Pädagogische Hochschule Heidelberg
Masterstudiengang E-Learning und Medienbildung
Fakultät II – Fakultät für Kultur- und Geisteswissenschaften

MASTERARBEIT

Entwicklung eines Konzepts für digitale Bildungsressourcen (DER - Digitale Educational Resources) zur individuellen Förderung von Schülerinnen und Schülern - Eine Delphi Studie

Verfasser: Dr. Stefan Pietrusky
Hintergasse 46a
67150 Niederkirchen
Telefon: 06326 1212
Mail: pietruskys@ph-heidelberg.de
Matrikelnummer: 2657015

Erstprüfer: Prof. Dr. Marco Kalz
Zweitprüferin: Sylvia Selke

Ort: Heidelberg
Abgabetermin: 14.02.2022

Erklärung gemäß § 22 Abs. 11

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Textstellen als solche kenntlich gemacht und dieselbe Arbeit oder wesentliche Teile nicht bereits anderweitig als Prüfungsleistung verwendet habe.

_____

Datum, Unterschrift

Tabellenverzeichnis 5
Abbildungsverzeichnis 5
0 Einleitung 6
1 Digitale Bildung in Deutschland 9
2 Lernen mit digitalen Medien in der Schule 13
2.1 Zielperspektiven schulischen Lernens mit digitalen Medien 14
2.2 Empirische Studien zur Wirksamkeit digitaler Medien 15
2.3 Einflussfaktoren der Mediennutzung auf den Unterricht 18
2.3.1 Schule 19
2.3.2 Digitale Medienangebote 20
2.3.3 Lernende 21
2.3.4 Lehrpersonen 23
2.3.5 Unterrichtsprozesse 24
3 Lernformen 27
3.1 Kollaboratives und kooperatives Lernen mit digitalen Medien 27
3.2 Inklusives Lernen mit digitalen Medien 29
3.3 Gamebasiertes und gamifiziertes Lernen mit digitalen Medien 31
3.4 Individualisiertes Lernen mit digitalen Medien 32
4 Digitale Unterrichtsmaterialien für das individualisierte Lernen 34
4.1 Digitale Lernmedien 34
4.2 Open Educational Resources (OER) Konzept 37
4.2.1 Was sind OER? 38
4.2.2 Kriterien und Qualitätssicherungsverfahren für OER 38
4.2.3 Nachteile des OER Konzepts 39
4.3 Digital Educational Resources (DER) Konzept 42
4.3.1 Was sind DER? 42
4.3.2 Notwendigkeit von DER 43
4.3.3 Kriterien für DER 45
4.3.3.1 Kriterium 1: Lernpsychologische Theorien und Modelle zum Lernen 45
4.3.3.2 Kriterium 2: Ansatz der Participatory Culture nach Jenkins 48
4.3.3.3 Kriterium 3: SAMR Modell 50
4.3.3.4 Kriterium 4: 4K-Modell 51
4.3.3.5 Kriterium 5: Barrierefreiheit 52
4.3.3.6 Kriterium 6: Usability 53
4.3.3.7 Kriterium 7: Bildung als Prozess der Individualisierung 54
4.3.3.8 Zusammenfassung der DER Kriterien 55
4.3.4 Unterschiede zwischen OER und DER 57
4.3.5 Exemplarische Erstellung von DER 59
4.3.6 Einsatzmöglichkeiten von DER 63
4.4 Fazit des Theorieteils 64

5 Forschungsdesign der Delphi-Studie 65
5.1 Ablauf der Delphi-Studie 66
5.2 Erhebungsinstrumente 66
5.3 Stichprobe 67
5.4 Auswertungsmethoden 68
5.5 Gütekriterien 69
5.6 Datenschutz 70
6 Ergebnisse 70
6.1 Ergebnisse der 1. Befragungsrunde 71
6.2 Ergebnisse der 2. Befragungsrunde 72
6.3 Ergebnisse der 3. Befragungsrunde 76
6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse 78
7 Fazit 79
Literaturverzeichnis 81
Anhang 88
Anhang A Beispiele für Digital Educational Resources 88
Anhang B Fragebogen der zweiten Befragungsrunde 92
Anhang C Transkript der ersten Befragungsrunde der Delphi-Studie 93
Anhang D Einzelantworten der Teilnehmenden der zweiten Befragungsrunde 97

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.: Summe der positiven und negativen Ratings sowie die Verteilung der Zustimmung (Top Box) und Ablehnung (Bottom Box) der 19 ermittelten Kriterien für DER Seite 74

Tab. 2.: Top Box und Bottom Box der Kriterien für DER Seite 74

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Statistik bildet die Höhe der gesamten öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland in den Jahren von 1995 bis 2020 (in Milliarden Euro) ab. Die geplanten öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland für das Jahr 2020 belaufen sich auf insgesamt 158,6 Milliarden Euro (Soll-Angabe); Quelle: Statistisches Bundesamt; Visualisierung von Statista. Seite 11

Abb. 2: Lernressourcentypverteilung der offenen Bildungsmediathek der Länder MUNDO Seite 43

Abb. 3: Das Drei-Speicher-Modell nach Atkinson und Shiffrin (1968) Seite 46

Abb. 4: DER Konzept nach Pietrusky (2022) Seite 57

Abb. 5: DER Beispiel 1 - Verfassung Grundlagen - Fach Deutsch, Seite 61

Abb. 6: DER Beispiel 2 - Lineare Gleichungssysteme Additionsverfahren - Fach Mathematik [Eigene Darstellung], Seite 61

Abb. 7: DER Beispiel 3 - Zellkern Transplantationsexperiment - Fach Biologie, Seite 61

Abb. 8: Ablauf der Delphi-Studie zur Entwicklung des DER Konzepts, Seite 66

Abb. 9: DER Kriterien als Ergebnis der ersten Befragungsrunde der Delphi-Studie, Seite 72

Abb. 10: Prozentualer Anteil der Kriterien des DER Konzepts, Seite 73

0 Einleitung

Bereits vor der Corona-Pandemie gab es eine Vielzahl von Publikationen zum Thema „Digitale Bildung“. Durch die Pandemie und den damit verbundenen Lockdowns ist die Anzahl der Veröffentlichungen in diesem Bereich stark angestiegen. Beim Vergleich der Publikationen vor und während der Pandemie fällt auf, dass immer wieder die Frage gestellt wird, ob digitale Medien zu einer Verbesserung der Lernerfolge führen. Wenn man zur Beantwortung der Frage internationale Bildungsstudien (Bsp. TIMSS und PISA) des letzten Jahrzehnts betrachtet, fällt auf, dass die Länder, die sich mit der Digitalisierung im Bildungsbereich früher befasst haben, in der Kompetenzentwicklung weit vor uns liegen.

Da die Digitalisierung zunehmend die Lebens- und Arbeitswelt der Menschen verändert, sollte jetzt die Frage beantwortet werden, wie schulische Bildungseinrichtungen den jungen Menschen Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln, die sie in die Lage versetzen, sich in einer digitalisierten Lebens- und Arbeitswelt zu bewegen (Zieher, 2019).

Wie dieser Prozess gestaltet werden sollte, wurde von der Kultusministerkonferenz im Jahr 2016 im Strategiepapier zur „Bildung in einer digitalisierten Welt“ festgelegt. In diesem Papier werden drei Handlungsfelder (1. didaktisch-methodische Verankerung im Unterricht, 2. Qualifizierung der Lehrkräfte und 3. Herstellung der technischen Voraussetzungen) mit den jeweiligen Fragen und Herausforderungen benannt, um den digitalen Wandel zu gestalten.

Das Homeschooling während der Corona-Pandemie hat verdeutlicht, wie wenig in allen drei Handlungsfeldern bisher umgesetzt worden ist.

Dieser Zustand muss sich im Interesse der Lernenden schnell ändern.

Jetzt kommt es bei der konkreten Umsetzung in den Schulen darauf an, dass alle drei Handlungsfelder gleichberechtigt behandelt und parallel umgesetzt werden.

Von großer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Bereitstellung von digitalen Bildungsmedien, die das methodisch didaktische Potenzial digitaler Medien ausnutzen, um den Unterricht stärker zu individualisieren. So nützt es wenig, wenn die Schulen mit moderner Technik ausgestattet sind und die Lehrkräfte qualifiziert wurden, wenn keine lernförderlichen digitalen Lerninhalte zur Verfügung stehen (Zieher, 2019).

Die pandemiebedingte Situation hat dazu geführt, dass viel Hardware (Bsp. Tablet-PCs von Apple) und Software (Bsp. Konferenztools wie ZOOM oder Kahoot) angeschafft wurde, was dem von der KMK 2016 definierten dritten Handlungsfeldes zugutekam.

Leider kommen aktuelle Studien zur Wirksamkeit des durchgeführten Distanzunterrichts zum Ergebnis, dass die die zahlreichen Anschaffungen weder zu einer Verbesserung des Kompetenzniveaus der Schülerinnen und Schüler führten noch zu einer Aufrechterhaltung des Wissensstandes, der vor der Pandemie bestand. So stellt Hammerstein (2021) in seiner Studie fest, dass die durchschnittliche Kompetenzentwicklung, während der coronabedingten Schulschließungen im Frühjahr 2020, als Stagnation mit Tendenz zu

Kompetenzeinbußen zu bezeichnen ist und liegt damit im Bereich der Effekte von Sommerferien (Hammerstein et. al, 2021).

Die Ergebnisse verdeutlichen die wechselseitige Abhängigkeit, der von der KMK aufgestellten Handlungsfelder. Da die technischen Voraussetzungen für digitalen Unterricht Schritt für Schritt geschaffen werden, die Qualifizierung der Lehrpersonen durch verschiedene Institutionen anläuft (Bsp. Pacemaker Initiative) und teilweise Module mit medienpädagogischem Schwerpunkt in das Lehramtsstudium integriert werden, müssen jetzt Konzepte zur didaktisch-methodischen Verankerung von digitalen Medien in den Unterricht (Handlungsfeld 1) entwickelt werden.

Laut Bildungsbericht 2020 steht dabei der individuelle Lernprozess im Zentrum der Überlegungen. So können digitale Medien als Organisationsmittel (1. Funktion) genutzt werden, um Handlungsabläufe zu erleichtern und selbstorganisiertes Lernen zu unterstützen. Zudem können sie in der 2. Funktion (Lehr-Lern-Mittel) eingesetzt werden, um konkrete Lerninhalte zu vermitteln. In der 3. Funktion (Lehr-Lern-Werkzeug) wird der Fokus daraufgelegt, dass Lehrende und Lernende selbst aktiv werden, Medien individuell auswählen und gestalten, sowie nutzen, um mit anderen Lernenden zu interagieren (Bildung in Deutschland, 2020). Der Einsatz digitaler Medien zur Vermittlung von Lerninhalten (2. Funktion) ist eng verbunden mit der genannten 3. Funktion.

Der Bildungsbericht 2020 kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass eine nachhaltige Implementierung digitaler Medien in schulische Lehr- und Lernprozesse nur dann gelingt, wenn die Kompetenzen und Einstellungen der schulischen Akteure berücksichtigt und die Ziele in Medienkonzepten festgeschrieben werden. Aktuell zeigt sich diesbezüglich eine große Bandbreite des Entwicklungsstandes der Schulen. Laut ICILS-Studie 2018 besuchen zwei Drittel der Achtklässlerinnen und Achtklässler eine Schule in der die Schulleitung zentrale digitalisierungsbezogene Zielsetzungen als wichtig erachtet.

Die Förderung von grundlegenden computerbezogenen Fähigkeiten wird dagegen von nur knapp der Hälfte der Schulleitungen als wichtig erachtet und lediglich 41% der Lehrenden stimmen der Aussage zu, dass der Einsatz digitaler Medien an ihrer Schule Priorität hat.

Im internationalen Vergleich haben Schulen in Deutschland diesbezüglich einen erheblichen Entwicklungsbedarf (Bildung in Deutschland, 2020).

Aus diesem Grund befasst sich diese Arbeit mit dem Handlungsfeld der didaktisch-methodische Verankerung von digitalen Medien im Unterricht. Voraussetzung für eine lernförderlichen Verankerung im Unterricht ist die Entwicklung von anpassbaren digitalen Lernmedien, um sie als Lehr-Lern-Werkzeug für kreatives, gestaltendes und interaktives Handeln nutzen zu können (Bildung in Deutschland, 2020).

Ein Konzept für digitale Lernmaterialien ist das OER-Konzept (Open Educational Resources) Das OER-Konzept hat das Ziel, freie Lehr- und Lernmaterialien mit offener Lizenz allen Lehrenden und Lernenden zur Verfügung zu stellen.

Diese können dann aus unterschiedlichen Inhalten und Formaten bestehen, wie z.B. online Kurse, Aufgabensammlungen oder Lernvideos. Die Bewertung der Materialien ist schwierig, da es keine Auswahlkriterien gibt.
Auch die Tatsache, dass es aktuell keine einheitlich strukturierte Vorgehensweise bei der Erstellung digitaler Bildungsressourcen gibt (Ponachugin & Lapygin, 2019), verdeutlicht die Relevanz des Themas vor dem Hintergrund zeitgemäßer Bildung in einer Welt im digitalen Wandel. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit der Frage nachgegangen, wie sollten digitale Bildungsressourcen (DER) aufgebaut sein, dass sie im Unterricht in individualisierten Phasen eingesetzt werden können.
Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Konzepts für Digital Educational Resources [DER], die dann zur didaktisch-methodischen Verankerung im Unterricht genutzt werden können, um das individualisierte Lernen mit digitalen Medien zu fördern.
Dazu erfolgt im ersten Schritt eine Auseinandersetzung mit anerkannten lernpsychologischen und pädagogischen Theorien und Modellen, aus denen im zweiten Schritt notwendige Kriterien bezüglich digitaler Bildungsressourcen für individualisiertes Lernen im Unterricht abgeleitet werden.
Im dritten Schritt wird eine Delphi-Studie durchgeführt, um aktuelle Vorstellungen von Lehrenden zum Thema individualisiertes Lernen mit digitalen Bildungsressourcen zu erfahren. Durch dieses mehrstufige Bewertungsverfahren kann festgestellt werden, ob es einen Konsens zu diesem Thema gibt. Die Ergebnisse werden im 4.Schritt in ein Konzept für Digital Educational Resources [DER] zusammengeführt.
Im ersten Kapitel der Arbeit wird das Thema der digitalen Bildung in Deutschland auf Grundlage aktueller Erhebungen betrachtet. Im zweiten Kapitel geht es dann konkret um das Lernen mit digitalen Medien im Unterricht. Hierbei wird auf empirische Studien bzgl. der Wirksamkeit (Bsp. Bildungsbericht 2020) und auf Einflussfaktoren (Bsp. Schule, Lehrende etc.) der Mediennutzung im Unterricht eingegangen. Das dritte Kapitel setzt sich mit den Lernformen des individualisierten und selbstgesteuerten Lernens auseinander, weil die DER vor allem in diesen Formen Verwendung finden sollen. Im vierten Kapitel geht es dann um den theoretischen Hintergrund digitaler Lernmedien für das individualisierte Lernen. Hier wird zunächst auf das bereits etablierte Konzept der Open Educational Resources (OER) eingegangen, dann wird das Konzept für Digitale Educational Resources vorgestellt (DER) und schließlich werden die beiden Konzepte miteinander verglichen sowie eine kostengünstige, exemplarische Gestaltung von DER aufgezeigt. Im fünften Kapitel wird das Forschungsdesign der Delphi-Studie, die Erhebungsinstrumente, die Stichprobe und die Auswertungsmethoden erläutert. Im sechsten Kapitel werden die Ergebnisse der Delphi-Studie zusammenfassend dargestellt, diskutiert und Forschungsfragen für weitere Studien im Bereich der DER abgeleitet. Im letzten Kapitel folgt das Fazit. Hier werden die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst und es wird ein Ausblick gegeben.

1 Digitale Bildung in Deutschland

In Deutschland und der ganzen Welt verändert sich das Arbeiten und Leben durch die Digitalisierung. Die Bereitschaft und Fähigkeit, gesellschaftliche Veränderungen und neue Entwicklungen kontinuierlich aufzugreifen und auch mitzugestalten, hat Auswirkungen auf die Qualität und Leistungsfähigkeit des schulischen Bildungssystems (Zieher, 2020). Da Schulen zentrale Orte der Bildung und Erziehung sind, ist es wichtig, neue Anforderungen umzusetzen, um die kommende Generation in der Schule gut auf die Anforderungen der Zukunft vorzubereiten (Zieher, 2020).

Vor dem Hintergrund einer notwendigen, kontinuierlichen Weiterentwicklung des Bildungssystems und der Formulierung einer Digitalisierungsstrategie durch die KMK hat die durch das Coronavirus ausgelöste Situation, die aktuelle Realität mehr als deutlich aufgezeigt. In zahlreichen Medienbeiträgen wurde über die problematischen Unterrichtssituationen (Bsp. Distanzunterricht, Wechselunterricht) diskutiert, die sich aufgrund der Schulschließungen ergaben. Die angesprochenen Beiträge wurden dabei durch zahlreiche Umfragen untermauert. Sie alle gingen der Frage nach, wie es eigentlich um die Digitalisierung des Bildungssystems in Deutschland bestellt ist.

Zu Beginn der Pandemie, also in den Monaten Januar und Februar 2020, wurde eine telefonische Befragung von Bitkom Research durchgeführt. Hierbei wurden 503 Schülerinnen und Schüler befragt. Das Ergebnis war, dass 85% der Befragten angaben, dass alle Lernenden ein mobiles Endgerät zur Verfügung gestellt bekommen sollten. Die Aussage, dass die Auswahl digitaler Lernangebote zu gering ist, gaben 77% der Befragten an. 76% der Befragten waren der Meinung, dass die Lehrpersonen besser im Einsatz digitaler Medien geschult werden sollten. 75% der Befragten waren der Meinung, dass die technischen Voraussetzungen für den Einsatz digitaler Medien an den Schulen verbessert werden sollten. Dass Lehrpersonen keine Lust hätten, digitale Medien im Unterricht einzusetzen, gaben 51% der befragten Schülerinnen und Schüler an (Bitkom Research, 2020).

Im Rahmen einer Befragung des eGovernment MONITOR 2020, der Initiative D21 und der TU München in Zusammenarbeit mit Kantar gaben von 155 Eltern mit schulpflichtigen Kindern 75% an, mit Problemen beim digitalen Unterricht konfrontiert gewesen zu sein. Dass Unterstützung zur Lösung der Probleme seitens der Schulen fehlte, gab 37% der Befragten an.

Über Internetprobleme berichteten 31% der Befragten und dass die Lehrenden keine ausreichende Digitalkompetenz haben, glauben 30% der Eltern. Dass die gestellten Aufgaben insgesamt unverständlich waren, gaben 29% der Befragten an (Bocksch, 2020).

Mit der Frage, ob sich die Ausstattung in deutschen Schulen durch die coronabedingte Situation verbessern wird, befasste sich das Hamburger Marktforschungsinstitut Appinio im Rahmen einer Umfrage an der 2015 Personen zwischen 16-69 Jahren teilnahmen.

Das Ergebnis war, dass 72% der Befragten davon ausgingen, dass sich die digitale Ausstattung durch die aktuelle Krise verbessern wird. Interessant hierbei ist, dass die Mehrheit der Befragten (53%), jedoch denkt, dass die Veränderungen nur gering ausfallen werden. Dass sich nichts ändern wird und alles so bleibt, wie es vor der Pandemie war, gaben 22% der Befragten an (Appinio, 2020). Im Mai 2020 führte Appinio eine Umfrage durch bzgl. der Medien- bzw. digitalen Kompetenzen der Lehrerinnen und Lehrer. Der Großteil (60%) der Befragten war hier der Meinung, dass die Lehrenden in Deutschland über unzureichende digitale Kompetenzen verfügen, um Distanzunterricht, Homeschooling oder hybriden Unterricht zu ermöglichen (Appinio, 2020). Die Wirksamkeit des Distanzunterrichts im ersten coronabedingten Jahr wurde durch verschiedene Studie untersucht. Die Effektivität des Homeschoolings im Bereich der durchschnittlichen Kompetenzentwicklung während der Schulschließung im Frühjahr 2020 wird als Stagnation mit einer Tendenz zu Kompetenzeinbußen bewertet und lag damit im Effektbereich von Sommerferien (Hammerstein et. a., 2021). Die Ergebnisse der Studie decken sich mit den Ergebnissen der Befragungen von Schülerinnen und Schülern sowie deren Eltern. Auch wenn die Studie anmerkt, dass sich mit fortscheitender Pandemie die Situation an den Schulen langsam verbessert hat, ist die technische Infrastruktur an deutschen Schulen auch im internationalen Vergleich weiterhin unterdurchschnittlich (Bildung in Deutschland, 2020).

Der Bund verkündete 2018 die Absicht die allgemeinbildenden Schulen hinsichtlich der Digitalisierung zu fördern. Im Rahmen des sogenannten DigitalPakts Schule, der am 17. Mai 2019 endgültig beschlossen wurde, standen 5 Milliarden Euro für Investitionen in die IT-Ausstattung bereit. Aufgrund der coronabedingten Situation wurde die Förderung schließlich um weitere 1,5 Milliarden Euro erhöht (BMBF, 2020). Wenn man nur die bewilligten 5 Milliarden Euro betrachtet und diese auf die rund 40.000 Schulen in Deutschland hochrechnet, entfallen auf die einzelnen Einrichtungen lediglich 125.000 €, um die IT-Ausstattung zu erneuern. Interessant ist, dass bis zum Jahresbeginn 2020 nur sehr wenige Mittel abgerufen bzw. bewilligt wurden. Bis zum 30.06.2020 waren lediglich 15,7 Millionen Euro bewilligt worden (Tagesspiegel & Zeit Online, 2020).

Gründe sind die hohen bürokratischen Hürden bzgl. der Antragsstellung und die fehlenden Vorkenntnisse bei der Erstellung eines Medienpädagogischen Konzepts. Eine Umfrage des Westdeutschen Rundfunks aus dem Jahr 2019 machte bereits damals den Nachholbedarf im Bereich der Ausstattung mit Tablet-PCs, WLAN, Smartboards etc. deutlich. Sowohl Schulleitende von 5.259 Schulen als auch 508 Schülerinnen und Schüler im Alter von 14-20 Jahren wurden für die Datenerhebung befragt. Die Ausstattung der Schulen wurde mit Schulnoten bewertet. Am schlechtesten bewerten sowohl die Schülerinnen und Schüler (4,5) als auch die Schulleitenden (4,6) die Ausstattung mit Tablet-PCs.

Bei der Notenvergabe bzgl. der Ausstattung mit WLAN unterscheidet sich die Einschätzung zwischen den Schülerinnen und Schüler (4,1) und den Schulleitenden (3,6). Auch die Verfügbarkeit von Smartboards beurteilen die Schulleitenden (4,0) und Schülerinnen und Schüler (3,5) eher mittelmäßig (Westdeutschen Rundfunk, 2020). Vor dem Hintergrund, dass die öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland, laut statistischem Bundesamt, seit 1995 bis 2020 immer weiter gestiegen sind, sind die beispielhaften Datenerhebungen im Kontext der Digitalisierung der Schulen schwer nachzuvollziehen. Im Jahr 2020, also in der Hauptphase der Schulschließung, betrugen die Bildungsausgaben 158,6 Milliarden Euro (siehe Abbildung 1). Die öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland machen gemessen am Bruttoinlandsprodukt einen Anteil von 4,8% aus.

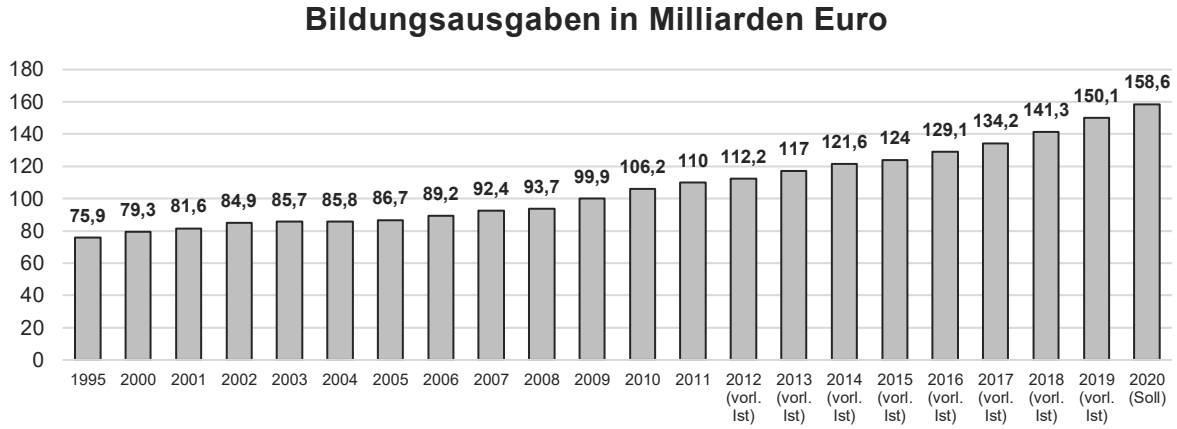


Abb. 1: Die Statistik bildet die Höhe der gesamten öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland in den Jahren von 1995 bis 2020 (in Milliarden Euro) ab. Die geplanten öffentlichen Bildungsausgaben in Deutschland für das Jahr 2020 belaufen sich auf insgesamt 158,6 Milliarden Euro (Soll-Angabe); Quelle: Statistisches Bundesamt; Visualisierung von Statista.

Trotz kontinuierlich steigender Bildungsausgaben zeigen auch die Daten des Verbandes Bildung und Erziehung im Jahr 2019, dass die Digitalisierung an deutschen Schulen nur sehr langsam voranschreitet. So gaben zwei Drittel der Schulen an, keine Klassensätze Tablet-PCs zu besitzen und nur etwa ein Drittel der Schulen verfügten über schnelles Internet und WLAN. Der Verband verglich die erhobenen Daten mit denen aus dem Jahr 2014 und kam zu dem Ergebnis, dass zwar ein Fortschritt erkennbar ist, jedoch dieser zu niedrig ausfällt und bedeuten würde, dass bei diesem Tempo erst im Jahr 2034 alle Schulen in Deutschland die aktuell notwendigen technischen Voraussetzungen für zeitgemäße Bildung in einer digitalen Welt besitzen würden (VBE, 2019).

Fest steht, dass digitale Lernangebote in der Pandemie öfter genutzt wurden als vor dieser Ausnahmesituation. Laut statistischem Bundesamt kommunizierten im ersten Quartal 2020 59% der 10- bis 15-Jährigen über Lernplattformen (Bsp. Moodle) mit ihren Lehrerinnen und Lehrern. Im direkten Vergleich zum ersten Quartal 2019 waren es lediglich 8% (Brandt, 2020). Die beispielshaft genannten Studien bzw. Umfragen zeigen deutlich, dass man in Deutschland von der Digitalisierungsstrategie, die von der KMK 2016 formuliert wurde, weit entfernt ist. In allen drei Handlungsfeldern besteht erheblicher Handlungsbedarf. Die

Notwendigkeit das Tempo hinsichtlich der Digitalisierung im Bereich der schulischen Bildung essenziell zu erhöhen, wird durch ein anderes beherrschendes Thema im Kontext der digitalen Bildung zusätzlich verstärkt. Konkret geht es um die pandemiebedingten Lernlücken der Schülerinnen und Schüler, die zu dauerhaften Wohlstandsrisiken für alle sozialen Schichten werden können, wenn es nicht gelingt, sie zu beheben (Presseportal, 2021). Da das öffentliche Bildungssystem in den ersten Monaten der Pandemie mit den digitalen Lehr- Lernformaten völlig überfordert war, haben außerschulische Institutionen, wie die öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten, ihre Bildungsangebote verstärkt (Joas, 2021). Desweiteren wurden milliardenschwere Nach- bzw. Aufholprogramme verabschiedet, um den entstandenen Corona-Lernlücken zu begegnen. In den meisten dieser Projekte wurden dann Studierende auf Lehramt geworben, um Schülerinnen und Schülern Nachhilfe anzubieten. Durch den freiwilligem Sommerunterricht sollten die entstandenen Lernlücken beseitigt werden (BR24, 2021). In einem Zeitungsbeitrag ging Heinz-Peter Meidinger, Präsident des Lehrerverbandes in Deutschland, davon aus, dass mindestens 80% der Schülerinnen und Schüler durch die Schulschließungen zusätzliche Lernförderung benötigen (Main Post, 2021). Interessant hierbei ist, dass die Probleme beim Lernen in dieser ausgeprägten Form in Deutschland, im direkten europäischen Vergleich, am deutlichsten auftraten.

In einem aktuellen Artikel von ZEITjUNG, einem Magazin dessen Inhalte an eine eher jüngere Zielgruppe gerichtet sind, der kurz vor Weihnachten erschien, wird festgestellt, dass Schulen die Kinder nicht mehr auf das Leben vorbereiten. Als Grund wird das altmodische Bildungssystem in Deutschland genannt. Eine Verbesserung ist nicht in Sicht aufgrund des Lehrermangels und unzureichender Digitalisierung (Arleth, 2021). Laut dem Artikel geht es in der Schule bis heute nicht darum, wie viele Kinder wirklich lernen, sondern nur darum, zu welcher Zeit sie dies tun. Hierbei wird ein Vergleich zur damaligen Einführung der Schulpflicht angeführt durch die Kinder früher lediglich auf die spätere Fabrikarbeit vorbereitet werden sollten (Arleth, 2021). Der Artikel kommt zu dem Fazit, dass sich viele Vorstellungen von damals nicht geändert haben und man in Deutschland sich mit dem Mittelmaß der Bildung arrangiert hat. Zum Schluss wird die Frage gestellt, ob sich Deutschland diesen Zustand, dass es an vielen Ecken und Enden mangelt, dauerhaft leisten kann und wie mit dem Problem umgegangen wird, dass mittlerweile Plattformen wie YouTube, Instagram oder TikTok mehr und effizienter bilden als die Schule selbst (Arleth, 2021).

In der aktuellen Studie „Digitalisierung im Schulsystem“ der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft steht, dass die im Zusammenhang mit der Digitalisierung neu auftretenden Herausforderungen die Lehrerinnen und Lehrer belasten und die Schulorganisation vor große Probleme stellt und allgemein Unterstützungssysteme in Deutschland vielfach nicht vorhanden sind. Es zeigt sich eine deutliche Kluft an Schulen bzgl. digitaler Infrastruktur

und Strategien was Risiken für die Chancengleichheit der Schülerinnen und Schüler nach sich zieht (Mußmann & Hardwig, 2021). Die entstandenen Lernlücken bei den Lernenden bzw. die Mehrbelastung der Lehrenden, aufgrund des Distanzunterrichts bzw. Homeschoolings, sind das Ergebnis einer seit Jahrzehnten versäumten Entwicklung im Bereich der digitalen Bildung in Deutschland und das, obwohl der Bildungs- und Schulbereich einen Schwerpunkt innerhalb der Digitalisierungsstrategie von 2016 bildete. Im Schulbereich gilt bezüglich der Digitalisierung der Grundsatz: Die Technik muss der Pädagogik folgen. Erst durch das Zusammenspiel von qualifizierten Lehrerinnen und Lehrern und guten pädagogischen Konzepten entfalten digitale Medien im Unterricht ihr volles Potential. Die methodisch-didaktische Umsetzung im Unterricht ist für die digitale Zukunft der Schule die zentrale Herausforderung (Zieher, 2019).

Hierbei geht es konkret um die zahlreichen pädagogischen Ansatzmöglichkeiten und Chancen, die sich aufgrund der digitalen Technologien ergeben, um Unterricht stärker an den unterschiedlichen Lernpräferenzen und Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler zu orientieren und ihn damit insgesamt didaktisch wirksamer und stärker zu individualisieren (Zieher, 2019). Dazu ist es notwendig, ein allgemein verständliches Konzept für digitale Lernmedien aufzustellen, das diesen vorteilhaften Möglichkeiten gerecht wird. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit im Handlungsfeld der didaktisch-methodischen Verankerung von digitalen Lernmedien im Schulbereich. Um das Konzept zu entwickeln müssen die folgenden Fragen beantwortet werden, wie wird in den Schulen mit digitalen Medien gelernt, welche Ergebnisse zur Wirksamkeit liegen vor und welche Einflussfaktoren beeinflussen diese.

2 Lernen mit digitalen Medien in der Schule

Der Medieneinsatz in der Schule hat das Ziel, die Unterrichtsqualität zu fördern. So entsteht guter Unterricht aus dem Zusammenspiel aus einem guten Lehrangebot und einer guten Nutzung durch die Lernenden. Lehrende sollten also Lernenden bewusst machen, warum sie in welcher Weise lehren, und Lernende sollten wiederum den Lehrpersonen zeigen, wo sie im Verständnisprozess stehen. Durch diese wechselseitige Perspektivenübernahme und Feedback entsteht die Grundlage für guten Unterricht. Mit digitalen Lernmedien kann dieser Dialog unter Umständen besser geführt werden (Petko, 2014).

Dazu werden in diesem Kapitel zuerst die vier Zielperspektiven schulischen Lernens mit digitalen Medien aufgezeigt (Eickelmann & Gerick, 2017).

Danach werden Studien zur Wirksamkeit digitaler Medien beim Lernen vorgestellt, weil Bildungswirkungen das Resultat von Wechselwirkungen aus Aktivitäten der Lehrperson und Aktivitäten der Lernenden sind. Da die Wirksamkeit von verschiedeneren Einflussfaktoren abhängig ist, werden diese zum Abschluss des Kapitels diskutiert.

2.1 Zielperspektiven schulischen Lernens mit digitalen Medien

Schulisches Lernen in den Zeiten der Corona-Pandemie war und ist eine Herausforderung für die Lernenden und Lehrenden. Das Homeschooling bzw. der Fernunterricht hat einen neuen Blick auf das Lernen mit digitalen Medien gerichtet. Dabei konnte man feststellen, dass Schulen, die sich bereits vor den Schulschließungen mit digital gestütztem Lernen beschäftigt hatten, im Vorteil gegenüber Schulen waren, die das nicht getan haben. Da der schulische Bildungsauftrag aber allen Lernenden gerecht werden muss, sollten digitale Medien in jeder Schule als eine Möglichkeit gesehen werden, um die Lernenden beim Lernen zu unterstützen (Eickelmann, Drossel & Heldt, 2020).

Durch Forschungen auf diesem Gebiet konnten vier übergeordnete Zielperspektiven identifiziert werden: 1. die Vermittlung von Fertigkeiten im Umgang mit digitalen Medien, 2. die Nutzung digitaler Medien zur Verbesserung des Fachunterrichts, 3. die Entwicklung und Umsetzung neuer Formen des Unterrichts mit digitalen Medien sowie 4. die Förderung der Medienkompetenzen bzw. der Erwerb „digitaler Kompetenzen“ als Querschnittskompetenz (Eickelmann & Gerick, 2017).

Die Zielperspektiven (1) und (4) sind der Ergebnis- bzw. Outputebene zuzuordnen. Die Zielperspektiven (2) und (3) dagegen beziehen sich auf die Gestaltung schulischer Lernprozesse (vgl. Eickelmann & Drossel, 2019).

So erlauben die vier Zielperspektiven, die Lernaktivitäten und die Gestaltung des digital gestützten Lernens systematisch zu betrachten. Da die ICILS-2018-Studie erheblichen Entwicklungsbedarf bezüglich der 4. Zielperspektive in Deutschland feststellte, richtete sich das besondere Interesse auf diese Zielperspektive.

Auf der Unterrichtsebene stehen jedoch zwei Fragen im Vordergrund, wie fachliches Lernen durch den Einsatz digitaler Medien verbessert werden kann und wie Lehren und Lernen unter Einbeziehung digitaler Medien neugestaltet werden sollte (Zielperspektiven 2 und 3). Wenn man die ICILS-2018-Studie zur Beantwortung der Fragen heranzieht, zeigt sich bezüglich der Zielkomponente 2 erheblicher Nachholbedarf, denn Lernende in Deutschland geben mehrheitlich an, nie digitale Medien im Fachunterricht zu nutzen. Es kann vermutet werden, dass unter Pandemiebedingungen digitale Medien nun häufiger verwendet werden.

Obwohl viele Lernende zuhause digitale Medien für schulisches Lernen nutzen, ist die Verwendung digitaler Medien für das fachliche Lernen im Unterricht eine neue Erfahrung. Damit diese neuen Erfahrungen zu besseren Lernleistungen führen, sollten digitale Medien, wie Meta-Analysen zeigen, vor allem im Rahmen konstruktivistischer Unterrichtsmethoden, das heißt bei problemorientierten und offenen Unterrichtsformen, eingesetzt werden (Schaumburg, 2018).

Vielfach wurde und wird mit wenig nachhaltigen Effekten von Lehrenden versucht, digitale Medien in vor-digitale Strukturen zu integrieren. Es wird zukünftig darauf ankommen, die technischen Entwicklungen pädagogisch zu nutzen, um Lehr -und Lernprozesse zu modernisieren. In Fachdiskussionen wird das große Potenzial digitaler Medien hervorgehoben, Lernen so zu individualisieren, dass alle Lernenden gefördert werden können. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung 2018 war in Deutschland die häufigste Form digitale Medien im Unterricht zu nutzen, das Präsentieren von Informationen im Frontalunterricht. Nur 14,8% der Lehrenden gab an, digitale Medien zur individuellen Förderung von Lernenden zu nutzen. Während in anderen Ländern digitale Medien zur individuellen Förderung eingesetzt werden, fehlt es in Deutschland an einer grundlegenden IT-Infrastruktur, wie belastbare Internetverbindungen und eine genügende Ausstattung mit digitalen Endgeräten (Eickelmann, & Gerick, 2020).
Da stellt sich die Frage, zu welchen Ergebnissen empirische Studien zur Wirksamkeit digitaler Medien beim Lernen gekommen sind, denn diese Erkenntnisse sind wichtig, um schulischen Unterricht mithilfe digitaler Medien zu unterstützen.

