

Mina Ghomi, Christian Dictus, Niels Pinkwart & Rüdiger Tiemann

DigCompEdu für MINT - Konkretisierung der digitalen Kompetenz von MINT-Lehrkräften

Abstract

Der Europäische Referenzrahmen DigCompEdu beschreibt in 22 Kompetenzen die digitale Kompetenz von Lehrkräften aller Fächer. Im Rahmen einer halbstrukturierten schriftlichen Expertenbefragung mittels eines Online-Fragebogens wurden 24 Expert*innen dazu befragt, ob und inwiefern eine MINT-spezifische Anpassung der DigCompEdu-Kompetenzen notwendig sei. Die Ergebnisse wurden dazu verwendet, einen ersten Vorschlag für sieben MINT-spezifische Items des DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstruments zu entwickeln.

The European Framework DigCompEdu describes in 22 competences the digital competence of educators of all subjects. As part of a semi-structured written expert survey using an online questionnaire, 24 experts were asked whether and to what extent a STEM-specific adaptation of DigCompEdu competences might be necessary. The results were used to develop a first proposal for seven STEM-specific items of the DigCompEdu self-assessment tool.

Schlagwörter:

Digitale Kompetenz von Lehrkräften, DigCompEdu, Selbsteinschätzungsinstrument, MINT

Digital Competence of Teachers, DigCompEdu, Self-Assessment Tool, STEM

I. Einleitung

Das Potenzial digitaler Medien im Unterricht wird noch nicht von allen Lehrkräften in Deutschland ausgeschöpft. So zeigen die neuesten Ergebnisse der 2018 durchgeführten Schulleistungstudie *International Computer and Information Literacy Study (ICILS)*, dass insgesamt nur 23,2% der Lehrkräfte in Deutschland täglich digitale Medien im Unterricht einsetzen (vgl. Eickelmann, Bos & Labusch, 2019: S. 17). Damit liegen sie zwar über dem Wert von ICILS 2013 (9,1%), jedoch weit unter dem internationalen Mittelwert (47,9%) und dem der Vergleichsgruppe EU (47,6%) (ebd.). Das Potenzial digitaler Medien z. B. zur individuellen Förderung einzelner Schüler*innen oder Gruppen wird nur von 14,8% der Lehrkräfte in Deutschland häufig bis immer im Unterricht ausgeschöpft (vgl. Eickelmann et al., 2019: S. 18). Vielmehr nutzen Lehrkräfte in Deutschland digitale Medien im Unterricht am häufigsten zum Präsentieren von Informationen im Frontalunterricht (ebd.). Es trauen sich auch nur ein Drittel der Lehrkräfte zu, mit einem Lernmanagement-System zu arbeiten (ebd.).



Die Nutzung digitaler Medien im Unterricht variiert je nach Fachdomäne (vgl. Eickelmann, Lorenz & Endberg, 2017: S. 233). Insbesondere im Unterricht der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) werden digitale Medien beispielsweise zur Durchführung und Dokumentation von Experimenten und Simulationen, zur Datenerhebungen und -auswertungen sowie zur Modellierung genutzt (z. B. Klieme & Maichle, 1991; Haug, 2012; Eickelmann et al., 2017; Meßinger-Koppelt & Maxton-Küchenmeister, 2018). Es sind auch eben diese digitalen Werkzeuge wie Tabellenkalkulationssoftware und Simulations-, Experimentier- oder Modellbildungs-/ Modellierungsprogramme, welche gemäß der repräsentativen Studie *Schule digital – der Länderindikator 2017* von Schüler*innen im MINT-Unterricht signifikant häufiger als im Nicht-MINT-Unterricht genutzt werden (vgl. Eickelmann et al., 2017: S. 242). Die Studie zeigt auch, dass die regelmäßige Nutzungshäufigkeit von digitalen Medien im Unterricht von MINT-Lehrkräften zu höheren Anteilen genannt werden und signifikant mehr MINT-Lehrkräfte die Einstellung vertreten, dass die schulischen Leistungen der Schüler*innen durch den Einsatz von Computern verbessert wird (Lorenz, Endberg & Eickelmann, 2017: S. 117). Dennoch ist die Nutzungshäufigkeit digitaler Medien auch im MINT-Unterricht in Deutschland im internationalen Vergleich gering und der Bedarf nach Lehrkräftefortbildungen im Bereich des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht hoch (Eickelmann et al., 2019; Eickelmann, Drossel & Port, 2019: S. 70; Initiative D21 e. V., 2016). Als Hürden für den Einsatz digitaler Medien im Unterricht geben mehr als die Hälfte der in der *2016 Sonderstudie »Schule Digital«* befragten Lehrkräfte (n = 1425) als Gründe die Geräteausstattung (73%) und Internetgeschwindigkeit (56%) sowie die Klärung von Rechtsfragen (64%) und mangelnde IT-/Digital-Kenntnisse der Lehrkräfte z. B. durch fehlende Weiterbildung (62%) an (vgl. Initiative D21 e. V., 2016: S. 13).

