal. (Kerres, 2018, S. 140)

Als mögliche Orientierung für einen Teil der Konstruktion eines Leitfadeninterviews im Zuge einer Evaluation mit Lehrpersonen könnte etwa der Kriterienkatalog zur Bewertung der Qualität von Erklärvideos von Kulgemeyer (2018) dienen.

In der Schulpraxis entsteht durch das vorliegende Projekt im Idealfall eine Community of Practice (Wenger, 2008) von Lehrpersonen, die vor der gemeinsamen komplexen Aufgabe stehen, *Digitale Grundbildung* an ihrer Schule zu unterrichten. Deren selbstorganisierter Austausch von Wissen und OER-Lehrmaterialien bedeutet allerdings zweifelsohne einen nicht zu unterschätzenden zeitlichen Aufwand (vgl. Seufert & Scheffler, 2017, S. 110). Andererseits könnte der vorliegende OER-Lernraum dem Problem begegnen, dass viele Lehrer*innen inzwischen kaum noch einen Überblick über die stetig wachsende Menge an Lehrmaterialien behalten können und diese darüber hinaus zumeist nicht auf der Grundlage existierender Curricula aufbereitet sind (vgl. Schaumburg & Doreen, 2019, S. 152).

Der 8-Punkte-Plan für eine digitale Schule in Österreich (Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2020a), der während dem Verfassen dieser Arbeit umgesetzt wird, umfasst wichtige Aspekte für eine digitale Transformation der Bildung. Das Bildungsministerium kann allerdings nicht alleiniger Motor für notwendige Veränderungen in der Bildungslandschaft sein.

Entscheidend ist, ob und wie die beteiligten Personen (...) eine Notwendigkeit für Veränderungen sehen und bereit sind, sich für eine nachhaltige Umsetzung zu engagieren. (Bauer et al., 2020, S. 13)

Mit der vorliegenden Arbeit zur Modellierung eines OER-Lernraums für *Digitale Grundbildung* hat der Autor versucht, dieses Engagement vorzuleben.

Literaturverzeichnis

- Arnold, P., Kilian, L., Thilloßen, A. M. & Zimmer, G. M. (2018). *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien* (5. Aufl.). W. Bertelsmann Verlag.
- Atkinson, R. & Shiffrin, R. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. *Psychology of learning and motivation*, 2, 89–195.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Baacke, D. (1992). Handlungsorientierte Medienpädagogik. In W. Schill, G. Tulodziecki & W.-R. Wagner (Hg.), *Medienpädagogisches Handeln in der Schule* (S. 32–58). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Baacke, D. (1996). Medienkompetenz: Begrifflichkeit und sozialer Wandel. In A. v. Rein (Hg.), *Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung. Medienkompetenz als Schlüsselbegriff* (S. 112–124).
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science (New York, N.Y.)*, 255(5044), 556–559.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158–173.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.158>
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of learning and motivation*, 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Bauer, R., Hafer, J., Hofhues, S., Schiefner-Rohs, M., Thilloßen, A. M., Volk, B. & Wannemacher, K. (2020). Mythen, Realitäten und Perspektiven rund um Digitalisierung. In R. Bauer, J. Hafer, S. Hofhues, M. Schiefner-Rohs, A. M. Thilloßen, B. Volk & K. Wannemacher (Hg.), *Medien in der Wissenschaft: Bd. 76. Vom E-Learning zur Digitalisierung: Mythen, Realitäten, Perspektiven* (S. 12–22). Waxmann.
- Baumgartner, P., Brandhofer, G., Ebner, M., Gradinger, P. & Korte, M. (2016). Medienkompetenz fördern – Lehren und Lernen im digitalen Zeitalter. In M. Bruneforth, F. Eder, K. Krainer, C. Schreiner, A. Seel & C. Spiel (Hg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015: Band 2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (98-132). Leykam.
<https://doi.org/10.17888/nbb2015-2-3>

- Beege, M., Schneider, S., Nebel, S., Häßler, A. & Rey, G. D. (2018). Mood-affect congruency. Exploring the relation between learners' mood and the affective charge of educational videos. *Computers & Education*, 123, 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.001>
- Bennett, S. & Maton, K. (2010). Beyond the 'digital natives' debate: Towards a more nuanced understanding of students' technology experiences. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(5), 321–331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00360.x>
- Bennett, S., Maton, K. & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775–786. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. McKay.
- Bozkurt, A., Koseoglu, S. & Singh, L. (2019). An analysis of peer reviewed publications on openness in education in half a century: Trends and patterns in the open hemisphere. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(4), 78–97. <https://doi.org/10.14742/ajet.4252>
- Brandhofer, G. (2014). Ein Gegenstand „Digitale Medienbildung und Informatik“ – notwendige Bedingung für digitale Kompetenz? *Open Online Journal for Research and Education*(1), 109–119.
- Brandhofer, G., Baumgartner, P., Ebner, M., Köberer, N., Trültzsch-Wijnen, C. & Wiesner, C. (2019). Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. In S. Breit, F. Eder, K. Krainer, C. Schreiner, A. Seel & C. Spiel (Hg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2018: Band 2: Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen* (S. 307–362). Leykam. https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/03/NBB_2018_Band2_Beitrag_8.pdf.
- Breit, S., Eder, F., Krainer, K., Schreiner, C., Seel, A. & Spiel, C. (Hg.). (2019). *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2018: Band 2: Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen*. Leykam. <https://doi.org/10.17888/nbb2018-2>

- Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2018). *Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: 71. Verordnung: Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen sowie der Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen*. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2018_II_71/BGBLA_2018_II_71.pdf [07.01.21].
- Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020a). *Digitale Schule*. <https://digitaleschule.gv.at/> [04.10.21].
- Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2020b). *IKT-Infrastrukturerhebung 2020*. <https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:eeb66304-4fd4-41d2-9b12-8498a9ada132/iktie2020.pdf> [31.01.21].
- Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (Hg.). (2018). *Digitales Kompetenzmodell für Österreich: DigComp 2.2 AT*. https://www.fit4internet.at/media/digcomp2_2.pdf [23.05.21].
- Butcher, K. R. (2014). The Multimedia Principle. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 174–205). Cambridge University Press.
- Carretero, S., Punie, Y. & Vuorikari, R. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens*. [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_\(online\).pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf) [21.12.20].
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- Chen, C.-Y. & Yen, P.-R. (2021). Learner control, segmenting, and modality effects in animated demonstrations used as the before-class instructions in the flipped classroom. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 44–58. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1572627>
- Choi, J., An, S. & Lee, Y. (2015). Computing Education in Korea—Current Issues and Endeavors. *ACM Transactions on Computing Education*, 15(2), 1–22. <https://doi.org/10.1145/2716311>

- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES*, 13(1), 15–42. <http://treeves.coe.uga.edu/EDIT9990/Collins2004.pdf>.
- Cowan, N. (2005). *Working Memory Capacity*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203342398>
- Creative Commons Corporation. (2021). *Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Österreich: CC BY-SA 3.0 AT*. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/at/> [07.09.21].
- Cwielong, I. A. & Kommer, S. (2020). Wozu noch Schule, wenn es YouTube gibt? In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 38–44). Waxmann Verlag GmbH.
- Debray, R. (1999). Für eine Mediologie. In C. Pias, J. Vogl, Engell Lorenz, O. Fahle & B. Neitzel (Hg.), *Kursbuch Medienkultur: Die massgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard* (S. 67–76). DVA.
- Deimann, M. (2018). *Open Education: Auf dem Weg zu einer offenen Hochschulbildung*. Pädagogik. transcript.
- Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (Hg.). (2018). *DIVSI U25-Studie: Euphorie war gestern*. <https://www.divsi.de/wp-content/uploads/2018/11/DIVSI-U25-Studie-euphorie.pdf> [21.12.20].
- Döbeli Honegger, B. (2016). *Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt* (1. Auflage). hep, der bildungsverlag.
- Doelker, C. (1992). Medienpädagogik in der Sekundarstufe: Der integrative Ansatz. In W. Schill, G. Tulodziecki & W.-R. Wagner (Hg.), *Medienpädagogisches Handeln in der Schule* (S. 107–131). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dorgerloh, S. & Wolf, K. D. (Hg.). (2020). *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (1. Auflage). Beltz. <https://content-select-com.ub-proxy.fernuni-hagen.de/de/portal/media/view/5c84e9c9-3db4-4341-8cf8-646eb0dd2d03?forceauth=1>.

- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *THE JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES*, 11(1), 105–121. <https://www.cs.uic.edu/~i523/edelson.pdf>.
- Education Group. (2020). 7. Oö. *Kinder-Medien-Studie 2020*. <https://www.edugroup.at/innovation/forschung/kinder-medien-studie/detail/7-ooe-kinder-medien-studie-2020.html> [21.12.20].
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (2019). Anlage, Forschungsdesign und Durchführung der Studie ICILS 2018. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 33–78). Waxmann.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J. & Labusch, A. (2019). Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 8. Jahrgangsstufe in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 113–136). Waxmann.
- Eickelmann, B., Gerick, J., Labusch, A. & Schaumburg, H. (2019). Nutzung digitaler Medien aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 241–270). Waxmann.

- Eickelmann, B., Gerick, J., Massek, C. & Labusch, A. (2019). Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Mädchen und Jungen im zweiten internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 271–300). Waxmann.
- Eickelmann, B., Vahrenhold, J. & Labusch, A. (2019). Der Kompetenzbereich ‚Computational Thinking‘: erste Ergebnisse des Zusatzmoduls für Deutschland im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 367–398). Waxmann.
- Entwicklungsverbund „Cluster Mitte“. (2019a). *Curriculum Bachelorstudium Lehramt Sekundarstufe (Allgemeinbildung)*. https://ph-ooe.at/fileadmin/Daten_PHOOE/Ausbildung_APS/Curricula_SEK_2019_20/BEEd_2019_final.pdf [23.01.21].
- Entwicklungsverbund „Cluster Mitte“. (2019b). *Curriculum Masterstudium Lehramt Sekundarstufe (Allgemeinbildung)*. https://ph-ooe.at/fileadmin/Daten_PHOOE/Ausbildung_APS/Curricula_SEK_2019_20/MEd_2019_final.pdf [23.01.21].
- Euler, D. & Sloane, P. J. (Hg.). (2014). *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beihefte: Bd. 27. Design-based research*. Franz Steiner Verlag; ProQuest E-Book Central.
- Europäische Kommission. (2007). *Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen: Ein europäischer Referenzrahmen. Allgemeine & berufliche Bildung / GD Bildung und Kultur*. Amt für Amtliche Veröff. der Europ. Gemeinschaften.