2.2 Empirische Studien zur Wirksamkeit digitaler Medien

Wenn es um die Wirksamkeit digitaler Medien beim Lernen geht, müssen Befürworter sich meist anhören, dass die festgestellten Leistungsunterschiede im Vergleich zu den analogen Medien zu gering sind und deshalb der, mit der Digitalisierung verbundene, Mehraufwand nicht gerechtfertigt ist. Das Problem hierbei ist, dass die Medien, die eine Lernumgebung definieren, nicht nur anhand der gemessenen Leistung beurteilt werden können. Diejenigen die der Digitalisierung im schulischen Bereich bereits vor der Pandemie skeptisch gegenüber eingestellt waren und die sogenannte Kreidezeit präferieren, sehen sich aufgrund der Effektivität des Homeschoolings (vgl. Kapitel 1) indirekt bestätigt. Hierbei muss aber differenziert betrachtet werden unter welchen Bedingungen das Homeschooling stattgefunden hat, das heißt, es muss der Frage nachgegangen werden, inwieweit waren entsprechende digitale Medien, die technische Ausstattung und die Kompetenzen der Lehrenden vorhanden.
Wenn die Digitalisierung mit der gleichen Geschwindigkeit im Bildungswesen wie in der Industrie vorangeschritten wäre, hätten Lernlücken und die damit verbundene Kompetenzstagnierung der Schülerinnen und Schüler (vgl. Kapitel 1) vermieden werden können.
Es gibt Studien, die eine deutliche Wirksamkeit aufzeigen und welche, die nur eine geringe oder gar keine zeigen. Fest steht, dass es inzwischen zahlreiche Studien gibt, die sich mit der Fragestellung beschäftigen, ob die Verwendung digitaler Medien im Unterricht Lernprozesse positiv beeinflusst. An der Technischen Universität München wurde seit dem Jahr 2000 im Zentrum für internationale Bildungsvergleichsstudien eine Metastudie zum

Thema „Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe“ durchgeführt. Ziel ist, aufgrund der zahlreichen Forschungsergebnisse in diesem Bereich, eine aussagekräftige Antwort auf die Frage zur Lernwirksamkeit digitaler Medien zu geben.

Der inhaltliche Schwerpunkt der Studie liegt dabei im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich. Die Ergebnisse sind aber auch auf alle anderen Fächer übertragbar. Der wesentliche Vorteil der Metastudie ist, dass durch die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Merkmale der Einzelstudien festgestellt werden konnte, in welchem Ausmaß und unter welchen Bedingungen positive Effekte beim Lernen mit digitalen Medien auftreten (Pietrusky, 2020).

Es zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler, die mit digitalen Lernmedien in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Mathematik gelernt haben, insgesamt bessere Ergebnisse in den Leistungserhebungen erreichten als die Lernenden, die mit traditionellen (analogen) Medien unterrichtet wurden (Hillmayr, 2017).

Wie bereits gesagt, ist anzunehmen, dass allein die Nutzung des Mediums nicht automatisch dazu führt, dass sich ein höherer Lernerfolgt einstellt. Vielmehr ist es Zusammenspiel verschiedener Faktoren. Dazu muss die Frage beantwortet werden, wie werden die digitalen Medien in den Unterricht integriert und über welche Voraussetzungen, Einstellungen, Fach- und Medienwissen verfügen die Schülerinnen und Schüler der Lerngruppe (Hillmayr, 2017). Diese Fragen gilt es sowohl bei Studien zu hinterfragen, die positive, aber auch negative Effekte aufzeigen. Die Metastudie zeigt, wenn neben digitalen auch analoge Medien verwendet werden, dass dann die Unterrichtsmedien einen höheren positiven Einfluss haben (Hillmayr, 2017).

Die Metastudie macht deutlich, dass Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer bzgl. des Einsatzes digitaler Medien in der Schule fehlen. Es zeigt sich, dass Lehrende, die in der Nutzung digitaler Medien geschult sind, einen größeren positiven Einfluss auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler haben als ungeschulte Lehrende.

Da es wichtig ist zu wissen, inwieweit die Kommunikation über digitalen Medien das Lernen fördert oder nicht, wurde dies in der Metastudie ebenfalls untersucht. Es wurde festgestellt, dass Schülerinnen und Schülern stärker profitieren, wenn sie in Paaren an einem Tablet-PC lernen als beim Einzellernen, weil sich die Lernenden bei Problemen austauschen und sich gegenseitig unterstützen können (Hillmayr, 2017).

Es gibt inzwischen aber immer mehr Tools, welche die Kommunikation auch beim digitalen Einzellernen unterstützen können.

Ob die Motivation durch das Lernen mit digitalen Medien gefördert werden kann, wurde auch durch die Metastudie untersucht. Es wurde festgestellt, dass sich in allen untersuchten Fächern eine höhere Motivation eingestellt hat (Hillmayr, 2017).

Die Metastudie des Zentrums für internationale Bildungsvergleichsstudien macht deutlich, dass der Einsatz digitaler Medien positive Effekte auf verschiedene Aspekte (Kommunikation, Motivation, Leistungsergebnis etc.) beim Lernen hat.

Eine weitere Studie, die sich mit dem Einfluss digitaler Medien in Schule und Unterricht befasst hat, ist die von Zierer (2019), die ein Jahr vor der Pandemie veröffentlicht worden ist und im Bildungsbericht 2020 integriert ist. Für diese Studie wurden die Ergebnisse von 243 Metaanalysen zusammengeführt. Alle Studien hatten sich mit der Lernleistung von Kindern und Jugendlichen auseinandergesetzt. Es wurden 33 Faktoren in diesem Zusammenhang identifiziert (Zierer, 2019). So zeigt das Endergebnis, dass der Einsatz von Smartphones und Tablet-PCs im Unterricht auf die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bestenfalls einen geringen Effekt hat (Zierer, 2019). Dieses Fazit deckt sich mit den Ergebnissen des coronabedingt durchgeführten Distanzunterrichts (vgl. Kapitel 1). Die während der Pandemie getätigten Anschaffungen werden demnach nur geringe bis keine Verbesserung des Unterrichts bewirken. Laut der Studie gibt es nur sehr wenige digitale Medien, die im direkten Vergleich wirksamer sind als eine rein analoge Unterrichtsgestaltung (Zierer, 2019).

Mit einer Effektstärke von d = 0,62 zeigen interaktive Lernvideo bzgl. der Wirksamkeit bei der Digitalisierung nach eingesetzten Medien, den größten Mehrwert gegenüber analogen Medien. Intelligente Tutorensysteme, also Systeme, die auf die Eingaben ihrer Nutzer reagieren, belegen mit einer Effektstärke von d = 0,45 Platz zwei. Eine geringe Wirksamkeit auf das Lernergebnis haben laut Zierer (2019) Simulationen (d = 0,32), der Ansatz des umgedrehten Klassenzimmers (Flipped Classroom d = 0,29), der Einsatz von Tablets-PCs und Smartphones (d = 0,27) und das online Lernen (d = 0,23), weil die Effektstärke unterhalb des Medians von d = 0,4 liegt (Zierer, 2019).

Anhand der Ergebnisse von Zierer lässt sich der entstandene hohe Nachholbedarf bzw. die pandemiebedingten Lernlücken bei den Schülerinnen und Schülern aufgrund des durchgeführten Distanzunterrichts erklären (vgl. Kapitel 1).

Wie es den Lehrerinnen und Lehrern gelingt digitale Medien im Unterricht einzusetzen, entscheidet über deren Wirksamkeit. Die Wirksamkeit ist nicht von der eingesetzten Technik, dem Alter der Lernenden oder dem Fach abhängig (Zierer, 2019). Das zentrale Ergebnis der 243 zusammengeführten Metaanalysen ist, das digitale Medien zur Informationsverarbeitung und nicht nur als reiner Informationsträger verwendet werden sollten (Zierer, 2019).

Während die Studie des Zentrums für internationale Bildungsvergleichsstudien vor allem die positiven Effekte digitaler Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich hervorgehoben hat, zeigen die Ergebnisse von Zierer, dass die Wirksamkeit der Digitalisierung nach Kompetenzdomänen vor allem im Bereich der Fremdsprachen (d = 0,53) die höchste

positive Effektstärke aufweist. Im Bereich Schreiben (d = 0,43) liegt die Effektstärke ebenfalls noch über der Mitte der Datenverteilung.
Die Effektstärke liegt in den anderen Kompetenzdomänen unter dem Median (Zierer, 2019). Wie die Ergebnisse von Zierer verdeutlicht haben, gibt es aktuell noch zu wenig Medien in allen Kompetenzbereichen, die im direkten Vergleich zu analogen Medien eine wirksamere Unterrichtsgestaltung ermöglichen. Dies ist dadurch zu erklären, dass viel zu oft digitale Medien (Bsp. Smartboards oder Tablet-PCs) lediglich als Ersatz für traditionelle Medien (Bsp. Tafel oder Arbeitsblatt) gesehen werden und die eigentlichen Vorteile nicht genutzt werden. Die genannten Studien zeigen deutlich, dass die verwendeten digitalen Lernmedien darüber mitentscheiden, ob sich positive Effekte bzgl. der Lernergebnisse einstellen oder nicht. Aus diesem Grund ist es notwendig, ein einheitliches Konzept für digitale Bildungsressourcen zu entwickeln.
Bevor ein Konzept entwickelt werden kann, müssen zunächst die Faktoren bestimmt werden, die auf die Wirkung digitaler Medien Einfluss nehmen.

2.3 Einflussfaktoren der Mediennutzung auf den Unterricht

Es gibt verschiedene Faktoren, welche die Wirkungen digitaler Medien im Unterricht beeinflussen. Um die Wirkung allgemein besser nachvollziehen zu können, ist es wichtig, sich dieser Faktoren bewusst zu werden, um bei der Entwicklung neuer Konzepte diese zu berücksichtigen.
Unterricht wird oft als ein Interaktionsgeschehen zwischen Lehrenden und Lernenden gesehen, indem durch spezifische Lehraktivitäten, Lernaktivitäten von Schülerinnen und Schüler angeregt und unterstützt werden. In dieser Interaktion werden digitale Medien als Lerngegenstand (erzieherisch) und auch als Lernwerkzeug (didaktisch) eingebunden (Herzig, 2014).
Anhand dieser wechselseitigen Interaktion können bzgl. der Frage nach der Wirkung digitaler Medien im Kontext des schulischen Unterrichts folgende konstitutive Faktoren laut Herzig benannt werden:

- die digitalen Medien bzw. Medienangebote selbst
- die Unterrichtsprozesse, in welche die Medienangebote implementiert sind
- die unmittelbar am Unterricht beteiligten Akteure (Lehrende und Lernende).

Neben den vier von Herzig genannten Faktoren wird als weiterer Einflussfaktor die Institution Schule hinzugefügt. Dies geschieht aufgrund der coronabedingten Situation, in welcher die Institution Schule gezeigt hat, wie sie alle anderen Faktoren beeinflusst (vgl. Kapitel 1).
In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Faktoren weiter differenziert, um deren direkte oder indirekte Einflussnahme auf die Wirkung digitaler Medien im Unterricht besser einschätzen zu können (Herzig, 2014).

2.3.1 Einflussfaktor auf der Ebene der Institution Schule

Die Implementierung digitaler Medien bzw. Medienangebote durch Lehrende in Unterrichtsprozesse wird übergeordnet davon beeinflusst, ob die Schule und die leitenden Verantwortlichen, also der Ort, der das Interaktionsgeschehen erst ermöglicht, einen medienpädagogischen Schwerpunkt bzw. allgemeines Interesse daran hat. Wenn die Verantwortlichen die Digitalisierung nur als eine Optimierung bürokratisch anfallender Prozesse verstehen, beeinflusst das natürlich auch die Mediennutzung im Unterricht durch die Lehrenden. Desweiteren beeinflusst die digitale Infrastruktur der Schule die Nutzung digitaler Medien im Unterricht.

Im Rahmen der aktuellen Studie „Digitalisierung im Schulsystem 2021“ hat die Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft 2.750 Lehrerinnen und Lehrer in ganz Deutschland an Gesamtschulen, Gymnasien und vergleichbaren Schulformen mit Sekundarstufe I und II bzgl. des aktuellen Standes der Umsetzung der KMK Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ befragt (vgl. Kapitel 1). Die Studie definiert vier Typen von Schulen, die sich bzgl. ihrer digitalen Infrastruktur und der Umsetzung einer digitalen Schulstrategie unterscheiden. Laut der Studie sind 33% (57) der 174 befragten Schulen als sogenannte digitale Nachzügler eingruppiert worden und folglich nicht gut im Bereich der digitalen Bildung aufgestellt. Im digitalen Durchschnitt befinden sich 29% (50) der Schulen und digital orientiert sind 26% (46) der Schulen. Als digitale Vorreiter befand die Studie nur 12% (21) der Schulen. Die Verfügbarkeit digitaler Infrastruktur variiert laut der Studie an deutschen Schulen im Jahr 2021 sehr stark (Mußmann & Hardwig, 2021), was ein entscheidender Einflussfaktor für die Mediennutzung im Unterricht ist und die coronabedingt entstandenen Lernlücken (vgl. Kapitel 1) erklärt.

So zeigt die Studie, dass auch nach fast zwei Jahren Pandemie die digitale Infrastruktur noch immer nicht optimal ist. WLAN steht beispielsweise nur etwa zwei Drittel der Lehrerinnen und Lehrer an Schulen zur Verfügung und nur an der Hälfte der Schulen gibt es WLAN für Schülerinnen und Schüler.

Eine Bildungscloud bzw. Learning Management System (LMS) existiert nur an 40% der Schulen (Mußmann & Hardwig, 2021). An den teilnehmenden Schulen gaben nur 57% der Lehrenden an, das genügend digitale Geräte für die Verwendung im Unterricht vorhanden sind. Nur die Hälfte der Schulen unterstützt, nach Einschätzung der Lehrenden, mit ihrer digitalen Infrastruktur das digitale Lehren und Lernen. Nur in 29% der Fälle erlauben es die Räumlichkeiten digital zu unterrichten. Bei technischen Problemen an Schulen gaben nur 50% an, Support zu erhalten (Mußmann & Hardwig, 2021). Die Folge sind Probleme beim Einsatz digitaler Tools im Unterricht. Ein sinnvoller Einsatz digitaler Technologien ist aufgrund von Unterbrechungen und technischer Ausfälle laut Rückmeldung von 64% der Lehrenden nicht möglich. Die Konsequenz ist, dass es laut Studie sehr oft zur Selbsthilfe durch die Lehrenden kommt. So gaben 95% der Befragten an, ihre privaten digitalen

Endgeräte (Tablet-PCs, Handy, Computer) für die Durchführung des Unterrichts zu verwenden (Mußmann & Hardwig, 2021). Die Klärung verschiedener rechtlicher Fragen in diesem Zusammenhang bzgl. des Datenschutzes bleibt in der Studie nur eine Randnotiz.
In vielen Schlüsselkategorien lag Deutschland 2018 laut ICILs-Studie weit hinter anderen Ländern. So existierten nur an 16% der Schulen tragbare digitale Endgeräte für Lehrende. Bei europäischen (41%) und internationalen (48%) Vergleichsschulen war die Ausstattung wesentlich besser (Drossel, 2019). Im ersten Corona Jahr (2020) stieg die Quote auf 38% und im zweiten Jahr auf 48%, auch wenn die Verfügbarkeit eines digitalen Endgeräts, laut Studie und Einschätzung der Befragten, für jeden Lehrenden von 7,5% vor Corona auf aktuell lediglich 18,4% anstieg (Mußmann & Hardwig, 2021).
Der Stand der Digitalisierung einer Schule durch Einschätzung der Schulleitung, der Lehrenden sowie der Lernenden kann durch das Selbstevaluations-Instrument SELFIE (Self-reflectionon Effective Learning by Fostering the Use of Innovative EducationalTechnologies), das im Rahmen des „Aktionsplans für digitale Bildung“ der europäischen Kommission entstanden ist, erfasst werden. Die Studie der GEW kommt zum Ergebnis, dass sich eine deutliche Entwicklung von der Zeit vor der Pandemie bis Mitte der Pandemie zeigt. In allen 17 erhobenen Merkmalen bzgl. der Strategie- und Infrastruktur-Items aus SELFIE haben sich Schulen in Deutschland bzgl. der Digitalisierung verbessert (Mußmann & Hardwig, 2021). Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass noch erheblicher Nachholbedarf besteht, bis eine flächendeckende Mediennutzung im Unterricht in Schulen in Deutschland gewährleistet werden kann.

2.3.2 Digitale Medienangebote

Wie die Institution Schule sind die verfügbaren digitalen Medienangebote ein weiterer wichtiger Einflussfaktor der Nutzung digitaler Medien im Unterricht. Die Wirkung eines digitalen Medienangebots, je nachdem in welcher Sozialform (Bsp. Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) es eingesetzt werden soll, lässt sich durch verschiedene Eigenschaften und Merkmale beschreiben. Ein digitales Medienangebot zum Lernen ist durch spezifische Ablauf- und Navigationsstrukturen, Kodierungsarten, angesprochene Sinnesmodalitäten, Interaktivitätseigenschaften, verwendete Gestaltungstechniken, Darstellungsformen, Zielvorstellungen, Inhalte und lerntheoretische Implikationen gekennzeichnet (Herzig, 2014). Dabei unterscheiden sich die verfügbaren digitalen Lernangebote bzgl. dieser Eigenschaften so sehr, dass manchen Aspekten eine größere bzw. geringere Bedeutung zugesprochen wird. So gibt es digitale Medien, die den klassischen Werkzeugcharakter (Bsp. Quizprogramme wie Kahoot) haben und keine spezifische Zielvorstellung oder Inhaltskomponente aufweisen.
Es gibt aber auch Lernprogramme (Bsp. Simulationen auf planetschule.de), die konkrete Ablauf- und Interaktionsstrukturen und Darstellungsformen haben (Herzig, 2014).

Es gibt Medienangebote, die bestimmte Gestaltungstechniken aufweisen und dadurch entweder verwendet werden oder nicht. Die durch ein audiovisuelles Lernmedium angesprochene Sinnesmodalität (Bsp. die Stimme des Sprechers bzw. der Sprecherin) kann die Nutzung ebenfalls beeinflussen.

Vor dem Hintergrund dieser unterschiedlichen Merkmale und Eigenschaften sind die Ergebnisse der aktuellen Studie „Digitalisierung im Schulsystem 2021“ der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft nicht erstaunlich. Über die Hälfte (54%) der befragten Lehrenden sind der Meinung, dass die digitalen Lehrmaterialien und Lehrkonzepte unausgereift sind und dadurch ein sinnvoller Einsatz nicht möglich ist (Mußmann & Hardwig, 2021).

Laut den Lehrenden sind die angebotenen digitalen Lernmedien ein wesentliches Hindernis beim Einsatz digitaler Techniken im Unterricht. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass durch Erhebungen zu Beginn der Pandemie festgestellt wurde, dass die Mehrheit der Befragten den Lehrenden in Deutschland nur geringe digitale Kompetenzen zusprechen (vgl. Kapitel 1). Eine aktuelle Befragung (n = 4.032) des Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung zeigt auch im späteren Verlauf der Pandemie keine Verbesserung dieser Einschätzung.

Der Aussage, dass Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen für die Vermittlung von Digital- und Medienkompetenzen ausreichend ausgebildet sind, stimmten nur 16% sehr und 27% eher zu (Wößmann et al., 2021). Interessant ist es deshalb, weil die Einschätzung digitaler Medienangebote an das Vorhandensein digitaler Kompetenz gekoppelt ist. Da stellt sich die Frage, wie Lehrende ohne ausreichende Medienkompetenz digitale Medienangebote für den Unterricht auswählen sollen.

Die Medien- und Digitalkompetenz ist, laut der Studie, nach der Lese- und Schreibkompetenz die wichtigste Kompetenz für die Zukunft der Gesellschaft. Um die Mediennutzung im Unterricht zu verbessern, muss sich, neben der Digitalkompetenz der Lehrenden, das digitale Medienangebot verbessern.

2.3.3 Lernende

Schülerinnen und Schüler können anhand spezifischer Merkmale und Eigenschaften beschrieben werden, die unmittelbar Einfluss auf die Mediennutzung im Unterricht nehmen. Hierbei geht es um die kognitiven Ressourcen, das überfachliche Vorwissen, die Wertauffassungen und Einstellungen, aber auch ihre soziokulturellen Hintergründe, also die Bildungsferne oder Bildungsnähe des Elternhauses und ökonomischen Bedingungen, unter denen sie insgesamt aufwachsen (Herzig, 2014).

Unabhängig von den Faktoren, welche die Mediennutzung in der Schule beeinflussen können, nimmt die Mediennutzung der Schülerinnen und Schüler zum Lernen im Privatbereich immer weiter zu. Vor allem steigt die Nutzung audiovisueller Bildungsmedien

(Bsp. Lernvideos), um sich Lerninhalte nachträglich vermitteln zu lassen, die im Unterricht von den Lehrenden aus verschiedenen Gründen (Bsp. nicht genügend Zeit zur mehrmaligen Wiederholung, unpassende Methode für die Lerngruppe) nicht verständlich erklärt worden sind.

Diese zunehmende Entwicklung wurde nicht durch die coronabedingte Situation ausgelöst, sondern hängt mit der schleppenden Digitalisierung des Bildungssystems in Deutschland zusammen (vgl. Kapitel 1) und der Tatsache, dass sich das Umfeld der Schule weiterentwickelt hat, aber die Methoden und Medien dort stehengeblieben sind.

So zeigt die Erhebung Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung Horizont 2019 bereits, dass Jugendliche zwischen 12 und 19 Jahren zu 86% YouTube verwenden. Schon in dieser Umfrage gaben 50% der Befragten an, dass YouTube für die Schule wichtig ist. Von diesen 50% gaben 73% an, dass sie Videos auf der Plattform zur Vertiefung bzw. Wiederholung nutzen und 70% zur Prüfungsvorbereitung oder Hausaufgabenunterstützung (Eckart, 2019). Im schulbezogenen Bildungsprozess war YouTube bereits vor der aktuellen Krise ein wichtiger Akteur für die Lernenden.

Ebenso zeigt die jährlich veröffentlichte JIM (Jugend, Information, Medien) Studie, dass sich das Medienverhalten der Jugendlichen geändert hat. Bzgl. der Ausstattung mit digitalen Endgeräten (Bsp. Tablet-PCs, Smartphones, Laptops) haben die Befragten im privaten Bereich einen deutlichen Schub erfahren. Beispielsweise stieg der persönliche Besitz eines Computers bzw. Laptops um 7 Prozentpunkte auf 72% (65%) zur Vorerhebung. Der Besitz eines Tablet-PCs stieg von 25% auf 38%, was einer Steigerung um 13 Prozentpunkte entspricht. Jeder dritte Jugendliche besitzt inzwischen einen Fernseher mit Internetzugang. Laut der Studie stieg mit der verbesserten Medienausstattung folglich auch die Mediennutzungszeit. Im Vergleich zum Vorjahr (2019) erhöhte sich die tägliche Internetnutzungsdauer um 53 Minuten auf 258 (205) Minuten (Rathgeb & Schmid, 2020).

Eine aktuelle Erhebung des Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung zeigt, dass es eine beliebte Aktivität von den Lehrenden während der Schulschließung war, Lernvideos anzuschauen oder Texte lesen zu lassen. Die Daten wurden im Frühjahr 2020 und Anfang 2021 ermittelt. Besagte Aktivität wurde zu Beginn der Pandemie täglich (15%), mehrmals pro Woche (38%) oder nur einmal pro Woche (20%) genutzt. Nur 18% der Befragten gab an, dass nie Lernvideos von Lehrenden verwendet wurden. Anfang 2021 stiegen die Werte auf die folgenden Prozentpunkte: tägliche Nutzung (18%), Nutzung mehrmals pro Woche (46%) und Nutzung einmal pro Woche (18%). Es gaben nur noch 9% der Befragten an, dass Lernvideos nie von Lehrenden eingesetzt wurden (Wößmann et al., 2021).

Wenn man die Ergebnisse der bisherigen Erhebungen vergleicht, zeigt sich, dass die Mediennutzung bzw. Medienausstattung der Lernenden im Privatbereich besser ist als die der Schule (vgl. Kapitel 2.2.1).

Einige der von Herzig (2014) genannten Merkmale und Eigenschaften (Bsp. Wertauffassungen und Einstellungen) der Schülerinnen und Schüler nehmen keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Mediennutzung. Dies wird durch die erstmals pandemiebedingt durchgeführte Zusatzuntersuchung JIMplus (2020) verdeutlicht. Die befragten (n = 1.002) Schülerinnen und Schüler waren auch hier wieder zwischen 12 und 19 Jahren. Die erste Phase der Schulschließung bewerten die Befragten mit der Note 2,5. Wie gut der Unterricht von zuhause aus insgesamt funktioniert hat, benoteten die Schülerinnen und Schüler zu 16% mit der Note 1, 36% vergaben die Note 2 und 32% die Note 3. Mit dem Homeschooling hatte jeder zehnte Lernende Probleme. Mit der Note 4 bewerteten 10% die Schulschließung, 5% vergaben die Note 5 und nur 1% die Note 6 (JIMplus, 2020).

Laut der Zusatzerhebung wurde das Handy (82%) am häufigsten zum Lernen genutzt und um Hausaufgaben zu bearbeiten, dicht gefolgt von der Nutzung eines PC/Laptops (80%). Zum Zeitpunkt der Befragung war, wie auch die anderen Daten zeigen, YouTube (83%) das am meisten genutzte mediale Lernangebot. Die freie Enzyklopädie Wikipedia landete auf Platz zwei (58%). Weitere vorhandene Onlineangebote wurden mit 8% kaum genutzt (JIMplus, 2020). Da erst im späteren Verlauf die Lernlücken bei den Schülerinnen und Schülern festgestellt wurden, sind die positiven Bewertungen des Distanzunterrichts, hinsichtlich deren tatsächlichen Effektivität, mit Vorbehalt zu betrachten.

Es sind die Lernenden mit dem stärksten Vorwissen, mit einem hohen Grad an Selbststeuerung und einer hohen Motivation. Diese Faktoren erklären die individuellen Unterschiede beim Lernen mit digitalen Medien (Herzig, 2014).

Diese Faktoren müssen stärker berücksichtigt werden bei der Entwicklung eines Konzepts für digitale Bildungsressourcen, um allen Lernenden zukünftig gerecht zu werden.

2.3.4 Lehrpersonen

Im Bereich der Bildungswissenschaften, der Fachwissenschaft und der Fachdidaktik zeichnen sich Lehrpersonen aus. Laut Herzig (2014) besitzen Lehrerinnen und Lehrer darüber hinaus eine mehr oder minder ausgeprägte mediendidaktische Kompetenz. Sie verfügen über eine Wertehaltung und bestimmte Einstellungen. Desweiteren haben Lehrerinnen und Lehrer ein spezifisches Professionsverständnis (Herzig, 2014). All diese Merkmale und Eigenschaften haben unterschiedlichen Einfluss auf die Gestaltung von Lehr- und Lernsituationen und damit auch darauf, wie der Unterrichtsprozess insgesamt abläuft. So kann die Einstellung der Lehrperson bzgl. digitaler Medien, deren Nutzung im Unterricht wesentlich beeinflussen. Wenn eine Lehrerin bzw. ein Lehrer die Kreidezeit präferiert, wird als Interaktionsmedium eher die Tafel zum Einsatz kommen als ein Smartboard, auch wenn es an der Schule verfügbar ist.

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, wie das Kompetenzniveau im Bereich der digitalen Bildung der Lehrenden in Deutschland eingeschätzt wird (vgl. Kapitel 1 und 2.2.2). Wie digitale Medien von Lehrenden eingesetzt werden, macht der aktuelle Bildungsbericht deutlich. Der Bericht stellt eine überwiegend lehrerzentrierte Verwendung fest. So werden Informationen mithilfe digitaler Medien von knapp jeder zweiten Lehrperson im Frontalunterricht (Bildungsbericht, 2020) den Schülerinnen und Schülern präsentiert. Im Unterrichtsprozess kommen laut Bericht hauptsächlich Präsentationsprogramme (Bsp. PowerPoint), gefolgt von Wikipedia oder elektronischen Texten zum Einsatz. Bei den Lernenden kommen laut Bericht Chatdienste, Videoangebote und soziale Netzwerke zum Einsatz, was andere Erhebungen ebenfalls zeigten (vgl. Kapitel 2.2.3). Die Einstellungen der Lehrenden haben Einfluss auf die mediendidaktische Kompetenz der Lehrenden, was dazu führt, dass die Medien, die von Lehrenden zum Vermitteln von Fachwissen genutzt werden mit den Medien der Lernenden zum Lernen nicht übereinstimmen. Nur ein sehr kleiner Teil (15%) der Lehrenden nutzen digitale Medien innerhalb der Lerngruppe zur individuellen Förderung der Schülerinnen und Schüler (Bildungsbericht, 2020). Nur 11% der Lehrenden nutzen digitale Medien zum formativen Assessment, also der zielgerichteten und kriteriengeleiteten individuellen Beurteilung. 10% der Lehrenden nutzen digitale Medien, um die Zusammenarbeit der Lernenden zu unterstützen (Bildungsbericht, 2020). Der Bildungsbericht sowie andere coronabedingt durchgeführte Studien und Umfragen haben deutlich gezeigt, dass die Mediennutzung im Unterricht, wenn man es nur auf das Interaktionsgeschehen zwischen Lehrenden und Lernenden bezieht (vgl. Kapitel 2.2) im Wesentlichen durch die von Herzig (2014) beschriebenen Merkmale der Lehrerinnen und Lehrer beeinflusst wird. Die Lernenden sind bzgl. der Mediennutzung zum Lernen im privaten Bereich weiter als die Lehrenden und ihre Mediennutzung im Unterricht.

2.3.5 Unterrichtsprozesse

Durch verschiedene konstitutive Merkmale können Unterrichtsprozesse beschrieben werden. Dazu zählen, laut Herzig (2014), die behandelten bzw. bearbeiteten Unterrichtsinhalte, die Unterrichtsziele, die genutzten Sozialformen (Bsp. Einzel- oder Gruppenarbeit), die verwendete Unterrichtsmethode (Bsp. problemorientiert oder Flipped Classroom), lerntheoretische Implikationen und der allgemeine gewählte didaktische Ansatz (Bsp. offen, geschlossen oder integriert) des Unterrichts (Herzig, 2014).

Durch die verschiedenen genannten Aspekte kann die Mediennutzung im Unterrichtsprozesses sehr unterschiedlich aussehen. Die übergeordnete Ebene, welche all diese Aspekte und damit den Unterrichtsprozesse insgesamt beeinflusst, ist das vorhandene Kompetenzniveau der Lehrperson in der Fach- und Bildungswissenschaft und der Fachdidaktik. Nur wenn die Lehrenden wissen, welche Mediennutzung sich für bestimmte Sozialformen, didaktische Ansätze oder zu bearbeiteten Unterrichtsinhalte etc.

eignen, wird das Unterrichtsgeschehen insgesamt positiv beeinflusst. Wie die vorherigen Kapitel verdeutlichen, hat die Pandemie gezeigt, dass die Mediennutzung in den meisten Fällen den Prozess nicht positiv beeinflusst hat. Die aktuelle Studie „Digitalisierung im Schulsystem 2021“ der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft zeigt hierbei ein ähnliches Bild wie die Ergebnisse des Bildungsberichts (vgl. Kapitel 2.2.4).

So besteht laut der Studie bzgl. der digitalen Unterrichtsformen noch viel Entwicklungsbedarf. In der Breite sind bei den Lehrenden z.B. kollaborative Lernformen nicht angekommen. Lediglich 13% (n = 2.750) der Befragten nutzten sie oft bzw. immer. Die Durchführung digitaler Tests gehört nur in der Hälfte aller Fälle und dann auch nur selten (39%) zum Schulalltag.

Kaum eine Anwendung finden digitale Schulbücher (48,8% nie bzw. 20% selten und 15,3 % gelegentlich) im Unterrichtsprozess (Mußmann & Hardwig, 2021). Um den Einflussfaktor Unterricht auf die Mediennutzung zu minimieren, gilt es das Angebot an beruflichen Fort- und Weiterbildungen für das Lehren und Lernen mit digitalen Medien zu verbessern. Der Bedarf an diesen Angeboten stieg 2020 schlagartig an. Laut der Studie der GEW bilden die Bundesländer Thüringen und Brandenburg das Schlusslicht bei Fortbildungen. Die Länder Bremen, Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz heben sich hingegen positiv ab. Im direkten Vergleich zu 2020 ist Rheinland-Pfalz auch 2021 im Bereich der Fortbildungen vor allen anderen Bundesländern. Viel zusätzlich unternommen haben, laut der Studie, Nordrhein-Westfalen, Hamburg, Bremen und Mecklenburg-Vorpommern. Im Vergleich zu 2020 gab es wenige Verbesserungen in Thüringen, Niedersachsen und Baden-Württemberg (Mußmann & Hardwig, 2021).

Wie zufrieden die Eltern schulpflichtiger Kinder mit den Lernangeboten während Corona insgesamt sind, zeigt eine aktuelle Umfrage des Meinungsforschungsinstituts Civey, die im Rahmen des jährlich aktualisierten Bildungsmonitors der Initiative neue soziale Marktwirtschaft (INSM) veröffentlicht wurde. Auf die Bundesländer bezogen sind vor allem die Eltern in Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Sachsen und Brandenburg besonders unzufrieden (Plünnecke, 2021). In Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Saarland, Berlin und Rheinland-Pfalz lagen die Einschätzungen der Eltern im Mittelfeld. Die Eltern in Bremen, Hamburg, Bayern, Niedersachen und Schleswig-Holstein waren deutlich zufriedener mit den Lernangeboten der Schule als der Durchschnitt (Plünnecke, 2021).

Wenn die Ergebnisse der GEW Studie bzgl. der Fortbildung und der Zufriedenheit der Eltern mit dem Lernangebot während Corona mit den Ergebnissen der Civey Erhebung verglichen werden, zeigt sich, dass trotz einer positiven Entwicklung der Weiterbildungen im Bereich des digitalen Lehrens und Lernens sich die Einschätzungen in manchen Bundesländern trotzdem nicht verbessern. Da es sich bei der Kompetenzentwicklung, laut der Definition von Weinert, um einen langfristigen Prozess handelt, war es zu erwarten, dass die

spontanen Weiterbildungen von nicht medienpädagogisch ausgebildetem Personal, die Unterrichtsprozesse noch nicht positiv beeinflussen werden. Hier ist künftig qualifiziertes Personal erforderlich, um die Effektivität der Mediennutzung im Unterricht nachhaltig zu verbessern.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Frage nach der Wirkung digitaler Medien nicht pauschal zu beantworten ist. Die Ausdifferenzierung der genannten Faktoren macht die Wechselwirkungen deutlich. Wenn die digitalen Lernmedien vorhanden sind, bedeutet das nicht automatisch, dass die Lehrenden über die Kompetenz verfügen, diese sinnvoll in ihrem Unterricht einzusetzen. Ebenso bedeutet es nicht, dass die Lernenden effektiv damit lernen.

Wenn sich durch die Digitalisierung die Arbeitsbedingungen an den Schulen ändern, weil die digitale Infrastruktur pandemiebedingt verbessert wurde, ist die Folge nicht automatisch, dass zeitgemäßer Unterricht praktiziert wird.

Die Lehrkräfte sind die Schlüsselpersonen für guten Unterricht und damit auch verantwortlich für eine gute Nutzung digitaler Medien. Sie müssen nicht nur Medien kennen, mit ihnen umgehen können, sondern auch wissen, wie sich Lernprozesse gestalten und konkrete Inhalte mithilfe von Medien besser unterrichten lassen. Dafür brauchen Lehrkräfte aber gute Lernmedien, die anpassbar auf die Lehrplaninhalte, Unterrichtsmethoden und Lernformen sind.

Um die neuen Möglichkeiten zu kennen und vermitteln zu können, müssen den Lehrkräften kontinuierlich Weiterbildungen angeboten werden. Die Institution Schule hat die Aufgabe, die Lehrkräfte bei der Bewältigung dieser Innovationen zu unterstützen, denn solange digitale Lernmedien keine Selbstverständlichkeit in der Schule und im Unterricht sind, wird dies eine zentrale Herausforderung des Schulwesens bleiben (Petko, 2014).

So sollte die Institution Schule Entwicklungsprozesse einer digital geprägten Gesellschaft mitgestalten. Dazu ist es notwendig, zu reflektieren, wie Lernweisen sich durch digitale Möglichkeiten verändern, um so auch für institutionalisiertes Lernen neue Wege zu gehen (Petko, 2014).

Aus diesem Grund muss erörtert werden, wie das Lernen in verschiedene Lernformen durch den Einsatz digitaler Medien unterstützt werden kann.

3 Lernformen

Die Pandemie hat gezeigt, wie sehr in Deutschland das Thema der digitalen Bildung verschleppt worden ist (vgl. Kapitel 1). Auch wenn die Wirksamkeit des Lernens mit digitalen Medien bereits zahlreich bewiesen wurde (vgl. Kapitel 2.2), wird es immer Lehrende und Schulleitungen geben, die dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht kritisch gegenüberstehen. Die Institution Schule hat aber die Aufgabe, eine regelmäßige Mediennutzung im Unterricht zu gewährleisten. Nur so kann die Entwicklung einer Parallelwelt vermieden werden, denn Smartphones, Tablet-PCs. und Co werden im privaten Bereich von den Schülerinnen und Schülern regelmäßig zum Lernen genutzt.