Welche Kompetenzen speziell Lehrende haben sollten, um mit und über digitale Medien unterrichten und die digitale Kompetenz der Schüler*innen fördern zu können sowie digitale Medien auch für die Arbeit (z. B. Kooperation im Kollegium) und für Fort- und Weiterbildungen (z. B. zur Teilnahme an MOOCs und Webinaren) nutzen zu können, beschreibt der Europäische Kompetenzrahmen DigCompEdu (*Digital Competence of Educators*), welcher 2017 von der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (JRC) veröffentlicht wurde (Redecker, 2017). Das DigCompEdu-Kompetenzmodell kann Bildungseinrichtungen, Organisationen und politischen Entscheidungsträger*innen der EU-Mitgliedstaaten als Referenzrahmen dienen und für die Entwicklung eigener Rahmen herangezogen werden (vgl. Caena & Redecker, 2019; Ghomi & Redecker, 2019b: S. 20). Ebenfalls am JRC wurde, basierend auf dem DigCompEdu-Rahmen, ein Selbsteinschätzungsinstrument speziell für Lehrkräfte an Schulen auf Basis einer Analyse bisheriger Modelle und der Konsultation von Expert*innen und Stakeholdern entwickelt, um Lehrkräfte zu unterstützen, ihre berufsspezifische digitale Kompetenz zu reflektieren und entsprechend des Ergebnisses eigene Stärken und Schwächen zu identifizieren (vgl. Kapsalis, 2019; vgl. Caena & Redecker, 2019: S. 362). Sowohl der DigCompEdu-Rahmen

als auch das Selbsteinschätzungsinstrument wurden von zahlreichen Expert*innen auf eigene Initiative hin in unterschiedliche Sprachen übersetzt, getestet und angepasst (vgl. Kapsalis, 2019; z. B. Ghomi & Redecker, 2019a).

Dabei definiert der DigCompEdu-Rahmen auf europäischer Ebene die berufsspezifische digitale Kompetenz für Lehrende aller Fachrichtungen und Bildungseinrichtungen in sechs Kompetenzbereichen mit 22 Kompetenzen und jeweils sechs Kompetenzstufen, ohne fachspezifische, allgemein pädagogische oder allgemein digitale Kompetenzen beschreiben zu wollen (vgl. Redecker, 2017: S. 91). Vielmehr soll beispielsweise in Kompetenzbereich 3 *Lehren und Lernen* auf Basis und unter Einbeziehung der fachspezifischen und pädagogischen Kompetenzen der Einsatz digitaler Medien im Unterricht vorbereitet und umgesetzt werden können (vgl. Redecker, 2017). Je nach Fachbereich kann dies anders gestaltet werden.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist es, auf Basis des Referenzrahmens DigCompEdu Fortbildungen für MINT-Lehrkräfte zur Förderung ihrer berufsspezifischen digitalen Kompetenz zu konzipieren und zuvor mit Hilfe eines Selbsteinschätzungsinstruments den Fortbildungsbedarf der MINT-Lehrkräfte zu ermitteln. Daher stellt sich die Frage, ob und inwiefern der fachunspezifisch formulierte DigCompEdu-Rahmen und das darauf basierende Selbsteinschätzungsinstrument für MINT-Lehrkräfte spezifiziert werden sollte.