- Europäische Kommission. (2018). *Empfehlung des Rates vom 22. Mai 2018 zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) [21.05.21].
- Europäische Kommission. (2021). *DigComp: Being digitally competent – a task for the 21st-century citizen*. <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp> [22.05.21].
- Europäische Kommission/EACEA/Eurydice. (2019). *Digitale Bildung an den Schulen in Europa: Eurydice-Bericht*. Luxemburg. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7834ad0-ddac-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-en>.
- Ferrari, A., Punie, Y. & Brečko, B. N. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*. EUR, Scientific and technical research series: Bd. 26035. Publications Office.
- Field, A. (2011). *Discovering statistics using SPSS: (and sex and drugs and rock ,n‘ roll)* (3. ed., reprinted.). Sage. <http://www.uk.sagepub.com/field3e/main.htm>.
- Gapski, H. (2001). *Medienkompetenz: Eine Bestandsaufnahme und Vorüberlegungen zu einem systemtheoretischen Rahmenkonzept*. Zugl.: Essen, Univ. GH, Diss., 2000 (1. Aufl.). Westdt. Verl.
- Gapski, H. & Tekster, T. (2009). *Informationskompetenz in Deutschland: Überblick zum Stand der Fachdiskussion und Zusammenstellung von Literaturangaben, Projekten und Materialien zu einzelnen Zielgruppen* (6. Aufl.). Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen (LfM).
- Geary, D. C. (2007). Educating the evolved mind: Conceptual foundations for an evolutionary educational psychology. In J. S. Carlson & J. R. Levin (Hg.), *Psychological perspectives on contemporary educational issues* (S. 1–99). Information Age Pub.
- Gerick, J. & Eickelmann, B. (2017). *Abschlussbericht im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Evaluation des Projekts „Lernen mit digitalen Medien“ in Schleswig-Holstein*. https://www.leb-gym-sh.de/images/downloads/2017.02.01_Abschlussbericht_wissenschaftliche_Begleitung_Projekt_Lernen_mit_digitalen_Medien.pdf [21.12.20].

- Gerjets, P., Scheiter, K. & Cierniak, G. (2009). The Scientific Value of Cognitive Load Theory: A Research Agenda Based on the Structuralist View of Theories. *Educational Psychology Review*, 21(1), 43–54.
- Gerjets, P., Scheiter, K., Opfermann, M., Hesse, F. W. & Eysink, T. H. (2009). Learning with hypermedia: The influence of representational formats and different levels of learner control on performance and learning behavior. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 360–370.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (Hg.). (2016). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt*. https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Projekte/Dagstuhl/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf [16.5.20].
- Gitlin, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, 15(4), 313–331.
- Grafe, S., Herzig, B. & Tulodziecki, G. (2019). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele* (2. Aufl.). *utb Erziehungswissenschaft Schulpädagogik*. Julius Klinkhardt.
- Grünberger, N., Bauer, R. & Krameritsch, H. (2020). Kartographierung des Digitalen in der Bildung: Über den Versuch des Abbildens, Ordnen und (Neu-)Denkens eines umfassenden Digitalisierungsbegriffs. In R. Bauer, J. Hafer, S. Hofhues, M. Schiefner-Rohs, A. M. Thillosen, B. Volk & K. Wannenmacher (Hg.), *Medien in der Wissenschaft: Bd. 76. Vom E-Learning zur Digitalisierung: Mythen, Realitäten, Perspektiven* (S. 116–133). Waxmann.
- Günther, D. & Schiefner-Rohs, M. (2018). Mediale (Bildungs-)Räume in der Schule: Herausforderung mimetischer Konzeptionen. In M. Pietraß, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 14. Der digitale Raum - medienpädagogische Untersuchungen und Perspektiven* (177-195). Springer VS.
- Hargittai, E. (2010). Digital Na(t)ives? Variation in Internet Skills and Uses among Members of the “Net Generation”. *Sociological Inquiry*, 80(1), 92–113. <https://doi.org/10.1111/j.1475-682X.2009.00317.x>
- Harskamp, E. G., Mayer, R. E. & Suhre, C. (2007). Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? *Learning and Instruction*, 17(5), 465–477. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.010>

- Herzig, B. (2016). Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 25(Computer Science Education), 59–79. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.28.X>
- Herzig, B., Schelhowe, H., Robben, B., Klar, T.-M. & Aßmann, S. (2018). Design von Interaktionsräumen für reflexive Erfahrung – Wie werden im Digitalen Medium implementierte Modelle erfahr- und verstehbar. In M. Pietraß, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 14. Der digitale Raum - medienpädagogische Untersuchungen und Perspektiven* (S. 135–156). Springer VS.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I. & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Hugger, K.-U., Tillmann, A. & Iske, S. (2015). Kinder und Kindheit in der digitalen Medienkultur. In J. Fromme, P. Grell, T. Hug, K.-U. Hugger, S. Iske & A. Tillmann (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 12. Jahrbuch Medienpädagogik 12: Kinder und Kindheit in der digitalen Kultur* (Bd. 12, S. 7–10). Springer VS.
- Ikeda, M. (2020). *Were schools equipped to teach - and were students ready to learn - remotely?* (PISA in Focus Nr. 108). OECD. <https://doi.org/10.1787/22260919>
- Isler, D., Philipp, M. & Tilemann, F. (2010). *Lese- und Medienkompetenzen: Modelle, Sozialisation und Förderung. LfM-Dokumentation: Bd. 40.* LfM **5232532.
- Jahn, D. (2014). Durch das praktische Gestalten von didaktischen Designs nützliche Erkenntnisse gewinnen: Eine Einführung in die Gestaltungsforschung. *Wirtschaft und Erziehung*, 66(1), 3–15. http://www.vlw.de/fileadmin/documents/downloads/wirtschaft_erziehung/WuE_1-2014_spaltensatz_sc.pdf.
- Jones, C., Ramanau, R., Cross, S. & Healing, G. (2010). Net generation or Digital Natives: Is there a distinct new generation entering university? *Computers & Education*, 54(3), 722–732. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.022>

- Jong, T. de (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134.
- Jordan, K. & Weller, M. (2017). *Openness and Education: A beginners' guide: Global OER Graduate Network*. Global OER Graduate Network.
- Kalyuga, S. (2014). The Expertise Reversal Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 576–597). Cambridge University Press.
- Kalyuga, S. & Sweller, J. (2014). The Redundancy Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 247–262). Cambridge University Press.
- Kammerl, R. & Unger, A. (2017). Lernen unter entgrenzten Bedingungen: Das Projekt „Start in die nächste Generation“. In K. Mayrberger, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 13. Vernetzt und entgrenzt: Gestaltung von Lernumgebungen mit digitalen Medien* (S. 117–132). Springer VS.
- Kastaun, M., Meier, M., Hundeshagen, N. & Lange, M. (2020). ProfiLL – Professionalisierung durch intelligente Lehr-Lernsysteme. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 357–363). Waxmann Verlag GmbH.
- Kennedy, G. E., Judd, T., Churchward, A., Gray, K. & Krause, K.-L. (2008). First year students' experiences with technology: Are they really digital natives? *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(1). <https://doi.org/10.14742/ajet.1233>
- Kennedy, G. E., Judd, T., Dalgarno, B. & Waycott, J. (2010). Beyond natives and immigrants: exploring types of net generation students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(5), 332–343. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00371.x>
- Kerres, M. (2017a). *Digitale Bildungsrevolution? Ein Plädoyer für die Gestaltung des digitalen Wandels*. <https://epale.ec.europa.eu/de/blog/digitale-bildungsrevolution-ein-plaedoyer-fuer-die-gestaltung-des-digitalen-wandels> [26.01.21].

- Kerres, M. (2017b). Lernprogramm, Lernraum oder Ökosystem? Metaphern in der Mediendidaktik. In K. Mayrberger, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 13. Vernetzt und entgrenzt: Gestaltung von Lernumgebungen mit digitalen Medien*. Springer VS.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (5. Aufl.). De Gruyter Studium. De Gruyter Oldenbourg.
- Kirk, R. E. (1996). Practical Significance: A Concept Whose Time Has Come. *Educational and Psychological Measurement*, 56(5), 746–759. <https://doi.org/10.1177/0013164496056005002>
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 1–10.
- Klauer, K. J. & Leutner, D. (2012). *Lehren und Lernen: Einführung in die Instruktionspsychologie* (2. Aufl.). Psychologie 2012. Beltz.
- Kluzer, S. & Pujol Priego, L. (2018). *JRC Science for Policy Report: Bd. 29115. DigComp into action, get inspired make it happen: A user guide to the European Digital Competence framework* (R. Vuorikari, Y. Punie, S. Carretero, M. Cabrera & W. O'Keeffe, Hg.). Publications Office of the European Union.
- Knaus, T. (2016). digital - medial - egal? Ein fiktives Streitgespräch um digitale Bildung und omnipräsente Adjektive in der aktuellen Bildungsdebatte. In M. Brüggemann, T. Knaus & D. M. Meister (Hg.), *Schriften zur Medienpädagogik: Bd. 52. Kommunikationskulturen in digitalen Welten: Konzepte und Strategien der Medienpädagogik und Medienbildung* (S. 99–130). kopaed.
- Kohnen, M. (2011). *Individualisierendes Lehren und Lernen anhand einer multimedialen Lernumgebung zum Thema Sonnenschutz : eine Design-Based Research Studie* [Dissertation, Universität Duisburg-Essen, Duisburg, Essen]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Krotz, F. (2001). *Die Mediatisierung kommunikativen Handelns: Der Wandel von Alltag und sozialen Beziehungen, Kultur und Gesellschaft durch die Medien*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-90411-9>
- Kulgemeyer, C. (2018). Wie gut erklären Erklärvideos? Ein Bewertungs-Leitfaden. In *Computer + Unterricht* (Bd. 109, S. 8 - 11).