Durch die Medienkonvergenz von Bild/Text/Ton, durch den unbegrenzten Zugriff auf Informationen und das kontinuierlich steigende Angebot an kollaborativ sowie interaktiv nutzbaren Tools kann mithilfe digitaler Endgeräte sowohl das kooperative, inklusive, gamifizierte und individualisierte Lernen gefördert werden (Heusinger, 2020). Aus diesem Grund wird in diesem Kapitel auf das didaktische Potenzial digitaler Medien in unterschiedlichen Lernformen eingegangen.

3.1 Kollaboratives und kooperatives Lernen mit digitalen Medien

Die Stärkung von Sozialkompetenzen ist wichtig für die Persönlichkeitsentwicklung. Schülerinnen und Schüler sollen die Erfahrung machen, welche Vorteile und Nachteile es bringt, mit anderen im Austausch zu lernen. Dazu müssen die Lernenden ihren Lernprozess in Wissensnetzwerken nach konnektivistischen Prinzipien gestalten (Heusinger, 2020). Digitale Tools, die kollaborativ bzw. kooperativ nutzbar sind, erlauben es den Lernenden, unabhängig von der Anzahl der Teilnehmenden, ort- und zeitunabhängig an einer Aufgabe gemeinsam zu arbeiten.

Der Unterschied zwischen kollaborativem und kooperativem Lernen ist, dass bei der erstgenannten Lernform gemeinsam eine Aufgabe bearbeitet wird, wohingegen bei der zweiten Lernform arbeitsteilig an einem gemeinsamen Ziel gearbeitet wird. Bei beiden Lernformen liegt die Verantwortung für den Lern- und Arbeitsprozess bei den Schülerinnen und Schülern (Heusinger, 2020).

Bei diesen beiden Lernformen wird positiv hervorgehoben, dass alle Lernenden aktiviert werden durch die positive Abhängigkeit in Bezug auf das erfolgreiche Arbeiten (Heusinger, 2020). Nachteilig ist jedoch, dass es auch immer wieder Trittbrettfahrer gibt, die von der Arbeit anderer profitieren wollen, ohne selbst etwas tun zu müssen.

Die Erschließung von Inhalten durch audiovisuelle Medien war sehr lange Zeit, aufgrund technischer Gründe, nur lehrerzentriert im Frontalunterricht möglich. So wurden Audiodateien oder Videos von den Lehrenden abgespielt und die Lernenden mussten sich den vorgegebenen Rhythmus der Informationsdarbietung unabhängig von ihren

individuellen Lerngeschwindigkeiten unterordnen und sich den Inhalt erarbeiten (Heusinger, 2020).

Wie aktuelle Ergebnisse im Bildungsbericht 2020 zeigen (vgl. Kapitel 2.2.4), findet diese Art der Medieneinsatzes auch in der heutigen Zeit noch Verwendung, obwohl die Erarbeitung des Wissens durch die Nutzung digitaler Endgeräte im Unterricht kooperativ oder kollaborativ durch die Lernenden erfolgen kann. Das Problem hierbei ist die nicht vorhandene, aber dafür notwendige digitale Infrastruktur (vgl. Kapitel 1). Dabei sind komplette Klassensätze an Tablet-PCs nicht unbedingt immer erforderlich. Mithilfe von Audiosplittern ist der Anschluss mehrerer Kopfhörer an ein Endgerät möglich (Heusinger, 2020). Der Vorteil der schülerzentrierten Nutzung ist, dass sich die Lernenden so oft die audiovisuellen Medien anhören können, wie es zur Erschließung des jeweiligen Inhalts notwendig ist. In der Gruppe können dann festgelegt werden an welchen Stellen Pausen eingelegt werden, um ggf. Notizen zu machen und das Verständnis zu prüfen. Wenn die audiovisuellen Medien in eine digitale Pinnwand (Bsp. TaskCards oder Padlet) implementiert werden, können die Schülerinnen und Schüler gemeinsam Notizen zu diesen erstellen und auch vorhandene Anmerkungen kommentieren. Der Erschließung des Inhalts wird mehr Differenzierung und Tiefgang gegeben, da mehr Aspekte verschiedener Sichtweisen zusammengetragen werden (Heusinger, 2020), als wenn dies jeder Lernende für sich allein machen würde.

Ein weiterer Vorteil dieser Lernform ist, dass den Schülerinnen und Schülern die Angst genommen wird, alles verstehen zu müssen. Die audiovisuellen Medien können auch kooperativ erschlossen werden, indem unterschiedliche Abschnitte des Inhalts arbeitsteilig erarbeitet und die Ergebnisse dann zusammengetragen werden. Auch hier empfiehlt sich die Bereitstellung von digitalen Pinnwänden durch die Lehrerinnen und Lehrer. Die Pinnwand kann dann entweder in mehrere Spalten unterteilt werden, für jede Gruppe steht dann eine zur Verfügung, um die Ergebnisse zu dokumentieren (Heusinger, 2020).

Alternativ kann auch für jede Gruppe eine eigene Pinnwand erstellt werden, um die Übersicht zwischen den verschiedenen Themen nicht zu verlieren. Neben dem kollaborativen Hören und Sehen ist das kollaborative Schreiben eine weitere schülerzentrierte Methode, die auf eine Interaktion innerhalb der Lerngruppe aufbaut (Heusinger, 2020).

Der Schreibprozess wird gemeinsam geplant und schließlich ein Schreibprodukt erstellt. Die Lernenden arbeiten bei kollaborativen Schreibprojekten in der Gruppe an der Erstellung eines Textes. Alle Schülerinnen und Schüler einer Gruppe können dabei Text hinzufügen, ändern oder entfernen. Vor allem wenn unterschiedliche Schreibformen erprobt, ein gemeinsames Schreibprodukt erstellt, ein Sachverhalt multiperspektivisch dargestellt werden soll, um eine differenzierte Sichtweise auf ein Thema zu erlangen oder wenn eine

Lösung für eine Problemstellung entwickelt werden soll, eignet sich das kollaborative Schreiben (Heusinger, 2020).
Das Problem bei der Umsetzung des kollaborativen und kooperativen Lernens mit digitalen Medien ist nicht, dass dafür keine Tools vorhanden wären (Bsp. Etherpad, miro, AnswerGarden) sondern, dass die aktuelle digitale Infrastruktur (Bsp. stabiles WLAN) der Schulen (vgl. Kapitel 2.2.1) dies nicht ermöglicht.

3.2 Inklusives Lernen mit digitalen Medien

Schülerinnen und Schüler sind individuelle Individuen, die sich durch unterschiedliche Lernvoraussetzungen, individuelle Motivationslagen, Tagesformen, eine eigene Persönlichkeit und verschiedene Interessen auszeichnen.
Das Recht auf eine individuelle Förderung in einer Gemeinschaft hat jeder Lernende (Heusinger, 2020). Die Berücksichtigung dieser Individualität der Lernenden wird auch durch die Erkenntnisse der Hattie-Studie aus dem Jahr 2013 bestärkt. Im Rahmen dieser quantitativen Synthese von mehr als 800 Metaanalysen sind die Merkmale identifiziert worden, welche den größten Einfluss auf den kognitiven Lernerfolg der Lernenden haben. Neben dem vielfach zitierten Satz aus dem Ergebnisteil der Studie „teachers make the difference“, war der bedeutungsstärkste Faktor die Merkmale der Lernenden selbst mit einem Einfluss von 50%. Danach kommt erst der Faktor „Lehrperson“ und der eigentliche Unterricht mit 30% (Lotz & Lipowsky, 2015).
Die Anpassung von digitalen Lernmedien an die individuellen Lernvoraussetzungen sollte deshalb nicht nur von Lehrenden geschehen, sondern auch Lernende sollten die Möglichkeit haben, diese autonom für ihren individuellen Lernprozess anzupassen.
Aufgrund ihrer Multimedialität haben digitale Medien eine inklusive Qualität und können, die entsprechende Funktionalität vorausgesetzt, genau dies gewährleisten. Durch verschiedene Repräsentationsformen (Bild-, Text- und/oder Tonformen) können Informationen präsentiert und schließlich aufgenommen werden. Die Bearbeitung von Aufgaben mithilfe digitaler Medien ist ebenfalls vielfältig möglich wie z.B. durch Spracheingaben, durch eine Tastatur, mit der Hand, mit einem Stift, aber auch via Eye-Tracking (Heusinger, 2020).
Lernangebote, die barrierefrei (z.B. audiovisuelle Lernmedien bzw. Lernvideos mit Untertiteln) gestaltet sind und auf Assistive Technologien zurückgreifen, erlauben es den Schülerinnen und Schüler eine für sie passende Arbeitsform, in Abhängigkeit an ihre individuellen Lernvoraussetzungen, zu finden (Heusinger, 2020).
Beim inklusiven Lernen mit digitalen Medien werden die Lernangebote folglich offen konzipiert, um damit differenzierte Zugänge zu den Lerninhalten zu ermöglichen. Die Lernangebote können dann noch, neben ihrer Multimedialität, auch noch interaktive Elemente (Bsp. H5P-Aktivitäten) und automatisierte Evaluierungen umfassen (Heusinger,

2020), wobei man hierbei lediglich auf geschlossene Aufgaben zurückgreifen müsste. Über das Internet stehen bereits jetzt schon zahlreiche Apps als individuelle Hilfsangebote zur Verfügung, um die didaktischen Aspekte dieser Lernform umzusetzen.
Alternativ kann auch das LMS von Moodle mit seinen zahlreichen PlugIns genutzt werden, um inklusive Lernansätze zu konstruieren. Welche Lernmaterialien bei der Gestaltung einer Lernumgebung berücksichtigt werden, ist von der pädagogischen Grundorientierung abhängig und davon welche Rolle der Lehrende und welche der Lernende innerhalb dieser einnimmt (Krapp, 2006).
In der aktuellen Unterrichtsforschung werden zwei Positionen zum Lehren und Lernen diskutiert. Die eine Seite bevorzugt die gegenstandszentrierte also geschlossene Lernumgebung. Im Sinne von Anleiten, Darbieten und Erklären wird hier Unterrichten verstanden. Der Lehrende nimmt die aktive Rolle ein und der Lernende vorrangig die passive Rolle. Da dadurch die Selbstverantwortung und die Eigeninitiative der Lernenden leidet, ist dies der Hauptkritikpunkt an dieser Position (Krapp, 2006).
Die zweite Position ist die konstruktivistische, welche eine offene bzw. situierte Lernumgebung präferiert. Hier wird der Lernprozess so verstanden, dass die Eigenaktivität der Lernenden und der Kontextbezug im Vordergrund stehen, um träges bzw. passives Wissen zu vermeiden. Ziel dieser Position ist es, dass die Schülerinnen und Schüler selbstgesteuert lernen, kognitive Strategien und Problemlösefähigkeiten entwickeln und ihre neu erworbenen Kenntnisse flexibel nutzen können (Krapp, 2006).
Wie die geschlossene ist auch die offene Lernumgebung nicht ohne Kritikpunkte. So kann es bei unvorteilhaften Lernvoraussetzungen der Lernenden und bei fehlender Anleitung und Unterstützung in der Lernumgebung schnell zur Überforderung kommen (Krapp, 2006). Beide Positionen werden dem inklusiven Lernen nicht gerecht. Aus diesem Grund empfiehlt sich die dritte Position zum Lehren und Lernen, die in den letzten Jahren in wissenschaftlichen Untersuchungen diskutiert wurde. Es handelt sich hierbei um die integrierte Lernumgebung nach dem Cognitive Flexibility-Ansatz, die den Prozess des Lehrens (Instruktion) und Lernens (Konstruktion) zeitgleich berücksichtigt (Tulodziecki, 2010).
Durch offene Lernangebote wird die Selbstständigkeit und Eigenaktivität der Lernenden gefördert, aber zusätzlich wird den Lernenden Unterstützung (Scaffolding) gegeben durch die Verfügbarkeit von Orientierungshilfen, die schrittweise wieder ausgeblendet (Fading) werden, wenn der Lernende in der Lage ist, die Aufgaben selbständig zu bearbeiten (Zumbach, 2010). Durch die Bereitstellung einer integrierten Lernumgebung mit digitalen Medien können die Lernenden je nach Interessensschwerpunkt und bevorzugtem Eingangskanal, ihren Lernprozess in ihrer individuellen Arbeitsweise gestalten und selbstständig konstruieren. Auf diese Art und Weise werden alle Lernenden aktiviert und die individuelle Lernentwicklung wird unterstützt (Heusinger, 2020).

3.3 Gamebasiertes und gamifiziertes Lernen mit digitalen Medien

Videospiele gehören als Freizeitbeschäftigung mittlerweile zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Man kann sagen, dass Videospiele im 21. Jahrhundert eine gesellschaftliche Konvention geworden sind. Nach der Definition von Huizinga handelt es sich bei einem Spiel um eine freiwillige Beschäftigung oder Handlung, die innerhalb gewisser festgesetzter Grenzen von Raum und Zeit freiwillig angenommen, aber nach bindenden Regeln verrichtet wird, ihr Ziel in sich selbst hat und begleitet wird von einem Gefühl der Spannung und Freude (Huizinga, 2006).

Neben den vorhandenen motivationalen Aspekten, die Spiele bieten, bringen sie Dynamik in den Lernprozess nach einer anstrengenden Erarbeitungsphase im Unterricht. Auch geben sie den Lernenden Zeit, um neu erworbene Lerninhalte verankern zu können (Heusinger, 2020).

Der Unterschied zwischen gamifizierten und gamebasierten Lernen ist, dass bei erstem in gewöhnliche Lernsettings spielerische Elemente (Bsp. Highscores) implementiert werden. Das gamebasierte Lernen basiert hingegen auf einem Spiel. Die Integration von Entertainment oder Serious Games in Lernsettings wird durch verschiedene digitale Medien möglich (Heusinger, 2020). Games können problemlösendes und strategisches Denken fördern sowie entdeckendes Lernen gewährleisten. So können gemeinsame Strategien in Multiplayer-Games (Bsp. Among us) entwickelt werden. Viel Freiheit für kreative Prozesse lassen Open-World-Spiele (Bsp. Entdeckungstour Spielmodus in Assassins Creed Origins) zu. Die im 4K-Modell formulierten Kompetenzen (kritisches Denken, Kreativität, Kommunikation und Kollaboration), die für Lernende im 21. Jahrhundert aufgrund einer immer stärker digital geprägten Gesellschaft von entscheidender Bedeutung sind, lassen sich mit digitalen Spielen fördern (Heusinger, 2020).

In Spielen lassen sich des Weiteren noch nicht erreichte Ziele positiv um attribuieren, indem sie als Herausforderungen und nicht als Misserfolg angesehen werden. Dies führt zu höheren Lernerfolgen, da Frusterfahrungen reduziert werden (Heusinger, 2020).

Um Lernprozesse zu individualisieren, stehen bereits jetzt schon zahlreiche Tools zur Gamifizierung von Lerninhalten bereit. Ein Beispiel ist hierbei Kahoot mit dem sich kompetitive Elemente aus Videospielen (Bsp. Highscores) in Quizze zur Lernzielkontrolle einbinden lassen. Die Selbstevaluation der Lernenden durch direktes Feedback wird ermöglicht durch eine Rangliste mit der Anzahl erhaltener Punkte, die je nach Schnelligkeit der Beantwortung vergeben werden (Heusinger, 2020).

Die Personalisierung der spielerischen Lernangebote erfolgt durch die Stufung im Anforderungsniveau. So startet man in einem niedrigen Einstiegslevel und kommt zu immer komplexeren Aufgaben. Die vorher von Lernenden empfundene Lernmüdigkeit wird vergessen durch die Motivation, die eigene Bestzeit bzw. den eigenen Highscore zu

verbessern, um in Ranglisten aufzusteigen. Auf diese Weise wird das nachhaltige Lernen gefördert (Heusinger, 2020).
Ein digitales Tool zur Umsetzung dieser Lernform ist ClassCraft. ClassCraft ist ein LMS wie Moodle, jedoch ist diese Lernumgebung als Videospiel im Sinne von World of Warcraft konzipiert. Die Schülerinnen und Schüler erstellen eigene Charaktere, die individuelle Klassen (Magier, Heiler, Krieger etc.) haben. Die Lehrenden erstellen in Fantasielandschaften interaktive Lernpfade, in die multimediale Inhalte implementiert werden können. Ebenso richten die Lehrenden ein Regelwerk ein und legen fest, welche Fähigkeiten die Lernenden freischalten können. Die Lernenden bearbeiten die Aufgaben der Lernpfade und erhalten so Erfahrungspunkte, durch die sie aufsteigen und neue Fähigkeiten freischalten können (Bsp. mehr Bearbeitungszeit für Aufgaben oder das eine Aufgabe nicht bearbeitet werden muss). Je schneller Aufgaben bearbeitet werden, desto mehr Erfahrungspunkte erhalten die Lernenden. Die Lernenden können sich in Gilden organisieren, über das System kommunizieren und sehen, welche Gruppen wie weit in der digitalen Lernwelt fortgeschritten sind bzw. Punkte gesammelt haben. Eine visuelle Entwicklungsumgebung, um eigene Spiele zu programmieren, bieten verschiedene sogenannte Game Labs (Bsp. die visuelle Programmiersprache Snap). Dadurch kann der Einstieg ins Coden sowohl im Sach- oder später im Informatikunterricht erfolgen (Heusinger, 2020).
Insgesamt bietet das gamebasierte und gamifizierte Lernen verschiedene Möglichkeiten, um unterschiedliche Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schülern zu berücksichtigen und deren Lernmotivation zu verbessern. Die aktuelle digitale Infrastruktur an den Schulen verhindert aber leider die Umsetzung dieser Lernform maßgeblich.

3.4 Individualisiertes Lernen mit digitalen Medien

Es gibt kein universelles Modell oder Konzept, welches das Lernen für alle Schülerinnen und Schüler erklärt. Jeder Mensch lernt anders und deshalb muss die Schule, wenn sie sich in Zukunft noch als zentraler Ort des Lernens bezeichnen möchte, dem gerecht werden und Lernenden Raum lassen, ihre individuelle Persönlichkeit und ihre Potenziale zu entfalten (Heusinger, 2020).
Wenn das nicht geschieht, wird die Schule immer mehr an Bedeutung verlieren. Individualisiertes Lernen wird mit digitalen Medien (Bsp. Tablet-PCs, Smartphones etc.) durch die Medienkonvergenz von Text, Bild und Ton möglich. Über das Internet können Informationen eigenständig recherchiert und individuell aufbereitet werden (Heusinger, 2020). Bei analogen Medien (Bsp. Schulbücher) ist man bzgl. der nutzbaren Informationsmenge hingegen stark eingeschränkt, was dem individualisierten Lernen im Weg steht. Durch die Nutzung des Internets sind die Lernenden autonom in der Recherche und nicht an einseitige Erklärungen und Sichtweisen großer Verlage gebunden.

Der Eingangskanal für die Informationen kann frei durch die Lernenden gewählt werden. So kann nach jeweiligen Vorlieben entweder mit Audio-, Text- oder Videoformaten oder sogar Mischformaten gearbeitet werden (Heusinger, 2020). Die digitalen Tools zur selbstständigen Themenverarbeitung sind reichhaltig. Es gibt auf Internetseiten verschiedene Funktionen für das barrierefreie Arbeiten (Bsp. Anpassung der Schriftart oder Schriftgröße etc.), Übersetzungsdienste, interaktive Formelsammlungen, Apps für Wörterbücher, interaktive Periodensysteme, automatische Rechtschreibkontrollen (Bsp. LanguageTool), Simulationen technischer Prozesse (Bsp. planetschule.de) und zahlreiche digitale Versionen von Texten (Bsp. die Bibel, das Grundgesetz etc.). Wie die Erarbeitung kann auch die Aufbereitung der gesammelten Informationen beim individuellen Lernen mit digitalen Medien von Vorteil sein. So können die Lernenden auch hier selbst entscheiden, ob dies in Text-, Bild- oder in Tonform erfolgen soll. Der Vorteil der Erarbeitung in digitalen Formaten ist, dass diese schneller mit anderen geteilt werden können, um darüber zu kommunizieren und sich auszutauschen. Bei analogen Niederschriften gestaltet sich dies schwieriger. Wie schon beim gamifizierten Lernen (vgl. Kapitel 3.3) ist auch die Implementierung interaktiver Aktivitäten beim individualisierten Lernen von Vorteil, da durch die automatische Rückmeldung die Selbstevaluation gewährleistet wird (Heusinger, 2020). Die Verantwortung für die Gestaltung des Lernprozesses wird den Lernenden durch diese Möglichkeiten übertragen. Ziel dieser Lernform ist, dass die Schülerinnen und Schüler ein Bewusstsein für ihren eigenen Lernprozess entwickeln. Ein Nebeneffekt dieser Art des Lernens ist, dass die Lernautonomie, als eine entscheidende Eigenschaft in einer sich kontinuierlich entwickelnden Gesellschaft, gefördert wird, was eine Bedingung für lebenslanges Lernen ist (Heusinger, 2020). Neben den Möglichkeiten des individualisierten Lernens werden verschiedene Grade unterschieden. So kann der Lehrende den Lernenden Freiheiten in Teilbereichen gewähren oder in allen Bereichen. Hier muss je nach Lerngruppe differenziert werden, denn nicht alle Schülerinnen und Schüler haben eine für diese Lernform benötigte Selbststeuerungskompetenz. Die freie Wahl kann in verschiedenen Bereichen erfolgen. So können die Lernenden über Medien beispielsweise, Inhalte, Arbeitsformen, Sozialformen, Bearbeitungszeiten und den Schwierigkeitsgrad auswählen (Heusinger, 2020).

Welche Freiheiten verfügbar sind, ist abhängig vom gewählten didaktischen Ansatz der Lehrperson (vgl. Kapitel 3.2). Bei einem schülerzentrierten bzw. offenen Vorgehen werden die Freiheiten umfangreicher sein als bei einem geschlossenen bzw. lehrerzentrierten Vorgehen und je nach Vorgehen wird sich folglich der Grad der Individualisierung ändern. Insgesamt ergeben sich durch den Einsatz digitaler Medien im Unterricht verschiedene Möglichkeiten, das Lernen zu individualisieren und dadurch unterschiedlichen Lernpräferenzen der Lernenden gerecht zu werden.

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, das durch den Einsatz digitaler Medien verschiedene Lernformen umgesetzt werden können. Die Ergebnisse verschiedener Umfragen und Studien haben gezeigt, dass Lehrende in Deutschland bzgl. eines sinnvollen oder gar effektiven Einsatz geschult werden müssen. Von den festgelegten Kompetenzrahmen der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) ist Deutschland noch weit entfernt (vgl. Kapitel 1 und 2).
Da der Schwerpunkt dieser Arbeit im Handlungsfeld der methodisch-didaktischen Verankerung digitaler Medien zur Förderung des individualisierten Lernens liegt, wird im folgenden Kapitel auf die Entwicklung eines Konzepts für digitale Unterrichtsmaterialien zum individualisierten Lernen eingegangen.

4 Digitale Unterrichtsmaterialien für das individualisierte Lernen

Inwieweit die Lernform des individualisierten Lernens durch digitale Medien unterstützt werden kann, wurde im vorangegangenen Kapitel geschildert (vgl. Kapitel 3.4). In diesem Kapitel wird zunächst erklärt, was unter digitalen Lernmedien verstanden wird und wie sie sich von analogen Medien konkret abgrenzen. Im Anschluss daran wird auf das Konzept der freien Lern- und Lehrmaterialien bzw. Open Educational Resources (OER) eingegangen. Hierbei wird erklärt, was OER sind, welche Kriterien es für die Klassifizierung als OER gibt und welche Nachteile das OER Konzept hat. Im Anschluss daran wird ein Konzept für digitale Bildungsressourcen bzw. Digital Educational Resources (DER) vorgestellt. Ebenfalls wird auf die Notwendigkeit des DER Konzepts eingegangen sowie auf die Kriterien für DER. Im Anschluss werden die Unterschiede zwischen OER und DER diskutiert. Zum Abschluss des Kapitels werden Möglichkeiten der Gestaltung von DER und deren Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt.

4.1 Digitale Lernmedien

Was sind eigentlich Medien? Nach Petko werden Medien als „einerseits kognitive und andererseits kommunikative Werkzeuge zur Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von zeichenhaften Informationen“ definiert (Petko, 2014).
Menschen können sich demzufolge durch Medien, deren Inhalte didaktisch aufgearbeitet wurden, Wissen aneignen oder anderen vermitteln. In Lehr- und Lernprozessen haben Medien, als Lernmedien, eine steuernde Funktion. Ebenfalls nehmen Lernmedien Einfluss auf den Kommunikations- und Repräsentationsprozess bei der Wissensvermittlung (Peterßen, 2000).
Lernen beruht immer auf der Auseinandersetzung mit der Umwelt. In der Unterrichtssituation wird diese Umwelt durch das Lernmedium repräsentiert. In diesem Prozess können sich die Schülerinnen und Schüler mit der Umwelt auseinandersetzen, um

schließlich Wissen zu erlangen (Peterßen, 2000). Dies geschieht durch abbildhafte, modellhafte oder symbolische Repräsentationsformen (Tulodziecki, 2010).
Um irreführende Vorstellungen der Wirklichkeit zu verhindern, empfiehlt es sich, dass Vorstellungsbilder nicht nur durch Repräsentationsformen, sondern auch durch konkretes Handeln und Beobachtungen in der Wirklichkeit erworben wird (Tulodziecki, 2010). Die alleinige Bildung von Vorstellungen über die Wirklichkeit ist ebenfalls nicht frei von Nachteilen, da sie in verschiedenen Fachdisziplinen (Bsp. naturwissenschaftliche Fächer) keine nachvollziehbaren Erklärungen auf der Makroebene erlaubt. Ebenfalls können inhaltliche Vorstellungen in Wirklichkeitsbereichen nicht aneignet werden, weil gesundheitliche, ethische, räumliche oder zeitliche Gründe dies nicht erlauben (Tulodziecki, 2010).
Lernmedien haben auch eine Kommunikationsfunktion. Sie lenken die didaktische Kommunikation über thematische Inhalte zwischen Lernenden untereinander und Lehrenden. Durch Kommunikationsmedien dehnt sich das Denken in einen sozialen Kontext aus und findet nicht mehr nur im Kopf eines Lernenden statt.
Dadurch kommt es zwischen kollektiver und individueller Informationsverarbeitung zu einer Wechselwirkung (Petko, 2014). Die letzte Funktion der Lernmedien ist die Steuerung des Lehr- und Lernprozesses. Die Art und Weise der bildlichen oder textlichen Gestaltung der Lerninhalte hat Einfluss auf die Funktion. So wird die Möglichkeit der Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt durch die Lernenden dadurch beeinflusst, für welche Repräsentation man sich entschieden hat und welche Handlungsmöglichkeiten sich dadurch ergeben (Krapp, 2006). Anhand der genannten Funktion von Medien zeigt sich, dass durch den Einsatz digitaler Lernmedien ein weites Spektrum an Lernmöglichkeiten umgesetzt werden kann (Six, 2007). Laut Zumbach (2010) reichen traditionelle bzw. analoge Lernmedien aufgrund der Menge an Informationen in vielen Bereichen schon lange vor dem aktuell akuten Bedarf nicht mehr aus. In den vergangenen Jahrzenten hat die technologische Entwicklung immer stärker zugenommen. Lernen mit digitalen Medien hat inzwischen einen hohen Stellenwert und in vielen Bereichen kann man sich eine andere Art und Weise des Lernens nicht mehr vorstellen (Zumbach, 2021). Digitale Medien ermöglichen Lernerfahrungen, die mit analogen Medien und herkömmlicher Lehre nicht mehr möglich sind. So stehen durch verschiedene Kommunikations- und Informationstechnologien 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche und 365 Tage im Jahr Lernressourcen den Lernenden zur Verfügung. Man kann unabhängig von festgelegten Öffnungszeiten auf digitale Lernressourcen zurückgreifen (Zumbach, 2021). Durch standardisierte Lernangebote werden die Kosten insgesamt gesenkt und entwickelte Onlineangebote können von zahlreichen Lernenden genutzt werden. So können beispielsweise durch Blended-Learning Angebote die Kosten für Präsenzschulungen in Unternehmen reduziert werden. Vor allem in der beruflichen Ausbildung bieten digitale Medien Möglichkeiten, die

in analoger Form überhaupt nicht umsetzbar sind. Mithilfe von Text-To-Speech Software (Bsp. MURF) können Lernangebote ohne viel Zeitaufwand auditiv unterlegt und in verschiedener Sprache ausgegeben werden. Durch die Nutzung von Flugsimulatoren können Situationen trainiert werden, welche in der Realität und aufgrund der anfallenden Kosten nicht realisierbar wären. Die Verwendung digitaler Medien dient also auch der Gefahrenvermeidung. Es können gefährliche Verhaltensweisen gezielt eingeübt werden, ohne dass bei Fehlern reale Konsequenzen folgen. Neben Flugsimulatoren gibt es solche Angebote auch im Bereich der Anlagensteuerung (z.B. Kraftwerkssimulatoren) oder in der Produktionstechnik (Zumbach, 2021).

Ebenfalls lassen sich durch virtuelle Realitäten gefährliche Prozesse einüben. So gibt es bereits verschiedene Anwendungen im VR Bereich, um Vorgehensweisen (Bsp. Operationen in der medizinischen Ausbildung) virtuell zu üben oder durch AR (Augmented Reality), mithilfe von Brillen, Informationen zu erhalten z. B. wie chemische Prozesse gesteuert werden, was notwendiges Wissen in der Chemikanten Ausbildung der BASF ist. Es werden also reale Gegenstände mit digitalen Informationen kombiniert. Neben der bereits erwähnten Zeitunabhängigkeit digitaler Medien ist die Ortsunabhängigkeit ein weiterer Vorteil gegenüber traditionellen Angeboten. So können beispielsweise, anstatt eine Vorlesung zu besuchen, einfach die Audio- und Videoaufzeichnungen dieser angeschaut werden (Zumbach, 2021).

In der coronabedingten Situation hat dies der Gesellschaft dabei geholfen, dass die Inzidenzwerte nicht weiter gestiegen sind. Durch die Ort- und Zeitunabhängigkeit ist die Globalität ein weiterer Vorteil des Digitalen im Vergleich zum Analogen. Früher war das Lernen auf eingegrenzte Kulturkreise beschränkt. Heute ermöglichen die verschiedenen digitalen Tools den Lernenden eine weltweite Aus-, Weiter- und Fortbildung (Zumbach, 2021).

Für die Schülerinnen und Schüler hat dies den Vorteil, dass sie sich die Lernangebote aussuchen können, die ihnen dabei helfen, etwas zu verstehen. Früher war das Lernen nur auf die Schule und den Unterricht beschränkt. Der unmittelbare Bedarf an Informationen kann durch die permanente Verfügbarkeit von Informationen über das Internet begegnet werden. Die Synchronizität der Informationen ist an Schulen, aufgrund eines noch immer nicht stabil vorhandenen Internetanschlusses, leider noch ein Problem. Durch Animationen oder virtuelle Realitäten lassen sich Phänomene darstellen und erlebbar machen, die mit analogen Medien nicht erschlossen werden können. Dies betrifft nicht nur den Mikro- sondern auch den Makrokosmos. So können beispielsweise durch aktuelle digitale Technologien Kamerafahrten durch unser Sonnensystem genutzt werden oder Orte auf der Erde besucht werden, die man sonst nie erreichen würde (Zumbach, 2021).

Die entscheidendsten Unterschiede digitaler Medien zu analogen Medien ist aber die Adaptivität und Interaktivität.

So ist eine direkte Rückmeldung auf die Handlung von Lernenden nur durch digitale Systeme möglich. Daraus ergeben sich unbegrenzte Möglichkeiten an Aktion-Reaktionssequenzen (Zumbach, 2021).
Die Anpassung der Lernumgebung an die individuellen Lernvoraussetzungen ist ein weiterer Vorteil. Hierbei kann die Adaptivität mit der Interaktivität gekoppelt werden. So kann in digitalen Systemen (Bsp. LMS Moodle) die Eingabe des Lernenden zu einer Anpassung der Lernumgebung führen (Bsp. Festlegung von Voraussetzungen zwischen Aktivitäten und Freischaltung alternativer Lernpfade). Ebenfalls können Aufgaben im angemessenen Schwierigkeitsgrad den jeweiligen Lernenden präsentiert werden, um Über- aber auch Unterforderungen zu vermeiden.
Der Aufwand der Umsetzung solcher Lernumgebungen steigt mit der Größe der Lerngruppe. Trotzdem sollte dies kein Hindernis sein, zumal man bereits erstellte Lernumgebungen wiederverwenden und weiterentwickeln kann (Zumbach, 2021). Obwohl die Vorteile der digitalen Medien deutlich sind, ist es noch immer eine Leitfrage in der wissenschaftlichen Diskussion, wie digitale Lernmedien gestaltet werden können. Um diese Frage zu beantworten, wird im folgenden Kapitel zunächst auf das Konzept der OER eingegangen.

4.2 Open Educational Resources (OER) Konzept

Der Begriff Open Educational Resources hat seinen Ursprung in der sozialen Bewegung des Open Source. Seit den 1960er und dann zunehmend seit den 1970er forderte diese Bewegung die Offenlegung, Weitergabe und das Studium der Quelltexte von Software (Mruck et al., 2011). Am Massachusetts Institute of Technology etablierte sich unter Programmierern die Hacker-Kultur und führt schließlich zur Gründung des GNU-Projekts. Daraus wurde Anfang der 1990er Jahre das freie Betriebssystem Linux veröffentlicht. Mit dem Start von Linux begann gleichzeitig die Open-Access-Bewegung. Ziel dieser Bewegung war es, sich für den offenen Zugang von wissenschaftlicher Literatur einzusetzen, vor allem dann, wenn die Forschungsergebnisse der Projekte mit finanziellen Mitteln der Öffentlichkeit finanziert worden waren (Mruck et al., 2011).
Die bildungspolitische Forderung nach Open Education, also Bildung frei verfügbar zu machen, war der nächste Schritt in diesem Prozess. Die freie gemeinschaftliche Enzyklopädie Wikipedia startete im Jahr 2001.
So komplex wie die OER Thematik inzwischen geworden ist, wird im Rahmen dieser Arbeit nur auf die dafür relevanten Punkte eingegangen. So werden in den folgenden Kapiteln die Fragen beantwortet, was OER eigentlich sind, welche Kriterien es für OER gibt und welche Nachteile der OER Bewegung zugesprochen werden.

4.2.1 Was sind OER?

Als eine neue Art der Informationsdarstellung und Informationsverteilung kann das Konzept der OER gesehen werden (UNESCO, 2011). Hauptsächlich im Bereich der internetbasierten Wissensvermittlung im Kontext der Fern- und Hochschullehre ist eine zunehmende Integration von OER zu beobachten. Die Verbreitung von OER geschieht im Wesentlichen im Social Media Bereich. Autoren von OER erhoffen sich dadurch eine zunehmende Reputation und stärkeres Verbreitungspotential (Stannard, 2010).

Da es bis heute kein einheitliches Verständnis gibt, was OER eigentlich sind, kann die Frage nicht zufriedenstellend beantwortet werden.

Erstmals wurde der Begriff im Jahr 2002 vom UNESCO Forum on the Impact of Open Courseware verwendet (UNESCO, 2002). Eine aus dem Jahr 2012 stammende Begriffsdefinition der UNESO ist inzwischen sehr weit verbreitet. Demnach handelt es sich bei OER um 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 geringfügiger Einschränkung erlaubt (Deutsche UNESCO-Kommission, 2013). OER versteht man in anderen Veröffentlichungen im Kontext Lernen als eine Rücknahme künstlicher Schranken der Bearbeitbarkeit und (Mit-) Teilbarkeit von Materialien (Muuß-Merholz & Schaumburg, 2014).

Eine lebhafte Diskussion zum Einsatz von OER in deutschen Schulen startete, als Ende 2011 bekannt wurde, dass die Schulbuchverlage mit den Kultusministerien vereinbart hatten, durch den Einsatz einer Software (Schultrojaner) Urheberrechtsverletzungen auf den digitalen Endgeräten der Schule nachverfolgen zu können (Beckedahl, 2011). So unterschiedlich die Begriffserklärungen sind, so verschieden sind auch die Merkmale, die OER auszeichnen.

4.2.2 Kriterien und Qualitätssicherungsverfahren für OER

Die OER Bewegung möchte, dass Bildung frei verfügbar ist (vgl. Kapitel 4.2). Dabei müssen selbstverständlich ein paar Kriterien berücksichtigt werden. Da das Verständnis und die Definition von OER nicht einheitlich festgelegt sind, zeichnen sich OER durch verschiedene Merkmale aus. Geser (2007) fasst die Kriterien für OER wie folgt zusammen.

- Der Zugang zu freien Inhalten, sowie der Metadaten ist für Bildungsinstitutionen sowie deren Endverbrauchen (Lehrende und Lernende) lebenslang kostenlos.
- Für die Weiterverbreitung zu Bildungszwecken sind die Inhalte weniger restriktiv lizenziert, um sie nach Bedarf verändern, kombinieren und in anderen Kontexten wiederverwenden zu können. Dies bedeutet, dass die Inhalte unter Nutzung offener Formate und Standards erstellt werden, um eine einfach Weiternutzung zu ermöglichen.

- Bei webbasierten Inhalten und Diensten soll für das Lernsystem bzw. -werkzeug eine Open-Source-Software verwendet werden, um zu gewährleisten, dass der Quellcode zugänglich ist und dass offene Schnittstellen (open APIs) gegeben sind (Geser, 2007).