Nach einer detaillierteren Beschreibung des DigCompEdu-Rahmens und des Selbsteinschätzungsinstruments (Stand: 2019; Kapsalis, 2019), werden ausgewählte Ergebnisse der Evaluation des Instruments dargelegt. Anschließend wird die Methodik zur Datenerhebung und -auswertung sowie die Ergebnisse zur Fragestellung, ob und inwiefern eine MINT-spezifische Anpassung notwendig ist, vorgestellt. Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert und ein Ausblick gegeben.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Die digitale Kompetenz von Lehrkräften

Das JRC versucht mit dem DigCompEdu-Rahmen auf europäischer Ebene einen Referenzrahmen vorzugeben, welcher zusätzlich zum Professionswissen von Lehrenden die berufsspezifische digitale Kompetenz als einen weiteren Aspekt ergänzt. In sechs Kompetenzbereichen werden 22 einzelne Kompetenzen beschrieben, die gemeinsam die digitale Kompetenz von Lehrenden ergeben (s. Abb. 1; Redecker, 2017). Dabei wird jede Kompetenz wiederum in sechs Kompetenzstufen, angelehnt an den Referenzrahmen für Sprachen von der niedrigsten Stufe A1 bis zur höchsten Stufe C2, mit kurzen Beschreibungen und Beispielen erläutert. Auch wenn sich das Modell an Lehrende aller Bildungseinrichtungen richtet, liegt der Fokus dieser Arbeit auf dem Schulsektor. Aus diesem Grund wird das DigCompEdu-Modell von Redecker (2017) im Folgenden in Bezug auf Lehrkräfte und Schüler*innen an Schulen interpretiert.

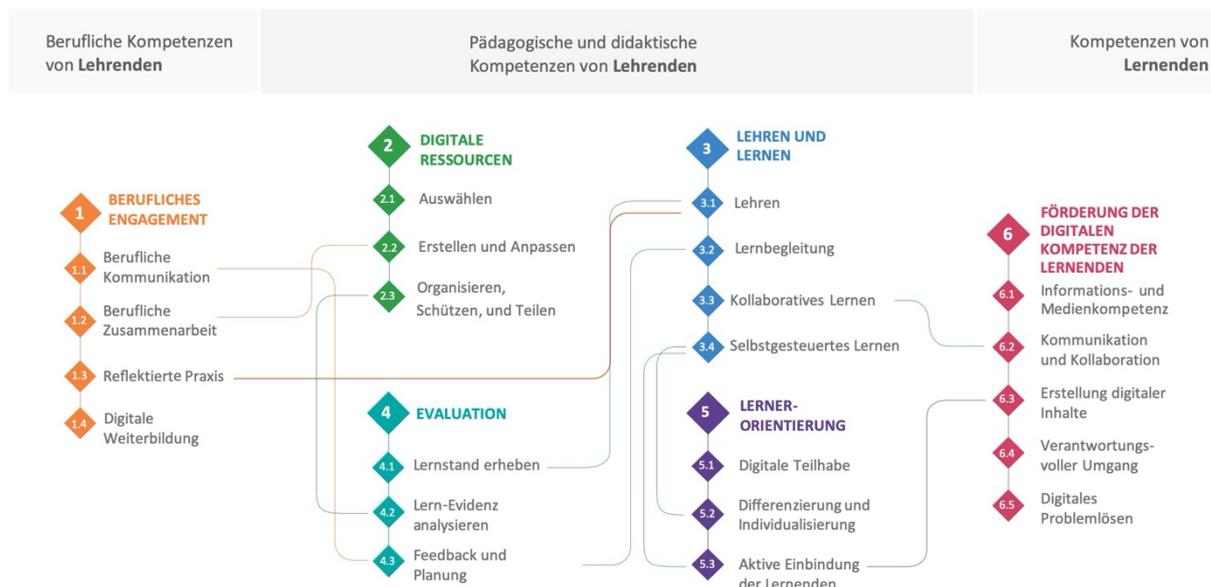


Abb. 1: DigCompEdu-Rahmen. Deutsche Übersetzung von Redecker & Ghomi der Originalabbildung aus Redecker, 2017: S. 8.