- Kultusministerkonferenz. (2017). *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*.
https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf
 [28.01.21].
- Leahy, W. & Sweller, J. (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(6), 943–951. <https://doi.org/10.1002/acp.1787>
- Lehmann-Wermser, A. & Konrad, U. (2016). Design-Based Research als eine der Praxis verpflichtete, theoretisch fundierte Methode der Unterrichtsforschung und -entwicklung.: Methodologische Grundlagen, dargestellt am Beispiel eines Forschungsprojektes im Bandklassen-Unterricht. In J. Knigge & A. Niessen (Hg.), *Musikpädagogische Forschung: Bd. 37. Musikpädagogik und Erziehungswissenschaft* (S. 265–280). Waxmann.
- Lindl, A., Gaier, L., Weich, M., Frei, M., Ehras, C., Gastl-Pischetsrieder, M., Elmer, M., Asen-Molz, K., Ruck, A.-M., Heinze, J., Murmann, R., Gunga, E. & Röhrli, S. (2019). Eine ‚gute‘ Erklärung für alle?!: Gruppenspezifische Unterschiede in der Beurteilung von Erklärqualität – erste Ergebnisse aus dem interdisziplinären Forschungsprojekt FALKE. In T. Ehmke, P. Kuhl & M. Pietsch (Hg.), *Lehrer. Bildung. Gestalten.: Beiträge zur empirischen Forschung in der Lehrerbildung* (S. 128–141). Beltz Juventa.
- Litke, H.-D., Kunow, I. & Schulz-Wimmer, H. (2015). *Projektmanagement: Best of-Edition* (2. Auflage). Haufe Lexware Verlag.
- Liu, T.-C., Lin, Y.-C., Gao, Y. & Paas, F. (2019). The modality effect in a mobile learning environment: Learning from spoken text and real objects. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 574–586. <https://doi.org/10.1111/bjet.12605>
- Lo, C. K. (2020). Systematic Reviews on Flipped Learning in Various Education Contexts. In O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond & K. Buntins (Hg.), *Systematic Reviews in Educational Research* (S. 129–143). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Lorenceau, A., Marec, C. & Mostafa, T. (2019). *Upgrading the ICT questionnaire items in PISA 2021* (OECD Education Working Papers Nr. 202). Paris. OECD. <https://doi.org/10.1787/d0f94dc7-en>

- Low, R. & Sweller, J. (2014). The Modality Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 227–246). Cambridge University Press.
- Mann, B. L. (2008). The evolution of multimedia sound. *Computers & Education*, 50(4), 1157–1173. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.002>
- Maresch, G. (2006). *Die Cognitive Load Theory: Kriterien für multimediale Lernmaterialien*.
[https://www.researchgate.net/publication/282662418_Die_Cognitive_Load_Theory - Kriterien für multimediale Lernmaterialien](https://www.researchgate.net/publication/282662418_Die_Cognitive_Load_Theory_-_Kriterien_fur_multimediale_Lernmaterialien) [03.05.21].
- Margaryan, A., Littlejohn, A. & Vojt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429–440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *The American psychologist*, 63(8), 760–769. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>
- Mayer, R. E. (Hg.). (2014a). *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014b). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 43–71). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014c). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171–173.
- Mayer, R. E. (2014d). Introduction to Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 1–26). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 390–397. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.390>

- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hg.). (2018). *KIM-Studie 2018: Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger*. Kindheit, Internet, Medien. Stuttgart.
https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/KIM/2018/KIM-Studie_2018_web.pdf.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hg.). (2020). *KIM-Studie 2020: Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger*. Kindheit, Internet, Medien. Stuttgart.
- Mega Bildungsstiftung (Hg.). (2021). *Studien- und Projekt-Präsentation „Der Österreichische Bildungsklima-Index“*.
https://presse.skills.at/News_Detail.aspx?id=135501&menueid=20257&tab=4 [29.06.21].
- Mertens, D. (1974). Schlüsselqualifikationen: Thesen zur Schulung für eine moderne Gesellschaft. *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 7(1), 36–43.
http://doku.iab.de/mittab/1974/1974_1_MittAB_Mertens.pdf.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Mock, T. (2006). Was ist ein Medium? Eine Unterscheidung kommunikations- und medienwissenschaftlicher Grundverständnisse eines zentralen Begriffs. *Publizistik*, 51(2), 183–200. <https://doi.org/10.1007/s11616-006-0056-9>
- Moodle Pty Ltd (Hg.). (2021). Moodle. <https://moodle.com/de/> [05.09.21].
- Moreno, R. (2010). Cognitive load theory: more food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 135–141. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9122-9>
- Moreno, R. & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 19(3), 309–326.
- National Competence Center eEducation Austria. (2016a). *digi.komp: Digitale Kompetenzen*. Informatische Bildung. <https://digikomp.at> [24.05.21].
- National Competence Center eEducation Austria. (2016b). *Digitale Kompetenzen für PädagogInnen*. <https://digikomp.at/index.php?id=588&L=0> [23.05.21].

- National Competence Center eEducation Austria. (2019). *digi.kompP - Das Kompetenzmodell*.
<https://eeducation.at/community/digikompp/kompetenzmodell> [23.05.21].
- Nieding, G., Ohler, P. & Rey, G. D. (2015). *Lernen mit Medien. StandardWissen Lehramt: 4001 : Schulpädagogik*. Ferdinand Schöningh.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel Annett. (2008). *Kompendium multimediales Lernen. X.media.press*. Springer.
- Nieke, W. (2012). *Kompetenz und Kultur: Beiträge zur Orientierung in der Moderne*. Springer VS.
- Nieveen, N. M. (2010). Formative Evaluation in Educational Design Research. In T. Plomp & N. M. Nieveen (Hg.), *An introduction to educational design research: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China), November 23-26, 2007* (3. Aufl., S. 89–102). SLO.
- OECD. (2015). *Students, computers and learning: Making the connection* (PI-SA). Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- OECD. (2020). *Effective policies, successful schools: Volume V* (PISA 2018 Results). Paris. <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en>
- OECD. (2021). *21st-Century readers: Developing literacy skills in a digital world* (PISA). Paris. <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en>
- Otto, D. (2020). Offene Bildungsmaterialien in der Schule für das Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Cui bono? In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 77–82). Waxmann Verlag GmbH.
- Paas, F. & Sweller, J. (2014). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 27–42). Cambridge University Press.
- Paas, F., van Gog, T. & Sweller, J. (2010). Cognitive Load Theory: New Conceptualizations, Specifications, and Integrated Research Perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115–121.
<https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>

- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford psychology series: Bd. 9. Oxford University Press.
- Peterson, L. & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of experimental psychology*, 58, 193–198. <https://doi.org/10.1037/h0049234>
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176–186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the horizon*, 9(5). <https://marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>.
- Rat für kulturelle Bildung. (2019). *Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung: Horizont* 2019. https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final_2.pdf [03.10.21].
- Redecker, C. (2017). *EUR, Scientific and technical research series: Bd. 28775. European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (Y. Punie, Hg.). Publications Office.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung: Innovation without Research? Arguments for Design-Based Research in Educational Research. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52–69.
- Reinmann, G. (2020). Ein holistischer Design-Based Research-Modellentwurf für die Hochschuldidaktik. *EDeR. Educational Design Research*, 4(2), 1–16.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hg.), *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch* (S. 601–646). Beltz.

- Reisinger, M. (2018). Digitalisierungsstrategie Schule 4.0: Neue Entwicklungen in der Vermittlung digitaler Kompetenzen an Österreichs Schulen. In A. Darlioni, M. Gaisch & Schutti-Pfeil Gisela (Vorsitz), *6. Tag der Lehre der FH OÖ 2018*. Symposium im Rahmen der Tagung von FH OÖ. <https://www.researchgate.net/publication/327871098> Online-Tagungsband 6 Tag der Lehre der FH OÖ 2018.
- Reisinger, M. (2020a). *Speichereinheiten auf digitalen Geräten*. <https://www.youtube.com/watch?v=amiYkCLT0Ns&list=PLznwXJ9dFHtE9koCmAcESLcHtzAb5huwY&index=4> [26.09.21].
- Reisinger, M. (2020b). *Was ist ein Bit?* <https://www.youtube.com/watch?v=cAzuhNgAgb0&list=PLznwXJ9dFHtE9koCmAcESLcHtzAb5huwY&index=1> [26.09.21].
- Reisinger, M. (2020c). *Zusammenhang Dezimalsystem Binärsystem*. [https://www.youtube.com/watch?v=GyHhd44M - U&list=PLznwXJ9dFHtE9koCmAcESLcHtzAb5huwY&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=GyHhd44M-U&list=PLznwXJ9dFHtE9koCmAcESLcHtzAb5huwY&index=2) [26.09.21].
- Reiss, K. (2020). Lernen mit digitalen Medien: das Beispiel des Fachs Mathematik. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 13–18). Waxmann Verlag GmbH.
- Rey, G. D. (2009). *E-Learning - Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung: Cognitive Load Theory*. <http://www.elearning-psychologie.de/clt.html> [03.05.21].
- Sakamoto, A. (2018). The Influence of Information and Communication Technology Use on Students' Information Literacy. In J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen & K.-W. Lai (Hg.), *Springer International Handbooks of Education. Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (S. 271–291). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71054-9_19
- Schaumburg, H. & Doreen, P. (2019). *Medien und Schule: Theorie - Forschung - Praxis. Studentexte Bildungswissenschaft*. Julius Klinkhardt.
- Schmid, Ulrich, Goertz, Lutz, Behrens, Julia & Bertelsmann Stiftung. (2017). *Monitor Digitale Bildung : Die Schulen im digitalen Zeitalter*. <https://doi.org/10.11586/2017041>