Ebenso wie es keine einheitliche Definition noch Merkmale für OER gibt, sind einheitliche Standards bzw. Qualitätssicherungsverfahren ebenfalls nicht gegeben. Um die Qualität von OER zu standardisieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die entweder sehr geschlossen oder offen sind. So kann vor der Veröffentlichung eines OER ein Peer-Review-Prozess gestartet werden, wobei dieser sehr aufwendig ist. Eine andere Möglichkeit ist die offene Kommentierung durch Nutzer. In vielen Plattformen (Bsp. Mundo) ist solch eine Funktion gegeben. Anhand der Bewertungen bzw. Kommentare des vorherigen Nutzers einer OER, können andere dessen Qualität einschätzen. Ein Problem hierbei ist, dass sich viele Nutzer nicht die Mühe machen OER zu bewerten, geschweige denn Kommentare zu verfassen, die für andere nützlich sein können. Neben den Kommentaren bietet sich als Bewertungskriterium auch die Anzeige der Downloadzahlen an. So sehen Nutzer, welche OER am häufigsten von anderen genutzt worden sind. Ein weiteres Verfahren der Qualitätssicherung von OER ist über die Einbindung des Namens einer Institution (Bsp. Hochschulen) möglich, quasi als eine Art Qualitätsgarantie. Hierbei wird es aber als Problem angesehen, dass durch Akkreditierungsverfahren eben jene Institutionen zu viel Einfluss auf die OER hätten (Kerres & Heinen, 2014). Der bis heute nicht gelöste Wunsch nach Einheitlichkeit bzgl. der Definition, der Kriterien und der Qualitätssicherung führt dazu, dass der OER-Bewegung vorgeworfen wird, immer wieder nur neue Insellösungen zu generieren, deren Potenzial lediglich im jeweiligen Kreis interessierter Personen bekannt und genutzt wird. Die uneinheitlichen Kriterien lassen sich vermutlich dadurch erklären, dass man möglichst viele Inhalte als OER klassifizieren kann.
Im folgenden Kapitel werden deshalb die Auswirkungen fehlender Kriterien und Qualitätsverfahren für OER diskutiert.

4.2.3 Nachteile des OER Konzepts

Die Uneinheitlichkeit des OER Konzepts (vgl. Kapitel 4.2.2) wurde bereits vielfach kritisiert. Die angesprochenen Probleme sorgen beispielsweise dafür, dass in weniger technologisch entwickelten Ländern bildungspolitische Ziele durch OER bisher nicht gelöst werden konnten. Das Potenzial von OER muss stärker von den Ländern kommuniziert werden, die bereits davon profitieren (UNESCO, 2011). Dies führt wiederrum zu einem anderen Problem. So wird auch das altruistische Motiv der sogenannten OER Bewegung durch Kritiker bereits sehr früh angezweifelt. So behaupten Kritiker, dass eigennützig gehandelt wird, weil primär auf Grundlage politischer, wirtschaftlicher und kultureller Präferenzen

hochentwickelter Länder die Schaffung und Verbreitung von Wissen in unterentwickelten Ländern erfolgt (Mulder, 2008). Im Jahr 2014 hat das Bildungsprogramm der Hewlett Foundation, ein wesentlicher finanzieller Förderer von OER, das Forschungsinstitut SRI Education damit beauftragt, ihre Investitionen in den Open Educational Resources Hub (OERRH) zu bewerten. Der OERRH wurde 2012 gegründet und dient der Durchführung, Unterstützung und Verbreitung von Forschungsergebnissen bzgl. der Auswirkung von OER auf Lehr- und Lernpraktiken. Der Bericht basiert auf Artikeln, die sich mit OER befassen und zwischen 2012 und 2014 veröffentlicht wurden sowie auf Interviews mit OERRH Mitarbeitern und OER Experten (Shear, Means & Lund, 2015). Der Bericht verdeutlich verschiedene Bedürfnisse für die OER Forschung. So besteht ein dringender Bedarf an kontrollierten Wirkungsstudien, um die Kosten- und Lernwirkung der Nutzung von OER im Vergleich zu anderen analogen bzw. digitalen Lehr- und Lernmedien festzustellen. Ebenfalls fordern die OER Interessenträger laut dem Bericht, eine glaubhafte Übersicht der verfügbaren Forschungsergebnisse, um bildungspolitischen Entscheidungsträgern zu verdeutlichen, dass Open Educational Resources im Vergleich zu kommerziell veröffentlichten Materialien eine praktikable Alternative darstellen (Shear, Means & Lund, 2015). Auch stellt der Bericht fest, dass es noch zu wenige Untersuchungen gibt, die sich mit der wirksamen Integration von OER in Bildungseinrichtungen und Unterrichtsprozesse befassen. Auch die Fähigkeit der Anpassung von OER an unterschiedliche Kontexte wird im Bericht thematisiert. So gibt es wenige Studien, die sich damit beschäftigen, ob sich aus der Möglichkeit die Inhalte anzupassen, ein Vorteil gegenüber der bereits vorliegenden Form der OER ergibt (Shear, Means & Lund, 2015).

Die geringe Anzahl der Studien in diesem Zusammenhang lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass viele OER das von Geser (2007) definierte Kriterium (vgl. Kapitel 4.2.2) der Veränderbarkeit nicht unterstützen.

Ein weiterer Kritikpunkt laut dem Bericht von SRI Education ist, dass das OER Klassifizierungssystem sehr weit gefasst ist und viele Lehr- und Lernressourcen in Studien einfach dazu gezählt werden, auch wenn die damit verbundenen Kosten, Umsetzungsprobleme und Ergebnisse sehr unterschiedlich sind. Die Folge ist, dass Aussagen der Studien nicht miteinander verglichen werden können bzw. es schwierig ist, aussagekräftige Aussagen bzgl. der Anwendungsfrage und des Mehrwerts verschiedener Ressourcentypen zu treffen (Shear, Means & Lund, 2015).

Um das Problem zu lösen, schlägt der Bericht ein Klassifizierungssystem von OER vor, dass aus enger definierten OER-Unterkategorien besteht. Neben der Klassifizierung wird auch eine gemeinsame Sprache von Forschungsstudien im OER Bereich vorgeschlagen, um Ergebnisse besser vergleichen zu können. Beispiele sind Wirkungsstudien, die zeigen, welche Ergebnisse sich mit und ohne OER ergeben im Bereich der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler, der sozioemotionalen Lernfaktoren, der Lehrerpraktiken und der

Kosteneffizienz. Die Art und Weise der OER Integration würde konkret durch Implementierungsstudien erfasst werden (Shear, Means & Lund, 2015). Laut Bericht besteht der größte OER Forschungsbedarf im Bereich der Wirkungsstudien (mit aussagekräftigen Kontrollgruppen und einer objektiven Einbeziehung externer Lernmaßnahmen), der Kostenwirkungsstudien (speziell Kombination von Kosten- und Effektivitätsdaten, um die gewünschten Schülerergebnisse in Relation zu den Kosten pro OER Einheit zu schätzen), der Implementierungsstudie (Konzentration auf die Merkmale, die OER von bisherigen Lernressourcen unterscheiden) und auch politische Studien (Kostenwirksamkeit einer langfristigen Implementierung von OER) (Shear, Means & Lund, 2015).Im Prinzip besteht noch in allen Bereichen weiterer Forschungsbedarf.

Der Bericht konstatiert, dass der Fortschritt der OER Bewegung daran scheitert, dass eine gemeinsame Wahrnehmung fehlt, was OER sind, weshalb die verschiedenen Ergebnisse und unterschiedlichen Kosten im OER Bereich nicht eingeordnet werden können. Ebenfalls muss die Qualität und Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger OER Forschung verbessert werden, um zu verdeutlichen, dass man der beschriebenen Vision (vgl. Kapitel 4.2 und 4.2.1) gerecht wird (Shear, Means & Lund, 2015).

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass im Rahmen der OER Bewegung das Thema der Finanzierung unterrepräsentiert ist. Die Medien, die als OER angeboten und von anderen genutzt werden sollen, müssen von Personen erst einmal erstellt werden. Die zurückhaltende Beteiligung vieler Lehrenden lässt sich dadurch erklären, dass die Bereitschaft nicht vorhanden ist, die Ergebnisse der eigenen Lehrmittelproduktion mit anderen Lehrenden kostenfrei zu teilen. Daneben haben Lehrende Bedenken, Medien von anderen in der eigenen Lehre zu nutzen oder eine kritische Rückmeldung bei selbsterstellten Lernmedien von anderen Lehrenden zu bekommen.

So zeigt der Bildungsbericht 2020, dass die Lehrenden in Deutschland eine skeptische Einstellung haben, selbst OER anzubieten (Bildungsbericht, 2020). Die Folge ist, dass ein paar wenige Institutionen und Stakeholder, die direkt an den OER Fördertöpfen sitzen, die einzigen Produzenten von OER sind, wodurch kein vielfältiges Angebot an offenen Lehr- und Lernmedien entsteht.

In einer aktuellen Veröffentlichung der Hewlett Foundation wird ein Fazit gezogen bzgl. der Investitionen und des Engagements in die OER Idee. Laut dieser Veröffentlichung hat sich das OER Thema etabliert und Wurzeln geschlagen. Es hat sich ein Ökosystem aus offenen Bildungsnetzwerken gebildet. Auch wenn diese Netzwerke inzwischen Praktiken, Ressourcen, Richtlinien und Forschung umfassen und es das Ziel ist, Lernen gerechter und effektiver zu gestalten, führen offen lizenzierte Materialien nicht einfach systematisch zu einer Verbesserung in der Bildung (DeBarger & Casserly, 2021).

Aufgrund der genannten Probleme wird in den folgenden Kapiteln ein theoretisches Konzept für digitale Lehr- und Lernmedien vorgestellt, dass eindeutige Aussagen bzgl. der Definition, Kriterien, Qualitätssicherungsverfahren und Lizenzen macht.

4.3 Digital Educational Resources (DER) Konzept

In den folgenden Kapiteln wird ein alternatives Konzept zu den Open Educational Resources vorgestellt. Dabei wird zunächst geklärt, was Digital Educational Resources (DER) sind. Im Anschluss daran wird auf die Notwendigkeit eines konkreten Konzepts für digitale Lehr- und Lernressourcen dargestellt. Es folgen die Kriterien für DER sowie eine Beschreibung der Unterschiede zwischen OER und DER. Zum Abschluss des Kapitels wird die exemplarische Erstellung von DER erläutert und die Einsatzmöglichkeiten von DER aufgezeigt.

4.3.1 Was sind DER?

Die Frage, was DER sind, lässt sich im Grunde einfach beantworten. Es handelt es sich um digitale Lehr- und Lernmedien, die aufgrund ihrer Konzeption die Vorteile bzw. das Potenzial der Digitalisierung tatsächlich nutzen und anderen die Weiterverwendung ermöglichen.

Dabei ist im Wesentlichen die Adaptierbarkeit bzw. die Möglichkeit der Anpassung des Lernmediums gemeint. In vielen Publikationen, Berichten, Tagungen werden den OER ebenfalls diese Eigenschaft zugeschrieben. Auch in aktuellen Publikationen werden den OER dadurch ein großes Potenzial für personalisiertes Lernen zugesprochen (DeBarger & Casserly, 2021). Wenn man aber die Angebote verschiedener Anbieter (Mundo, Serlo, ZUM, ELIXIER, HOOC etc.) von OER betrachtet, stellt man schnell fest, dass die Mehrheit der Medien diese Möglichkeiten nicht erlauben und diese nicht einmal unter einer konkreten CC-Lizenz stehen. Ein aktuelles Beispiel ist das frei zugängliche Medienportal MUNDO. Die Plattform MUNDO entsteht im Rahmen des Projekts SODIX und hat das Ziel, eine ländergemeinsame Bildungsmedieninfrastruktur zu etablieren, wie es in der Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ der KMK (2016) vorgeschlagen wird. Wenn man die Medienzusammensetzung von MUNDO genauer analysiert, erkennt man sehr schnell, dass die offene Bildungsmediathek der Länder überwiegend statische, nicht veränderbare Medien anbietet. Die verfügbaren Medien bei MUNDO werden nach Lernressourcentypen unterteilt. Audiodateien sind dabei mit 17.342 [45%] der am häufigsten vertretene Lernressourcentyp. Das Video ist mit 5.754 [15%] Medien der zweithäufigste Typ. Es folgen Bilder mit 3.843 [10%] und Unterrichtsbausteine mit 3.224 [8%]. Mit 1.890 [5%] Medien ist der Typ Arbeitsblätter eher wenig vorhanden, ebenso Karten mit 1.555 [4%] und reinen Texten mit 1.425 [4%]. Unterrepräsentiert auf MUNDO sind Lernressourcen vom Typ Experimente [65], Webseiten [38], Webtools [30] und Tests bzw. Prüfungen [20], also vor

allem interaktive Medien, wobei sich hierbei der größte Effekt beim Lernen mit Medien einstellt (vgl. Kapitel 2.2). Mit 2.560 [6%] Medien beinhaltet die Kategorie „Sonstiges“ als Ressourcentyp überwiegend statische Arbeitsblätter und Bilder, die als Recherche-Auftrag bezeichnet werden (siehe Abbildung 2). Die Angebote von MUNDO stehen hierbei exemplarisch für das Problem der OER, woraufhin sich die Notwendigkeit für DER ergibt.

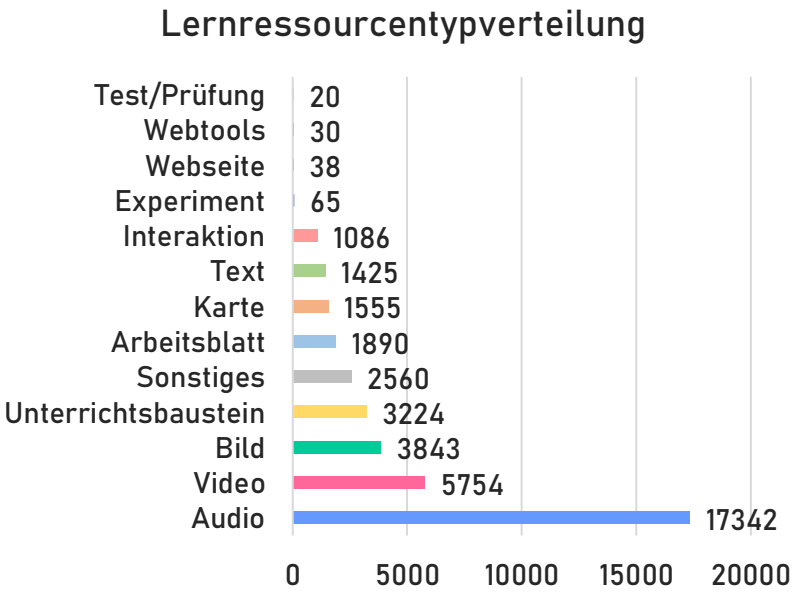


Abb. 2: Lernressourcentypverteilung der offenen Bildungsmediathek der Länder MUNDO

4.3.2 Notwendigkeit von DER

Das Idealbild von Lernen wird immer als ein individueller Prozess angesehen, in dem der Lernende durch Aneignung und Konstruktion Wissen entwickelt. Der Prozess findet dabei in aktiver Auseinandersetzung mit einem Inhalt statt. Um das zu erreichen, sollten Medien zum Einsatz kommen, welche den Lernenden die größtmögliche Freiheit bieten, sich Wissen individuell anzueignen. So ähnlich steht es bereits in einem Whitepaper zu Grundlagen, Akteuren und Entwicklung im Kontext OER für Schulen und Bildung aus dem Jahr 2014 (Muuß-Merholz & Schaumburg, 2014).

Lernmedien müssen also aktiv und vielfältig bearbeitet, verändert, neu angeordnet und mit anderen kombiniert werden können. Die zahlreichen Möglichkeiten der Umsetzung in verschiedene Lernformen (vgl. Kapitel 3), wird durch digitale Werkzeuge und Inhalte möglich. In Anbetracht des beschriebenen Idealbilds vom Lernen, ist die Lernförderlichkeit eines Lernmediums, abhängig von dem Grad seiner Adaptierbarkeit. Demzufolge sind unveränderliche bzw. statische Lernmedien weniger lernförderlich.

Als nicht anpassbare Lernmedien werden dabei auch die angesehen, die nur in einem vom Verfasser vorgegebenen Rahmen bearbeitet werden können (Muuß-Merholz & Schaumburg, 2014).

Ebenfalls geht ein moderner Lernbegriff davon aus, dass Lernen durch Austausch und Zusammenarbeit zwischen Lernenden und der Umwelt stattfindet.

Dies gilt für den Aneignungsprozess, aber auch für die Erstellung und Verbreitung von Ergebnissen (Muuß-Merholz & Schaumburg, 2014). Da digitale Inhalte und Werkzeuge auch diese Möglichkeiten unterstützen, sind sie für den Unterricht klar von Vorteil. Diese Idealvorstellung lässt sich auch auf das allgemeine Verständnis der Kompetenzentwicklung übertragen. So kommt es zu einem Kompetenzerwerb durch die Kompetenzvermittlung und die Kompetenzentwicklung. Der passive Kompetenzerwerb ist hierbei die Kompetenzvermittlung (Bsp. Lernziele werden durch den Lehrenden definiert), die vom Lehrenden initiiert wird.

Der aktive Kompetenzerwerb ist die Kompetenzentwicklung, also die aktive Konstruktion (Bsp. Lernziele werden von Lernenden selbst definiert) durch den Lernenden. Für den Kompetenzerwerb ist die Vermittlung also die Vorstufe der Entwicklung (Schwarze, 2014).

Aufgrund dessen, dass unter dem Begriff OER jegliche Art von Medien fallen kann (Bild, Musik, Audioaufnahme, Film, interaktive Aufgabe, Arbeitsblatt, Learning Object, Simulation, Aufgabenzusammenstellung, Karten), die im Wesentlichen nicht veränderbar sind und der bereits beschriebenen Uneinheitlichkeit des Konzepts (vgl. Kapitel 4.2.2 und 4.2.3) kann das anfangs beschriebene Idealbild von Lernen nicht berücksichtigt werden.

Die Notwendigkeit des DER Konzepts ergibt sich auf Grundlage dieser Tatsache. Ein DER wird dieser Vorstellung des Lernens durch strikte Kriterien gerecht.

Insgesamt sollen DER, dem im Jahr 2002 vom Institute of Electronics Engineers (IEEE) verabschiedeten offenen Learning Object Metadata (LOM) Standard durch ihre Funktionalität stärker gerecht werden, als es OER tun (Hodgins & Duval, 2002).

Dieser Standard wurde konkret entwickelt, um den Austausch, die Beschaffung, die Suche und die Verwendung von Lernobjekten zu erleichtern. Ziel ist, das Austauschen und Teilen von Lernobjekten durch die Entwicklung von Verzeichnissen zu vereinfachen, die auch kulturelle und sprachliche Unterschiede berücksichtigen. Um dies zu erreichen, müssen, laut des LOM Standards, die Lernmedien mit Metadaten versehen werden, die standardisiert sind und die jeweiligen Inhalte so beschreiben, dass sie in anderen Anwendungen eingesetzt werden können (Hörmann & Faatz, 2001).

Anders formuliert, bestehen Inhalte aus Elementen, die von anderen weiterverwendet werden können, um aus besagten Elementen im optimalen Fall, ein komplett neues Lernmedium zu konstruieren.

Ein Kritikpunkt an dieser Vorgehensweise ist, dass die Produktion dieser Medien kostspielig und aufwendig ist. Durch die Anpassbarkeit können Medien nach diesem Standard aber in verschiedenen Kontexten Verwendung finden und somit der Kosten-Nutzen-Problematik entgegenwirken. Auch könnten die Lerninhalte nicht nur im Bildungsbereich des Landes verwendet werden, in dem sie erstellt worden sind, wodurch der Return of Investment steigen würde. Auf die Kriterien, die ein DER konkret definieren, wird im folgenden Kapitel eingegangen.

4.3.3 Kriterien für DER

Um die Fehler des OER Konzept zu vermeiden, werden gleich zu Beginn dieser vielleicht neu entstehenden Bewegung, klare Kriterien definiert, die ein DER berücksichtigen muss. Das DER Konzept basiert einerseits auf verschiedenen Theorien der kognitiven Psychologie und der Pädagogik und andererseits auf aktuellen Vorstellungen von Lehrerinnen, Lehrern und Lehramtsstudierenden aller Schulformen bzgl. der Kriterien für Medien, die individualisiertes Lernen unterstützen.

Die Vorstellungen werden im Rahmen einer Delphi Studie ermittelt (vgl. Kapitel 5 und 6). Als theoretische Kriterien für DER werden die lernpsychologischen Theorien und Modelle zum Lernen mit digitalen Medien, der Ansatz der Participatory Culture, die Ebenen des SAMR Modell, das 4K Modell, die Grundprinzipien der Barrierefreiheit, die Usability und das Grundverständnis der Bildung als Prozess der Individualisierung berücksichtigt.

Alle genannten Kriterien müssen für eine Klassifizierung als DER erfüllt sein.

Um die Relevanz der einzelnen Kriterien für das DER Konzept nachvollziehen zu können, wird in den folgenden Unterkapiteln auf diese eingegangen. Alle Kriterien sind gleich wichtig für ein DER. Kein Kriterium ist dem anderen übergeordnet.

Die Kriterien für DER können nach durchgeführten Wirksamkeitsstudien erweitert bzw. ergänzt werden.

4.3.3.1 Kriterium 1: Lernpsychologische Theorien und Modelle zum Lernen

Menschen lernen mit Medien in allen Lebensbereichen und nicht nur in Bildungseinrichtungen. Menschen schauen Fernsehen, streamen Serien (Bsp. Netflix), lesen Texte in Magazinen und Büchern, arbeiten am PC oder Laptop oder hören Radio. Ein Leben lang findet der Prozess des Lernens statt (Kerres, 2018).

Als Aufbau und Umbau kognitiver Strukturen wird Lernen aus psychologischer Perspektive betrachtet (Petko, 2014). Für eine lernförderliche Gestaltung digitaler Lernmedien ist es deshalb unabdingbar, sich mit dem Prozess der Informationsaufnahme und -verarbeitung auseinanderzusetzen. Bekannt ist bereits, dass die Adaptierbarkeit des Mediums ein Kriterium für dessen Lernförderlichkeit ist (vgl. Kapitel 4.3.2).

Die Vermeidung einer kognitiven Belastung der Lernenden ist ein weiteres Kriterium (Zumbach, 2010). Laut dem Drei-Speicher-Modell von Atkinson und Shiffrin (1968) besteht das menschliche Gedächtnis aus drei Bereichen. In diesen werden Informationen aufgenommen, verarbeitet und schließlich gespeichert (siehe Abbildung 3).

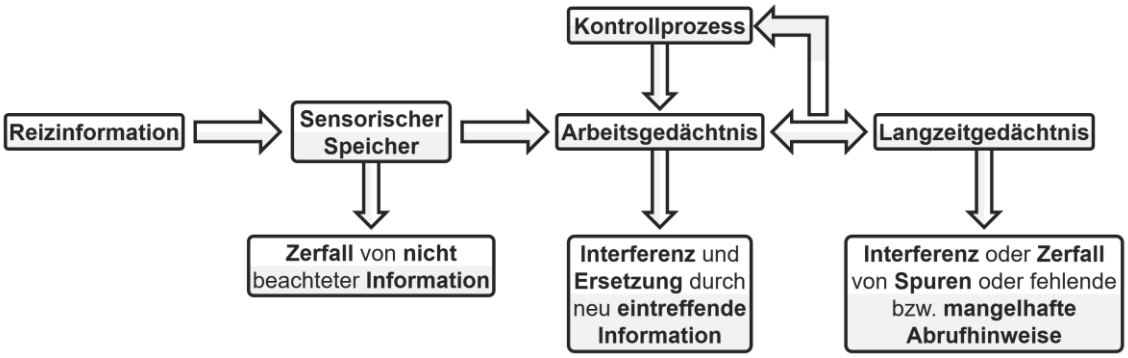


Abb. 3: Das Drei-Speicher-Modell nach Atkinson und Shiffrin (1968) [Eigene Darstellung]

Zunächst gelangen Informationen durch unsere Sinne aus unserer Umwelt in das sensorische Register. Der Übergang der Informationen in das Arbeitsgedächtnis ist dabei an den Prozess der Aufmerksamkeit gebunden. Mit anderen Worten, je aufmerksamer der Lernende ist, desto eher gehen die Informationen in den nächsten Gedächtnisbereich über. Die Informationsverarbeitung beginnt, wenn die Informationen im Arbeitsgedächtnis angekommen sind. Es kommt erst dann zur dauerhaften Speicherung im Langzeitgedächtnis, wenn die Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeitet worden sind (Zumbach, 2010).

Es ist bereits sehr lange bekannt, dass ein effektiver Einsatz digitaler Medien im Unterricht, aufgrund des Aufbaus nach dem Modell von Atkinson und Shiffrin (1968), an eine optimale Auslastung des Arbeitsgedächtnisses gebunden ist (Krapp & Weidemann, 2006 & Rey, 2008). Es gibt bereits verschiedene Modelle und Theorien, die sich mit dem Prozess der Informationsaufnahme und -verarbeitung befasst haben. Das DER Konzept berücksichtigt die bekanntesten Theorien und Modelle als Kriterium. Konkret handelt es sich um die Cognitive Load Theorie von Sweller (1991), das integrative Modell des Text- und Bildverständnisses nach Schnotz (2005) und die kognitive Theorie multimedialen Lernens von Mayer (2014). Wenn die Theorien von Mayer und Sweller betrachtet werden, erkennt man, dass sie vom Aufbau sehr ähnlich sind. Sweller unterscheidet sich von Mayer nur dadurch, dass es in seinem Modell um die Gestaltung von Informationsdarstellungen geht, welche es den Lernenden erlauben, die bestmögliche Leistung zu erbringen. Wie Lernende am besten durch Animationen, Abbildungen, Videos und Worten (gesprochen oder geschrieben) lernen, beantwortet dagegen die Theorie von Mayer (Ray, 2008). Die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernmedien ist nach Mayer (2014) notwendig, damit Zusammenhänge konstruiert werden können. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass Lernmedien eine kohärente Struktur besitzen und die Informationsdichte nicht zu umfangreich ist (Mazarakis, 2007).

Der konstruktive Ansatz passt zu Jenkins geäußerten Vorstellungen und dem Ansatz der Partizipationsgesellschaft (vgl. Kapitel 4.3.3.2).

Die Theorie von Mayer hat auch Ähnlichkeiten mit dem Modell von Schnotz. Schnotz unterscheidet, im Vergleich zu Mayer, nicht zwischen Bildern und Wörtern, sondern zwischen deskriptiven (geschriebenen oder gesprochenen Texten und mathematischen Formeln) und depiktionalen (Bilder, Fotografien und Gemälde) Repräsentationen (Schnotz, 2005). Das Vorwissen der Lernenden ist bei beiden Theorien wichtig (Mazarakis, 2007), was sich mit den Ergebnissen der Hattie Studie (vgl. Kapitel 3.2) deckt, dass die Merkmale der Lernenden den größten Einfluss haben, wenn es um die Erklärung unterschiedlicher Lernleistungen im Unterricht geht. Aus den genannten lernpsychologischen Theorien wurden zahlreiche Empfehlungen für die Gestaltung digitaler Lernmedien abgeleitet.

Mittlerweile sind knapp 30 Design- bzw. Gestaltungsprinzipien formuliert und erforscht. So werden aus den lernpsychologischen Modellen und Theorien die folgenden Kriterien in das DER Konzept übernommen.

Die Bildung von mentalen Modellen, also nachhaltiges Lernen zu gewährleisten, erfordert eine entsprechende Gestaltung digitaler Lernmedien. Das Ziel der Designprinzipien ist es, nur relevante Lernprozesse zu initiieren und den unnötigen Verbrauch kognitiver Ressourcen zu unterbinden (Roche, 2019). So empfiehlt das Multimediaprinzip die Nutzung von zwei Codierungsarten (Bild und Text), um die Abrufbarkeit in das Arbeitsgedächtnis (vgl. Atkinson und Shiffrin, 1968) zu steigern (Jadin, 2013). Nur lernrelevante Informationen sollen laut dem Relevanzprinzip dargestellt werden. Die doppelte Darbietung von Informationen soll nach dem Redundanzprinzip vermieden werden (Jadin, 2013). Für das digitale Lernmedium bzw. DER bedeutet dies, dass bei der Kombination von gesprochenem Text mit Bildern, auf geschriebenen Text verzichtet werden sollte. Wenn das nicht berücksichtigt wird, kommt es im Arbeitsgedächtnis zu einer zusätzlichen Verarbeitung (Roche, 2019).

Bei audiovisuellen Lernmedien (Bsp. Lernvideos) sollte der gesprochene Text nicht nochmal geschrieben erscheinen. Auch das Modalitätsprinzip empfiehlt, die Überlastung der Verarbeitungskanäle im Arbeitsgedächtnis dadurch zu vermeiden, indem Bild- und Textanteile in digitalen Lernmedien in unterschiedlichen Sinnesmodalitäten dargeboten werden (Roche, 2019). Anstatt eines erklärenden soll ein gesprochener Text im digitalen Lernmedium integriert sein (Jadin, 2013). Um diese Prinzipien zu erfüllen, aber auch dem Kriterium der Barrierefreiheit (vgl. Kapitel 4.3.3.5) gerecht zu werden, sollten DER die erklärenden Texte in der Ursprungsdatei enthalten, die dann individuell von den Nutzern entfernt oder beibehalten werden können. Die Hervorhebung wichtiger Elemente (Bsp. Details in Visualisierungen oder bestimmte Textbausteine), um die Aufmerksamkeit der Lernenden zu steuern, empfiehlt das Signaling-Prinzip. Auch das Prinzip der Aufmerksamkeitsfokusierung befürwortet das Hervorheben wichtiger Elemente (Mazarakis,

2007 & Roche, 2019). Dass digitale Bildungsressourcen in kurze, kompakte Sinneinheiten eingeteilt werden sollen, empfiehlt das Schrittsteuerungsprinzip bzw. Segmentierungsprinzip (Mazarakis, 2007) und liegt damit im Einklang mit dem Relevanz- und Redundanzprinzip. Die Lernmedien in kurze Einheiten zu unterteilen ist von Vorteil, da sie den Lernenden erlauben, beim Lernen Pausen einlegen zu können. Innerhalb dieser Pausen findet dann die eigentliche Informationsverarbeitung und damit der Übergang in das Langzeitgedächtnis (siehe Abbildung 2) statt. Von besonderer Bedeutung für ein DER ist das Interaktivitätsprinzip. Hierbei geht es darum, dass die Geschwindigkeit der multimedialen Botschaft, also wie schnell Informationen dargestellt werden, von den Lernenden kontrolliert wird (Mazarakis, 2007).

Die Wichtigkeit der Interaktivität für digitale Lernmedien wurde bereits im Bildungsbericht 2020 hervorgehoben (vgl. Kapitel 2). Das Bildprinzip von Mayer (2007) empfiehlt, dass bei audiovisuellen Lernmedien keine Sprecherin bzw. Sprecher neben den Informationen, die vermittelt werden sollen, dargestellt wird, da die Personen von der Wissensvermittlung ablenken könnten, was zu einer extrinsischen kognitiven Belastung führt (Jadin, 2013). Bei der Entwicklung von DER ist die Berücksichtigung aller lernpsychologischer Theorien, Modelle und abgeleiteter Gestaltungsprinzipien noch allein keine Garantie, dass dadurch die individuellen Lernvoraussetzungen und Präferenzen der Lernenden berücksichtigt werden können. Für die Informationsaufnahme und -verarbeitung ist die Berücksichtigung aber von Vorteil. Je nach Vorwissen der Lernenden können sich auch Nachteile ergeben. Dies wird durch den Expertise Reversal Effekt verdeutlicht. Wenn Lernmedien vorliegen, die nach den genannten Prinzipien gestaltet worden sind, kann das bei Lernenden mit viel Vorwissen selbsterklärend und damit redundant sein. Ein effektiver Wissenserwerb kann so beeinträchtigt werden. Wenn solche Medien bei Lernenden mit wenig Vorwissen eingesetzt werden, ist es hingegen lernförderlich (Hofmann, 2012). Das Kriterium der Adaptierbarkeit (Podworny, 2019) löst das gerade beschriebene Problem. So werden die Lernmedien sowohl von den Lehrenden als auch durch die Lernenden an ihr Vorwissen angepasst. Durch die individuelle Anpassung der Lernmedien kommt es automatisch zur Weiterentwicklung dieser und zur Kommunikation und Austausch über deren Inhalt mit anderen Lernenden.

4.3.3.2 Kriterium 2: Ansatz der Participatory Culture nach Jenkins

Laut dem Ansatz der Participatory Culture von Jenkins et al. (2009) sind digitale Medien zeitgerechte und einfache Instrumente, um die Relevanz politischer, sozialer und kultureller Belange im Alltag aber auch Handlungs- und Sachwissen zu vermitteln (Wimmer & Wiemker, 2021). Die These dieses Ansatzes ist es, dass Kinder und Jugendliche den Umgang mit modernen Unterhaltungs- und Kommunikationsmedien lernen müssen, um anfallende komplexe Herausforderungen der Gegenwart bewältigen und kreative

Problemlösungen entwickeln zu können. Auf die Relevanz digitaler Medieninhalte und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der individuellen Beteiligung haben Jenkins und seine Kolleginnen und Kollegen schon damals hingewiesen. Dies ist laut der Participatory Culture ein zentraler Erfolgsfaktor, wenn es um die Vermittlung von Bildungsinhalten geht (Jenkins et al., 2009).

Da Schülerinnen und Schüler mit der Konsequenz ihres virtuellen Handelns konfrontiert werden, ist die Interaktivität digitaler Medien für die Wirkfähigkeit wichtig. Neben den Kriterien für digitale Medien und den sich daraus ergebenden Vorteilen umfasst der Ansatz von Jenkins et al. (2009) auch Empfehlungen im Bereich des Kompetenzerwerbs. So müssen aufgrund des gegenwärtigen Medienwandels und der kontinuierlichen Weiterentwicklung verschiedene Medienkompetenzen stärker pädagogisch gefördert werden (Wimmer & Wiemker, 2021). Konkret geht es um insgesamt vier Kompetenzen, um einen effektiven Umgang mit digitalen Medien zu ermöglichen.

Die Modellbildung und Simulation ist die erste Kompetenz. Sie beinhaltet die Fähigkeit dynamische Modelle realer Prozesse analysieren, anwenden und konstruieren zu können. Die Wiederverwendung von Inhalten ist die zweite Kompetenz des Ansatzes. Hierbei geht es um die Fähigkeit, auf kreative Weise Medieninhalte wieder verwenden zu können. Die Fähigkeit, ethische Vertretbarkeit und Glaubwürdigkeit von Medieninhalten beurteilen zu können, wird durch die dritte Kompetenz, die Bewertung von Medieninhalten, gefördert (Wagner, 2011).

Die Informationsvernetzung ist die vierte relevante Kompetenz für die Analyse. Sie wird gefördert, indem über Netzwerke Informationen und Wissen analysiert, publiziert und gesucht werden kann (Wagner, 2011).

Da die Förderung der dritten und vierten Kompetenz an das System gebunden ist, welches DER anbietet, sind sie kein entscheidendes Kriterium, ob ein digitales Lernmedium ein DER ist oder nicht. Die Bewertung einer DER kann beispielsweise über entsprechende Funktionen im System erreicht werden. Für die Etablierung einer neuen pädagogischen Partizipationskultur ist die von Jenkins et al. (2009) aufgestellte Kompetenz der Wiederverwendung von Inhalten entscheidend.

Ziel hierbei ist, dass man vom passiven Konsumenten zum aktiven Medienproduzenten wird (Schäfer, 2012). Das erste Kriterium und das zweite Kriterium für ein DER stehen damit in direkter Wechselwirkung. So wird durch das Prinzip der Adaptierbarkeit (vgl. Kapitel 4.3.3.1) die Weiterentwicklung, also die Partizipation möglich. Um den beschriebenen Ansatz gerecht zu werden, muss sich die Art und Weise der Gestaltung digitaler Lernmedien verändern.

4.3.3.3 Kriterium 3: SAMR Modell

Ein weiteres Kriterium für DER ist das von Ruben Puentedura im Jahr 2006 entwickelte SAMR-Modell. Die technische Integration im Schulunterricht wird durch das Modell analysiert. Auf vier Ebenen ist dabei eine Integration zu messen, die von einfacher Verbesserung bis zur Transformation des Unterrichts reicht. Die Ebenen sind Ersetzung (Substitution), Erweiterung (Augmentation), Änderung (Modifikation) und schließlich Transformation (Redefinition).

Das Modell verdeutlicht in welcher Weise und in welchem Ausmaß die Implementierung digitaler Medien im Unterricht den Lehr- und Lernprozess bereichert. Die Ebenen helfen den Lehrenden dabei festzustellen, wie hoch der Grad der Kreativität und Eigenständigkeit der Lernenden sind, wenn Tools genutzt werden und wie aktiv mit digitalen Lernmedien gearbeitet wird (Hamilton et al., 2016). Mit anderen Worten hilft das Modell dabei, den Einsatz digitaler Medien im eigenen Unterricht zu reflektieren. Die Ebenen des Modells reichen von einer Digitalisierung analoger Unterrichtsmaterialien bis zur Neugestaltung des Lehr- Lernprozesses, der nicht möglich wäre, ohne die Integration digitaler Medien (Heusinger, 2021).

Die unterste Ebene ist die Substitution. Hierbei geht es um den bloßen Ersatz analoger Unterrichtsaktivitäten und -arbeitsmittel durch digitale Medien. Ein klassisches Beispiel ist das ausgedruckte Arbeitsblatt, das jetzt als digitales Format (Bsp. PDF-Datei) über ein LMS (Bsp. Moodle) den Lernenden zur Verfügung gestellt wird. Die Augmentation ist die nächste Ebene des Modells. Die Steigerung der reinen Substitution ist demzufolge die Erweiterung durch Integration digitaler Möglichkeiten in analoge Lernmedien (Heusinger, 2021). Ein Beispiel ist die Implementierung von QR-Codes in Arbeitsblätter, die zu verschiedenen digitalen Apps weiterleiten (Bsp. interaktive Lernvideos). Die Modifikation ist die dritte Ebene und definiert sich im Vergleich zu den ersten beiden dadurch, dass sich die Lernumgebung durch die Verwendung digitaler Möglichkeiten verändert. Ein Beispiel für diese Stufe ist, dass Lernende ihre eigenen Lernmedien (Bsp. Lernvideos) erstellen und diese nicht nur passiv konsumieren. Die höchste und letzte Ebene der Integration von digitalen Medien in den Unterricht ist die Redefinition und damit die Neugestaltung von Lernsettings durch Konzeptionsmöglichkeiten, die ohne digitale Funktionalitäten nicht umsetzbar sind (Heusinger, 2021). Ein Beispiel ist, dass Lernende mithilfe von H5P interaktive 360° Grad Touren erstellen oder adaptive Lernpfade konzipieren.