Den Kompetenzbereichen werden drei Dimensionen (berufliche Kompetenzen, pädagogische und didaktische Kompetenzen und Kompetenzen von Lernenden) zugeordnet. Dabei bilden den Kern des Modells die vier Kompetenzbereiche 2 bis 5, in denen die digitale Kompetenz auf pädagogischer und didaktischer Ebene beschrieben wird (vgl. Redecker, 2017: S. 16). Kompetenzbereich 2 *Digitale Ressourcen* definiert diejenigen Kompetenzen, welche eine Lehrkraft zur geeigneten Auswahl, Erstellung und, falls erlaubt, auch Modifizierung sowie Verwaltung und Verteilung von digitalen Ressourcen (z. B. interaktive Materialien, Simulationen, Apps, Online-Kollaboration an Dokumenten) benötigt. Dazu gehört auch, dass die Lehrkraft ausreichend Kenntnis über Datenschutz (besonders zum Schutz personenbezogener Daten der Schüler*innen) und Urheberrecht besitzt, sodass sie beispielsweise freie Bildungsmaterialien gezielt suchen, bewerten, anpassen, selbst erstellen und teilen kann. Der dritte Bereich *Lehren und Lernen* verlangt von der Lehrkraft digitale Aktivitäten didaktisch sinnvoll im Unterricht einzubetten, sodass beispielsweise Interaktionen, Kollaborationen und Materialien in digitalen Lernumgebungen strukturiert und verwaltet werden. Ferner soll der selbstgesteuerte Lernprozess (auch in Gruppen) digital begleitet, bei Bedarf von der Lehrkraft unterstützt sowie von der jeweiligen Schülerin oder dem jeweiligen Schüler digital dokumentiert und reflektiert werden. In Kompetenzbereich 4 *Evaluation* wird unter anderem beschrieben, dass eine Lehrkraft im Stande sein sollte, sowohl formative als auch summative Assessments, falls sinnvoll, auch technologiebasiert durchführen zu können sowie die beim Lernen erhobenen Daten der Schüler*innen analysieren und entsprechend individuelles Feedback geben zu können. Der fünfte Kompetenzbereich *Lernerorientierung* beschreibt, dass eine Lehrkraft bei der Auswahl digitaler Ressourcen auch stets die Zugänglichkeit und Barrierefreiheit für alle Schüler*innen gewährleisten und gegebenenfalls alternative Ressourcen oder Ansätze für

Schüler*innen mit besonderen Bedürfnissen bereitstellen sollte. Hinzu kommt, dass individuelle Lernwege und Tempi auch bei digitalen Lernumgebungen mitbedacht, bereitgestellt und unterstützt werden sollen. Darüber hinaus sollen die Schüler*innen durch digitale Lernarrangements z. B. mit Quizzen oder auch manipulierbaren Simulationen aktiviert werden.

Kompetenzbereich 6 beschreibt, welche digitalen Kompetenzen der Schüler*innen eine Lehrkraft fördern sollte und hebt damit explizit hervor, dass eine Lehrkraft ihren Unterricht mit entsprechenden Lernendenaktivitäten und Lerngelegenheiten, beispielsweise zur Suche, Analyse und Bewertung von digitalen Quellen gestalten sollte.