- Schmidt-Borcherding, F. (2020). Zur Lernpsychologie von Erklärvideos: Theoretische Grundlagen. In S. Dorgerloh & K. D. Wolf (Hg.), *Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos* (1. Aufl., S. 63–70). Beltz.
- Schön, S. & Ebner, M. (2013). *Gute Lernvideos: ... so gelingen Web-Videos zum Lernen*. Books on Demand.
- Schulmeister, R. (2007). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie - Didaktik - Design* (4. Aufl.). Oldenbourg Verlag.
<https://doi.org/10.1524/9783486594096>
- Schulmeister, R. (2012). Vom Mythos der Digital Natives und der Net Generation. In Bundesinstitut für Berufsbildung (Hg.), *Lernen mit digitalen Medien* (Bd. 41, S. 42–46). W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
- Schweppe, J. & Rummer, R. (2016). Integrating written text and graphics as a desirable difficulty in long-term multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 60, 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.035>
- Senkbeil, M., Eickelmann, B., Vahrenhold, J., Goldhammer, F., Gerick, J. & Labusch, A. (2019). Das Konstrukt der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und das Konstrukt der Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ in ICILS 2018. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 79–112). Waxmann.
- Seufert, S., Guggemos, J. & Tarantini, E. (2018). Digitale Transformation in Schulen – Kompetenzanforderungen an Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern*, 36(2), 175–193.
- Seufert, S. & Scheffler, N. (2017). Medienkompetenzen in der Berufsschule: Neue Medienkurse für Lehrpersonen oder neue Ansätze der Lehrerbildung? In K. Mayrberger, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 13. Vernetzt und entgrenzt: Gestaltung von Lernumgebungen mit digitalen Medien* (S. 97–116). Springer VS.

- Spendrin, K. (2018). Charakteristika online-medialer Räume als Lehr-Lern-Räume des E-Learning: Raumsoziologische Kategorien und exemplarische Beschreibung eines Blended-Learning-Tutoriums. In M. Pietraß, J. Fromme, P. Grell & T. Hug (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 14. Der digitale Raum - medienpädagogische Untersuchungen und Perspektiven* (S. 197–214). Springer VS.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory. Explorations in the learning sciences, instructional systems and performance technologies*. Springer.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/a:1022193728205>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292.
- Swertz, C. (2018). Digitale Grundbildung im Pilotversuch: Beobachtungen einer entstehenden Praxis. *Medienimpulse*, 56(3). <https://journals.univie.ac.at/index.php/mp/article/view/mi1279/1400>.
- Swertz, C. (2019). DigComp 2.2 AT. *Medienimpulse*, 57(1). <https://doi.org/10.21243/mi-01-19-14>
- UNESCO. (2012). 2012 PARIS OER DECLARATION. https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-05/Pariser%20Erkl%C3%A4rung_DUK%20%C3%9Cbersetzung.pdf [07.09.21].
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S. & van den Brande, L. (2016). *DigComp 2.0: The digital competence framework for citizens. EUR, Scientific and technical research series: Bd. 27948*. Publications Office.

- Weinert, F. E. (2001). *Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. Reprint / Max-Planck-Institut für psychologische Forschung <München>: Bd. 2001,4.* Max-Planck-Institut für psychologische Forschung.
- Wenger, E. (2008). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity* (18. Aufl.). *Learning in Doing : social, cognitive, and computational perspectives.* Cambridge University Press.
- Wiley, D. & Hilton III, J. L. (2018). Defining OER-Enabled Pedagogy. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(4), 133–146. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i4.3601>
- Wiley, J., Sanchez, C. A. & Jaeger, A. J. (2014). The Individual Differences in Working Memory Capacity Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hg.), *Cambridge handbooks in psychology. The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 598–619). Cambridge University Press.
- Witteman, M. J. & Segers, E. (2010). The modality effect tested in children in a user-paced multimedia environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(2), 132–142. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00335.x>
- Wolf, K. (2015). Video-Tutorials und Erklärvideos als Gegenstand, Methode und Ziel der Medien- und Filmbildung. In A. Hartung, T. Ballhausen, C. Trültzsch-Wijnen, A. Barberi & K. Kaiser-Müller (Hg.), *Filmbildung im Wandel* (Bd. 2, S. 121–131). New Academic Press.
- Wolf, K. & Kratzer, V. (2015). Erklärstrukturen in selbsterstellten Erklärvideos von Kindern. In J. Fromme, P. Grell, T. Hug, K.-U. Hugger, S. Iske & A. Tillmann (Hg.), *Jahrbuch Medienpädagogik: Bd. 12. Jahrbuch Medienpädagogik 12: Kinder und Kindheit in der digitalen Kultur* (Bd. 12, S. 29–44). Springer VS.
- Wong, A., Leahy, W., Marcus, N. & Sweller, J. (2012). Cognitive load theory, the transient information effect and e-learning. *Learning and Instruction*, 22(6), 449–457. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.004>
- Zumbach, J. (2010). *Lernen mit neuen Medien: Instruktionspsychologische Grundlagen. Kohlhammer Standards Psychologie.* Kohlhammer Verlag.

Anhänge

Fragebogen

Abbildung 4

Fragebogen, Seite 1

Studie zum Thema „Digitale Grundbildung“

Liebe Schüler*innen,

dieser Fragebogen dient dazu, meine Kurse zu „Digitaler Grundbildung“ (bzw. deren Methoden und Inhalte) zu evaluieren, um die Kursqualität zu sichern, sowie wissenschaftliche Fragestellungen beantworten zu können.

Die Antworten werden vertraulich behandelt und an einem sicheren Ort aufbewahrt. Die Ergebnisse des Fragebogens werden nur in anonymisierter und zusammengefasster Form an Dritte weitergegeben. Die Antworten haben keinerlei Einfluss auf irgendeine Form der Beurteilung in der Schule.

Damit ich verschiedene Fragebögen später zuordnen kann, erstellt bitte euer persönliches Kennwort.

Erster Buchstabe des Vornamens der Mutter	Letzter Buchstabe des eigenen Geburtsortes	Erster Buchstabe des eigenen Geburtsmonats	Letzter Buchstabe des Vornamens des Vaters
--	---	---	---

Geschlecht: ☐ w ☐ m ☐ d

Vorkenntnisse zum Thema „Bits und Bytes“: ☐ ja
☐ nein

Abbildung 5

Fragebogen, Seite 2

Versuche bitte die folgenden Fragen zu beantworten:

(Wenn du keine der Fragen beantworten kannst, ist das auch kein Problem 😊)

1. Was ist ein Bit?

2. Die nächstgrößere Einheit nach Megabyte ist ...

3. Das Binärsystem arbeitet nur mit 2 Ziffern, nämlich ...

Kompetenztest

Abbildung 6

Kompetenztest, Teil 1

Kompetenztest

Kreuze die korrekte Aussage an:

- ☐ Ein Bit sind zehn Byte
- ☐ Ein Byte sind zehn Bit
- ☐ Ein Bit sind acht Byte
- ☐ Ein Byte sind acht Bit

D1/R

BIT ist die Abkürzung für

D1/R

Kennzeichne die kleinste Einheit mit einem *a* und die größte Einheit mit einem *b*.

(die anderen beiden Einheiten lass frei)

___ MB ___ TB ___ KB ___ GB

D1/R

Bei welchen der folgenden Zahlen könnte es sich um binäre Zahlen handeln?

- ☐ 12
- ☐ 10
- ☐ 11
- ☐ 1001

D2/R

Eine Datei benötigt 3KB Speicherkapazität. Wie viele Bit sind das?

D3/R

Das 2er-System (Binärsystem) verwendet nur zwei Ziffern.

Das 10er-System (Dezimalsystem) verwendet deutlich mehr Ziffern.

Welche(!) Ziffern glaubst du verwendet das 8er-System (Oktalsystem)?

D4/R

Abbildung 7

Kompetenztest, Teil 2

Kompetenztest

Im Binärsystem gibt es nicht wie im Dezimalsystem die Einer-, Zehner-, Hunderter-Stelle, sondern die Einer-, Zweier-, Vierer-, Achter-Stelle. Was wären demnach (nach der Achter-Stelle) die nächstgrößeren beiden Stellen im Binärsystem?

D2/M

Was für eine (dezimale) Zahl stellt die binäre Zahl 101 dar?

D3/M

Abgesehen davon, dass wir in der Volksschule einfach das Dezimalsystem lernen und es deshalb „gewohnt“ sind: Welchen Vorteil siehst du in der Verwendung des Dezimalsystems im Vergleich zum Binärsystem? Erkläre diesen.

D5/M

Versuche, die dezimale Zahl 14 im Binärsystem darzustellen.