Ein DER berücksichtigt alle vier Ebenen des Modells. So kann ein DER als reiner Ersatz einer analogen Aktivität Verwendung finden (Bsp. DER wird in ein PDF-Dokument umgewandelt). Ein DER kann eine Erweiterung zu einer analogen Aktivität sein (Bsp. DER wird in ein Lernvideo umgewandelt, auf einer Videoplattform hochgeladen und via Hyperlink als QR-Code in ein analoges Arbeitsblatt integriert).

Ein DER kann durch Lernende und Lehrende verändert werden, aber auch für die Konzeption komplett neuer Lernsettings genutzt werden (Bsp. Die Ausgangsdatei des DER wird angepasst, umgewandelt und in ein anderes Tool integriert oder Elemente eines DER werden mit Elementen eines anderen DER zu einem neuen DER kombiniert). Das dritte Kriterium steht damit ebenfalls in direkter Wechselwirkung, wie die ersten beiden Kriterien des DER Konzepts. Um die höchsten Stufen des SAMR-Modells zu gewährleisten, ist der Ansatz der Participatory Culture nach Jenkins, aber auch das Prinzip der Adaptierbarkeit entscheidend.

4.3.3.4 Kriterium 4: 4K-Modell

Analoge Medien wie Pappkarten, Flip-Charts, Tafeln, ausgedruckte Arbeitsblätter und Moderationskoffer haben als Werkzeuge eigentlich ausgedient in einer immer stärker digital geprägten Gesellschaft.

Die Pandemie hat gezeigt, das dem leider nicht so ist (vgl. Kapitel 1). Bereits 2002 ist die Partnership for 21st Century Skills bzw. Partnership for 21st Century Learning (P21) als gemeinnützige Organisation gegründet worden. Es handelt sich um eine Koalition von Personen aus dem Bildungsbereich, Politikern und Unternehmen, die es sich zum Ziel gemacht haben, Kompetenzen zu fördern, die für die digitalisierte Welt benötigt werden. Die Kompetenzen bilden dabei die Grundlage für Adaption und das selbstgesteuerte Lernen. Die sogenannte „Initiative Digitale Bildung“ wurde am 22. Februar 2021 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung vorgestellt und hat, wie P21, obwohl fast 20 Jahre dazwischen liegen das Ziel, die Kompetenzentwicklung der Lernenden in einer digital geprägten Welt im Verlauf ihres Bildungsweges zu fördern. Dazu soll ein digitaler Bildungsraum geschaffen werden, also eine nationale Bildungsplattform, die einen sicheren Zugang zu vielfältigen Lernangeboten ermöglicht (Schäfer, Ebersbach, 2021).

Die Lehr- und Lernmedien, die im Unterricht verwendet werden, können bei der Entwicklung sogenannter Querschnittskompetenzen unterstützen, die für die digitalisierte Welt benötigt werden (Schäfer, 2020).

In diesem Zusammenhang wird immer wieder das 4K-Modell des Lernens von P21 thematisiert. Das Modell setzt sich aus insgesamt vier Kompetenzen zusammen, die im 21. Jahrhundert für Lernende von zentraler Bedeutung sind, weil die globalisierte Welt durch Komplexität, Mehrdeutigkeit, Unbeständigkeit und Unsicherheit geprägt sein wird (Viebrock, Elsner & Niesen, 2020).

Die Kompetenzen sind Kommunikation, Kollaboration, kritisches Denken und Kreativität. Um dem Modell gerecht zu werden, ist die Entwicklung und Implementierung von partizipativen Lernmedien (vgl. Kapitel 4.3.3.2) und Lernumgebungen mit großer organisatorischer und inhaltlicher Freiheit erforderlich (Schäfer, 2020).

Das Kriterium im Kontext des DER Konzepts ist die Unterstützung aller vier Kompetenzen des 4K-Modells. Wie bereits bei den ersten drei Kriterien, steht auch das vierte in Wechselwirkung mit den anderen. Die Kreativität der Lernenden wird gefördert, indem die DER aufgrund der Adaptierbarkeit individuell angepasst, kombiniert und weiterentwickelt werden können.
Nach dem Ansatz des 4K-Modells ist die Kompetenz des kritischen Denkens wichtig, weil sie zum eigenständigen Arbeiten anregen soll. Dies wird erreicht durch die selbstständige Auseinandersetzung der Lernenden mit den DER im Verlauf der Nutzung und Anpassung (Peters, 2021). Je nachdem wie die DER den Lernenden zur Verfügung gestellt oder geteilt werden und wie damit gearbeitet wird, erfolgt nach der Arbeitsphase eine Präsentation bzw. Besprechung und Reflexion der Ergebnisse, wodurch auch die Kommunikation, also die dritte Kompetenz gefördert werden kann. Die Kollaboration von Lernenden kann durch ein DER ebenfalls gefördert werden durch die Adaptierbarkeit (vgl. Kapitel 4.3.3.1) und der Zugänglichkeit, bedingt durch die Kriterien der Barrierefreiheit (vgl. Kapitel 4.3.3.5) und Usability (vgl. Kapitel 4.3.3.6) der Medien, die einen vielfältigen Einsatz ermöglichen.

4.3.3.5 Kriterium 5: Barrierefreiheit

Damit auch Menschen mit Beeinträchtigung ohne zusätzliche Unterstützung ihre Umwelt wahrnehmen und nutzen können, bedarf es einer Anpassung der Gestaltung in verschiedenen Bereichen (Bundesfachstelle Barrierefreiheit, o. J.). Die Barrierefreiheit definiert das deutsche Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) in § 4 wie folgt. „Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auffindbar, zugänglich und nutzbar sind. Hierbei ist die Nutzung behinderungsbedingt notwendiger Hilfsmittel zulässig.“ (Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz, 2002). Um dem Grundgedanken der Barrierefreiheit Rechnung zu tragen, müssen DER bestimmte Eigenschaften erfüllen, um dem Kriterium gerecht zu werden. So müssen die Ursprungsdateien bzw. Quelldateien der DER die Anpassung des Kontrasts ermöglichen (Bsp.: Den besten Kontrast bietet schwarze Schrift auf weißem Hintergrund.). So müssen eine vorher in der Quelldatei festgelegte Hintergrundfarbe des DER geändert und unterschiedliche Textfarben vereinheitlicht werden können. Da feste Textgrößen eine Barriere darstellen, muss die Textgröße in einem DER individuell anpassbar sein, die Informationstexte müssen anpassbar sein (z.B. um Abkürzungen in naturwissenschaftlichen Inhalten aufzulösen) und die Farbgestaltung des Inhalts muss anpassbar sein, um eine Darstellung in verschiedenen Graustufen ermöglichen zu können. Die Textart (Bsp. serifenlose Schriften) und der

Hintergrund müssen ebenfalls anpassbar sein. Um dies zu gewährleisten, dürfen in DER keine unveränderlichen Inhalte oder Elemente implementiert werden.
Das Kriterium der Barrierefreiheit wird den Lernenden und Lehrenden durch die Vorgaben der lernpsychologischen Theorien und Modelle zum Lernen (vgl. Kapitel 4.3.3.1, Kriterium 1) ermöglicht.

4.3.3.6 Kriterium 6: Usability

Die vom Nutzer erlebte Nutzungsqualität bei der Interaktion mit einem System oder einem Softwareprodukt wird als Benutzerfreundlichkeit (Usability) bezeichnet. Als benutzerfreundlich kann man eine zur Aufgabe des Nutzers entsprechende sehr einfache Bedienung bezeichnen. Um das Problem der fehlenden wissenschaftlichen Trennschärfe zu umgehen, wird anstatt von Benutzerfreundlichkeit auch von Gebrauchstauglichkeit eines Produkts in Normungszusammenhängen gesprochen. In der Normenreihe DIN EN ISO 9241 ist die Gebrauchstauglichkeit definiert, als das Produkt aus Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung. Auf alle Medien lässt sich diese Definition übertragen. Unabhängig davon wird der Begriff der Benutzerfreundlichkeit als intuitiver angesehen, da er mehr die emotionalen Aspekte des Nutzungserlebnisses (User Experience) berücksichtigt. Ergonomie ist eng mit der Benutzerfreundlichkeit verbunden.
Die Anpassung an die physischen und kognitiven Eigenschaften bzw. Fähigkeiten des Menschen bezeichnet man als Software-Ergonomie. Konkret geht es hierbei um die Möglichkeiten zur Verarbeitung von Informationen (Bsp. Komplexität, vgl. Drei-Speicher-Modell von Atkinson und Shiffrin, Kapitel 4.3.3.1) und um Merkmale der Darstellung (Bsp. Schriftgrößen, Schriftart, Farben etc.), die durch die Software gesteuert werden können (Herczeg, 2018). Um das Kriterium der Usability zu erfüllen, müssen DER bestimmte Eigenschaften berücksichtigen.
Da DER als Lehr- und Lernmedien zurzeit hauptsächlich an Schulen und Universitäten zum Einsatz kommen werden, deren digitale Infrastruktur nicht optimal ist (vgl. Kapitel 1 und 2), müssen sie auch ohne vorhandene Internetverbindung einsetz- und anpassbar sein. Die Erstellung durch den Urheber und spätere Anpassung der DER durch andere Nutzende muss mithilfe einer Software erfolgen, die einfach zu bedienen ist, nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt und deren Anschaffungskosten nicht zu hoch sind (Jahreslizenzkosten von 1 bis maximal 100 €).
Im Idealfall sollten DERs durch kostenlose Anwendungen erstellt werden. Die Erstellung von DER mit kommerzieller Software ist aber kein Ausschlusskriterium. Auch die Umwandlung in unterschiedliche Repräsentationsformen (Bsp. Animationen, Videos, Grafiken) und damit die Speicherung in verschiedene Dateiformate (.mp3, .jpg. .png etc.) muss ohne viel Aufwand mithilfe der Quelldatei des DER möglich sein, um die Implementierung in verschiedene digitale Tools zu ermöglichen. Die verwendete Software

muss es zudem ermöglichen, dass alle Elemente eines Inhalts selbstständig erstellt werden können. Eine weitere wichtige Eigenschaft von DER betrifft die Wahrnehmung. Da Menschen über die Augen den größten Teil (80%) der Informationen über ihre Umwelt aufnehmen, müssen DER bekannte Strukturen aufweisen, da die Verarbeitung dieser wesentlich einfacher ist (Bsp. eine Glühbirne, die auf eine wichtige Information hinweist). Eine weitere Eigenschaft ist die Vermeidung einer Überlastung des kognitiven Systems der Lernenden während der Nutzung der DER. Durch Abstraktion, Filterung und das Erkennen von kausalen Beziehungen werden Sinneseindrücke sortiert und bewertet. In der Psychologie wird dieser Vorgang als „Chunking“ definiert. Das Modell der „magischen 7“ bzw. die Millersche Zahl (nach George A. Miller) ist hierbei für die menschliche Erinnerungsleistung anwendbar. Auf einem Slide bzw. Folie einer DER dürfen demnach nicht mehr als 7±2 Informationen sein (Cowan, 2001). Ein Beispiel, mit welcher Software eine DER erstellt werden kann, die auch das Kriterium der Usability gewährleistet, wird in Kapitel 4.3.5 erläutert. Kriterium 6 und 5 stehen in enger Wechselwirkung miteinander.

4.3.3.7 Kriterium 7: Bildung als Prozess der Individualisierung

Für viele ist der Begriff „Bildung“ mit Wissensvermittlung, Lernen und schließlich Erkenntnis verbunden und wird im Allgemeinen mit der Institution Schule assoziiert. Bildung ist aber mehr als diese vielfach vertretene Sichtweise, weshalb der Begriff eine Vielzahl von Verwendungen hat.

Es gibt die außerschulische, kulturelle, frühkindliche, erwachsene und politische Bildung (Schrötter, 2014). So unterschiedlich wie die Verwendung ist, kommt das Wort „Bildung“ in verschiedenen Wörtern (Bsp. Bildungsplan, Bildungsgerechtigkeit, Bildungsungleichheit, Bildungsanspruch, Bildungsarmut etc.) vor. Neben den zahlreichen inhaltlichen Vorstellungen gibt es also auch unterschiedliche Verpflichtungsformen von Bildung. Der Begriff „Bildung“ hat insgesamt eine sehr komplexe Bedeutung, die historisch, kulturell und sprachlich bedingt ist (Schrötter, 2014). Dies hat zur Folge, dass die die Betrachtungsweisen zum Thema Bildung teilweise konträr sind und es keine universelle Definition gibt (Schrötter, 2014).

Die Uneinheitlichkeit hängt mit der fortwährenden Veränderung gesellschaftlicher Verhältnisse zusammen. Wilhelm von Humboldt gilt als Begründer der modernen Anschauung von Bildung. Humboldt, einer der bedeutendsten und wirkmächtigsten Bildungstheoretiker der Geschichte (Lederer, 2014), definiert Bildung als: „die Anregung aller Kräfte des Menschen, damit diese sich über die Aneignung der Welt entfalten und zu einer sich selbst bestimmenden Individualität und Persönlichkeit führen“ (Bax, 2019). Bildung ist, wenn dem Idealbild von Humboldt gefolgt werden soll, nicht nur als die Aneignung von Wissen zu betrachten, sondern vielmehr als ein Prozess der Individualisierung (Schrötter, 2014).

Bildung ist nach Humboldts humanistischer Bildungstheorie Zweck des Menschen. Bildung dient der Selbstbildung und muss deshalb die Individualität eines jeden Einzelnen berücksichtigen. Bildung ist laut Humboldt kein Machen und Herstellen nach einem Plan, der von anderen vorgeschriebenen wird.
Bildung ist nach diesem Ideal nur Bildung, wenn es Selbstbildung ist (Dörner, 2018). Individualisiertes Lernen wird in modernem Unterricht in den Mittelpunkt gestellt. Mit der Verschiebung der Lernmedien in Richtung der Lernenden kommt es zur Binnendifferenzierung des Unterrichts. In den Hintergrund rückt dabei der Lehrende als einziger „Träger“ von Wissen und die Lernmedien werden wichtiger. Die Entwicklung und Verfügbarkeit von Lernmedien wird künftig bedeutsamer werden, wenn es um modernen Unterricht geht. Die Lernmedien müssen dabei unterschiedliche Stile, Zugänge, Niveaus, Rahmenbedingungen und Geschwindigkeiten berücksichtigen (Muuß-Merholz & Schaumburg, 2014).
Um dem Prozess der Individualisierung bzw. der Selbstbildung zu unterstützen, müssen DER, die in Lehr- und Lernprozessen eingesetzt werden, auch den Lernenden und nicht nur den Lehrenden zur Verfügung gestellt werden, damit dieser Prozess stattfinden kann. Das Kriterium 7 steht in starker Wechselwirkung mit Kriterium 2 (Ansatz der Participatory Culture nach Jenkins, vgl. Kapitel 4.3.3.2) und wird durch Kriterium 1 (Lernpsychologische Theorien und Modelle zum Lernen, vgl. Kapitel 4.3.3.1) ermöglicht.

4.3.3.8 Zusammenfassung der DER Kriterien

Die Grundlage für das erste Kriterium des DER Konzept bilden die lernpsychologischen Theorien und Modelle zum Lernen. Hierbei konkret die Theorien und Modelle von Sweller (1991), Schnotz (2005) und Mayer (2014). Um das erste Kriterium zu erfüllen, müssen die digitalen Lernmedien folgende abgeleitete Design- bzw. Gestaltungsprinzipien berücksichtigen.
Konkret handelt es sich dabei um das Multimediaprinzip, Relevanzprinzip, Redundanzprinzip, Modalitätsprinzip, Signaling-Prinzip, Prinzip der Aufmerksamkeitsfokusierung, Schrittsteuerungsprinzip bzw. Segmentierungsprinzip, Interaktivitätsprinzip, Bildprinzip und das Prinzip der Adaptierbarkeit (vgl. Kapitel 4.3.3.1).
Das zweite Kriterium, der Ansatz der Participatory Culture nach Jenkins, ist erfüllt, wenn das digitale Lernmedium die Förderung der ersten (Modellbildung und Simulation) und der zweiten Kompetenz (Wiederverwendung des Inhalts) unterstützt. Die beiden Kompetenzen werden dabei durch die DER im Zusammenhang mit dem ersten Kriterium des Konzepts gefördert.
Durch das Prinzip der Adaptierbarkeit, also dass die Inhalte auf Text- und Visualisierungsebene angepasst werden können, wird zum einen die Wiederverwendung des Inhalts in verschiedenen Anwendungen ermöglicht und dabei eine vertiefende Analyse

dynamischer Modelle von realen Prozessen durch den konstruktiven Aspekt, vor allem im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die Lernenden werden dadurch vom passiven Konsumenten (Bsp. Lernvideos auf YouTube) zum aktiven Produzenten (vgl. Kapitel 4.3.3.2). Das dritte Kriterium des Konzepts ist erfüllt, wenn das digitale Lernmedium alle Phasen (Substitution, Augmentation, Modification und Redefinition) des SAMR- Modells erfüllt (vgl. Kapitel 4.3.3.3). Das vierte Kriterium ist erfüllt, wenn das digitale Lernmedium die Unterstützung aller vier Kompetenzen (Kommunikation, Kollaboration, kritisches Denken und Kreativität) des 4K-Modells ermöglicht (vgl. Kapitel 4.3.3.4).

Die Barrierefreiheit bzw. das fünfte Kriterium des Konzepts ist erfüllt, wenn die digitalen Lernmedien Anpassungen auf Text- und Visualisierungsebene erlauben. Konkret geht es um den Kontrast, die Textgröße, die Informationstexte, die Farbgestaltung, die Textart und der Hintergrund (vgl. Kapitel 4.3.3.5).

Um das Kriterium der Usability zu erfüllen, müssen die digitalen Lernmedien auch ohne vorhandene Internetverbindung einsetz- und anpassbar sein, um der Software-Ergonomie zu entsprechen. Die Medien müssen mithilfe einer Software erstellt worden sein, die einfach zu bedienen, nicht viel Einarbeitungszeit erfordert und deren Anschaffungskosten nicht zu hoch sind. Die Erstellung kann dabei sowohl mit kostenloser oder kostenpflichtiger Software erfolgen.

Die Software muss die Umwandlung in unterschiedliche Repräsentationsformen und damit die Speicherung in verschiedene Dateiformate ermöglichen. Alle Elemente eines Inhalts müssen mithilfe der Software erstellt worden sein, um den anderen Kriterien des Konzepts Rechnung zu tragen.

Um eine kognitive Überlastung der Lernenden zu unterbinden und die erlebte Nutzungsqualität zu erhöhen, darf ein Slide bzw. eine Folie nicht mehr als 7±2 Informationen beinhalten und muss bekannte Strukturen aufweisen (vgl. Kapitel 4.3.3.6).

Um das letzte Kriterium zu erfüllen, müssen die digitalen Lernmedien Bildung als Prozess der Individualisierung ermöglichen. Konkret bedeutet dies, dass die Lernmedien die Individualität eines jeden Einzelnen berücksichtigen.

Dies wird durch die Adaptierbarkeit der Medien erreicht und dadurch, dass die Lernmedien in dieser veränderbaren Form nicht nur den Lehrenden, sondern auch den Lernenden zur Verfügung stehen. Die Lernmedien sind „Träger“ von Wissen und berücksichtigen durch aktive Konstruktion, entweder durch die Lehrenden oder die Lernenden unterschiedliche Stile, Zugänge, Niveaus, Rahmenbedingungen und Geschwindigkeiten (vgl. Kapitel 4.3.3.7). Das letzte Kriterium verdeutlicht noch einmal, dass statische, nicht anpassbare Lernmedien keine DER sind. Eine grafische Illustration des DER Konzepts wird nachfolgend dargestellt (siehe Abbildung 4).

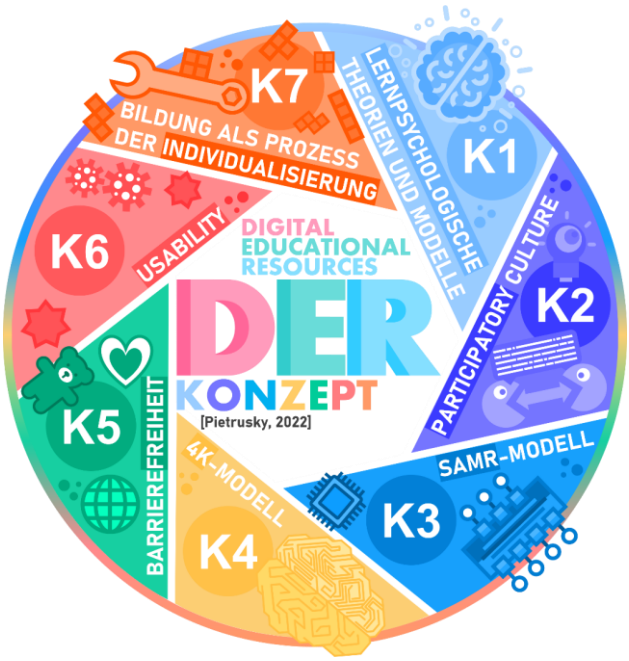


Abb. 4: DER Konzept nach Pietrusky (2022)

4.3.4 Unterschiede zwischen OER und DER

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Unterschiede zwischen OER und DER verdeutlicht. In diesem Kapitel werden die wesentlichen Punkte noch einmal zusammengefasst.

Es gibt keine einheitliche Definition, was unter OER verstanden wird. Das DER Konzept hingegen wird von Beginn an, über eine eindeutige Definition verfügen (vgl. Kapitel 4.3.1). Ein OER kann alles sein, was kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Ein OER kann deshalb auch ein statisches, also unveränderliches Medium sein.

Anhand der Kriterien eines DER ist dagegen klar festgelegt, was ein DER ist und was nicht. Beispielsweise kann ein nicht anpassbares Lernmedium niemals als DER klassifiziert werden, da es den vorgeschriebenen Kriterien widerspricht. Die Quelldatei des DER muss immer das Prinzip der Adaptierbarkeit erfüllen. Im Gegensatz zu OER sind DER nicht nur kostenfrei. Es kann sowohl kommerzielle DER als auch nicht kommerzielle Angebote geben. Dadurch ist das Problem der Entwicklungsfinanzierung zum Teil gelöst. Bei OER wird das Thema der Finanzierung meist nicht thematisiert. OER entsprechen aufgrund ihrer Uneinheitlichkeit bzgl. der Kriterien, was unter OER zu verstehen ist, nicht den Vorstellungen des Idealbildes des Lernens (vgl. Kapitel 4.3.2 und 4.3.3.7). Viele OER sind einfach nur statisch und damit nicht lernförderlich (vgl. Kapitel 4.3.3.1). Ein Auf- und Umbau kognitiver Strukturen ist nicht möglich, da viele offene Bildungsressourcen nicht die lernpsychologischen Theorien und Modelle zum Lernen berücksichtigen.

Aufgrund der zu hohen Informationsdichte ist das Arbeitsgedächtnis überlastet (vgl. Kapitel 4.3.3.1) Bei analogen Medien (Bsp. Arbeitsblatt oder einem Lehrbuch) ist solch eine

Berücksichtigung bzgl. der Informationsaufnahme nicht möglich, da dies den ohnehin schon zu hohen Papierverbrauch weiter steigern würde. Urheberrechtliche und technische Hürden schränken das Potenzial digitaler Medien ein. Auch hier unterscheiden sich DER von OER. Bei den technischen Hürden sind die DER den OER dahingehend von Vorteil, dass DER auch ohne eine Verbindung zum Internet einsetzbar sein müssen.
Viele OER Angebote können ohne Internetverbindung nicht verwendet werden. Auch bzgl. der teilweise komplexen urheberrechtlichen Lizensierung sind DER für den Endnutzer verständlicher. Bei der Creative Commons Lizenzierung von OER unterscheidet man zwischen Namensnennung [BY], Weitergabe unter gleichen Bedingungen [SA], keine Bearbeitung [ND], nicht kommerziell [NC].
Mundo, die freie Bildungsmediathek der Länder (vgl. Kapitel 4.3.1) beinhaltet lediglich 251 Medien (0,52%) unter einer CC0 Lizenz, also der Lizenz, die sehr offen ist bzgl. dem vielfach beworbenen Teilen und Neugestalten bzw. „Remixen“.
Das DER Konzept beinhaltet nur eine Lizenz, die sowohl für kommerzielle als auch nicht kommerzielle Angebote gilt.
Bei kommerziellen Angeboten ist die Funktionalität (Bsp. Nutzungs- und Bearbeitungsmöglichkeit) eines Lernmediums lediglich durch eine Lizenzzeitraum beschränkt. Die Namensnennung des Autors ist immer erforderlich. Die Möglichkeiten der Bearbeitung ergeben sich aus den Kriterien, die ein DER erfüllen muss. Aufgrund der oftmals statischen OER werden die wesentlichen Kompetenzen (Bsp. Weiterentwicklung von Medien, vgl. Kapitel 4.3.3.2) des Ansatzes von Jenkins bzw. des 4K-Modell (vgl. Kapitel 4.3.3.4) nicht gefördert. Die Barrierefreiheit ist bei vielen OER aufgrund der fehlenden Anpassbarkeit nicht gegeben. So können beispielsweise bei statischen Arbeitsblättern deren Schriftgröße, Schriftart, Informationsgehalt bzw. Kontraste von Bildern und die Farbgestaltung allgemein nicht ohne viel Aufwand angepasst werden. DER können, da sie aus anpassbaren Einzelelementen bestehen, problemlos individualisiert werden (vgl. Kapitel 4.3.3.5). DER unterscheiden sich auch von OER bzgl. ihrer Usability. Ein DER muss immer als Quelldatei vorliegen, die eine Umwandlung in verschiedene Darstellungsformen erlaubt (vgl. Kapitel 4.3.3.6). Ein OER liegt meist nur in einem Medienformat vor, weshalb es auch schwierig ist, die höchste Stufe (Redefinition) des SAMR Modells zu erreichen (vgl. Kapitel 4.3.3.3). Ebenfalls können die Einzelelemente der DER miteinander kombiniert werden. Wenn Elemente eines DER in ein anderes Medium integriert werden, wird dieses nicht automatisch auch zu einem DER. Dies geschieht nur, wenn auch alle anderen Elemente des Inhalts, die Kriterien des DER Konzepts, speziell die Anpassbarkeit, erfüllen. Bei OER ist dies durch die unterschiedliche Lizenzierung nicht möglich. Die genannten Punkte haben insgesamt Auswirkung auf das Verständnis von Bildung als Prozess der Individualisierung (vgl. Kapitel 4.3.3.7).

Aufgrund der Uneinheitlichkeit, was OER sind und was nicht und der Tatsache, dass alles was kostenlos zur Verfügung steht, ein OER sein kann, gibt es OER Lernmedien, die den Prozess der Individualisierung unterstützen können, aber auch welche, die das nicht tun. Das DER Konzept unterscheidet sich auch in diesem Punkt von dem OER Konzept, da alle DER diesen Prozess unterstützen sollen. Im folgenden Kapitel wird die Erstellung von DER exemplarisch dargestellt.

4.3.5 Exemplarische Erstellung von DER

Wie die Kriterien des DER Konzepts (vgl. Kapitel 4.3.3) umgesetzt werden, wird anhand einer Software dargestellt. Die Verwendung von Präsentationsprogrammen wie PowerPoint von Microsoft stellt eine Möglichkeit dar, DER auf einfache Art und Weise zu erstellen. Als Alternative zum Präsentationsprogramm von Microsoft empfiehlt sich auch die Open Source Anwendung Impress von LibreOffice, aber auch Keynote von Apple.

Das Präsentationsprogramm von Google wäre auch noch eine Möglichkeit, jedoch ist für die Nutzung eine Internetverbindung erforderlich, weshalb es die Kriterien des DER Konzepts nicht erfüllt. Alle anderen genannten Programme erfüllen die Kriterien eines DER, also dem Idealbild des Lernens als Prozess der Individualisierung.

Im Rahmen dieser Arbeit wird lediglich die Erstellung von Lernmedien mithilfe von PowerPoint von Microsoft dargestellt. Die Entscheidung für diese Software wird nachfolgend anhand verschiedener Punkte erklärt.

- Die Benutzerfreundlichkeit (Usability) ist der erste Punkt, der für die Verwendung von PowerPoint spricht. Die Menüführung ist insgesamt klar strukturiert, nicht überlastet und verständlich. Die Funktionen sind dadurch sinnvoll zusammengefasst.
- Der zweite Punkt, der für PowerPoint spricht, sind die geringen Anschaffungskosten der Software. PowerPoint ist im Microsoft 365-Abonnement enthalten und kann zu günstigen Konditionen erworben werden (Bsp. Microsoft Family [6 Nutzungslizenzen] kostet UVP 99 € im Jahr). Für Bildungsinstitutionen gibt es spezielle Konditionen. In Anbetracht der Kosten für eine Jahreslizenz und der dafür gebotenen Funktionalität, ist PowerPoint wesentlich preiswerter als zahlreiche Tools im Internet, bei denen monatliche Gebühren anfallen, die viel höher sind als die jährlichen Kosten von PowerPoint. Ein komplett kostenloses Präsentationsprogramm wäre Impress von LibreOffice.
- Lernmedien, die mithilfe von PowerPoint erstellt wurden, können auch verwendet werden, wenn keine Internetverbindung vorhanden ist.
- PowerPoint bietet zahlreichen Möglichkeiten, die erstellten Lernmedien in andere Repräsentationsformen (Bsp. Videos, Grafiken, GIFs) umzuwandeln und in andere Anwendungen zu implementieren.

- Die Verfügbarkeit von PowerPoint auf allen Betriebssystemen (Windows, Android und iOS) ist der fünfte Punkt. Die Desktop-Version von PowerPoint ist sowohl für Windows und macOS, aber auch in einer mobilen Version als App für iOS und Android verfügbar, was einen universellen Einsatz ermöglicht, sowie die Zusammenarbeit von Nutzern unterschiedlicher elektronischer Peripherie. Dies entspricht stärker dem LOM Standard (vgl. Kapitel 4.3.2) als die meisten Lernanwendungen, bei denen entwickelte Inhalte, strikt an die jeweilige Anwendung gebunden sind. Außerdem erfordert der Zugriff eine Verbindung zum Internet und einen eigenen Account.

Die genannten Punkte verdeutlichen, dass Präsentationsprogramme das Kriterium der Usability des DER Konzepts erfüllen. Nachdem eine leere Präsentation erstellt worden ist, wird zunächst der erste leere Slide dargestellt. Weitere Slides können schnell hinzugefügt werden, wodurch der Informationsgehalt pro Slide nach dem Konzept des Chunkings (vgl. Kapitel 4.3.3.6) umgesetzt werden kann.
Die Adaptierbarkeit des Lernmediums wird im Wesentlichen durch das Menü „Einfügen“ und das Untermenü „Formen“ erfüllt. Mit den verschiedenen nutzbaren Formen und der Option „Freihandform“ können alle Strukturen ohne viel Aufwand erstellt werden. Desweiteren können Einzelformen gruppiert, also miteinander kombiniert werden, um die Anzahl von Animationen pro Slides zu reduzieren.
Auch lassen sich Formen, wenn diese ausgewählt sind, über das Untermenü „Formformat“ weiter anpassen.
So können, wenn zwei Formen ausgewählt sind, diese zusammengeführt werden. Hierbei stehen verschiedene Optionen zur Verfügung. Formen können vereinigt, kombiniert, in Einzelmengen zerlegt, Schnittmengen gebildet und subtrahiert werden.
Der Unterschied zur Gruppierung ist, dass die Formen dabei als Einzelformen weiterhin bestehen und anwählbar sind. Bei der Formzusammenführung werden die beiden Formen zu einer neuen Form. Wenn dann Formformatierungen vorgenommen werden (Bsp. Anpassung der Farbe, Formränder und Formlinien etc.) wirkt sich das auf die Form als Ganzes aus.
Der Vorteil der Formzusammenführung ist, dass dadurch alle nur erdenklichen Formstrukturen erstellt werden können. Weitere Möglichkeiten sind, dass man in Formen, Textfelder integrieren und bestehende Formstrukturen auch nachträglich bearbeiten kann.
Die Verwendung von Formen ist wichtig, um für die Erklärungen relevante Visualisierungen selbst zu erstellen, um das Prinzip der Adaptierbarkeit des Lernmediums zu erfüllen. Nachfolgend werden ein paar Beispiel DER gezeigt (siehe Abbildung 5-7), die mithilfe von PowerPoint erstellt worden sind. Die Inhalte standen auch zur Erprobung im Rahmen der Delphi-Studie zur Verfügung (vgl. Kapitel 6.3).

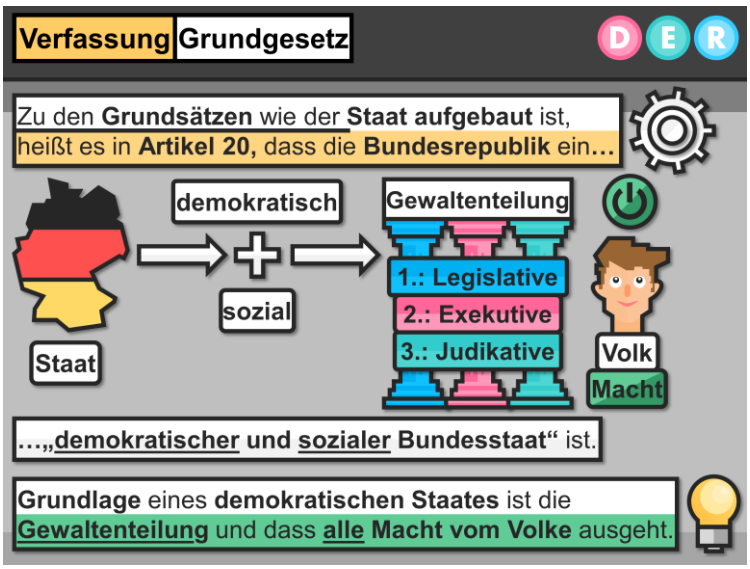


Abb. 5: DER Beispiel 1 - Verfassung Grundlagen - Fach Deutsch [Eigene Darstellung]

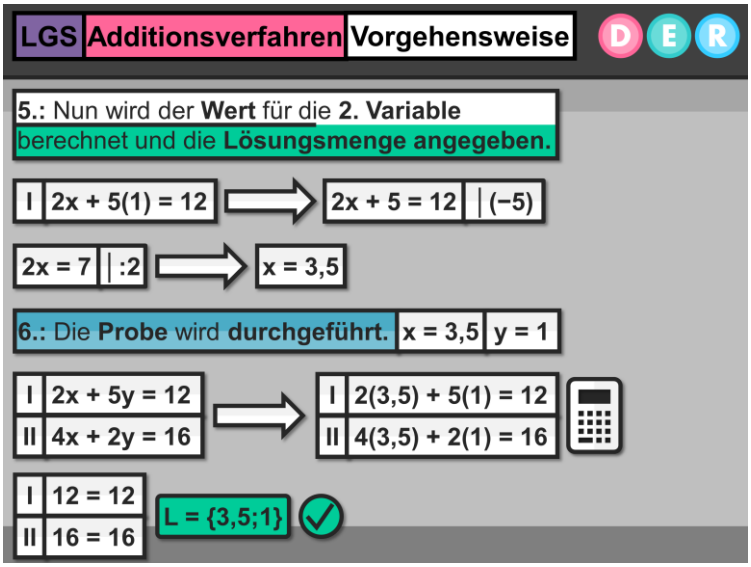


Abb. 6: DER Beispiel 2 - Lineare Gleichungssysteme Additionsverfahren - Fach Mathematik [Eigene Darstellung]

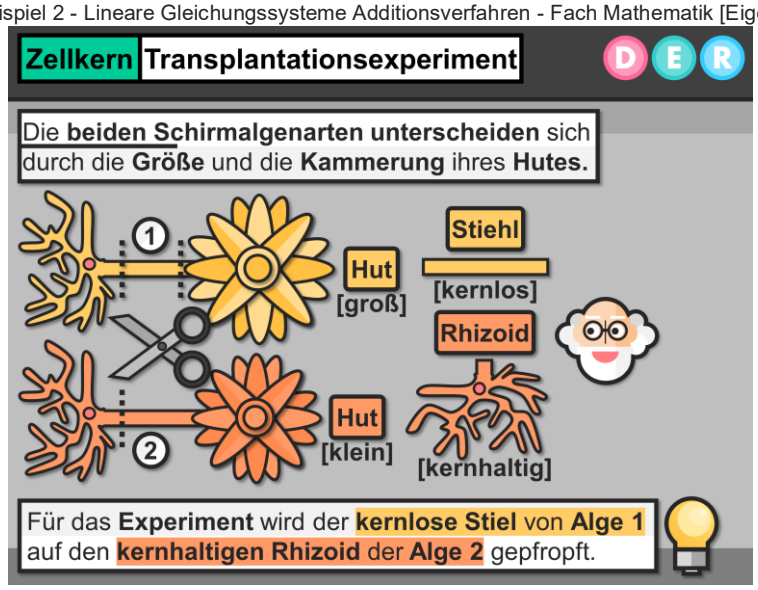


Abb. 7: DER Beispiel 3 - Zellkern Transplantationsexperiment - Fach Biologie [Eigene Darstellung]

Die vollständigen DER Beispiele befinden sich in Anhang A. Präsentationsprogramme wie PowerPoint, Impress und Keynote bieten dadurch die Möglichkeit, digitale Lernmedien zu konstruieren, deren Inhalte individuell von den Lernenden angepasst werden können, was ein wichtiges Kriterium für DER ist.