Auch im schulorganisatorischen und beruflichen Kontext sollen laut dem Kompetenzbereich 1 Lehrkräfte digitale Medien zum Kooperieren und Kommunizieren mit Kolleg*innen, Schüler*innen, Eltern und Externen einsetzen können. Außerdem sollten Lehrkräfte ihre Praxis reflektieren und eigene Kompetenzlücken und Verbesserungspotenziale identifizieren können sowie Online-Weiterbildungsmöglichkeiten kennen und entsprechend dem eigenen Bedarf finden, auswählen und nutzen können.

Allen DigCompEdu-Kompetenzbereichen ist gemein, dass Lehrkräfte auf den höchsten Kompetenzstufen in der Lage sein sollen, ihre digitalen Ressourcen, Methoden und Strategien stets zu reflektieren und entsprechend zu adaptieren sowie ihr Wissen, Können und Erarbeitetes an andere Lehrkräfte (schulintern und auch online) weiterzugeben, gemeinsam zu diskutieren und weiterzuentwickeln.

Vergleicht man den DigCompEdu-Rahmen mit dem international häufig zitierten TPACK-Modell von Mishra und Koehler (2006), so fällt auf, dass das DigCompEdu-Modell im Gegensatz zum TPACK-Modell nicht den Anspruch hat, das gesamte Professionswissen von Lehrkräften zu beschreiben. Vielmehr soll es mit 22 Kompetenzen und jeweils sechs Kompetenzstufen eine detaillierte Erweiterung des Professionswissens darstellen, ohne diese weiteren Bereiche näher zu beschreiben. TPACK hingegen wurde durch Hinzufügen des technischen Wissens (TK) an Shulmans PCK-Modell entwickelt, welches das Professionswissen von Lehrkräften mit den drei Bereichen des Fachwissens (CK), des pädagogischen Wissens (PK) und des pädagogischen Fachwissens (PCK) darstellt (vgl. Mishra & Koehler, 2006; Shulman, 1986). Die Schnittmengen des TK mit den drei Bereichen von Shulmans PCK-Modell ergeben wiederum drei weitere Schnittmengen (TPK, TCK und TPACK), welche zwar erläutert, jedoch nicht ausführlich mit detaillierten Kompetenzen und Stufen beschrieben werden (Mishra & Koehler 2006; Koehler, Mishra & Cain, 2013). Der DigCompEdu-Rahmen lässt sich aufgrund der fachunspezifischen Beschreibung der TPK-Schnittmenge (zum Wissen um die Veränderung des Lehrens und Lernens durch Technologien) zuordnen. Trotzdem wird beispielsweise in Kompetenz 2.1 des DigCompEdu-Rahmens die Auswahl geeigneter digitaler Ressourcen unter Berücksichtigung von Lernzielen und Kontext beschrieben (vgl. Redecker, 2017: S. 44), was jedoch unter Einbeziehung der fachspezifischen Expertise erfolgen sollte. Um die Schnittmenge TPACK und damit den Kern von Mishra und Koehlers Modell beschreiben zu können, könnte demnach eine fachspezifische Anpassung von DigCompEdu notwendig sein.

Referenzrahmen und Modelle wie diese können zur Entwicklung von Erhebungsinstrumenten oder von Modulen in der Lehrkräfteausbildung und -fortbildung herangezogen werden. Trotz der ungenauen Beschreibung diente das TPACK-Modell bereits als Grundlage zur Entwicklung von mehr als 150 Selbsteinschätzungsinstrumenten, Fragebögen, Tests, Interviews und Beobachtungsbögen (vgl. Koehler et al., 2013: S. 17). Lorenz & Endberg (2019) sehen für die Lehrkräftebildung besonders im DigCompEdu-Modell das Potenzial zur Gestaltung von aufeinander aufbauenden Studien- oder Fortbildungsmodulen für (angehende) Lehrkräfte, welche einzelne Schwerpunkte des Modells adressieren und verknüpfen (vgl. Lorenz & Endberg, 2019: S. 70). Aufgrund der fehlenden empirischen Trennschärfe zwischen den Wissensbereichen des TPACK-Modells erscheint ihnen eine konkrete Aufbereitung von Lehr- und Weiterbildungsveranstaltungen basierend auf TPACK eher schwierig (vgl. Lorenz & Endberg, 2019: S. 71).