D6/M

Auswertungen der Kompetenztests

Abbildung 8

Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Modalität

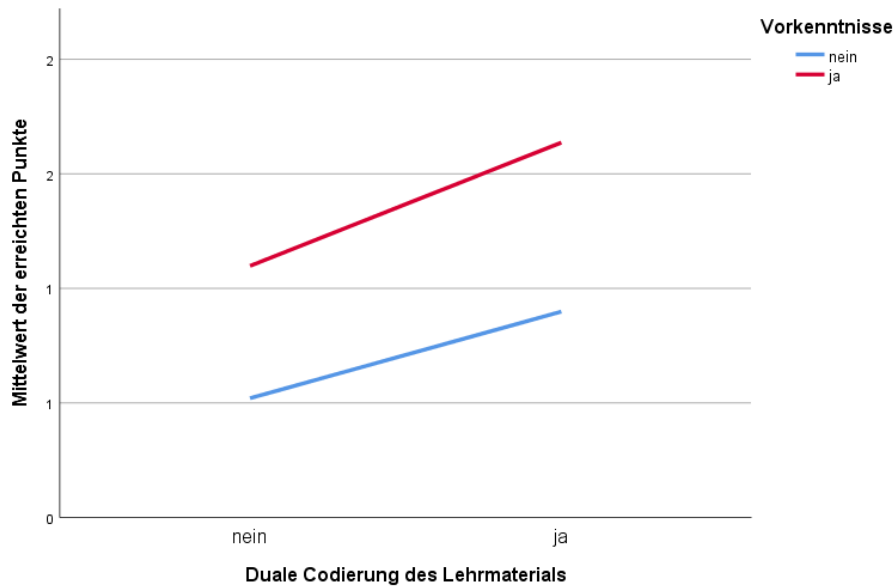


Abbildung 9

Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Redundanz

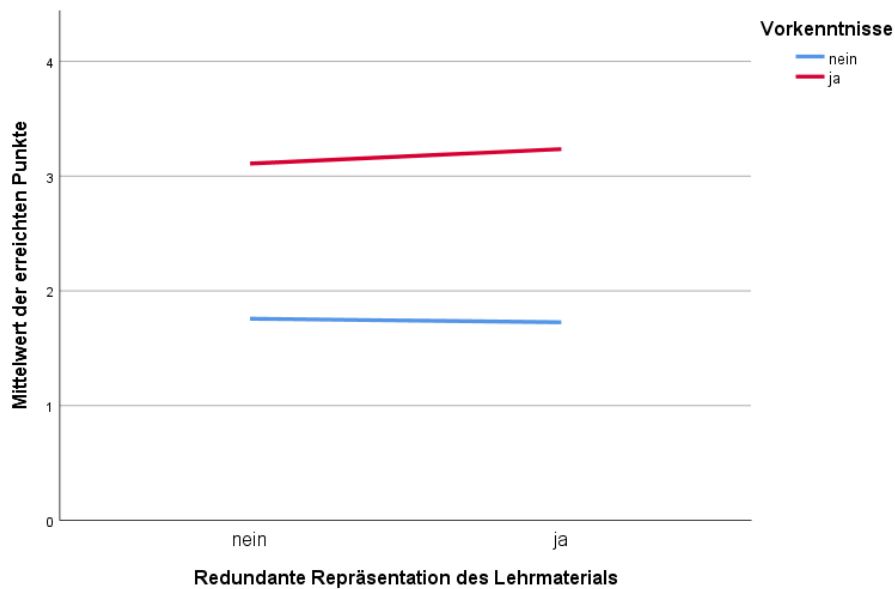


Abbildung 10

Q-Q-Diagramme Residuen der erreichten Punkte beim Modalitäts-Prinzip

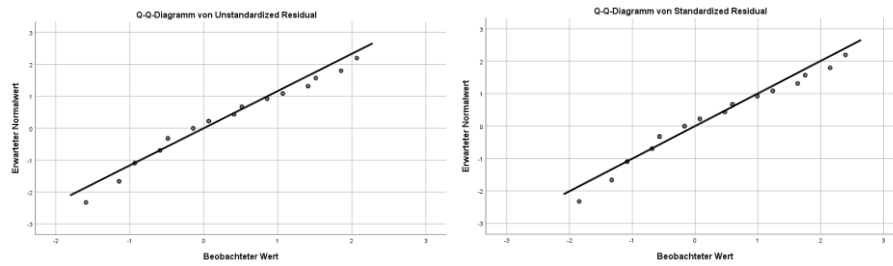


Abbildung 11

Q-Q-Diagramme Residuen der erreichten Punkte beim Redundanz-Prinzip

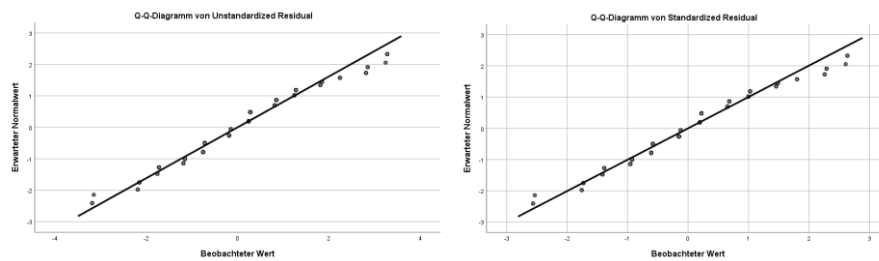


Abbildung 12

Q-Q-Diagramm erreichte Punkte beim Modalitäts-Prinzip

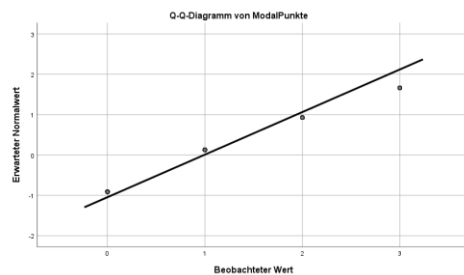


Abbildung 13

Q-Q-Diagramm erreichte Punkte beim Redundanz-Prinzip

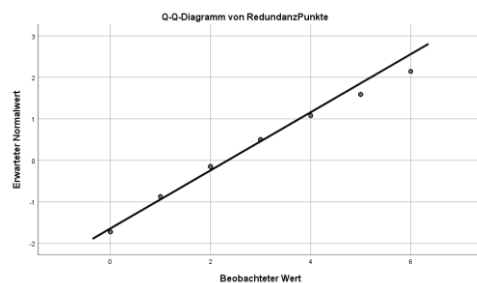


Abbildung 14

Streudiagramm zur Homoskedastizität beim Modalitäts-Prinzip

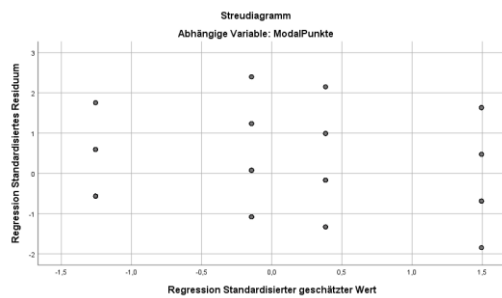


Abbildung 15

Streudiagramm zur Homoskedastizität beim Redundanz-Prinzip

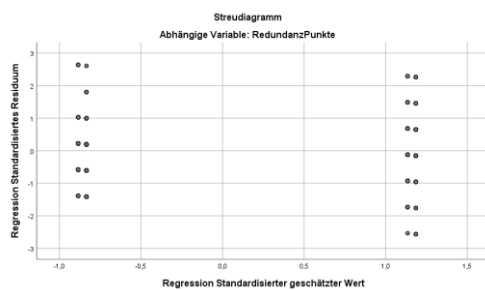


Abbildung 16

Levene-Test zum Modalitäts-Prinzip

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen^{a,b}

		Levene- Statistik	df1	df2	Sig.
ModalPunkte	Basiert auf dem Mittelwert	2,449	3	244	,064
	Basiert auf dem Median	1,968	3	244	,119
	Basierend auf dem Median und mit angepaßten df	1,968	3	234,285	,120
	Basiert auf dem getrimmten Mittel	2,647	3	244	,050

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Abhängige Variable: ModalPunkte

b. Design: Konstanter Term + VorkenntnisseR + DualCodiert + VorkenntnisseR * DualCodiert

Abbildung 17

Levene-Test zum Redundanz-Prinzip

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen^{a,b}

		Levene-Statistik	df1	df2	Sig.
RedundanzPunkte	Basiert auf dem Mittelwert	1,132	3	245	,337
	Basiert auf dem Median	,987	3	245	,399
	Basierend auf dem Median und mit angepaßten df	,987	3	233,902	,399
	Basiert auf dem getrimmten Mittel	1,083	3	245	,357

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Abhängige Variable: RedundanzPunkte

b. Design: Konstanter Term + VorkenntnisseR + Redundant + VorkenntnisseR * Redundant

Abbildung 18

ANOVA in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Modalität

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: ModalPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	40,238 ^a	3	13,413	18,007	,000
Konstanter Term	261,463	1	261,463	351,022	,000
VorkenntnisseR	26,220	1	26,220	35,201	,000
DualCodierte	12,726	1	12,726	17,085	,000
VorkenntnisseR * DualCodierte	,390	1	,390	,523	,470
Fehler	181,746	244	,745		
Gesamt	466,000	248			
Korrigierte Gesamtvariation	221,984	247			

Abbildung 19

Einfaktorielle ANOVA in Abhängigkeit der Modalität

Einfaktorielle ANOVA

ModalPunkte

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	13,565	1	13,565	16,010	,000
Innerhalb der Gruppen	208,419	246	,847		
Gesamt	221,984	247			

Abbildung 20*Kontrasttests in Abhängigkeit der Modalität*

Kontrast-Tests							
		Kontrast	Kontrastwert	Std.-Fehler	T	df	Sig. (2-seitig)
ModalPunkte	Varianzen sind gleich	1	,47	,117	4,001	246	,000
	Varianzen sind nicht gleich	1	,47	,117	4,001	237,704	,000

Abbildung 21*ANOVA in Abhängigkeit von Vorkenntnissen und Redundanz***Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: RedundanzPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	124,689 ^a	3	41,563	26,803	,000
Konstanter Term	1468,374	1	1468,374	946,929	,000
VorkenntnisseR	124,465	1	124,465	80,265	,000
Redundant	,137	1	,137	,089	,766
VorkenntnisseR * Redundant	,376	1	,376	,243	,623
Fehler	379,914	245	1,551		
Gesamt	1879,000	249			
Korrigierte Gesamtvariation	504,602	248			

a. R-Quadrat = ,247 (korrigiertes R-Quadrat = ,238)

Abbildung 22*ANOVA in Abhängigkeit von Schulstufe und Modalität***Tests der Zwischensubjekteffekte**