Die Berücksichtigung der Kriterien, vor allem aufgrund der lernpsychologischen Theorien und Modelle zum Lernen (vgl. Kapitel 4.3.3.1), wird auch durch die Integration der Funktion „Animationen“ unterstützt. So können die erstellen Formen, nachdem sie ausgewählt wurden, in PowerPoint über das Untermenü „Animationen“ animiert werden. Es kann zwischen Eingangs-, Hervorhebungs- und Ausgangseffekten unterschieden werden. Auch sind individuelle Animationspfade möglich. Die Integration von Animationen ist deshalb sinnvoll, um die kognitiven Kapazitäten des Arbeitsgedächtnis nicht zu überlasten und den Fokus auf bestimmte Elemente eines Lerninhalts zu lenken. Da eine schrittweise Darstellung von Informationen für Lernende mit viel Vorwissen störend sein kann, wie es der Expertise Reversal Effekt aufzeigt, können die Animationen in der Quelldatei der DER individuell angepasst werden, wodurch das Problem gelöst wird. Neben den zahlreichen Animationen können auch die Übergänge zwischen den Slides angepasst werden. Über das Untermenü „Übergänge“ stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Um den Übergang von einem Objekt eines Slides zu einem nächsten dynamisch zu gestalten, empfiehlt sich die Übergangsart „Morphen“. Das Kriterium, dass DER in verschiedene Repräsentationsformen umgewandelt werden können, erfüllt PowerPoint sowie andere Präsentationsprogramme.

Ist ein Lernmedium erstellt, kann dieses über das Menü „Datei“ und das Untermenü „Exportieren“ in verschiedene Formate umgewandelt werden.

Es können nicht nur PDF-Dateien erstellt werden, sondern auch animierte GIFs, Grafiken und Videos. Für die Umwandlung der erstellten Präsentation in ein Video stehen verschiedene Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung. Als erstes kann man die Auflösung des Videos individuell festlegen. Es stehen die Auflösung Standard (480p – 852x480), HD (720p – 1280x720), Full HD (1080p – 1920x1080) und Ultra HD (3840x2160) zur Auswahl. Bevor man mit der Erstellung des Lernvideos beginnt, sollte man noch das anamorphe Bildformat 16:9 auswählen, um beim späteren Upload auf einem Videoportal (Bsp. Vimeo oder YouTube), die schwarzen Balken links und rechts, die bei einem Bildformat von 4:3 auftreten, zu vermeiden. Hierzu geht man im Menü auf „Entwurf“ und wählt dort „Foliengröße“ und schließlich „16:9 Breitbild“ aus. Inzwischen ist das Bildformat 16:9 standardmäßig eingestellt. Audiodateien können entweder direkt in PowerPoint über die Menüfolge „Einfügen“, „Audio“ und „Audio aufzeichnen“ produziert werden (ein Mikrofon wird vorausgesetzt) oder mithilfe eines externen Tools (Bsp. Audacity).

In PowerPoint werden diese Audiodateien über das Menü „Einfügen“ gefolgt von dem Untermenü „Audio“ eingefügt.

Die Audiodateien werden dann zwischen den Animationsfolgen platziert. Um das Kriterium der Barrierefreiheit (vgl. Kapitel 4.3.3.5) zu berücksichtigen, können alle Elemente ausgewählt und über das Menü „Formformat“ farblich angepasst werden. So können die Füllfarben oder die Formkonturen, also die farbliche Gestaltung des Lerninhalts angepasst werden. Ebenfalls angepasst werden können die Textgröße und Textart.

Das Kapitel und die beispielhaften Digital Educational Resources haben gezeigt, dass sich Präsentationsprogramme vor professionellen Tools zur Erstellung von digitalen Lernmedien nicht verstecken müssen. Im folgenden Kapitel wird auf die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von DER eingegangen, die mithilfe von Präsentationsprogrammen erstellt worden sind.

4.3.6 Einsatzmöglichkeiten von DER

So zahlreich die Möglichkeiten sind, Lernmedien mit Präsentationsprogrammen wie PowerPoint, Keynote oder Impress zu erstellen und anzupassen (vgl. Kapitel 4.3.5), so unterschiedlich sind auch die Möglichkeiten der Exportierung und damit die Implementierung in verschiedene Apps. Erstellte Lernmedien können in statische Grafiken (JNG-, .PNG-Format etc.) umgewandelt werden. Die Slides eines Lernmediums können in das Grafikaustausch-Format (GIF-Format) oder in audiovisuelle Lernmedien (Bsp. Lernvideos, .MP3-Format) exportiert werden (Bsp. Lernende sprechen die Inhalte selbst ein).

Für die Verwendung der Animationen ist das jeweilige Präsentationsprogramm erforderlich. Die exportierten Grafiken und Videos hingegen können auf verschiedene Art und Weise eingesetzt und bei Bedarf über die Quelldatei schnell angepasst werden zwecks einer Binnendifferenzierung. So können erstellte Lernvideos durch die Verwendung der quelloffenen Software H5P auch zu einem interaktiven Lerninhalt weiterentwickelt werden. Hierzu muss das Video zunächst auf einer Plattform (Bsp. YouTube, Vimeo etc.) hochgeladen werden, um es in H5P einbinden zu können. Ebenfalls können die mithilfe der DER erstellten Medien (Grafiken und Videos) durch die zahlreichen Inhaltstypen von H5P mit Hotspots versehen werden oder in interaktiven Präsentationen, Zuordnungsaufgaben, Memory-Spielen, Bild-Slidern, Zeitleisten, Bild-Vergleich Apps, Bildpaar- Zuordnungen, verzweigten Aufgaben (Branching Scenarios) oder Bildentscheidungen verwendet werden. Weitere Integrationsmöglichkeiten ergeben sich für die spielebasierte Lernplattform Kahoot bei der in die dynamischen Quizze, Visualisierungen und Kurzclips als Medien integriert werden können im Rahmen einer Instruktion. Dies gilt auch für Apps wie Learning Snacks oder dem Serious Game Actionbound bei dem Nutzer digitale Schatzsuchen durchlaufen können. Auch hier können, die mit der DER Quelldatei erstellten Medien eingesetzt werden.

Auch die Integration in digitale Pinnwand Tools wie Padlet bzw. TaskCards ist möglich oder auch die Ausgestaltung von Lernpfaden, die in der gamifizierten Lernumgebung mit ClassCraft erstellt worden sind. Die genannten Tools sind hierbei nur ein Beispiel, da deren Anzahl kontinuierlich wächst. Es zeigt sich insgesamt, dass die Einsatzmöglichkeiten von DER vielfältig sind und damit eine technische Integration im Schulunterricht, wie es mit dem SAMR Modell analysiert werden kann (vgl. Kapitel 4.3.3.3) nur an der Kreativität der Lehrenden scheitert.

4.4 Fazit des Theorieteils

Im Bereich der digitalen Bildung bzw. der Digitalisierung der Bildung besteht in Deutschland noch ein großer Nachholbedarf. Die Ziele in allen drei Handlungsfeldern der Digitalisierungsstrategie des Kultusministeriums (vgl. Kapitel 1) sind, obwohl bereits 2016 verabschiedet, noch lange nicht erreicht, auch wenn die Bildungsausgaben jährlich steigen (vgl. Kapitel 1). Die Fehlentwicklung wird durch zahlreiche aktuelle Studien und Umfragen belegt (vgl. Kapitel 2), obwohl die Wirksamkeit digitaler Medien bereits lange bekannt ist (vgl. Kapitel 2.2). Die gesellschaftliche Offenlegung dieser verschleppten Entwicklung geschah insbesondere durch die, durch den Corona Virus ausgelöste Situation. Schulen mussten urplötzlich Schülerinnen und Schüler Distanzunterricht anbieten, deren Wirksamkeit allgemein kritisch beurteilt wurde. Verdeutlicht wird das Ganze dadurch, dass man im zweiten Corona Jahr Schulschließungen auf jeden Fall verhindern wollte, unabhängig davon, dass die Inzidenzzahlen gegen Ende des Jahres 2021 immer weiter gestiegen sind. Die Lösung der Verantwortlichen war, dass der Ferienbeginn vorverlegt und das Ferienende nach hinten verschoben wurde. Das Problem in diesem komplexen Prozess sind die verschiedenen Einflussfaktoren (digitale Infrastruktur, Sichtweise der Schule allgemein, Medienkompetenz der Lehrenden und Lernenden), die eine wirksame Nutzung digitaler Medien in der Schule bzw. im Unterricht erst ermöglichen (vgl. Kapitel 2.3). Der erste Schritt zur Lösung dieses problematischen Umstandes ist die Beschränkung auf den wesentlichen Faktor, in diesem Fall die digitalen Lernmedien, wenn es darum geht, Lernende individuell besser fördern zu können.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt deshalb im Handlungsfeld der methodisch-didaktischen Umsetzung im Unterricht. Die Nutzung digitaler Medien ist in den verschiedensten Lernformen (Bps. kollaborativ, kooperativ, inklusiv, individualisiert etc.) möglich (vgl. Kapitel 3). Da der Schwerpunkt dieser Arbeit beim individualisierten Lernen liegt und verdeutlicht wurde, dass die digitale Lehr- und Lernmedien, die eine bestimmte Funktionalität besitzen, diese Lernform unterstützen können (vgl. Kapitel 4), wurde das OER Konzept vor diesem Hintergrund analysiert (vgl. Kapitel 4.2).

Aufgrund der Uneinheitlichkeit des Konzepts der offenen Bildungsressourcen (OER) wurde ein Konzept mit Kriterien für digitale Bildungsressourcen (DER) auf Grundlage

verschiedener lernpsychologischer und pädagogischer Theorien und Modelle erstellt (vgl. Kapitel 4.3).
Ziel ist, durch die einheitliche Gestaltung von digitalen Lernmedien, ihr Potenzial endlich lernförderlich zur Geltung zu bringen.
Zur praktischen Überprüfung des entwickelten theoretischen Konzepts wird im zweiten Teil dieser Arbeit eine Delphi-Studie als Primärdatenerhebung mit Lehrenden und Lehramtsstudierenden aller Schulformen durchgeführt.

5 Forschungsdesign der Delphi-Studie

In diesem Kapitel wird das Forschungsdesign der Delphi-Studie vorgestellt.
Das antike Orakel von Delphi ist Namensgeber der Methode, da es seinen Zuhörern Ratschläge für deren Zukunft gab.
Bei der Delphi-Methode handelt es sich um eine spezielle Form der mehrstufigen, schriftlichen Befragung einer Gruppe von Experten, um zukünftige Trends, Ereignisse und technische Entwicklungen besser einschätzen zu können (Burkard & Schecker, 2014).
So werden innerhalb von drei Befragungsrunden Lehrende und Lehramtsstudierende aller Schulformen zum Thema digitale Bildungsressourcen befragt, um die Meinungen der Befragten mit den theoretischen Ergebnissen dieser Arbeit zu vergleichen (vgl. Kapitel 4.3.3).
Ziel ist es, aus den Einzelbeiträgen der Teilnehmenden, Kriterien für die zukünftig zu gestaltenden digitalen Bildungsressourcen (DER) zu erarbeiten, um die Forschungsfrage dieser Arbeit beantworten zu können (Bortz & Döring, 2006).
Diese Methode wurde gewählt, weil durch die Möglichkeit der anonymen Befragung, die Beeinflussungen der Befragten untereinander ausgeschlossen wird. Die elektronische Befragung hat zudem den Vorteil der zeitnahen, automatisierten Rückkopplung und dass die Ergebnisse der Befragungen schneller ausgewertet werden können.
Nachteil dieser Methode ist, dass die Annahme nicht beweisbar ist, dass Experten über Erkenntnisse verfügen, die über das Normalverständnis weit hinausgehen. Dies bedeutet, dass die Kombination von Expertenerkenntnissen kein Zukunftswissen generiert. Eine Vorhersage von der Zukunft liefern Delphi-Studien also nicht, jedoch aber eine Informationsgrundlage für Entscheidungen, was heute zu tun oder zu lassen ist (Häder, 2014).
Zuerst wird in diesem Kapitel der Ablauf der Delphi-Studie geschildert (vgl. Kapitel 5.1). Danach wird auf die Erhebungsinstrumente eingegangen (vgl. Kapitel 5.2). Im Anschluss daran erfolgen die Beschreibungen der Stichprobe der Studie (vgl. Kapitel 5.3), die verwendeten Auswertungsmethoden (vgl. Kapitel 5.4), die beachteten Gütekriterien (vgl. Kapitel 5.5) und der Datenschutz (vgl. Kapitel 5.6).

5.1 Ablauf der Delphi-Studie

Der konkrete Untersuchungsablauf der Delphi-Studie wird in Abbildung 8 dargestellt. Die Studie beinhaltet die Teilnehmerakquirierung, zwei Befragungsrunden zur praktischen Identifizierung von Kriterien für digitale Bildungsressourcen durch die Experten, die Erweiterung des DER Konzepts anhand der Erkenntnisse der ersten zwei Befragungsrunden und die Erprobung von Lernmedien in einer weiteren Befragungsrunde mit Einschätzung durch die Experten anhand der Veröffentlichung des entwickelten DER Konzepts.

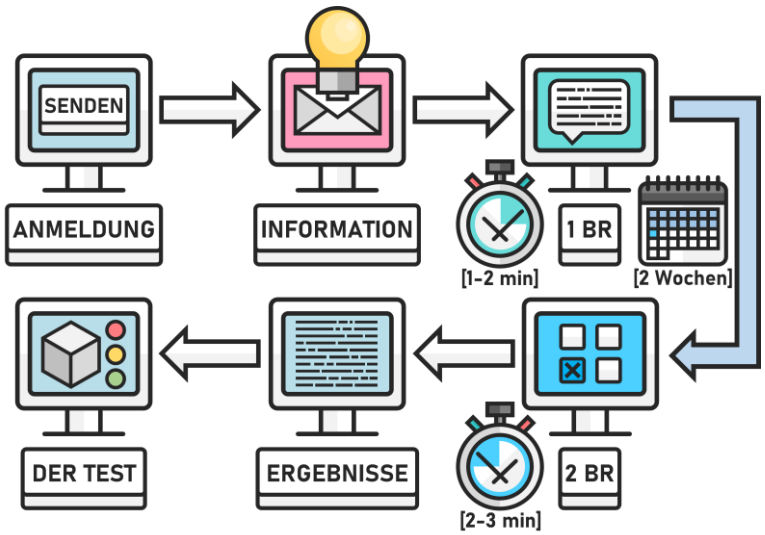


Abb. 8: Ablauf der Delphi-Studie zur Entwicklung des DER Konzepts [Eigene Darstellung]

Vor den Befragungsrunden wurde eine Internetseite eingerichtet, auf der das Ziel der Studie skizziert wurde. Auch die Akquirierung der Teilnehmenden fand über diese Internetseite statt.

Die erste Befragungsrunde (BR) startete am 15.11.21 und ging bis zum 28.11.21. Nach der Datenauswertung und Entwicklung des geschlossenen Fragebogens startete die zweite Befragungsrunde am 29.11.21 und ging bis zum 12.12.21. Nach Auswertung der Daten der zweiten Runde wurde eine Zusammenfassung der Ergebnisse und das DER Konzept auf der Homepage in einem geschlossenen Teil veröffentlicht. Zugang zu diesen Daten hatten nur die Teilnehmenden, die sich vorher über das Kontaktformular angemeldet hatten. Aufgrund der Weihnachtsferien und der folgenden Feiertage wurde die dritte Befragung, also die Erprobung von Beispiel DER und Bewertung des Konzepts, auf Januar 2022 verschoben.

5.2 Erhebungsinstrumente

Die Erhebungsinstrumente wurden mithilfe von Survio, einer Online-Plattform zur Anfertigung von Umfragen, erstellt. Alternativ hätte auch LimeSurvey der PH Heidelberg genutzt werden können. Für die Studie wurde letztendlich Survio verwendet, weil die Usability des kostenlosen LimeSurvey wesentlich schlechter ist. So dauert die Erstellung

einer Umfrage länger und ist umständlicher. Die Umständlichkeit ergibt sich im Wesentlichen dadurch, dass die Erstellung einer leeren Umfrage von Mitarbeitern der Hochschule durchgeführt wird, die nicht immer erreichbar sind.
Die Durchführung der Befragungen via Onlinefragebögen wird in der Literatur empfohlen. So müssen die Experten nicht anwesend sein und die Aussagen der Experten können zwischen den Runden in Ruhe gebündelt und fokussiert werden. Die Aussagen werden dadurch nicht durch gruppendynamische Prozesse im Kreis der Befragten beeinflusst (Burkard & Schecker, 2014).
Die Delphi-Studie dieser Arbeit erstreckte sich auf drei Befragungsrunden und hatte damit den typischen Umfang für diese Schätzmethode. Die erste Befragungsrunde diente der Ideensammlung (Brainstorming). Um dies zu gewährleisten, wurde der Fragebogen mit einem offenen Antwortformat erstellt. Ziel war es, möglichst viele Ideen zur Fragestellung der Studie zu sammeln. Der Fragebogen der ersten Befragungsrunde bestand aus der folgenden offenen Frage: „Nennen Sie in Stichworten Kriterien für digitale Bildungsmedien, um Schülerinnen und Schüler individuell fördern zu können. (Bsp. Adaptierbarkeit, offline nutzbar, unterschiedliche Repräsentationsformen etc.)“.
Die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie wurde durch die klar formulierte Frage erhöht. Ebenfalls wurde die Teilnahmebereitschaft dadurch gesteigert, dass der Fragebogen lediglich aus einer Frage bestand. Aus den Antworten der ersten Befragungsrunde wurden die Fragen der zweiten Befragungsrunde abgeleitet. Aus jedem Aussagenbündel der ersten Runde wurde eine repräsentative Aussage für die zweite Runde erstellt, die durch die Teilnehmenden bewertet werden sollte. Für die zweite Befragungsrunde wurden also keine offenen Fragen verwendet, sondern geschlossene, die mithilfe einer Likert-Skala bewertet wurden. Der Fragebogen der zweiten Runde befindet sich im Anhang B.
Die Möglichkeit neue Aussagen zu formulieren oder gegebene Aussagen zu modifizieren, war in der zweiten Befragungsrunde nicht möglich (Burkard & Schecker, 2014).
Die dritte Befragungsrunde dient der Bewertung von beispielhaften DER, die entstanden sind auf Grundlage der theoretischen Erkenntnisse (vgl. Kapitel 4.3.3) und der durch die Delphi-Studie ermittelten praktischen Kriterien. Da die Gefahr eines Drop-outs bei wiederholten Befragungsrunden besteht, wurde die dritte Befragungsrunde auf freiwilliger Basis durchgeführt. Im folgenden Kapitel wird die Stichprobe der Delphi-Studie beschrieben.

5.3 Stichprobe

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Konzepts für digitale Bildungsressourcen, die individualisiertes Lernen im Unterricht ermöglichen. Da das Einsatzgebiet im Rahmen dieser Arbeit die Schule ist, besteht die Stichprobe aus Lehrerinnen und Lehrern sowie Lehramtsstudierenden aller Schulformen. Zu Beginn war geplant, dass nur Lehrende der

Sekundarstufe 1 an der Delphi-Studie teilnehmen sollen. Dieser Gedanke wurde aber verworfen, da es für die Aussagekraft der Untersuchung von zentraler Bedeutung ist, dass die Zusammensetzung der Teilnehmenden eine breite Erfahrung in diesem Themengebiet hat und viele Perspektiven und Meinungen vertreten sind (Burkard & Schecker, 2014). Ebenfalls wurde die Eingrenzung der Stichprobe verworfen, weil kurz nach Freischaltung der Internetseite zur Akquirierung der Teilnehmenden, Lehrende an Berufsschulen nachfragten, ob sie ebenfalls teilnehmen können.
Die Teilnehmerakquirierung fand des Weiteren auch über das digitale schwarze Brett in der StudIP Installation der PH Heidelberg sowie verschiedener Online-Plattform für Recherche und Wissenschaftskommunikation (Bsp. Thesius, SurveySwap und SurveyCircle), dem Netzwerk für Digitale Bildung, der Pacemaker Initiative und dem Heidelberger Zentrum für Migrationsforschung und Transkulturelle Pädagogik statt.
Da die Studie vollständig anonymisiert ablief, kann die Stichprobe nicht genauer beschrieben werden bzgl. Alter, Geschlecht, demografischer Aspekte und welcher Schulform die Beteiligten zugehörig sind. Ebenso kann nicht geprüft werden, welche Fächerkombinationen die teilnehmenden Lehrenden haben.
An der 1. Befragungsrunde nahmen 93 und an der 2. Befragungsrunde 91 Lehrende und Lehramtsstudenten teil. Die Teilnehmerzahl, die eine Voranmeldung über die Internetseite vorgenommen hatten, weicht von der Teilnehmeranzahl ab, die dann an der Studie teilgenommen haben. Die Mehrheit wollte anonym an der Studie teilnehmen. Die Teilnehmerzahl der ersten zwei Befragungsrunden liegt im Rahmen der Literaturvorgaben von 50 bis 100 Teilnehmenden für diese Forschungsmethode. Aufgrund der aktuellen Relevanz des Themas wurde mit einer größeren Beteiligung an der Studie gerechnet. Mögliche Gründe für das fehlende Interesse könnten die aktuellen hohen Belastungen der Lehrenden durch die Corona Pandemie sein und der gewählte Zeitraum (Vorweihnachtszeit).

5.4 Auswertungsmethoden

Für die Datenauswertung der Studie wurden, aufgrund der unterschiedlichen Fragebögen der Befragungsrunden, sowohl qualitative als auch quantitative Verfahren verwendet. Nach der ersten offenen Befragungsrunde wurden ähnliche Antworten auf die gestellte Frage gruppiert und eine Antwort formuliert, welche die Gruppe repräsentiert.
Dadurch wird dem Prinzip der Delphi-Technik entsprochen, dass durch die Antworten der ersten Runde, die Fragen für die zweite Runde gewonnen werden (Burkard & Schecker, 2014). Für die Datenauswertung der zweiten geschlossenen Befragungsrunde wurde eine vierstufige Likert-Skala genutzt. Diese Skalierung ohne Mittelkategorie wurde gewählt, damit sich die Befragten eindeutig positionieren, entweder in Richtung Zustimmung (trifft

voll/ eher zu) oder Ablehnung (trifft eher/ nicht zu). Die Summe der positiven Ratings wird als Top Box und die Summe der ablehnenden Ratings als Bottom Box bezeichnet.
Ziel ist, die prozentuale Verteilung von Top Box und Bottom Box zu ermitteln, um zu überprüfen, ob die ermittelten Kriterien mit den theoretischen Erkenntnissen dieser Arbeit übereinstimmen. In der freiwilligen dritten Befragungsrunde wurden den Teilnehmenden zunächst die Ergebnisse der ersten beiden Runden gezeigt, sowie eine Kurzfassung des DER Konzepts. Im Anschluss daran konnten beispielhafte DER, die mithilfe von PowerPoint erstellt worden waren, heruntergeladen werden und das Konzept insgesamt bewertet werden. Eine Gewichtung der inhaltlichen Ergebnisse der Befragung anhand der Kompetenzfrage, wie es Loveridge und Kollegen vorschlagen (1995), wurde nicht vorgenommen, da die Expertengruppe sowohl aus Lehrenden, die bereits an Schulen arbeiten und aus Lehramtsstudierenden bestand (Häder, 2014). Die anonym abgegebenen Einschätzungen der Experten wurden nicht, aufgrund einer eventuell höheren Kompetenz der Lehrenden an Schulen, als höherwertig betrachtet. Alle Einschätzungen wurden gleich gewertet. Für eine entsprechende Gewichtung hätten für die beiden Expertengruppen getrennte Datenerhebungen stattfinden müssen.

5.5 Gütekriterien

Die Gütekriterien der Objektivität, Validität und Reliabilität werden berücksichtigt, um die Qualität der Messverfahren zu gewährleisten. Die Objektivität der Messverfahren wurden gewährleistet, da der Untersuchungsablauf vom Autor genau definiert worden war und die Datenerhebung vollständig mithilfe von online Tools durchgeführt wurde. Durch eine eindeutige und verständliche Formulierung der Instruktion fand keine soziale Interaktion zwischen den Teilnehmenden und dem Autor der Studie statt. Die Auswertungs- und Durchführungsobjektivität ist gewährleistet, weil die Erhebungsinstrumente der Studie den Teilnehmenden nicht viel Spielraum einräumten. Bei der ersten Befragungsrunde (offener Fragebogen) wurde dies durch die klar formulierte Fragenstellung erreicht und bei der zweiten Befragungsrunde (geschlossener Fragebogen) dadurch, dass den Teilnehmenden geschlossene Fragen vorgelegt wurden, die sie mithilfe der Likert-Skala beantworten mussten. Die Interpretationsobjektivität ist dadurch garantiert, dass alle Antworten vom Autor der Studie ausgewertet wurden und so keine unterschiedliche Interpretation entstanden ist (Sedlmeier & Renkewitz, 2013).
Durch eine gleichbleibende Untersuchungssituation während der einzelnen Datenerhebungen der Delphi-Studie wurde die Reliabilität sichergestellt. Bei allen Teilnehmenden wurden die Daten via online Tools erhoben. Die Datenerhebung fand nur mit Lehrenden und Lehramtsstudierenden aller Schulformen statt, die alle über das gleiche pädagogische Grundlagenwissen verfügen. Um Erinnerungseffekten vorzubeugen und die Reliabilität der Befragungsrunden zu gewährleisten, lag zwischen den Erhebungen, die

jeweils über einen Zeitraum von zwei Wochen liefen, nur ein Tag (Sedlmeier & Renkewitz, 2013).
Da alle Teilnehmenden die gleichen Fragen innerhalb eines standardisierten Fragebogens beantwortet haben, ist die Reliabilität sichergestellt. Die Reliabilität wurde insgesamt durch eine eindeutige Datenanalyse gewährleistet, da die erhobenen Daten statistisch ausgewertet und aufbereitet wurden, um Informationen zu gewinnen und Zusammenhänge zu entdecken (Bortz, 2005).
Da die Datenerhebung nicht in einer künstlichen, sondern einer vertrauten Umgebung stattgefunden hat und kein Kontakt zum Autor der Studie bestand, ist die Validität der Studie gegeben. Auch durch die verständliche Formulierung der Fragen wurde die Validität garantiert.

5.6 Datenschutz

Die Datenschutzbestimmungen aus dem Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) bzw. aus den Datenschutzgesetzen des jeweiligen Bundeslandes gelten für den Schutz der Persönlichkeit der Teilnehmenden bei Delphi-Befragungen (Häder, 2014). Im Rahmen der für diese Arbeit durchgeführten Delphi-Studie, wurde bzgl. des Datenschutzen deshalb auf folgende Aspekte besonders geachtet. Das Prinzip der Freiwilligkeit wurde bei der Studie berücksichtigt. Niemand war zur Teilnahme an der Befragung verpflichtet (Häder, 2014). Da die Teilnahme an der Studie anonym war, konnte auch nicht festgestellt werden, welcher Experte nicht an den Befragungsrunden teilgenommen hat. Demzufolge wurde auch kein Experte ein weiteres Mal kontaktiert, um sich an der Befragung zu beteiligen (Häder, 2014). Das geschah auch deshalb nicht, weil es schwer ist, Experten, die nicht an der ersten Befragungsrunde teilgenommen haben, für nachfolgenden Runden zu aktivieren.
Alle Teilnehmenden wurden lange vor Beginn der Datenerhebung über eine dafür eingerichtete Internetseite über die Ziele und über die Modalitäten der Befragung informiert (Häder, 2014). Die Anonymität der Antworten wurde den Teilnehmenden garantiert. Die Identifizierung von Antworten einzelner Experten war zu keiner Zeit gegeben, weil keine Identifikationsnummern zur Rücklaufkontrolle verwendet wurden (Häder, 2014).

6 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Delphi-Studie zur praktischen Untermauerung des theoretisch entwickelten DER Konzepts (vgl. Kapitel 4.3) dargestellt. Die Kapitel gehen dabei auf die einzelnen Befragungsrunden der Studie ein. Zunächst werden die Ergebnisse der ersten offenen Befragungsrunde beschrieben. Hier ging es um die Kriterien für digitale Bildungsressourcen, um individualisiertes Lernen zu ermöglichen (vgl. Kapitel 6.1). Danach wird auf die Ergebnisse der zweiten Befragungsrunde eingegangen und ebenfalls wird die Wichtigkeit der Kriterien bewertet (vgl. Kapitel 6.2).

Anschließend wird das Feedback der exemplarischen DER Erprobung dargestellt (vgl. Kapitel 6.3). Das Kapitel wird abgeschlossen mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse (vgl. Kapitel 6.4) und setzt diese in Zusammenhang mit den theoretisch festgelegten Kriterien für DER.

6.1 Ergebnisse der 1. Befragungsrunde

Die erste Befragungsrunde der Delphi-Studie fand vom 15.11 bis 28.11.21 statt. Während dieses Zeitraums wurde die Studie von 181 Personen angeklickt, jedoch nur von 93 (51%) Teilnehmern abgeschlossen. Das Interesse an der Studie war also höher als die Teilnahme an dieser. Die Bearbeitungszeit der offenen Fragestellung lag durchschnittlich zwischen 1-2 Minuten. Von den 93 Aussagen konnten nur 79 (84%) für die Delphi-Studie genutzt werden. 14 Aussagen hatten keinerlei Bezug zur gestellten Fragestellung.

Die Aussagen aller Teilnehmenden wurden für die Auswertung des Fragebogens in Aussagebündeln zusammengefasst. Nach den Grundsätzen der qualitativen Inhaltsanalyse erfolgte dann die Kategoriebildung. Dadurch wurde ein Überblick über die unterschiedlichen Facetten der Fragestellung generiert (Burkard & Schecker, 2014).

Die Antworten der Teilnehmenden waren zum größten Teil stichwortartig, aber auch teilweise in ganzen Sätzen ausformuliert. Nach der Analyse der Antworten haben sich insgesamt 19 Kriterien herauskristallisiert, die für digitale Bildungsressourcen für individualisiertes Lernen von Bedeutung sind. Die wichtigsten Kriterien für DER waren in der ersten Befragungsrunde, dass die Lernmedien offline nutzbar, anpassbar bzw. individualisierbar und benutzerfreundlich (Bsp. leichte Bedienbarkeit) sind. Die Bevorzugung digitale Lehr- und Lernmedien auch offline verwenden zu können, lässt sich dadurch erklären, dass die digitale Infrastruktur bzgl. der Verfügbarkeit eines verlässlichen Internetanschlusses (vgl. Kapitel 1) in Deutschland noch ausbaufähig ist. Die Wichtigkeit der Anpassbarkeit von Lehr- und Lernmedien als Kriterium lässt sich durch die zunehmende Heterogenität der Lerngruppen und der daraus resultierenden Herausforderung für die Lehrpersonen erklären.

Da Individualisierbarkeit eine Folge der Adaptierbarkeit ist, wurden diese beiden Aspekte als separate Kriterien festgelegt. Die Relevanz der Benutzerfreundlichkeit für die Teilnehmenden der ersten Befragungsrunde lässt sich dadurch erklären, dass der Einsatz digitaler Lehr- und Lernmedien von der Komplexität des Angebots abhängig ist. Wenn die Oberfläche oder die Bedienbarkeit zu viel Zeit in Anspruch nimmt, ist die Einsatzwahrscheinlichkeit niedriger. Ebenfalls wichtige Kriterien für DER sind die Interaktivität (Bsp. Übungen), die Umwandlung in verschiedene Repräsentationsformen (Bsp. rein audiovisuelle) oder Gamification Ansätze (Bsp. Erfolge). Interessant an den Ergebnissen war, dass die kostenlose Verfügbarkeit digitaler Bildungsressourcen nur ein einziges Mal als Kriterium angegeben worden war. Dies ist vermutlich dadurch zu erklären,

dass es den Teilnehmern der Studie bewusst ist, dass eine bestimmte Qualität und Funktionalität von digitalen Lehr- und Lernmedien nicht kostenlos umsetzbar ist bzw. dass es ohne entsprechende Fördermittel nicht möglich ist, diese zu gestalten. Auch war es interessant zu sehen, dass Barrierefreiheit (Bsp. leichte Sprache und Untertitelung) bei den Teilnehmenden ein Kriterium ist. Dass DER keine Werbung enthalten, ansprechend gestaltet sein sollten, Ziele haben, die Inhaltsqualität stimmt, gab jeweils nur ein Teilnehmer an. Bei Letzterem geht man offensichtlich davon aus, dass der Inhalt allgemein korrekt ist bzw. dass dieser entsprechend angepasst werden kann bei Über- bzw. Unterforderung der Lernenden. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Forderung nach einem niedrigen Datenvolumenverbrauch von digitalen Bildungsressourcen.

Da Schulen nicht flächendeckend über ein stabiles Internet verfügen, nutzen die Schülerinnen und Schüler meist ihr eigenes Datenvolumen, um bestimmte Aktionen für den Unterricht im Internet auszuführen. Beispielsweise verbraucht das Anschauen eines Videos auf YouTube, je nach Auflösung, 2-8 Megabyte (MB) an Datenvolumen. Dieses Kriterium scheint von einem Lehrenden zu stammen, der mit diesem Umstand vielleicht schon mehrfach von den Lernenden konfrontiert wurde. Die Nutzbarkeit mit verschiedener Software und auf allen Betriebssystemen sind ebenfalls bedeutende Kriterien, da an Institutionen verschiedene Endgeräte mit unterschiedlichen Betriebssystemen genutzt werden. Die Kriterien werden nachfolgend dargestellt (siehe Abbildung 9). Das vollständige und unbearbeitete Transkript der ersten Befragungsrunde befindet sich im Anhang C.

Abb. 9: DER Kriterien als Ergebnis der ersten Befragungsrunde der Delphi-Studie [Eigene Darstellung]

6.2 Ergebnisse der 2. Befragungsrunde

Die zweite Befragungsrunde der Delphi-Studie fand vom 29.11 bis 12.12.21 statt. Während dieses Zeitraums wurde die Studie von 110 Personen angeklickt und von 91 (83%) Teilnehmern abgeschlossen. Die zweite Befragungsrunde wurde im Vergleich zur ersten Runde (vgl. Kapitel 6.1) von deutlich mehr Teilnehmern abgeschlossen. Dies ist vielleicht dadurch zu erklären, dass aufgrund der fehlenden Medienkompetenz, auch keine Ideen aufkamen, welche Kriterien digitale Bildungsressourcen berücksichtigen sollten. Hingegen

hatten wesentlich mehr Teilnehmende eine Meinung bzgl. der Wichtigkeit der Kriterien für DER. Von den 91 Teilnehmern konnten nur 88 Fragebogen (97%) ausgewertet werden.
Bei den Fragebögen von drei Teilnehmenden waren ein paar Fragen mit mehreren Antworten versehen, wodurch diese nicht in der Auswertung berücksichtigt werden konnten. Wie es dazu kam, ist nicht erklärbar, da diese Funktion deaktiviert worden war. Die Einzelantworten der Teilnehmenden der zweiten Befragungsrunde befinden sich in Anhang D.
Das Dropdown zwischen erster und zweiter Befragungsrunde ist gering ausgefallen. Die Bearbeitungszeit des geschlossenen Fragebogens lag durchschnittlich zwischen 1-2 Minuten. In der zweiten Runde wurde die Wichtigkeit der Kriterien für DER mithilfe eines geschlossenen Fragebogens erfasst. Für die Einschätzung, welchen Kriterien die Befragten zustimmen (1 trifft voll zu/ 2 trifft eher zu) oder ablehnen (3 trifft eher nicht zu/4 trifft nicht zu), wurde eine vierstufige Likert-Skala verwendet.
Die Abbildung 10 zeigt die konkreten Anteile der Zustimmung (1 & 2) bzw. Ablehnung (3 & 4) der einzelnen Kriterien, die in der ersten Befragungsrunde identifiziert worden waren.