Basierend auf DigCompEdu wurde ebenfalls am JRC 2018 ein Selbsteinschätzungsinstrument entwickelt und pilotiert, um Lehrkräfte bei der Einordnung, Reflexion und Weiterentwicklung der eigenen digitalen Kompetenz zu unterstützen und damit den DigCompEdu-Rahmen praktikabel zu machen (vgl. Ghomi & Redecker, 2019b: S. 20). Der nachfolgende Abschnitt stellt dieses Instrument und ausgewählte Ergebnisse der Pilotierung vor.

2.2 DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument

2018 wurden auf Basis der im DigCompEdu-Rahmen enthaltenen detaillierten Beschreibungen und Beispiele Selbsteinschätzungsinstrumente für Lehrkräfte an Schulen, für Lehrende an Hochschulen und für Lehrende in der Erwachsenenbildung am JRC entwickelt und mit Expert*innen in mehreren Zyklen diskutiert und angepasst (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a).

Das Selbsteinschätzungsinstrument für Lehrkräfte an Schulen setzt sich aus 22 Items zusammen, welche jeweils eine DigCompEdu-Kompetenz adressieren und aus einer charakteristischen Aussage mit fünf Antwortmöglichkeiten bestehen. Die sechsstufige Progression der DigCompEdu-Kompetenzen wurde in eine fünfstufige Skala (mit 0-4 Punkten) umgewandelt, indem teilweise die höchste (schwer zu erreichende) Kompetenzstufe (C2) weggelassen oder die Stufen B2 und C1 zusammengelegt wurden, falls sie schwierig zu unterscheiden waren (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a). Ein Auszug zur Kompetenz 2.2 *Erstellen und Anpassen* ist in der nachfolgenden Tabelle 1 angegeben. Die Lehrkraft soll diejenige Antwortmöglichkeit auswählen, welche ihre derzeitige Praxis am ehesten widerspiegelt, wobei jede höhere Antwortoption die vorherigen inkludiert.

Nach Durchführung der Online-Umfrage erhalten die Teilnehmenden Feedback und Vorschläge, wie sie in den einzelnen Feldern ihre Kompetenz steigern könnten (Kapsalis, 2019).

2.2 Erstellen und Anpassen: Ich erstelle meine eigenen digitalen Ressourcen und modifiziere bestehende, um sie an meine Bedürfnisse anzupassen.	
0	Ich erstelle keine eigenen digitalen Ressourcen.
1	Ich erstelle digitale Arbeitsblätter mit einem Computer, aber dann drucke ich sie aus.
2	Ich erstelle digitale Präsentationen, aber nicht viel mehr.
3	Ich erstelle verschiedene Arten von digitalen Ressourcen.
4	Ich erstelle und modifiziere komplexe, interaktive digitale Ressourcen.

Tab. 1: Beispiel-Item 2.2 aus dem deutschsprachigen DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument für Lehrkräfte an Schulen (Kapsalis, 2019)