Abhängige Variable: ModalPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	20,594 ^a	3	6,865	8,317	,000
Konstanter Term	230,381	1	230,381	279,126	,000
Schulstufe	2,217	1	2,217	2,687	,102
DualCodierte	12,222	1	12,222	14,808	,000
Schulstufe * DualCodierte	4,749	1	4,749	5,754	,017
Fehler	201,390	244	,825		
Gesamt	466,000	248			
Korrigierte Gesamtvariation	221,984	247			

Abbildung 23 – ANOVA in Abhängigkeit von Schulart und Modalität

ANOVA in Abhängigkeit von Schulart und Modalität

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: ModalPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	46,644 ^a	3	15,548	21,636	,000
Konstanter Term	196,615	1	196,615	273,606	,000
DualCodiert	7,255	1	7,255	10,096	,002
Schulart	22,880	1	22,880	31,839	,000
DualCodiert * Schulart	10,672	1	10,672	14,851	,000
Fehler	175,340	244	,719		
Gesamt	466,000	248			
Korrigierte Gesamtvariation	221,984	247			

a. R-Quadrat = ,210 (korrigiertes R-Quadrat = ,200)

Abbildung 24

Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulstufe und Modalität

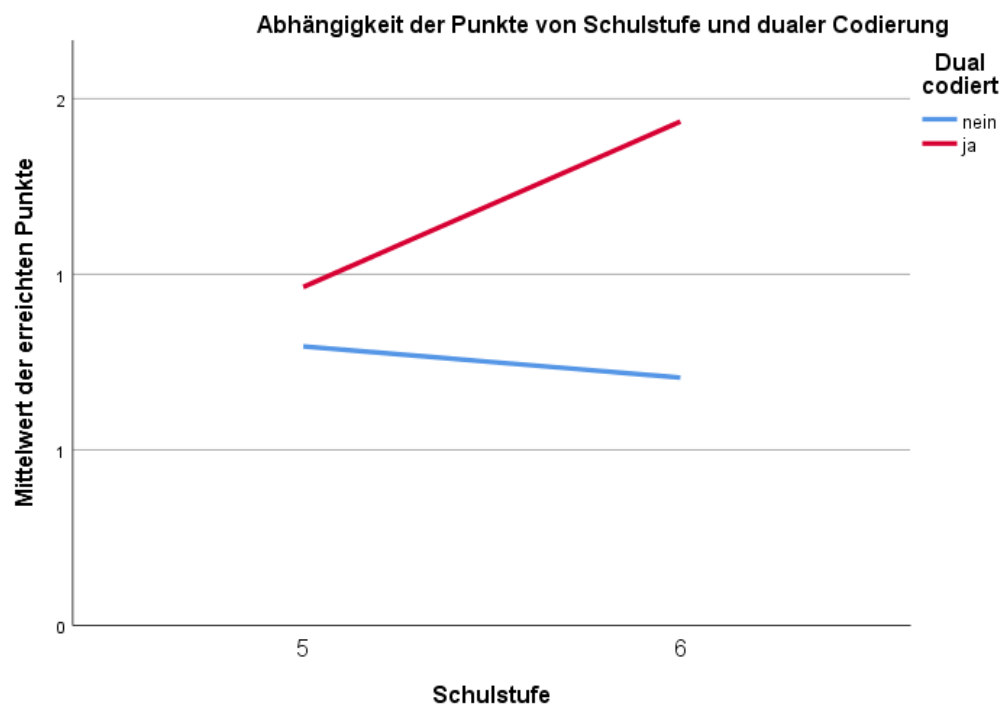


Abbildung 25

Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulart und Modalität

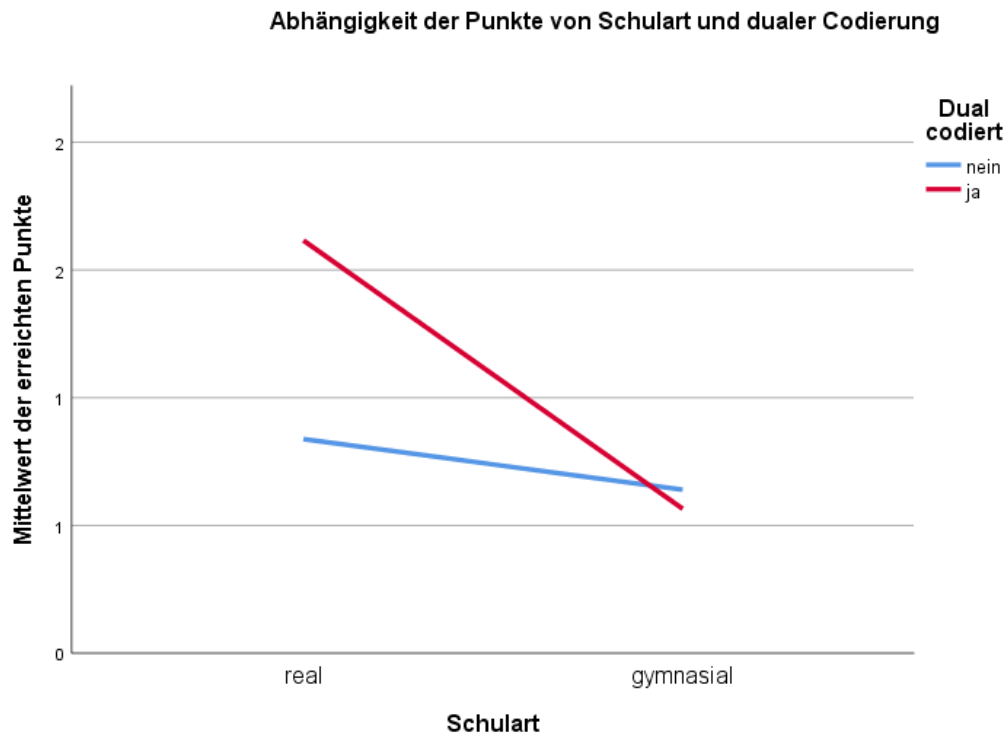


Abbildung 26

ANOVA in Abhängigkeit von Geschlecht und Modalität

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: ModalPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	30,553 ^a	3	10,184	12,981	,000
Konstanter Term	244,649	1	244,649	311,833	,000
DualCodiert	11,853	1	11,853	15,108	,000
Geschlecht	16,941	1	16,941	21,593	,000
DualCodiert * Geschlecht	,049	1	,049	,062	,803
Fehler	191,431	244	,785		
Gesamt	466,000	248			
Korrigierte Gesamtvariation	221,984	247			

a. R-Quadrat = ,138 (korrigiertes R-Quadrat = ,127)

Abbildung 27

Erreichte Mittelwerte in Abhängigkeit von Schulart und Redundanz

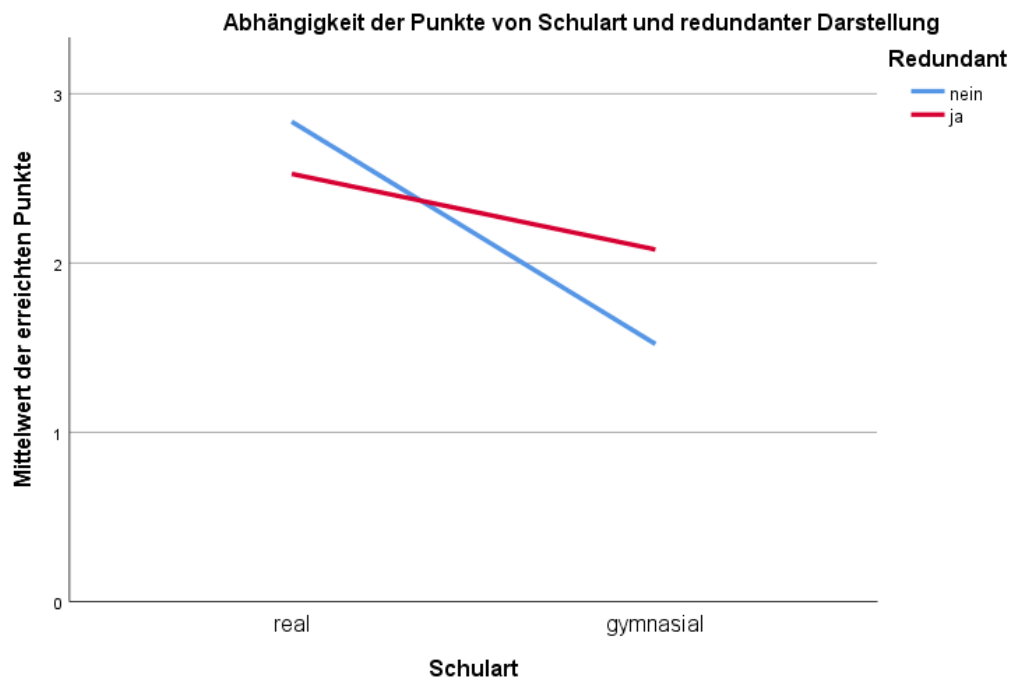


Abbildung 28

ANOVA in Abhängigkeit von Schulart und Redundanz

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: RedundanzPunkte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	56,137 ^a	3	18,712	10,223	,000
Konstanter Term	1183,272	1	1183,272	646,431	,000
Schulart	45,651	1	45,651	24,939	,000
Redundant	,919	1	,919	,502	,479
Schulart * Redundant	11,061	1	11,061	6,042	,015
Fehler	448,465	245	1,830		
Gesamt	1879,000	249			
Korrigierte Gesamtvariation	504,602	248			

a. R-Quadrat = ,111 (korrigiertes R-Quadrat = ,100)

Formular zur Zustimmung zur Studienteilnahme

Abbildung 29

Einwilligungserklärung

Information zum Studienprojekt „Digitale Grundbildung“ und Einwilligungserklärung zur Erfassung personenbezogener Daten

Liebe Eltern,

im Rahmen meines Studiums „Bildungswissenschaften“ an der FernUni Hagen führe ich ein Studienprojekt zum Thema „Digitale Grundbildung“ durch.