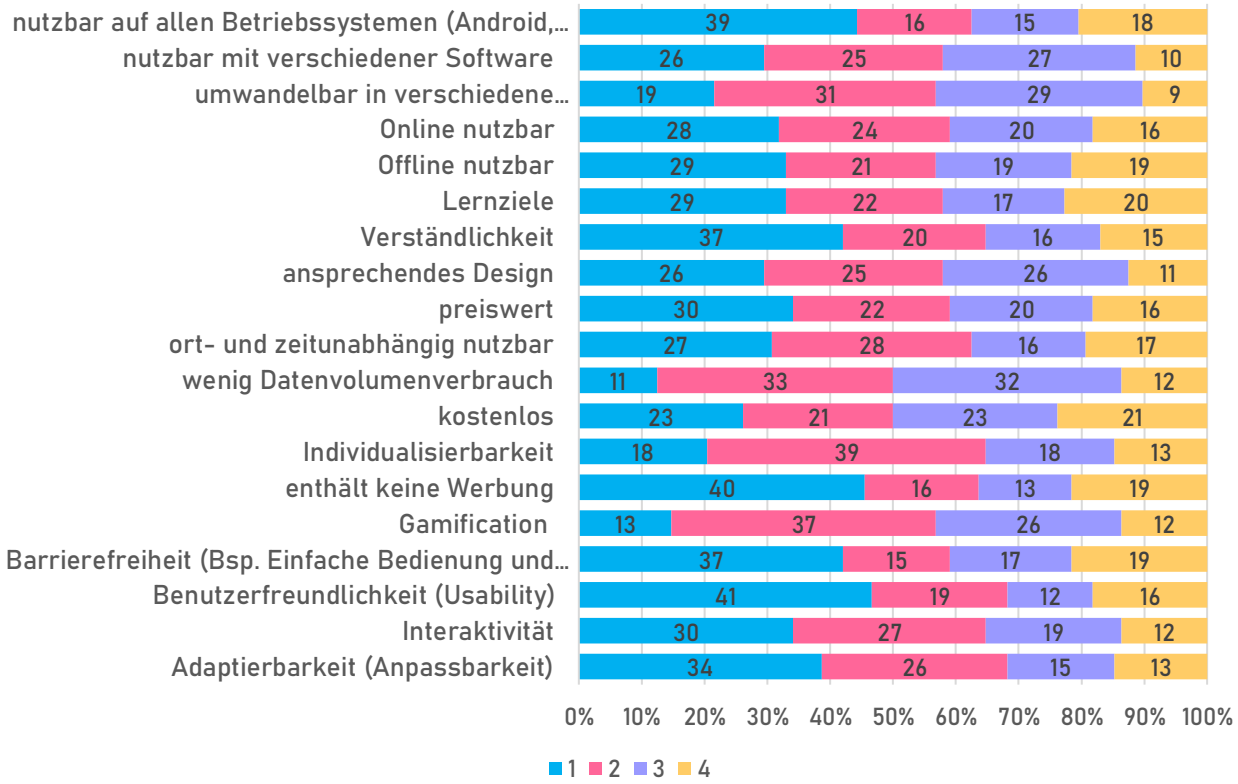


Abb. 10: Prozentualer Anteil der Kriterien des DER Konzepts

Durch die Skalierung ohne Mittelkategorie mussten sich die Teilnehmer eindeutig positionieren, entweder in Richtung Zustimmung (trifft voll/ eher zu) oder Ablehnung (trifft eher/ nicht zu). Die Tabelle 1 zeigt zum einem die Summe der positiven Ratings (Zustimmung) und der negativen Ratings (Ablehnung) und zum anderen die prozentuale

Verteilung von Zustimmung (Top Box) und Ablehnung (Bottom Box). Von den 19 Kriterien erhielten 17 Kriterien eine mehrheitliche Zustimmung (51%) von den Teilnehmenden der zweiten Befragungsrunde.

Tab. 1.: Summe der positiven und negativen Ratings sowie die Verteilung der Zustimmung (Top Box) und Ablehnung (Bottom Box) der 19 ermittelten Kriterien für DER

Kriterium	1	2	G	%	3	4	G	%
Adaptierbarkeit (Anpassbarkeit)	34	26	60	68	15	13	28	32
Benutzerfreundlichkeit (Usability)	41	19	60	68	12	16	28	32
Interaktivität	30	27	57	65	19	12	31	35
Individualisierbarkeit	18	39	57	65	18	13	31	35
Verständlichkeit	37	20	57	65	16	15	31	35
enthält keine Werbung	40	16	56	64	13	19	32	36
ort- und zeitunabhängig nutzbar	27	28	55	63	16	17	33	38
nutzbar auf allen Betriebssystemen (Android, Windows, iOS)	39	16	55	63	15	18	33	38
Barrierefreiheit (Bsp. Einfache Bedienung und Sprache)	37	15	52	59	17	19	36	41
preiswert	30	22	52	59	20	16	36	41
Online nutzbar	28	24	52	59	20	16	36	41
ansprechendes Design	26	25	51	58	26	11	37	42
Lernziele	29	22	51	58	17	20	37	42
nutzbar mit verschiedener Software	26	25	51	58	27	10	37	42
Gamification	13	37	50	57	26	12	38	43
Offline nutzbar	29	21	50	57	19	19	38	43
umwandelbar in verschiedene Darstellungsformen	19	31	50	57	29	9	38	43
kostenlos	23	21	44	50	23	21	44	50
wenig Datenvolumenverbrauch	11	33	44	50	32	12	44	50

In der Tabelle 2 sind die fünf wichtigsten und eher unwichtigsten Kriterien aufgeführt. Da die Einschätzungen bzgl. der Zustimmung und Ablehnung bei manchen Kriterien prozentual gleich sind, teilen sie sich eine Platzierung.

Tab. 2.: Top Box und Bottom Box der Kriterien für DER

	Top Box eher wichtig		Botton Box eher unwichtig
1	Adaptierbarkeit (68%)	1	kostenlos (50%)
1	Benutzerfreundlichkeit (68%)	1	wenig Datenvolumen (50%)
3	Verständlichkeit (65%)	3	Gamification (43%)
3	Interaktivität (65%)	3	umwandelbar in verschiedene Darstellungsformen (43%)
5	Individualisierbarkeit (65%)	3	Offline nutzbar (43%)

Die Ergebnisse der zweiten Befragungsrunde sind sehr interessant. In der ersten Runde der Studie waren die am häufigsten geäußerten Kriterien für DER, dass die Lernmedien offline nutzbar, anpassbar bzw. individualisierbar und benutzerfreundlich sind (vgl. Kapitel 6.1).

In der zweiten Runde haben zwei der drei wichtigsten Kriterien der ersten Runde die höchste Zustimmung bei den Teilnehmenden. Hierbei handelt es sich um die

Adaptierbarkeit und die Benutzerfreundlichkeit. Dass die digitalen Lernmedien auch offline nutzbar sind, wurde in der 1. offenen Befragungsrunde häufig als wichtiges Kriterium genannt. In der zweiten Runde, auch wenn eine Zustimmung von 57% vorliegt, war dieses Kriterium für viele der Teilnehmenden eher unwichtig im Vergleich zu den anderen Kriterien, obwohl der Ausbau der digitalen Infrastruktur in Deutschland noch ausbaufähig ist (vgl. Kapitel 1).

Ein ebenfalls wichtiges Kriterium sowohl in der ersten als auch in der zweiten Befragungsrunde ist die Interaktivität. Da interaktive digitale Lernmedien (Bsp. Lernvideos) die höchste Wirksamkeit haben (vgl. Kapitel 2.2), ist diese Einschätzung durch die Lehrenden sehr positiv.

Das Kriterium der Verständlichkeit wurde in der ersten Befragungsrunde nur von einem Teilnehmer genannt. In der zweiten Befragungsrunde hingegen hat es den zweit höchsten Zustimmungswert erhalten. Dieser Unterschied lässt sich eventuell dadurch erklären, dass manche Kriterien der ersten Befragungsrunde vielleicht deshalb nicht öfter genannt wurden, weil diese als selbstverständlich erachtet worden sind.

Die Umwandlung in verschiedene Repräsentationsformen und Gamification Ansätze wurden in der ersten Befragungsrunde mehrmals genannt. In der zweiten Befragungsrunde sind sie, wenn auch bei beiden eine mehrheitliche Zustimmung besteht, für viele Teilnehmer eher unwichtig.

Das Ergebnis bzgl. Gamification lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass viele Teilnehmenden sich nicht konkret etwas darunter vorstellen können bzw. mit diesem Ansatz noch nie wirklich in Berührung gekommen sind. Ebenfalls interessant ist, dass die Umwandlung in verschiedene Darstellungsformen auch eher unwichtig ist, obwohl dieses Kriterium eines DER im Wesentlichen durch die Kriterien der Adaptierbarkeit bzw. Individualisierbarkeit der Lernmedien ermöglich wird und diese beiden Kriterien hingegen hohe Zustimmungswerte haben. Eine Erklärung hierbei könnte sein, dass viele der teilnehmenden Lehrkräfte bzw. Lehramtsstudenten bisher noch nicht viele Lernmedien kennen, die sich in verschiedene Medienformate umwandeln lassen. Die beiden Kriterien, bei denen es weder eine mehrheitliche Zustimmung bzw. Ablehnung gab, sind die kostenlose Verfügbarkeit digitaler Bildungsressourcen und dass deren Verwendung wenig Datenvolumen verbraucht.

Das Ergebnis verdeutlicht, dass wenn digitale Lernmedien nicht kostenlos verfügbar sind, es für viele Lehrende kein sofortiges Ausschlusskriterium ist, wenn es um die Verwendung dieser geht. Vielleicht hat die pandemiebedingte Situation zu dieser Einschätzung geführt, da Lehrende sich in dieser Zeit stärker als gewöhnlich mit den verschiedenen Angeboten im Internet auseinandersetzen mussten und so bemerkten, dass Medien mit einer bestimmten Qualität bzw. Funktionalität nicht kostenlos zur Verfügung stehen, denn die Nutzung kostenloser Medien bzw. Apps beinhaltet die Freigabe von persönlichen Daten.

Nach dem DER Konzept können digitale Lernmedien auch kommerziell sein, wodurch es sich deutlich vom OER Konzept (vgl. Kapitel 4.2.3) unterscheidet. Das Kriterium des geringen Datenvolumenverbrauchs wurde in der ersten Runde nur ein einziges Mal angesprochen.
In der zweiten Runde wurde dieses Kriterium von 50% der Teilnehmenden als eher unwichtig bewertet. Diese Einschätzung lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass es vielen Lehrenden nicht bewusst ist, dass die Lernenden ihr eigenes Datenvolumen verbrauchen, wenn im Unterricht von Lehrenden digitale Tools eingesetzt werden.
Die Ergebnisse der zweiten Befragungsrunde zeigen zum einen, dass kein Kriterium mehrheitlich (51%) als unwichtig erachtet wird und zum anderen, dass alle Kriterien, die als wichtig angesehen werden, von der Mehrheit der Teilnehmenden (51%) als relevant angesehen werden.

6.3 Ergebnisse der 3. Befragungsrunde

Die dritte Befragungsrunde der Delphi-Studie fand vom 10.01 bis 22.01.22 statt. In der dritten Befragungsrunde konnten die Teilnehmenden die Ergebnisse der ersten beiden Runden der Delphi-Studie erstmals einsehen sowie das theoretisch entwickelte Konzept für die digitalen Bildungsressourcen. Desweiteren standen drei exemplarisch DER zum Herunterladen bereit die nach den theoretischen und praktischen Erkenntnissen erstellt worden waren. Die Teilnehmenden konnten in einer offenen Fragestellung ein Feedback abgeben, ob das vorgestellte Konzept ihren Erwartungen zur Gestaltung von digitalen Bildungsressourcen erfüllt, um Lernende künftig individuell besser fördern zu können. An der dritten Runde nahm lediglich eine Person teil. Die Anzahl der Seitenaufrufe war wesentlich höher. Die geringe direkte Beteiligung ist dadurch zu erklären, dass die Teilnahme an der dritten Runde freiwillig war. Weitere Gründe könnten die coronabedingte Situation sein und der Zeitmangel aufgrund des Endes der Winterferien an den Schulen bzw. die Prüfungsphasen an den Hochschulen.
Die Rückmeldung der teilnehmenden Person war, dass die Erwartungen erfüllt sind, aber das vieles noch unpräzise bleibt und die beispielhaften DER bestimmte Kriterien (Bsp. Interaktivität, Individualisierbar, ansprechendes Design) nicht erfüllen.
Die Einschätzung der Person ist vermutlich dadurch zu erklären, dass die theoretischen Informationen nicht richtig gelesen oder verstanden worden sind. Die Interaktivität, welche im Rahmen der praktischen Studie (vgl. Kapitel 6.2) eines der wichtigsten Kriterien ist, ist im theoretischen Modell in Kriterium 1 (vgl. Kapitel 4.3.3.1), also den lernpsychologischen Theorien und Modellen zum Lernen verankert. Da alle Elemente der exemplarischen DER (siehe Anhang A) mithilfe des Präsentationsprogramms PowerPoint erstellt wurden und animiert waren, ist das Interaktivitätsprinzip erfüllt. Die Lernenden können selbstständig entscheiden, wie schnell die Informationen dargestellt werden oder nicht. Eine weitere

Möglichkeit der Interaktivität ist es, dass die DER in Lernvideos oder Grafiken umgewandelt und in Apps wie H5P implementiert werden um weitere interaktive Elemente (Bsp. verschiedene Aufgabentypen) zu integrieren, wie es in Kriterium 3 (vgl. Kapitel 4.3.3.3) beschrieben wird. Die Einschätzung, dass das Lernmedium nicht das Kriterium der Individualisierbarkeit erfüllt, ist ebenfalls nicht nachvollziehbar. Dieses Kriterium wurde in der praktischen Studie, wie die Interaktivität, als sehr wichtig bewertet. Was mit Individualisierung gemeint ist, wird im siebten Kriterium des theoretischen DER Konzept erläutert (vgl. Kapitel 4.3.3.7). Das dort beschriebene Ideal wird durch das erste Kriterium, also durch die Berücksichtigung der Gestaltungsprinzipien, ermöglicht. Die vorhandenen Beispiele können die Selbstbildung der Lernenden unterstützen, da sie von den Lernenden individuell angepasst werden können. Die Beispiele sollten zeigen, wie es Humboldt beschrieben hat, dass sie als Inhalte weitergedacht werden können, anstatt nur einen statischen Plan eines anderen darzustellen. Vermutlich hatte die Person wenig Erfahrung im Umgang mit dem Präsentationsprogramm von PowerPoint, wodurch sich die verschiedenen Möglichkeiten der Individualisierung eines Lernmediums ergeben, bei dem alle Elemente anpassbar sind.

Das letzte genannte Kriterium, das laut dem Teilnehmer nicht erfüllt ist, ist das ansprechende Design. Mit 58% Zustimmung war das Kriterium in der praktischen Studie im Vergleich zur Interaktivität und Individualisierbarkeit für die Teilnehmenden weniger wichtig. Die Gestaltung der beispielhaften DER für die Erprobung erfolgte nach den Gestaltungsprinzipien, die auf der Grundlage lernpsychologischer Modelle und Theorien aufgestellt worden und im ersten Kriterium des theoretischen Konzepts beschrieben worden sind.

Welches Design als ansprechend empfunden wird, ist von Person zu Person verschieden. Aufgrund der Adaptierbarkeit der DER können diese natürlich auch vom Design angepasst werden bzgl. der farblichen Gestaltung, der Anordnung der Elemente, der verwendeten Animationen oder dargestellten Informationen. Da dieser Punkt von dem Teilnehmer explizit genannt wurde, verstärkt die Vermutung, dass die Kriterien des theoretischen Konzepts nicht vollständig gelesen worden sind. Die Beispiel DER sind keine statischen Lernmedien, sondern können vom jeweiligen Nutzer, ob Lehrende oder Lernende, individuell angepasst werden. Von der Ursprungsdatei des DER ausgehend, kann die vorhandene Gestaltung dem Nutzer bereits gefallen oder eben nicht. Im letzten Fall kann er diesen an seine Vorstellungen anpassen. Um die Akzeptanz und das Verständnis des DER Konzepts bei den Lehrenden zu verbessern, sollten Workshops zur Erstellung und zu den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten dieser Inhalte angeboten werden. Das können Fortbildungen für Lehrende an Schulen sein oder im Rahmen von Lehrveranstaltungen während des Studiums.

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel der Delphi-Studie war es zu überprüfen, ob die ermittelten praktischen Kriterien mit den theoretischen Erkenntnissen dieser Arbeit übereinstimmen, um sie in das DER Konzept einfließen zu lassen.

Die Ergebnisse der Delphi-Studie zeigen, dass das theoretische DER Konzept (vgl. Kapitel 4.3) sehr gut mit den durch die Studie ermittelten Kriterien übereinstimmt. Von den 19 identifizierten Kriterien wurden 17 von den Teilnehmenden mehrheitlich bestätigt. Bei zwei Kriterien (1. kostenlose Angebote und 2. Datenvolumenverbrauch) gab es keine eindeutige Ablehnung oder Zustimmung (50%).

Es wurde also kein Kriterium mehrheitlich abgelehnt (51%). Die praktisch ermittelten Kriterien der Adaptierbarkeit (Anpassbarkeit), Interaktivität, Individualisierbarkeit und Lernziele lassen sich dem ersten (lernpsychologische Theorien und Modelle), dem zweiten (Participatory Culture), dem dritten (SAMR-Modell), dem vierten (4K-Modell) und dem siebten (Bildung als Prozess der Individualisierung) theoretischem Kriterium zuordnen. Die Barrierefreiheit wird durch das fünfte gleichnamige theoretische Kriterium erfüllt. Das sechste theoretische Kriterium (Usability) ermöglicht die praktischen Kriterien, dass Medien offline und online mit verschiedener Software und auf allen Betriebssystemen nutzbar sind. Dass DER in verschiedene Formate umwandelbar sind, wird durch das erste und sechste theoretische Kriterium beachtet. Dass digitale Bildungsressourcen kostenlos bzw. preiswert sind, wird durch das sechste, aber indirekt auch durch das fünfte theoretische Kriterium bedacht. Die lernpsychologischen Theorien und Modelle (Kriterium 1) erfüllen das praktische Kriterium des ansprechenden Designs und der Verständlichkeit, indem konkrete Inhalte so konzipiert werden, dass sie die kognitiven Kapazitäten der Lernenden nicht überfordern und Unwichtiges weglassen. Die Möglichkeit, die Quelldatei in verschiedene Medienformate umzuwandeln, erlaubt die Implementierung in Apps, die Gamification Elemente beinhalten. Die Usability berücksichtigt demnach das Kriterium der Gamification. Dass wenig Datenvolumen durch die Verwendung von DER verbraucht werden soll, wird durch das erste Kriterium, konkret durch das Prinzip der Adaptierbarkeit, die Usability und auch durch die Barrierefreiheit berücksichtigt.

Das theoretische DER Konzept muss lediglich um zwei Kriterien erweitert werden, die im Rahmen der Delphi-Studie festgestellt wurden. Konkret geht es darum, dass DER keine Werbung enthalten dürfen. Dieser Punkt wird in das sechste Kriterium (Usability) des Konzepts integriert. Dass DER ort- und zeitunabhängig nutzbar sind, wird durch das zweite und sechste theoretische Kriterium gewährt, indem die Lernmedien nicht nur den Lehrenden, sondern auch den Lernenden zur Verfügung stehen und auch ohne eine Verbindung zum Internet eingesetzt werden können.

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen insgesamt den Wunsch nach mehr Individualisierungsmöglichkeiten bei digitalen Lernmedien. Statische analoge oder digitale

Angebote, die im Unterricht eingesetzt und von Lernenden genutzt werden sollen, entsprechen nicht mehr den aktuellen Vorstellungen von Lehrenden und Lehramtsstudierenden.
Die Schlussfolgerung ist, dass digitale Lernmedien unter Berücksichtigung der Kriterien des DER Konzepts entwickelt werden sollten, um individualisiertes Lernen im Unterricht zu ermöglichen. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Arbeit lassen sich verschiedene Forschungsfragen für Studien zum Thema DER ableiten. So sollte beispielsweise im Rahmen einer Vergleichsstudie untersucht werden, ob Lernmedien, die nach dem DER Konzept erstellt worden sind, einen stärkeren Einfluss auf die Individualisierung des Unterrichts haben als Lernmedien, die nach dem OER Konzept erstellt worden sind. Hierbei könnten dann nicht nur die Meinung der Lehrenden, sondern auch die der Lernenden erfasst und miteinander verglichen werden.
Eine weitere Forschungsfrage sollte die Wirksamkeit des Lernens mit DER untersuchen, in dem die Lernleistung, der Grad der Selbststeuerung und die Motivation verschiedener Lerngruppen verglichen wird.

7 Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines Konzepts für Digital Educational Resources [DER], die dann zur didaktisch-methodischen Verankerung im Unterricht genutzt werden können, um das individualisierte Lernen mit digitalen Medien zu fördern.
Um das Konzept zu entwickeln, musste die Frage beantwortet werden, wie sollten digitale Bildungsressourcen [DER] aufgebaut sein, dass sie im Unterricht in individualisierten Phasen eingesetzt werden können.
Zur Beantwortung der Frage wurde im ersten Kapitel die aktuelle Lage in Deutschland bzgl. digitaler Bildung analysiert. Es wurde festgestellt, dass in allen drei Handlungsfeldern der Digitalisierungsstrategie der KMK von 2016 Nachholbedarf besteht, aufgrund einer verschleppten Digitalisierung im Bildungsbereich in Deutschland.
Im zweiten Kapitel wurde das Lernen mit digitalen Medien im Unterricht geschildert. Hierbei wurde zunächst auf empirische Studien eingegangen, welche die Wirksamkeit digitaler Medien beweisen (vgl. Kapitel 2.2). Im Anschluss daran wurden verschiedene Einflussfaktoren für eine effektive Mediennutzung im Unterricht vorgestellt (vgl. Kapitel 2.3).
Im dritten Kapitel wurden verschiedene Lernformen beschrieben, die mithilfe digitaler Lernmedien umgesetzt werden können als Kontrast zu den bisherigen meist frontalen Lernformen in denen digitale Lernmedien Verwendung finden, wie im Bildungsbericht 2020 beschrieben. Im vierten Kapitel dieser Arbeit ging es dann um eine sinnvolle didaktisch-methodischen Verankerung digitaler Lernmedien, innerhalb der in Kapitel 3 beschriebenen Lernformen. Hier wurde zunächst auf das bereits etablierte Konzept der offenen Bildungsressourcen [OER] eingegangen.

So wurden die Kriterien und Qualitätssicherungsverfahren von OER untersucht. Bisher konnte nicht festgestellt werden, ob sich das OER Konzept bewährt hat und die darin geäußerten Versprechen (Bsp. mehr Bildungsgerechtigkeit) erfüllt werden konnten. Der Grund sind die fehlenden Wirkungsstudien (vgl. Kapitel 4.2.3).
Aus diesem Grund war es notwendig, ein neues Konzept für digitale Bildungsressourcen zu entwickeln. Nachdem die Notwendigkeit von DER aufgrund der aktuellen Kritik am OER Konzept und der aktuellen Situation der Digitalisierung im Bildungswesen in Deutschland verdeutlicht wurde, ging es in den folgenden Unterkapiteln um die einzelnen Kriterien, die DER erfüllen müssen. Die Kriterien wurden dabei aus verschiedenen pädagogischen und lernpsychologischen Theorien und Modellen zusammengetragen, die für das individualisierte Lernen erforderlich sind (vgl. Kapitel 4.3.3).
Nach Festlegung der theoretischen Kriterien wurde die Unterschiede zwischen dem OER und dem DER Konzept nochmals hervorgehoben und eine Möglichkeit zur Erstellung mithilfe des Präsentationsprogramms PowerPoint von Microsoft aufgezeigt. Mit der Beschreibung der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von DER wurde das vierte Kapitel beendet. Im fünften Kapitel wurde das Forschungsdesign zur praktischen Ermittlung von Kriterien durch Lehrende und Lehramtsstudierende vorgestellt. Im sechsten Kapitel wurden die Ergebnisse der durchgeführten Delphi-Studie vorgestellt. Es konnte gezeigt werden, dass die theoretischen Kriterien mit den praktisch ermittelten Kriterien übereinstimmen.
Für Lehrende und Lehramtsstudierende ist es aktuell von besonderer Relevanz, dass digitale Lernmedien adaptierbar und folglich individualisierbar sind und die Nutzung dieser, aufgrund der Benutzerfreundlichkeit nicht zu kompliziert ist. Ebenso müssen die Medien verständlich und interaktiv sein. Wenn diese Kriterien von digitalen Lernmedien erfüllt sind, ist eine sinnvolle didaktisch-methodische Verankerung im Unterricht möglich und dadurch auch individualisiertes Lernen.
Die ermittelten Kriterien können deshalb in das DER Konzept einfließen.
In einem nächsten Schritt müssen digitale Lernmedien nach diesen Kriterien entwickelt werden, um in einem weiteren Schritt Wirkungsstudien durchführen zu können.
Auf Grundlage der dadurch gewonnenen Erkenntnisse kann das DER Konzept weiter optimiert werden, um das individualisierte Lernen mit digitalen Medien weiter zu fördern.
Ziel ist, dass alle Lernenden gleichermaßen in ihrem Lernprozess unterstützt werden, denn jeder lernt anders und hat andere Lernvoraussetzungen und Lernpräferenzen.
Lernen wird durch das in dieser Arbeit vorgestellte DER Konzept nicht zu einer bloßen Übernahme vorgefertigter Strukturen, sondern zu einer individuellen Konstruktion der Lehrenden und Lernenden, um die Fähigkeit zu entwickeln, lebenslang lernen zu können.

Literaturverzeichnis

Arleth, R. (2021). Warum die Schule Kinder nicht mehr auf das Leben vorbereitet. ZEITjUNG Internet: https://bit.ly/316CF9A (Abrufdatum: 27.12.21).

Beckedahl, M. (2011). Drittes Update zum Schultrojaner. In: netzpolitik.org. 2. November 2011. Internet: https://bit.ly/3EW3aNj (Abrufdatum: 06.11.21).

Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorgestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt Kapitel: Mediennutzung außer- und innerhalb von Bildungseinrichtungen; S. 235, 242, 240, 254-259, 282-283 Internet: https://bit.ly/2Rv3Ifk (Abrufdatum: 12.06.21).

Bocksch, R. (2020). Digitaler Schulunterricht noch ausbaufähig. Initiative D21. TU München. Statista. Internet: http://bit.ly/2XIAPpY (Abrufdatum: 20.10.21).

Bortz, J. (2005). *Statistik*. 6. Aufl., S. 10, S. 22, 302, Springer Verlag.

Bortz, J. & Döring, N (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. 4. Aufl., S. 261-262 Springer Verlag.

Brandt, M. (2020). Digitales Lernen nimmt stark zu. Statistisches Bundesamt. Statista. Internet: http://bit.ly/2LS7h6G (Abrufdatum: 21.10.21).

Burkard, U. & Schecker, H. (2014). Curriculare Delphi-Studien. In: Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung Krüger, D. & Parchmann, I. Springer Verlag (Hrsg.). Berlin, Heidelberg. S. 159-161

Bundesfachstelle Barrierefreiheit (o. J.). Wie ist Barrierefreiheit definiert? In: bundesfachstelle-barrierefreiheit.de, Internet: https://bit.ly/30mKhUr (Abrufdatum: 13.11.21).

Bundesministerium für Justiz und für Verbraucherschutz (2002). Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen. Behindertengleichstellungsgesetz BGG § 4 Barrierefreiheit. Internet: https://bit.ly/31Yeni6 (Abrufdatum: 13.11.21).
Bax, M. (2019). Bildung - Was ist das eigentlich? Bildungsexperten Netzwerk Internet: https://bit.ly/3F9vTOy (Abrufdatum 14.11.21).

Corona-Lernlücken bergen dauerhafte Wohlstandsrisiken für alle sozialen Schichten. Bildungs- und Entwicklungsdefizite erfordern langfristige Strategie mit individuellen Lernpfaden (2021, 07. Juni). Presseportal, Stark Verlag. Internet: https://bit.ly/2S3ha4R (Abrufdatum: 21.10.21).

Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), S. 87-114. Internet: https://bit.ly/3ClPb1C (Abrufdatum: 14.11.21).

DeBarger, A. & Casserly, C. (2021). Twenty years of Open Educational Resources: Bulding robust networks for innovation. Hewlett Foundation. Internet: https://bit.ly/3kcDZ0O (Abrufdatum: 07.11.21).

Der DigitalPakt und die Corona Krise (2020). Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF]. Internet: https://bit.ly/3jnuhbM (Abrufdatum: 21.10.21)

DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (2013). Was sind Open Educational Resources? Und andere häufig gestellte Fragen zu OER. Internet: https://bit.ly/2T3oNbN (Abrufdatum: 04.11.21).

DigitalPakt Schule. Bundesländer rufen Mittel aus dem DigitalPakt kaum ab (2020, 13. März). Zeit Online. Internet: https://bit.ly/3G9sikL (Abrufdatum: 21.10.21)

Dörner, J. (2018). Bildungsprozesse als fruchtbare Momente im Sportunterricht. Würzburger Beiträge zur Sportwissenschaft, Band 14, S. 20-22, Göttingen, Cuvillier Verlag. Internet: https://bit.ly/3vhYpZa (Abrufdatum 14.11.21)

Drossel et al. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich. S. 206-240 In: Eickelmann et. al. (Hg.) ICILS 2018 #Deutschland. S. 206-240, Waxmann Verlag, Internet: https://bit.ly/3GkphOD (Abrufdatum: 25.10.21)

Eckart, L. (2019). JUGEND / YOUTUBE /KULTURELLE BILDUNG.HORIZONT 2019. Studie: Eine Repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-jährigen zur Nutzung Kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten**.** Rat für Kulturelle Bildung e.V. (Hg.), Internet: http://bit.ly/2LHx81j (Abrufdatum: 27.10.21).

Eickelmann, & Gerick, J. (2020). Lernen mit digitalen Medien. Zielsetzungen in Zeiten von Corona und unter besonderer Berücksichtigung von sozialen Ungleichheiten - In: Fickermann, Detlef (Hrsg.); Edelstein, Benjamin (Hrsg.): "Langsam vermisse ich die Schule ...". Schule während und nach der Corona-Pandemie. Münster; New York: Waxmann 2020, S. 153-162. - (Die deutsche Schule: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis. Beiheft; 16) - URN: urn: nbn:de:0111-pedocs-202351 - DOI: 10.25656/01:20235

Eickelmann, B., & Gerick, J. (2017). Lehren und Lernen mit digitalen Medien. *Schulmanagement Handbuch, 164* (4), 54–81.

Eickelmann, B., Drossel, K., & Heldt, M. (2020). Vorteile digital fortgeschrittener Schulen in der Pandemie-Zeit. *Schulmanagement, 51* (3), 28–31.

Eickelmann, B., & Drossel, K. (2019). Digitalisierung im deutschen Bildungssystem im Kontext des Schulreformdiskurses. In N. Berkemeyer, W. Bos & B. Hermstein (Hrsg.), *Schulreform – Zugange, Gegenstande, Trends* (S. 445–458). Weinheim; Beltz.

Genug Zeit, um coronabedingte Lernlücken zu schließen (2021, 07. Juni). BR24 Internet: https://bit.ly/35uopG4 (Abrufdatum: 21.10.21).

Geser, G. (2007). *Open Educational Practices and Resources: OLCOS Roadmap 2012*. Open eLearning Content Observatory Services (OLCOS). S. 20, Salzburg Research, EduMedia Group, Salzburg, Berlin. Internet: https://bit.ly/3D4n5sV (Abrufdatum: 05.11.21).

Häder, M. (2014). Delphi-Befragungen. Ein Arbeitsbuch. 3. Aufl., S. 13-19, 179-181, Springer Verlag.

Hamilton, E.R., Rosenberg, J.M. & Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. S. 60, TechTrends doi:10.1007/s11528-016-0091-y

Hammerstein, S., König, C., Dreisoerner, T., & Frey, A. (2021, June 6). Effects of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement - A Systematic Review. https://doi.org/10.31234/osf.io/mcnvk

Herczeg, M. (2018). Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme, 4. Aufl., München, Berlin: De Gruyter Oldenbourg Verlag
Hodgins, I W., Duval, E. et al. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata. Learning Technology Standards Committee. IEEE

Herzig, B. (2014). Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht? S. 10-11, 19, Bertelsmann Stiftung, Internet: https://bit.ly/3b3nkI8 (Abrufdatum: 24.10.21).

Heusinger, M. (2020). Lernprozesse digital unterstützen. Ein Methodenbuch für den Unterricht. S. 11-12, 45-46, 101, 108, Weinheim, Beltz Verlag

Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., Reiss, K. (2017). Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit. 1. Aufl., S. 7-9, Paderborn, Waxmann Verlag

Hörmann, S. & Faatz, A. et al. (2001). *Ein Kurseditor für modularisierte Lernressourcen auf der Basis von Learning Objects Metadata zur Erstellung von adaptierbaren Kursen.* LLWA 01 - Tagungsband der GI-Workshopwoche Lehren-Lernen-Wissen-Adaptivität. S. 315-323. Internet: https://bit.ly/3swvMao (Abrufdatum: 16.11.21).

Hofmann, T. (2012). eFATHOM: Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung für einen selbstständigen Einstieg in die Werkzeugsoftware FATHOM. 1. Aufl., S. 49, Vieweg+Teubner Verlag.

Holtappels (Hrsg.), *Digitalisierung in der schulischen Bildung* (S. 27–40). Munster & New York: Waxmann.

Huizinga, J. (2006). Homo Ludens: vom Ursprung der Kultur im Spiel (20. Aufl). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag

Jadin, T. (2013). *Multimedia und Gedächtnis. Kognitionspsychologische Sicht auf das Lernen mit Technologie*. In Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien, (Hrsg.) Ebner, M., & Schön, S. 171-178. Books und Demand Verlag Internet: https://bit.ly/2C7loR6 (Zugriff 10.11.2021).

Jenkins, H., Purushotma, R., Weigel, M., Clinton, K. & Robison, A. J. (2009). Confronting the challenges of participatory culture. Media education for the 21st century. The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation Reports on Digital Media and Learning. Cambridge, MA: The Mit Press. Abrufbar unter: mitpress.mit.edu/books/confronting-challenges-participatory-culture (zuletzt 11.10.2021).

JIMplus (2020). Jugend, Information und (Multi-) Media. Lernen und Freizeit in der Corona-Krise. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Internet: https://bit.ly/3gut4OB (Abrufdatum 27.10.21)

Joas, R. (2021). Lernen vor der Glotze. Die Rheinpfalz. Internet: http://bit.ly/3qqywUP (Abrufdatum: 21.10.21).

Kerres, M. (2018). Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. 5. Aufl., S. 128, Berlin, Oldenburg Verlag

Kerres, M. & Heinen, R (2014). *Open Educational Resources und schulisches Lernen: Das Zusammenwirken von Plattformen für Lernressourcen in informationell offenen Ökosystemen.* In: Petra Missomelius, Wolfgang Stützl, Theo Hug, Petra Grell, Rudolf Kammerl (Hrsg.): *Medien – Wissen – Bildung: Freie Bildungsmedien und Digitale Archive. Media, Knowledge & Education: Open Educational Resources and Digital Archives.* Innsbruck University Press, Innsbruck 2014, S. 14. Internet: https://bit.ly/3o3LesZ (Abrufdatum: 05.11.21).

Krapp, A. & Weidemann, B. (2006). Pädagogische Psychologie. 5. Aufl., S. 427, 616-619, Basel, Beltz Verlag

Länder gehen für Schulen in Vorkasse. Warum das Geld aus dem DigitalPakt nur spärlich fließt (2020, 01. September). Tagesspiegel. Internet: https://bit.ly/38MmLSF (Abrufdatum: 21.10.21)

Lederer, B. (2014). Kompetenz oder Bildung, S. 198, Innsbruck, University Press Internet: https://bit.ly/3FeHADD (Abrufdatum 14.11.21).

Lotz, M. & Lipowsky, F. (2015). Die Hattie-Studie und ihre Bedeutung für den Unterricht - Ein Blick auf ausgewählte Aspekte der Lehrer-Schüler-Interaktion. In G. Mehlhorn, F. Schulz & K. Schöppe (Hrsg.), Begabungen entwickeln & Kreativität fördern (S. 97-136). München: kopaed. Internet: https://bit.ly/3oPydCM (Abrufdatum: 31.10.21).

Mazarakis, A. (2007). *Cognitive Load Theory und der split-attention effect. Ein empirischer Test kognitionspsychologischer Erweiterungen*, S. 2-11, Grin Verlag.

Milliarden für Schüler-Nachhilfe gebraucht. (2021. 31. März). Main Post Internet: https://bit.ly/3m6st7a (Abrufdatum: 22.10.21).

Mruck, Katja & Günter Mey, Peter Purgathofer, Sandra Schön, Nicolas Apostolopoulos (2011). Offener Zugang. Open Access, Open Educational Resources und Urheberrecht. Seite 3. In: Martin Ebner, Sandra Schön (Hrsg.): L3T – Lehrbuch für Lehren und Lernen

Mußmann, F. & Hardwig, T. (2021). Digitalisierung im Schulsystem. Herausforderung für Arbeitszeit und Arbeitsbelastung von Lehrkräften. S. 8-22, Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft, Internet: https://bit.ly/3mdhvhS (Abrufdatum: 25.10.21)

Mulder, J. (2008). *Knowledge Dissemination in Sub-Saharan Africa: What Role for Open Educational Resources (OER)?* In: *Master's Thesis International Relations*. University of Amsterdam, S. 58-67 Internet: https://bit.ly/3o3xUoz (Abrufdatum: 06.11.21).

Muuß-Merholz, J. & Schaumburg, F. (2014). Open Education für Schulen in Deutschland 2014. Whitepaper zu Grundlagen, Akteuren und Entwicklungen, Internet & Gesellschaft Collaboratory e.V. Internet: https://bit.ly/3hCtcwt (Abrufdatum: 04.11.21).

Peters, M. & Peters, J. (2021). Philosophieren mit Comics und Graphic Novels. Methoden im Philosophie- und Ethikunterricht. Band 4. 1. Aufl., S. 210-211. Hamburg, Meiner Verlag

Peterßen, W. H. (2000). Handbuch Unterrichtsplanung. Grundfragen Modelle, Stufen, Dimension. 9. Aufl., S. 377-382, München, Oldenburg Verlag

Petko, D. (2014). Einführung in die Mediendidaktik. Lehren und Lernen mit digitalen Medien.
1. Aufl., S.11, 14-60, 111, 158-159, Weinheim und Basel, Beltz Verlag

Pietrusky, S. (2020). Gestaltung einer integrierten Lernumgebung zur Förderung der Problemlösekompetenz im Physikunterricht - eine Design-Based-Research-Studie. S. 19-20, Universität Koblenz-Landau, Internet: https://bit.ly/36fkk9y (Abrufdatum: 24.10.21).

Plünnecke, A. (2021). Bildungsmonitor 2021. Zufriedenheit mit Lernangeboten während Corona. Initiative neue soziale Marktwirtschaft, Internet: https://bit.ly/3vZOHN4 (Abrufdatum: 29.10.21).