Inhalt und Ziel des Studienprojektes ist die Modellierung einer OER-Lernumgebung für den Gegenstand „Digitale Grundbildung“ bzw. deren Weiterentwicklung.

Im Rahmen des Projektes werden von den Teilnehmer*innen Fragebögen ausgefüllt, sowie ein Kompetenzcheck zu den neu erlernten Kompetenzen im Gegenstand „Digitale Grundbildung“ durchgeführt.

Die erhobenen Daten werden ausschließlich für das Studienprojekt verwendet (und definitiv nicht für eine Leistungsbeurteilung!), vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben. Die Ergebnisse der erhobenen Daten werden ausschließlich in anonymisierter und zusammengefasster Form genutzt.

Für Rückfragen stehe ich gerne jederzeit zur Verfügung ([REDACTED]).

Mag. DI(FH) Manuel Reisinger B.A.

Einwilligungserklärung für Erziehungsberechtigte

Ich habe die Informationen über das oben angeführte Studienprojekt zur Kenntnis

genommen. Mit der Teilnahme meines Kindes _____

an dem oben angeführten Forschungsprojekt und der damit verbundenen Erhebung und

Verarbeitung von Daten bzw. der Nutzung der Ergebnisse in anonymisierter Form

erkläre ich mich einverstanden.

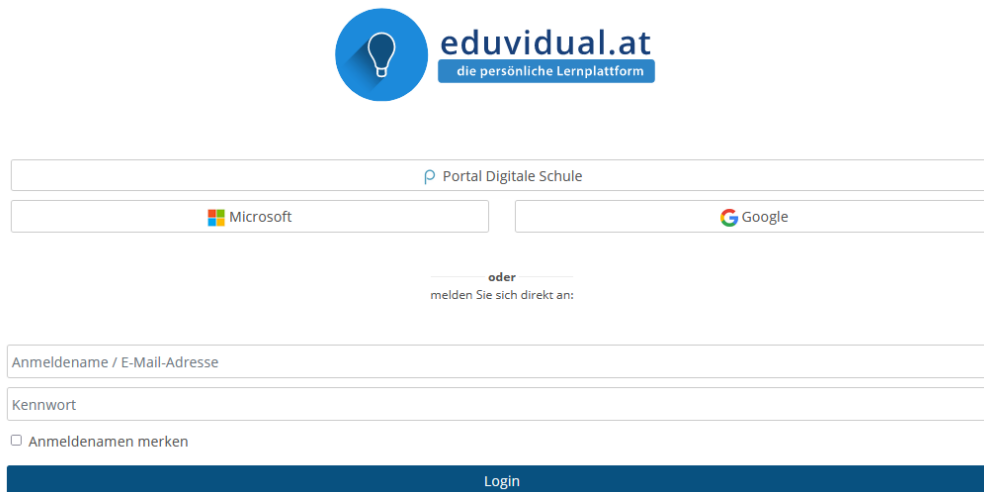
Datum

Unterschrift

Screenshots des OER-Lernraums

Abbildung 30

Anmeldung bei Eduvidual



eduvidual.at
die persönliche Lernplattform

Portal Digitale Schule

Microsoft Google

oder
melden Sie sich direkt an:

Anmeldename / E-Mail-Adresse

Kennwort

☐ Anmeldenamen merken

Login

Abbildung 31

eTapas-Kurs-Vorlage



Information

Legen Sie hier etwaige Materialien ab, die die Schüler/innen für den Erwerb von Wissen verwenden können. (Bspw. Dokumente, ebooks, Videos etc.)

Bitte füllen Sie dieses Textfeld danach!

Lektion

Erstellen Sie hier Aktivitäten, die die Schüler/innen nutzen können um den Wissenserwerb (möglichst selbstständig) zu festigen.

Bitte füllen Sie dieses Textfeld danach!

Reflexion

Platzieren Sie hier Aktivitäten, mit denen die Schüler/innen den Erwerb von Kompetenzen nachweisen können.

Bitte füllen Sie dieses Textfeld danach!

Abbildung 32

Metadaten bei der Veröffentlichung eines eTapas

 eduvidual.at

Deutsch (de) ▾

▼ In eduvidual veröffentlichen

Kein Kommentar

Titel ⓘ

Lizenz ⓘ

Autor ⓘ

Kontakt e-Mail ⓘ

Zeige e-Mail öffentlich

Beschreibung ⓘ

Nein ▾

DGB: Digitalisierung und

cc-by-sa ▾

Manuel Reisinger

M.Reisinger@bg-rams.a

Ja ▾

↶ A ▾ B I ☰ ☷

In diesem Kurs sollen sich Schüler*innen

Bild Bitte wählen Sie ein aussagekräftiges Bild für Ihren Inhalt. Beachten Sie das Urheberrecht! Wir ⓘ
ⓘ empfehlen pixabay.com als Quelle für Bilder.

📎

Dateien



Abbildung 33

Suchfunktionalität auf Eduvidual

 eduvidual.at

Deutsch (de) ▾

Suchen

Überblick / Ressourcenkatalog / Suche in eduPublisher

☐ - Andere - ☐ Geographie ☐ Geschichte ☐ Informatik

☐ Primarstufe ☐ Sekundarstufe 1 ☐ Sekundarstufe 2 ☐

Suche

Bitte geben Sie Suchworte ein!

Abbildung 34

Kompetenzraster auf eEducation Austria

Ausbildungsbezug: Sekundarstufe I Kompetenzraster: Digitale Grundbildung - Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung weitere Informationen zum Kompetenzraster: [Information](#)

	Grundanforderungen/Kernbereich	Vertiefung (1. Wochenstunde)	Vertiefung (2. Wochenstunde)
Digitalisierung im Alltag	3 34		2 19
Chancen und Grenzen der Digitalisierung	3 12	2 10	1 9
Geschichtliche Entwicklung			1 5
Gesundheit und Wohlbefinden	2 8	1 7	

Abbildung 35

Screenshot Screencast 1

Was ist ein Bit?

- Ein Bit ist die kleinste Speichereinheit digital gespeicherter Daten
- Digitale Daten bestehen nur aus 0ern und 1ern
- Ein Bit ist daher eine 0 oder eine 1
- Bit → binary digit (binäre Ziffer)

- Das Binärsystem besteht demnach aus den Ziffern 0 und 1
- Das Dezimalsystem besteht aus den Ziffern 0 bis 9

Mag. DI(FH) Manuel Reisinger B.A.



Abbildung 36

Screenshot 1 Screencast 2

KiloByte, MegaByte, GigaByte, TeraByte

- Kilo → 1.000
 - 1.000 Byte = 1 KiloByte (KB) = 8.000 Bit (0er und 1er)
- Mega → 1.000.000
 - 1 Million Byte = 1 MegaByte (MB) = 8 Millionen Bit (0er und 1er)
- Giga → 1.000.000.000
 - 1 Milliarde Byte = 1 GigaByte (GB) = 8 Milliarden Bit (0er und 1er)
- Tera → 1.000.000.000.000
 - 1 Billion Byte = 1 TeraByte (TB) = 8 Billionen Bit (0er und 1er)

 Mag. DI(FH) Manuel Reisinger B.A.

Abbildung 37

Screenshot 2 Screencast 2

Vom Bit zum Byte

- 8 Bit = 1 Byte
 - also die nächstgrößere Einheit
 - vergleiche
 - 10 Millimeter = 1 Zentimeter
 - 1000 Milliliter = 1 Liter
 - ...
 - Beispiele
 - 3 Byte = 24 Bit (0er und 1er)
 - 100 Byte = 800 Bit (0er und 1er)
 - ...

 Mag. DI(FH) Manuel Reisinger B.A.

Abbildung 38

Screenshot Screencast 3

Dezimalsystem - Binärsystem

Tausender	Hunderter	Zehner	Einer
5	1	0	4
$5 * 1000 + 1 * 100 + 0 * 10 + 4 * 1 =$			
$= 5000 + 100 + 0 + 4 =$			
$= 5104$			

Achter	Vierer	Zweier	Einer
1	1	0	1
$1 * 8 + 1 * 4 + 0 * 2 + 1 * 1 =$			
$= 8 + 4 + 0 + 1 =$			
$= 13$			



Mag. DI(FH) Manuel Reisinger B.A.

Modellierung eines OER- Lernraums für die digitale Grundbildung

Konzeption und Analyse eines Design-Based-
Research-Ansatzes auf Basis multimedialer
Gestaltungsprinzipien

Bachelor-Arbeit von Mannel Reisinger im Studiengang Bildungswissenschaften, Oktober 2021

Gliederung der Arbeit

- Einleitung
- Digitale Kompetenzen und Schule
- Digitale Kompetenzen und Schüler*innen
- Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien
- Empirischer Teil
- Zusammenfassende Ergebnisse, Limitationen, Fazit und Ausblick

Kapitel 1: Einleitung

- Digitale Grundkompetenzen als vierte Kulturtechnik
- *Digitale Grundbildung* als neuer Schulgegenstand in Österreich seit 2018
 - Für Schüler*innen der Sekundarstufe 1
- Projekt: Entwicklung eines digitalen Online-Lernraums für *Digitale Grundbildung*
 - Berücksichtigung instruktionspsychologischer Theorien zu menschlicher Informationsverarbeitung
 - Multimediale Gestaltungsprinzipien nach Mayer

Forschungsfrage

Welche multimedialen Gestaltungsprinzipien helfen Schüler*innen im digitalen Lernraum bei der Erreichung der im Lehrplan von *Digitaler Grundbildung* definierten kognitiven Lernziele?

Kapitel 2: Digitale Kompetenzen und Schule

- EU
 - 2013 *DigComp*: Rahmenprogramm zur Entwicklung und zum Verständnis digitaler Kompetenz
 - 2016 *DigComp 2.1*: Definition von 21 digitalen Kompetenzen auf jeweils 8 Qualifikationsniveaus
- Österreich
 - 2013 *digi.komp8*: Kompetenzen, die Schüler*innen nach der 8. Schulstufe beherrschen sollen
 - 2018 *Digitale Grundbildung*: Neuer verpflichtender Schulgegenstand für die Sekundarstufe 1
 - Lehrplan: Digitale Kompetenz, Medienkompetenz, politische Kompetenz
 - Kritik: Mangelnde Ressourcenausstattung, ungenügende Ausbildung der unterrichtenden Lehrkräfte

Kapitel 3: Digitale Kompetenzen und Schüler*innen

- *Digitale Grundbildung* überhaupt noch notwendig im Jahr 2021?
 - 79% der Eltern in D fordern, dass digitale Kompetenzen in der Schule vermittelt werden
 - 76% der Schüler*innen der 8. Schulstufe in D konnten bei der ICILS 2018 keine Eigenständigkeit in Bezug auf digitale Kompetenzen nachweisen
 - 69% der 14- bis 24-Jährigen in D fühlen sich von der Schule nicht ausreichend auf die digitale Zukunft vorbereitet

Kapitel 4: Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

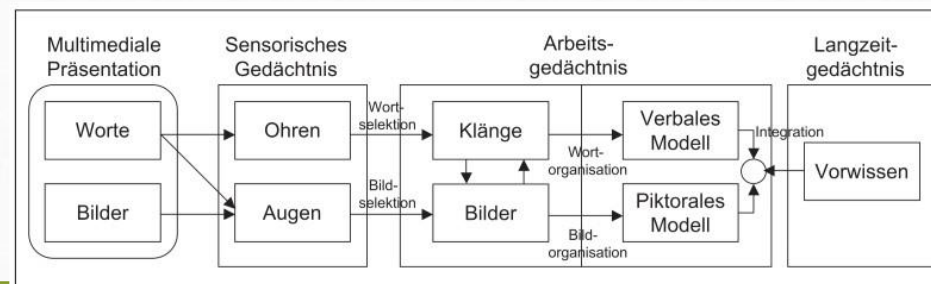
- Cognitive Load Theory (CTL) – Sweller & Chandler
 - Unterscheidung Langzeitgedächtnis & Arbeitsgedächtnis
 - In das Arbeitsgedächtnis gelangen Informationen ...
 - ... vom Langzeitgedächtnis (zuvor Gelerntes)
 - ... vom sensorischen Speicher (neue Informationen)
 - Beschränkungen des Arbeitsgedächtnisses
 - Es kann nur eine begrenzte Menge an Informationseinheiten gleichzeitig verarbeitet werden
 - Zeitliche Begrenzung bis zum Verlust sämtlicher Informationseinheiten

Kapitel 4: Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

- Cognitive Load Theory (CTL) – Sweller & Chandler
 - Überbelastung des Arbeitsgedächtnisses soll verhindert werden
 - 3 Arten kognitiver Belastung und Implikationen für die Gestaltung von Lernmaterialien
 - Lernthemenbezogene kognitive Belastung: Durch Komplexität und Umfang der Lernaufgabe
 - Komplexität mit Fortdauer des Lernprozesses schrittweise erhöhen
 - Lernumgebungsbezogene kognitive Belastung: Schmückende Gestaltung des Lernmaterials
 - Reduzierung bei der Gestaltung von Lernmaterialien
 - Lernprozessbezogene kognitive Belastung: Für den Wissenserwerb von neuen Informationen nötig

Kapitel 4: Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

- Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) – Mayer
 - Duale Codierung im sensorischen Gedächtnis und im Arbeitsgedächtnis
 - SOI-Modell: Informationen werden selektiert, im Arbeitsgedächtnis organisiert und mit Vorwissen aus dem Langzeitgedächtnis zu mentalen Modellen integriert



Kapitel 4: Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

- Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) – Mayer
 - Design-Prinzipien bei der Entwicklung von Lernmaterialien
 - Multimedia-Prinzip: verbale UND pikturale Informationen zur Verfügung stellen
 - Modalitäts-Prinzip: Kombination von Bildern & auditiv präsentierten Texten zur Verfügung stellen
 - Redundanz-Prinzip: Redundanzen bei verbal und piktoral präsentierten Informationen vermeiden
 - Prinzip der individuellen Unterschiede: Individuelle Eigenschaften der Lernenden bei der Erstellung von Lernmaterialien berücksichtigen (etwa unterschiedliches Lernmaterial in Abhängigkeit vom Vorwissen zur Verfügung stellen)

Kapitel 4: Forschungsrelevante wissenschaftliche Theorien

- Projektbezug
 - Multimediales lernen in einer zentral verwalteten *Moodle*-Instanz namens *Eduvidual*
 - Einzelne Kurseinheiten als OER in Form sogenannter *eTapas*
 - Instruktion: Erklärvideos (Screencasts) → Design-Prinzipien nach Mayer
 - Geschwindigkeit der Vorträge in den Videos an die Zielgruppe angepasst (Überforderung vermeiden) → CLT
 - Möglichkeit, einzelne Videos zu überspringen (Unterforderung vermeiden)
 - Lektion: Aktive Arbeitsaufträge an die Schüler*innen
 - Reflexion: Kompetenztests oder Diskursaufforderungen
 - Qualitätssicherung: *eEducation Austria*

Kapitel 5: Empirischer Teil

Design-Based-Research (DBR)

- Ziele
 - Entwicklung innovativer Lösungen für praktische Bildungsprobleme in einem spezifischen Kontext
 - Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse
- Spezifikum dieses Ansatzes
 - Mögliche Aufhebung der Rollentrennung von Praktiker*innen und Forscher*innen



Kapitel 5: Empirischer Teil

Die Studie

- Hypothesen
 - Die Berücksichtigung des Modalitäts-Prinzips bzw. Redundanz-Prinzips hat in authentischen Schulsituationen bei Erklärvideos für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 positive Auswirkungen auf das Erreichen kognitiver Lernziele
 - Das Vorwissen der Schüler*innen zu den Inhalten von *Digitaler Grundbildung* beeinflusst in authentischen Schulsituationen gemäß dem Prinzip der individuellen Unterschiede sowohl die positiven Auswirkungen des Modalitäts-Prinzips, als auch jene des Redundanz-Prinzips
- Teilnehmer*innen: 249 Schüler*innen der Schulstufen 5 & 6, aus zwei verschiedenen Schulzweigen (real / gymnasial), randomisierte Einteilung in 4 Gruppen
- Inhalt: 3 Erklärvideos zum Thema Binärsystem
- Methodik: Fragebogen / Präsentation des Lernmaterials / Kompetenztests

Kapitel 5: Empirischer Teil

Die Ergebnisse

- Modalitäts-Effekt  (mittel)
 - Vorwissen dämpft den Modalitäts-Effekt 
- Redundanz-Effekt 
- Implikationen
 - Untertitelte Erklärvideos sind keine gleichwertige Alternative zu Erklärvideos mit Ton
 - Ob Informationen redundant präsentiert werden ist irrelevant

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: ModalPunkte					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	40,238 ^a	3	13,413	18,007	,000
Konstanter Term	261,463	1	261,463	351,022	,000
VorkenntnisseR	26,220	1	26,220	35,201	,000
DualCodiert	12,726	1	12,726	17,085	,000
VorkenntnisseR * DualCodiert	,390	1	,390	,523	,470

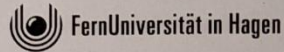
Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: RedundanzPunkte					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	124,689 ^a	3	41,563	26,803	,000
Konstanter Term	1468,374	1	1468,374	946,929	,000
VorkenntnisseR	124,465	1	124,465	80,265	,000
Redundant	,137	1	,137	,089	,766
VorkenntnisseR * Redundant	,376	1	,376	,243	,623

Kapitel 6: Zusammenfassende Ergebnisse, Limitationen, Fazit und Ausblick

- Modalitäts-Prinzip berücksichtigen
 - Effekt wurde aber in erster Linie in der 6. Schulstufe nachgewiesen bzw. nur bei Schüler*innen im Real-Zweig
- Redundanz-Prinzip vernachlässigbar
 - Allerdings positive Auswirkungen der Redundanz auf Schüler*innen aus dem gymnasialen Zweig und negative Auswirkungen der Redundanz auf Schüler*innen aus dem realen Zweig
- Limitationen
 - Zeitpunkt der Kompetenztests, Geschwindigkeit & Komplexität der präsentierten Videos, keine Erfassung weiterer eventuell relevanter Parameter (Interesse am Gegenstand, Lesekompetenz, etc.)
- Ausblick
 - Weitere DBR-Zyklen nötig

Eidesstaatliche Erklärung



FAKULTÄT FÜR KULTUR - UND
SOZIALWISSENSCHAFTEN

Versicherung

Name: Manuel Reisinger
Matrikel-Nr.: 9076247
Fach: Bildungswissenschaft

Ich erkläre, dass ich die Abschlussarbeit mit dem Thema

Modellierung eines OER-Lernraums für die digitale Grundbildung - Konzeption und Analyse eines Design-Based-Research-Ansatzes auf Basis multimedialer Gestaltungsprinzipien

selbstständig und ohne unzulässige Inanspruchnahme Dritter verfasst habe. Ich habe dabei nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet und die aus diesen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht. Die Versicherung selbstständiger Arbeit gilt auch für enthaltene Zeichnungen, Skizzen oder graphische Darstellungen.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form weder derselben noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Mit der Abgabe der elektronischen Fassung der endgültigen Version der Arbeit nehme ich zur Kenntnis, dass diese mit Hilfe eines Plagiatserkennungsdienstes auf enthaltene Plagiate geprüft werden kann und ausschließlich für Prüfungszwecke gespeichert wird.

Datum: 6.10.21

Unterschrift:

(Diese Erklärung ist zusammen mit der Abschlussarbeit einzureichen.)

www.fernuni-hagen.de