Podworny, S. (2019). Simulationen und Randomisierungstests mit der Software TinkerPlots. Theoretische Werkzeuganalyse der Software TinkerPlots, 1. Aufl., S. 41, Springer Verlag https://doi.org/10.1007/978-3-658-25911-2

Ponachugin, A. V. & Lapygin, Yu. N. (2019). Digitale educational resources of the university: design, analysis and expertise. Analysis of the current state of research and development in the construction of information and educational environments of higher educational institutions, Vol 7, No 2 https://doi.org/10.26795/2307-1281-2019-7-2-5

Rathgeb, T. & Schmid, T. (2020). Jugend, Information, Medien Studie 2020. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Internet: https://bit.ly/3qG1JvY (Abrufdatum: 27.10.21).

Rey, G. D. (2009). *E-Learning. Theorie, Gestaltungsempfehlungen und Forschung.*
1. Aufl., S. 77-79, Bern, Huber Verlag.

Roche, J. (2019). *Medienwissenschaft und Mediendidaktik*, 1. Aufl., Narr Francke Attempto
Verlag.

Schäfer, M. T. (2012). Vorprogrammierte Partizipation. Zum Spannungsfeld von Appropriation und Design in Social-Media-Plattformen. S. 74-83 Internet: https://bit.ly/2S6KY0C (Abrufdatum: 10.11.21).

Schäfer, M. (2020). Lehren und Lernen mit digitalen Medien und Technologien. Ein Lehrbuch für die Organisation der Lehre in der digitalen Welt. 1. Aufl., S. 194, Berlin, Verlag Barbara Budrich

Schäfer, E. & Ebersbach, A. (2021). Die digitale Transformation der Erwachsenen- und Weiterbildung. Institut für Sozialökologie. 1. Aufl., S. 110-111. Norderstedt, Verlag BoD

Schaumburg, H. (2018). Empirische Befunde zur Wirksamkeit unterschiedlicher Konzepte des digital unterstutzten Lernens. In N. McElvany, F. Schwabe, W. Bos & H. G.

Schneckentempo! Digitalisierung an Schulen kommt zu langsam voran. (2019, 06. Mai). VDE. Internet: https://bit.ly/3G8ocJR (Abrufdatum: 21.10.21)

Schnotz, W. (2005). *An integrated model of text and picture comprehension.* In R.E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning.* S. 49-70. New York: Cambridge University Press, Internet: http://bit.ly/2Oymbhg (Abrufdatum: 14.01.21).

Schrötter, I. (2014). Bildungsperspektiven der Sozialen Arbeit. Herausforderungen für eine zeitgemäßes Bildungskonzept am Beispiel Bildung und Menschenrechte, S. 1-2, Grin Verlag Internet: https://bit.ly/3caOwVT (Abrufdatum: 14.11.21).

Schülerumfrage zum Einsatz digitaler Medien an deutsch Schulen 2020 (2020, 01. Mai). Bitkom Research. Statista. Internet: http://bit.ly/3swfJJB (Abrufdatum: 20.10.21).

Schwarze, P. (2014). *Technikdidaktische Überlegungen zum Kompetenzerwerb:* Kompetenzförderung im Technikunterricht? Diplomica Verlag, S. 23-26. Internet: https://bit.ly/3zhHyrW (Abrufdatum: 08.11.21).

Sedlmeier, P. & Renkewitz, F. (2013). *Forschungsmethoden und Statistik. Ein Lehrbuch für Psychologen und Sozialwissenschaftler.* 2. Aufl., S. 191, Pearson Verlag

Shear, L., Means, B., & Lundh, P. (2015). Research on Open: OER Research Hub Review and Futures for Research on OER. Menlo Park, CA: SRI International. Internet: https://bit.ly/3BSvDRU (Abrufdatum: 06.11.21).

Stannard, R. (2010). #loveHE: A wide-open web of potential. Times Higher Education, 24. April 2010. Internet: https://bit.ly/390Y1EX (Abrufdatum: 04.11.21).

Tulodziecki, G. Herzig, B., Graf, S. (2010). Medienbildung in Schule und Unterricht. Grundlagen und Beispiele. 1. Aufl., S. 96-97, UTB Verlag

Umfrage zur Verbesserung der digitalen Ausstattung von Schulen durch Corona 2020 (2020, 06. August). Appinio. Statista. Internet: http://bit.ly/39BMKLY (Abrufdatum: 20.10.21).

Umfrage zur digitalen Kompetenz von LehrerInnen 2020 (2020, 06. August). Appinio. Statista. Internet: http://bit.ly/3nYx8r7 (Abrufdatum: 20.10.21).

Umfrage zur digitalen Ausstattung von Schulen in Deutschland 2020 (2020, 02. April). Westdeutschen Rundfunk. Statista. Internet: http://bit.ly/2LWh63s (Abrufdatum: 14.10.21)

UNESCO (2011). Guidelines for open educational resources (OER) in higher education. Commonwealth of Learning, Internet: https://bit.ly/2B3lloX (Abrufdatum: 04.11.21).

UNESCO (2002). Forum on the Impact of Open Courseware for Higher Education in Developing Countries, UNESCO, Paris, 1-3 July 2002: final report Internet: https://bit.ly/3GPChfK (Abrufdatum: 04.11.21).

UNESCO (2011). UNESCO and COL promote wider use of OERs. In: International Council for Open and Distance. Internet: https://bit.ly/3qduF0E (Abrufdatum: 06.11.21).

Viebrock, B., Elsner, D. & Niesen, H. (2020). Hochschullehre digital gestalten in der (fremd-) sprachlichen LehrerInnenbildung. Inhalte, Methoden und Aufgaben. 1. Aufl, Narr Francke Attempto Verlag

Wagner, M. (2011). Aufwachsen in einer medialen Partizipationskultur. Vier Leitsätze für die Schule des 21. Jahrhunderts. In: Stream Your Life!? Kommunikation und Medienbildung im Web 2.0. D. Hoffmann, N. Neuß & G. Thiele (Hrsg.). München. S. 93-101.

Wimmer, J. & Wiemker, M. (2021). *Das Bildungspotenzial von Computerspielen aus*

medienkultureller Perspektive: Die Thesen derparticipatory culture und ihre empirische Evidenz. Internet: https://bit.ly/3gvDkGo (Abrufdatum: 10.11.21).

Wößmann, L. et al. (2021). Bildungspolitik zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen während und nach Corona – Ergebnisse des ifo Bildungsbarometers 2021. S. 34-38, Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung Internet: https://bit.ly/3GkphOD (Abrufdatum: 26.10.21)

Wößmann, L. et al. (2021). Bildung erneut im Lockdown: Wie verbrachten Schulkinder die Schulschließungen Anfang 2021? S. 41, Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung Internet: https://bit.ly/3CmhDkq (Abrufdatum: 27.10.21)

Zieher, M. (2019). Digitale Medien im Unterricht, S. 26-27, Belz Verlag

Zieher, M. (2020). Auf dem Weg in die digitale Zukunft der Schulen. Das Konzept des Kultusministeriums Baden-Württemberg zur Umsetzung der Digitalisierungsstrategie digital@bw. S. 26-36 In. Digitale Medien und Unterricht. Eine Kontroverse (Hrsg.) Ralf Lankau, Beltz Verlag

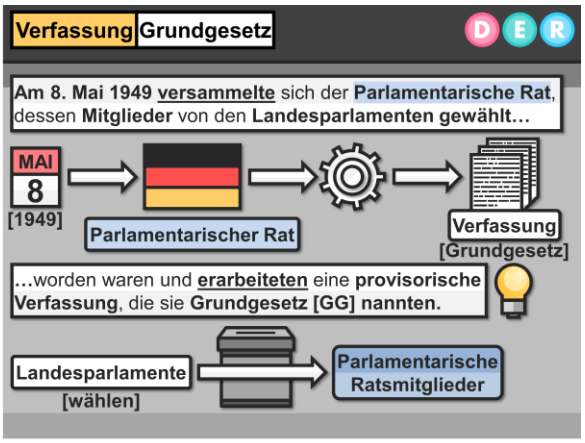
Zierer, K. (2019). Zwischen Dichtung und Wahrheit: Möglichkeiten und Grenzen von digitalen Medien im Bildungssystem. Gutachten für den nationalen Bildungsbericht. Nürnberg.

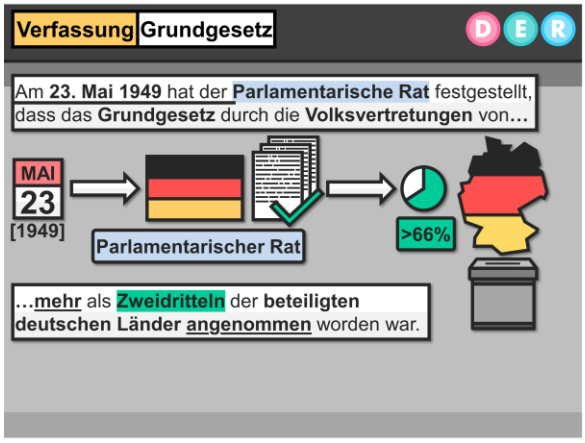
Zumbach, J. (2010). Lernen mit neuen Medien. Instruktionspsychologische Grundlagen, 1. Aufl., S. 25, Stuttgart, Kohlhammer Verlag

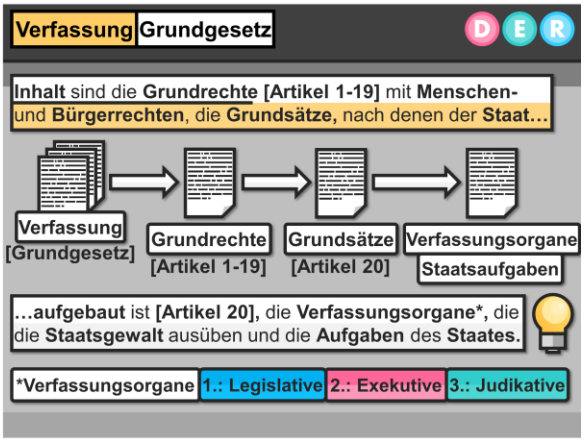
Zumbach, J. (2021). Digitales Lehren und Lernen. 4. Aufl., S.10-16, Stuttgart, Kohlhammer Verlag

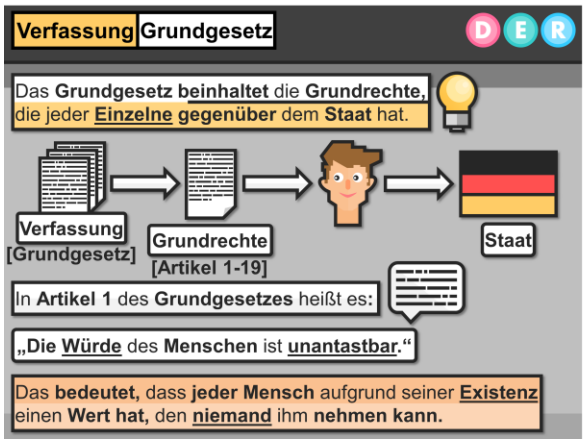
Anhang

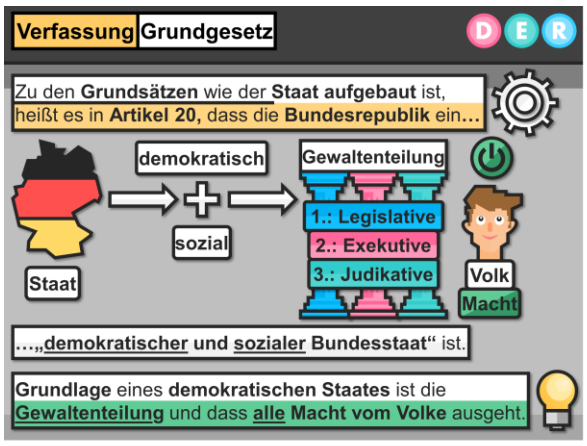
Anhang A Beispiele für Digital Educational Resources

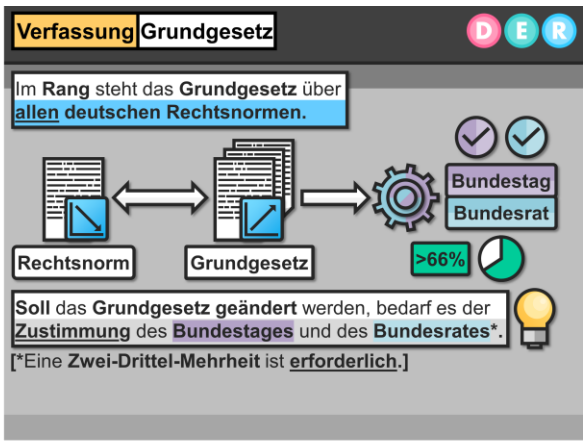




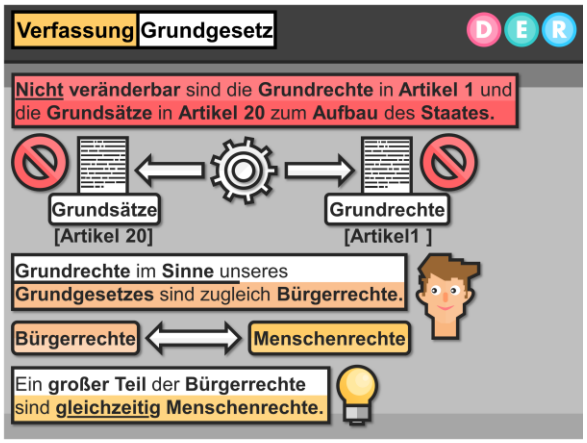





Verfassung Grundgesetz
D E R
Zu den Grundsätzen wie der Staat aufgebaut ist, heißt es in Artikel 20, dass die Bundesrepublik ein…
demokratisch
sozial
Gewaltenteilung
1.: Legislative
2.: Exekutive
3.: Judikative
Staat
Volk
Macht
…„demokratischer und sozialer Bundesstaat“ ist.
Grundlage eines demokratischen Staates ist die Gewaltenteilung und dass alle Macht vom Volke ausgeht.


Verfassung Grundgesetz
D E R
Im Rang steht das Grundgesetz über allen deutschen Rechtsnormen.
Rechtsnorm
Grundgesetz
Bundestag
Bundesrat
>66%
Soll das Grundgesetz geändert werden, bedarf es der Zustimmung des Bundestages und des Bundesrates*.
[*Eine Zwei-Drittel-Mehrheit ist erforderlich.]

Verfassung Grundgesetz
D E R
Auf die Menschenrechte können sich alle Menschen berufen, die in Deutschland leben.
Menschenrechte
Auf die Bürgerrechte haben nur deutsche Staatsbürger einen Rechtsanspruch.
Bürgerrechte


Verfassung Grundgesetz
D E R
Nicht veränderbar sind die Grundrechte in Artikel 1 und die Grundsätze in Artikel 20 zum Aufbau des Staates.
Grundsätze
[Artikel 20]
Grundrechte
[Artikel1]
Grundrechte im Sinne unseres Grundgesetzes sind zugleich Bürgerrechte.
Bürgerrechte
Menschenrechte
Ein großer Teil der Bürgerrechte sind gleichzeitig Menschenrechte.

Verfassung Grundgesetz
D E R
Der Unterschied zwischen Menschen- und Bürgerrechten…
BR
MR
Bürgerrechte
Menschenrechte
…besteht in den Möglichkeiten des Rechtsschutzes.

Verfassung Grundgesetz
D E R
Bürgerrecht ist:
Recht auf Versammlungs- und Vereinigungsfreiheit
Recht auf freie Berufs- und Wohnortwahl
Regelungen zum Wehrdienst
Regelungen zur Ausbürgerung und Auslieferung
Die entsprechenden Artikel im Grundgesetz beginnen mit:
„Alle Deutschen haben das Recht…“
Grundrechte
Bürgerrechte

Verfassung | Grundgesetz

D E R

Fühlen sich **Menschen** in einem **Recht verletzt**, das sich aus dem **Grundgesetz** ergibt, können sie das…

Grundgesetz → Recht → Karlsruhe

…**Bundesverfassungsgericht** in **Karlsruhe anrufen.**

Verfassung | Grundgesetz

D E R

Zusammenfassung:

Die **deutsche Verfassung**, als **zentrales Rechtsdokument** des **Staates**, ist das **Grundgesetz.**

Inhalt sind die **Grundrechte** mit **Menschen-** und **Bürgerrechten [1-19]**, die **Grundsätze**, nach denen der **Staat aufgebaut** ist **[20]**, die **Verfassungsorgane**, die die **Staatsgewalt** ausüben und die **Aufgaben** des **Staates.**

LGS | Additionsverfahren

D E R

Lineare Gleichungssyteme werden mithilfe von **drei Verfahren rechnerisch gelöst.**

1.: Additionsverfahren
2.: Einsetzungsverfahren
3.: Gleichsetzungsverfahren

Beide Gleichungen werden **addiert** mit dem **Ziel, eine Variable** zu **eliminieren.**

Additions-verfahren → Gleichungen [Addition] → Variable [Eliminierung]

Dazu wird nach einem **geeigneten Faktor gesucht** und mit diesem wird dann **multipliziert.**

LGS | Additionsverfahren | Vorgehensweise

D E R

1.: Die **beiden Gleichungen** werden auf die **Form ax + by = d umgeformt.**

LGS → Gleichung 1, Gleichung 2 → ax + by = d, ax + by = d

2.: **Beide Gleichungen** werden so **multipliziert**, dass die **Koeffizienten** einer **Variablen Gegenzahlen** sind.

Beispiel

I $2x + 5y = 12 \quad | \cdot(-2)$
II $4x + 2y = 16$

→

I $-4x - 10y = -24$
II $4x + 2y = 16$

LGS | Additionsverfahren | Vorgehensweise

D E R

3.: Die **Addition** der **beiden Gleichungen** ergibt eine **dritte Gleichung** mit **nur einer Variablen.**

I $-4x - 10y = -24$
II $4x + 2y = 16$

III $-8y = -8 \quad | :(-8)$ → III $y = 1$

4.: Die **ermittelte Zahl [y = 1]** wird dann **anstelle** der **Variablen** in die **erste Gleichung eingesetzt.**

I $2x + 5y = 12$ → III $y = 1$ → I $2x + 5(1) = 12$

LGS | Additionsverfahren | Vorgehensweise

D E R

5.: Nun wird der **Wert** für die **2. Variable** berechnet und die **Lösungsmenge angegeben.**

I $2x + 5(1) = 12$ → $2x + 5 = 12 \quad | (-5)$

$2x = 7 \quad | :2$ → $x = 3,5$

6.: Die **Probe** wird **durchgeführt.** $x = 3,5$ $y = 1$

I $2x + 5y = 12$
II $4x + 2y = 16$

→

I $2(3,5) + 5(1) = 12$
II $4(3,5) + 2(1) = 16$

I $12 = 12$
II $16 = 16$

$L = \{3,5;1\}$ ✓

LGS | Additionsverfahren

D E R

Zusammenfassung:

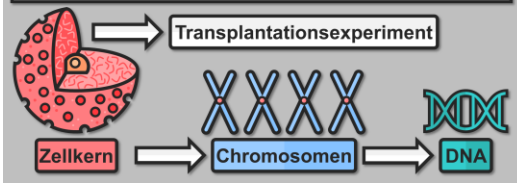
Das **Additionsverfahren** ist eine Möglichkeit, **um ein lineares Gleichungssystem rechnerisch** zu **lösen.**

Beide Gleichungen werden **addiert** mit dem **Ziel,** eine **Variable** zu **eliminieren.**

Dazu wird nach einem **geeigneten Faktor gesucht** und mit diesem wird **multipliziert.**

Zellkern Transplantationsexperiment

Für die **Vererbung** ist der **Zellkern** von **zentraler Bedeutung,** da in ihm die **Chromosomen** enthalten sind.

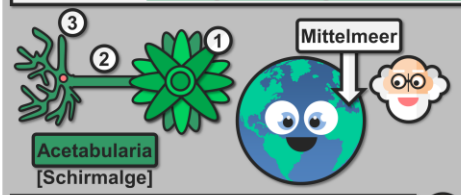


Die **Chromosomen** sind die **Träger** der **Erbinformationen.**

Wie **wichtig** der **Zellkern** ist, lässt sich mithilfe eines **Transplantationsexperiments darstellen.**

Zellkern Transplantationsexperiment

Man verwendet für das **Experiment,** die im **Mittelmeer** vorkommende, **einzellige Schirmalge Acetabularia.**

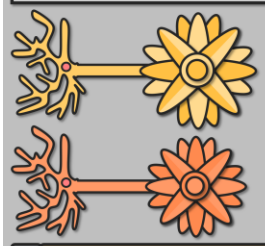


Die **Alge unterteilt** sich in: **1. Schirm, 2. Stiel** und **3. wurzelähnliches Haftorgan [Rhizoid].**

Der **Zellkern** der **Schirmalge** ist im **Rhizoid enthalten.**

Zellkern Transplantationsexperiment

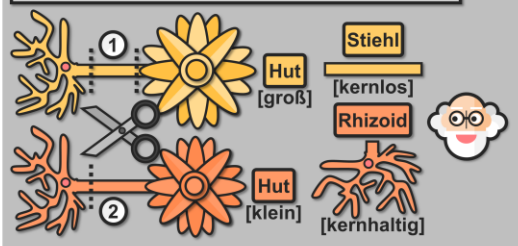
Für das **Transplantationsexperiment verwendet** man **zwei unterschiedliche Arten.**



1.: **Acetabularia mediterranea**
2.: **Acetabularia wettsteinii**

Zellkern Transplantationsexperiment

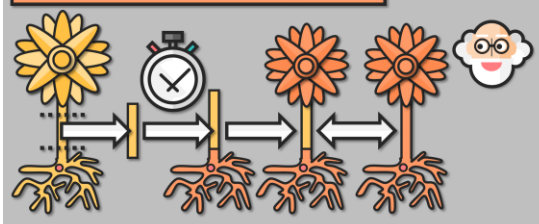
Die **beiden Schirmalgenarten unterscheiden** sich durch die **Größe** und die **Kammerung** ihres **Hutes.**



Für das **Experiment** wird der **kernlose Stiel** von **Alge 1** auf den **kernhaltigen Rhizoid** der **Alge 2** gepfropft.

Zellkern Transplantationsexperiment

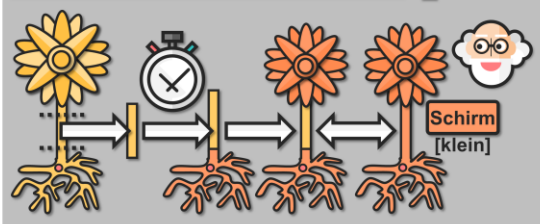
Der **kernlose Stiel** wird **durchgeschnitten.**
Der **Stiel** wird in die **andere Art gepfropft.**



1.: **Acetabularia mediterranea**
2.: **Acetabularia wettsteinii**

Zellkern Transplantationsexperiment

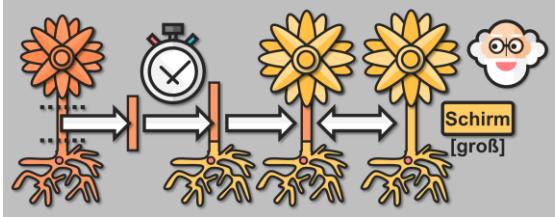
Das **Ergebnis** ist, dass **unabhängig** von dem **Stiel,** der gleiche **Schirm gebildet** wird.



1.: **Acetabularia mediterranea**
2.: **Acetabularia wettsteinii**

Zellkern Transplantationsexperiment

Zum **Beweis** wird das **gleiche Experiment** mit der anderen **Algenart durchgeführt.**



1.: **Acetabularia mediterranea**
2.: **Acetabularia wettsteinii**

Zellkern Transplantationsexperiment

Zusammenfassung:

Für die **Vererbung** ist der **Zellkern** von **zentraler Bedeutung,** da in ihm die **Chromosomen enthalten** sind.

Die **Chromosomen** sind die **Träger** der **Erbinformationen.**

Wie **wichtig** der **Zellkern** ist, lässt sich mithilfe eines **Zellkerntransplantationsexperiments darstellen.**

Man verwendet für das **Experiment, 2 Arten** der im **Mittelmeer** vorkommenden, **einzelligen Schirmalge Acetabularia.**

Dabei wird der **Stiel** in die andere **Art gepfropft. Ergebnis: Unabhängig** von dem **Stiel,** wird der **gleiche Schirm gebildet.**

Anhang B Fragebogen der zweiten Befragungsrunde

1. Ich finde, dass Digital Educational Resources [DER] (digitale Bildungsressourcen) folgende Kriterien berücksichtigen sollen...*

Verwende zur Beantwortung folgende Skala: trifft zu (1), trifft eher zu (2), trifft eher nicht zu (3), trifft nicht zu (4). Klicke hierzu, die von dir präferierte Bewertung an.

	1	2	3	4
Adaptierbarkeit (Anpassbarkeit)				
Interaktivität				
Benutzerfreundlichkeit (Usability)				
Barrierefreiheit (Bsp. Einfache Bedienung und Sprache)				
Gamification (Spielelemente Bsp. Highscores)				
enthält keine Werbung				
Individualisierbarkeit				
kostenlos				
wenig Datenvolumenverbrauch				
ort- und zeitunabhängig nutzbar				
preiswert				
ansprechendes Design				
Verständlichkeit				
Lernziele				
Offline nutzbar				
Online nutzbar				
umwandelbar in verschiedene Darstellungsformen				
nutzbar mit verschiedener Software				
nutzbar auf allen Betriebssystemen (Android, Windows, iOS)				

Anhang C Transkript der ersten Befragungsrunde der Delphi-Studie

1. Zugänglichkeit, offline nutzbar
2. Studien können aufgezeichnet und zum Streamen auf eine College-Site hochgeladen (oder zum Offline-Anzeigen heruntergeladen werden), ebenso wie die PowerPoint-Dateien von Präsentationen. Die Möglichkeit, diese Dateien herunterzuladen, um sie später offline anzuzeigen, könnte für Studenten eine bequeme und einfache Möglichkeit sein, in ihrer Freizeit zu lernen, auch ohne Internetzugang während dieser Zeit.
3. Muss für jeden Schüler zugänglich sein, leicht verständlich, Hybrid zwischen Offline und Online ist die beste Option
4. Offline-Benutzbarkeit,
5. Zugänglichkeit Offline-Version,
6. Verbindung zu anderen Apps Online, Einzelgespräch, Interaktivität, Flexibilität
7. Persönliche Herangehensweise Zuverlässig, flexibel, Kontakt zu Menschen, Erreichbarkeit (Behinderung) Verantwortung unterrichten
8. Zuverlässig, flexibel, Kontakt zu Menschen, Erreichbarkeit (Behinderung)
9. Einbindung der Studierenden (Fragen, Gruppenarbeiten etc.)
10. Benutzerfreundlichkeit, online und offline verfügbar, verschiedene Sprachen
11. (6x) offline nutzbar
12. Offline nutzbar, Anpassungsfähigkeit, verschiedene Plattformen, Verwendungszweck
13. Benutzerfreundlichkeit, einfacher Zugang, unterschiedliche Lernformen, unterschiedliche Inhaltsformen, hybrid
14. benutzerfreundlich, barrierefrei, offline nutzbar
15. webbasiert, enthält ergänzende Lektüre zum Video, hat Übungsfragen basierend auf dem, was der Schüler gerade in dieser Sitzung gelernt hat, interaktiv
16. Flexibilität, Benutzerfreundlichkeit
17. (6x) Anpassungsfähigkeit
18. Fragen stellen können, einfache Bedienung
19. Anpassungsfähigkeit und offline nutzbar
20. Anpassungsfähigkeit, kritisches Denken, Ressourcen
21. Anpassungsfähigkeit, einfache Benutzeroberfläche, Fernbedienung
22. Anpassungsfähigkeit, interessant, aufmerksamkeitsstark
23. Anpassungsfähig, selbstbestimmt, testbar, Überprüfungsmaterial, Unterstützung bei der Beantwortung von Fragen
24. Anpassungsfähigkeit
25. Erfolge, Ziele, Ziele, vielleicht Spiele, Offline-Verfügbarkeit für eine Woche
26. Attraktivität, Leichtigkeit, Einfachheit, Relevanz, Eleganz usw.
27. Fairness, Asynchron, gleichwertig, anpassbar
28. Kalenderisierung für individuelle Führung, Videounterstützung, interaktive Plattformen (Moodle, etc.), Offline-Nutzung möglich
29. bunte Präsentation von Fakten, viele praktische Anwendungen, interaktiver Unterricht, verschiedene Ansätze, um ein einzelnes Thema zu erklären, verschiedene Formate Bedeutung, einige Sprechübungen, Grammatik, Schreiben in verschiedenen Formaten
30. Inhaltsqualität, offline nutzbar, angemessene Unterstützung der Schüler, richtige Benutzeroberfläche
31. praktisch

32. Verschiedene Darstellungsformen
33. digitale Kompetenz, Online-Rezension, Online-Präsentation, Gefühlsausdruck und Probleme
34. Herunterladbar, zugänglich von verschiedenen Geräten mit unterschiedlicher Software
35. Effizienz, kohärent und adaptiv Spannendes Lernen
36. Spannendes Lernen
37. Adaptierbarkeit, offline nutzbar, umwandelbar, ermöglichen Barrierefreiheit
38. offline nutzbar, leichte Bedienung, Programme mit individuellen Lernfortschritten
39. Möglichkeit zum Erledigen von Aufgaben (im Prinzip ein digitales Arbeitsbuch) und Tracking des Aufgabenfortschritts. Wiederholbarkeit falsch gelöster Aufgaben
40. motivierend, passend zu den Unterrichtsinhalten, direkte Rückmeldung über falsch/richtig
41. Offline, inklusiv, einfache Nutzung, günstig
42. (4x) offline nutzbar
43. Offline nutzbar, einfache Handhabung, keine Kostenfallen möglich, Internet Sicherheit gegeben
44. offline nutzbar, kostengünstig
45. Offline Nutzung
46. leichte Anwendbarkeit, wenig Datenvolumenverbrauch, sicher, keine Werbung, kostenlos, individuell anpassbar,
47. Online und offline nutzbar, Individualisierbar, verschiedene Lernformen ansprechend,
48. Personalisierung der Lernumgebung (z. B. Form, Farbe, Menü), unterschiedliche Formate (z. B. rein auditive), Hilfestellung und Feedback-Funktionen, Motivations- und Aufmerksamkeitsfördernd
49. Spielerisch nutzbar, leicht zugänglich, alle betriebssysteme
50. Test für Thesius
51. Überall WLAN und gute Technische Ausstattung
52. Zeit- und Ortsunabhängiger Zugang, Interaktivität, Audiovisuelle Darstellungen, Induviduelles Feedback
53. leichte Sprache, Adaptierbarkeit, leichte Bedienbarkeit, in mehreren Sprachen verfügbar, kann selbstständig genutzt werden, Pausen eingebaut
54. Adatierbarkeit
55. Cloud-Nutzung, Interaktion, ansprechendes Design, bildhaftes Verständnis/Erklärungen, Plattform
56. Analog mit dem Ozobot und Farbcodes, später Programmiersprache mt Ozoblockly und so zu Scratch und anderen Programmiersprachen kommen; Actionbound als Gruppenaktivität, Quizlet zum Sprache lernen, Moodle u.ä. als Strukturplattform; Padlet als Kreativ- und Übersichtlichkeitstool; ...
57. Apps, Videos, Padlets, shared MS Office documents, PPT, digital learning games
58. Barrierefreiheit, Gamification, Übersichtlichkeit, auf allen Endgeräten verfügbar, responsive
59. Barrierefreiheit (Untertitelung, Alternativtexte für Bilder, ...), überprüfbarkeit durch die Lehrkraft, offline nutzbar, auch für Smartphones nutzbar, einfache Bedienung, Interaktionsmöglichkeit für Homeshooling, spielerische Komponenten
60. Bedienbarkeit, offline nutzbar, universell nutzbar, Vielfältigkeit
61. Benutzerfreundlichkeit, Intuitivität

62. computational offloading, duo of artefacts, fachliches Wissen, adäquater Umgang mit tech. Geräten/Tools, Handhabbarkeit für SuS. offline nutzen
63. ich hab keinen Ahnung von dem Thema
64. Die Selbstkontrolle sollte die eigene Regelfindung unterstützen. Eine tutorielle Begleitung mit persönlichem Feedback wäre wünschenswert. Die Beiträge sollten nicht zu textlastig sein und durch Visualisierungen unterstützt werden. Ein selbstständiges Weiterlernen sollte eröffnet werden. Kollaborative digitale Formate können Dialoge zur Analyse und Reflexion eröffnen
65. Digitale Lernmedien sollten für Lehrende und Lernende anpassbar sein, sie sollten fächerübergreifend einsetzbar sein, sie sollten offline aber auch online nutzbar sein, sie sollten unterschiedliche Sinneskanäle bedienen (Hören und Sehen), gestaltet in unterschiedlichen Repräsentationsformen, sollten einfach zu aktualisieren sein, den Anforderungen unterschiedlicher Lerntypen entsprechen, also zu einem Thema eine theoretische Einführung haben, aber auch Beispiele vorstellen und Übungen enthalten, strukturiert gestaltet sein, nicht zu viele Informationen auf einmal haben, eine Zusammenfassung des Themas enthalten, die Möglichkeit bieten selbst Fragen zu stellen, mehrere Sinneskanäle bedienen (Hören und Sehen), fächerübergreifend einsetzbar sein, den Anforderungen der verschiedenen Lerntypen entsprechen, das heißt Theorie, Beispiele, Übungen sollten integriert werden, sie sollten offline aber auch online zwecks Austauschs verfügbar sein
66. Durchlässigkeit, Zugänglichkeit
67. einfache Anwendung, selbsterklärend, möglich vorwärts und zurückzugehen, differenziert, durch Schule gestellt, LK ist kompetent die Medien zu bedienen und korrekt anzuwenden,
68. für alle zugänglich
69. gutes WLAN und Technikspezialisten

Anhang D Einzelantworten der Teilnehmenden der zweiten Befragungsrunde

Tab..: Einzelantworten der Teilnehmenden - zweite Befragungsrunde

TN	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19
1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1
2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	1	1
3	2	1	1	1	2	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1
4	4	4	4	3	1	3	3	4	3	2	2	3	3	4	4	4	2	3	4
5	1	1	1	1	3	1	2	4	2	2	2	1	1	2	2	1	3	3	1
6	2	2	3	3	1	4	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	1	1	3
7	1	3	1	2	4	3	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	2	2	3	3	1	1	3	2	1	1	1	1	3	4	1	2	2	1
9	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2
10	2	2	2	2	3	1	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2
11	1	1	1	2	3	1	1	1	2	2	1	3	1	1	2	2	3	3	1
12	3	4	4	4	2	4	4	4	2	4	4	3	4	4	3	3	1	3	4
13	1	2	1	1	4	1	2	1	3	3	1	2	1	2	4	1	3	3	1
14	1	1	1	1	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2
17	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	3	2
18	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2
19	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
20	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4
21	3	2	2	3	2	1	4	2	3	2	3	2	2	4	1	2	3	1	4
22	2	1	3	3	1	2	1	4	4	1	4	1	3	1	3	1	2	3	3
23	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	3	1	1	2	1	2	1	1	1
24	1	3	1	1	4	1	4	2	1	1	4	2	1	1	1	1	3	1	1
25	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1

TN	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19
26	2	1	1	1	4	1	3	1	3	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1
27	2	1	1	1	2	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	3	3	2
28	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1
29	1	2	2	4	3	2	1	4	4	4	3	4	2	3	4	4	3	3	3
30	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	1	2	1	3	1	2	1	1	1
31	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2	1	3	3	2
32	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4
33	1	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	2	3
34	2	1	2	1	3	2	2	1	2	1	2	2	1	3	1	1	2	2	1
35	2	1	2	3	2	1	2	3	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1
36	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1
39	2	2	2	3	2	1	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2
40	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3
41	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	1	2	3	3	3
42	2	1	1	1	3	2	2	3	3	2	1	4	1	2	2	2	3	2	1
43	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1
44	3	2	1	1	4	1	4	3	4	1	1	2	1	4	1	1	3	1	1
45	2	1	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	3
46	3	3	3	4	1	1	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3
47	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
48	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
49	2	2	1	1	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
50	2	1	1	1	1	1	3	1	4	2	1	3	1	1	1	2	2	2	2

TN	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19
51	3	3	4	4	1	4	2	2	3	4	3	3	3	3	4	4	2	3	3
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	3	3	3	4	2	4	3	4	2	2	1	2	2	2	3	3	4	3	1
54	4	4	4	4	4	4	4	1	3	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4
55	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
56	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	4	1	4	1	4	1	3	1	2
57	1	1	1	2	3	4	2	2	4	3	3	2	1	1	3	2	2	2	2
58	4	3	4	4	2	4	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3
59	2	3	3	4	3	2	3	4	2	3	4	2	3	3	4	3	3	3	4
60	2	3	2	2	2	3	2	4	3	2	3	3	3	2	1	2	2	2	1
61	3	4	4	3	2	1	2	4	2	3	4	3	3	3	4	4	2	3	3
62	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
63	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
64	1	2	1	1	3	1	2	1	3	1	1	3	1	2	1	3	2	2	1
65	1	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1
66	1	2	1	1	2	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1
67	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
68	4	2	4	4	3	4	2	3	2	4	4	4	3	3	1	4	2	4	4
69	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
70	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4
71	1	2	1	1	3	2	2	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2
72	4	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	4	1	1	4
73	2	1	1	1	2	3	4	3	3	2	2	1	1	2	3	1	2	1	1
74	1	2	1	2	3	3	2	1	3	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1
75	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3

TN	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19
76	1	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1
78	3	3	4	4	1	2	2	4	4	4	3	2	3	4	3	4	3	4	4
79	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1
80	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3
81	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
82	2	3	1	3	3	2	3	4	2	2	3	3	2	4	3	1	2	3	2
83	4	3	2	3	2	4	4	3	2	4	3	1	3	4	2	4	2	3	4
84	3	4	3	4	3	2	3	2	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4
85	1	2	2	1	3	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	2	1
86	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1
87	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
88	1	1	1	1	1	1	1	4	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1