Die ins Deutsche übersetzte Version für Lehrkräfte an Schulen wurde mit 335 deutschsprachigen Lehrkräften evaluiert (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a, vgl. Caena & Redecker, 2019). Die Evaluation des deutschsprachigen Selbsteinschätzungsinstruments für Lehrkräfte ergab für das gesamte Instrument eine sehr hohe interne Konsistenz mit $\alpha = .934$ und bestätigte die Validität des Instruments durch die erfolgreiche Überprüfung aus der Theorie hergeleiteter Hypothesen (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a). Dabei wurde bei der Auswertung der Daten ($N = 335$, davon 134 MINT-Lehrkräfte) ein MINT-Schwerpunkt gesetzt. Jede vierte Lehrkraft gab an, seit mehr als zehn Jahren digitale Medien im Unterricht einzusetzen (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a). Davon waren wiederum rund 81% MINT-Lehrkräfte, was fast der Hälfte der befragten MINT-Lehrkräfte (66 der 134 MINT-Lehrkräfte) entspricht und darauf deuten könnte, dass in den MINT-Fächern der Einsatz von digitalen Medien beispielsweise mit Simulationen, Datenerhebungen und -auswertungen bereits etabliert ist (Klieme & Maichle, 1991; Eickelmann et al., 2017). Zudem wurde ein signifikanter Unterschied zwischen dem im Selbsteinschätzungsinstrument erzielten Gesamtergebnis von MINT-Lehrkräften zu Lehrkräften ohne MINT-Fächern gefunden (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a). Mit einer Effektgröße von $r = .16$ ist dies jedoch ein kleiner Effekt, in Anbetracht der mehr als zehnjährigen Vorerfahrungen von rund 50% der befragten MINT-Lehrkräfte. Als mögliche Gründe für die kleine Effektgröße werden zum einen der nicht MINT-spezifische Fokus des DigCompEdu-Rahmens genannt sowie zum anderen die geringen Nutzungshäufigkeiten digitaler Medien in Deutschland angeführt (vgl. Ghomi & Redecker, 2019a: 546). Letzteres bestärkt das übergeordnete Ziel dieser Arbeit, Fortbildungen für MINT-Lehrkräfte zur Förderung ihrer digitalen Kompetenz zu entwickeln. Doch vor allem ersteres führt zu der Frage, ob das DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument zu allgemein und fachunspezifisch formuliert ist, sodass MINT-Lehrkräfte nicht die passenden Antwortmöglichkeiten auswählen konnten. Beispielsweise im Item zur Kompetenz 2.2 *Erstellen und Anpassen* (Tab. 1) wird vom Erstellen digitaler Ressourcen gesprochen. Doch was bedeutet dies konkret für den MINT-Unterricht? Eine digitale Ressource kann sowohl eine 2D-Simulation sein, wie sie im MINT-Unterricht bereits seit Jahrzehnten eingesetzt werden, kann jedoch auch eine innovative VR-Simulation sein, die es den Lernenden ermöglicht in einem virtuellen Labor Experimente selbstbestimmt durchzuführen (z. B. Klieme & Maichle, 1991; Haug, 2012; Meßinger-Koppelt & Maxton-Küchenmeister, 2018).

Ob das DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument für den MINT-Kontext konkretisiert werden müsste und inwiefern dies geschehen sollte, wurde in einer Online-Umfrage von MINT-Expert*innen erfragt. Anschließend wurde auf Basis der Ergebnisse ein Vorschlag für eine Konkretisierung erstellt. Nachfolgende Kapitel sollen die Methodik detailliert beschreiben, bevor die Ergebnisse in Kapitel 4 präsentiert und im darauffolgenden Kapitel 5 diskutiert werden.

3. Methodik

3.1 Datenerhebung und Beschreibung der Stichprobe

Mit dem Ziel, festzustellen, welche DigCompEdu-Kompetenzen für MINT-Lehrkräfte weshalb und auf welche Art konkretisiert werden sollten, wurde eine halbstrukturierte schriftliche Expert*innenbefragung mittels eines Online-Fragebogens einmalig durchgeführt. Für jede der 22 DigCompEdu-Kompetenzen wurde jeweils eine geschlossene (ja/nein) Frage gestellt, ob die Beschreibung der Kompetenz einer Anpassung speziell für MINT-Lehrkräfte bedarf. Sobald eine Anpassung bejaht wurde, hatte die befragte Person die optionale Möglichkeit in einer Freitextantwort zu begründen, weshalb und wie diese Kompetenz für MINT-Lehrkräfte konkretisiert werden sollte. Falls jemand bei allen 22 Kompetenzbeschreibungen keine Anpassung für MINT-Lehrkräfte für nötig hielt, wurde auch hier mit einem offenen Antwortfeld nach der Begründung gefragt. Zusätzlich wurden für jeden der sechs Kompetenzbereiche alle Personen darum gebeten, sich konkrete Beispiel-Szenarien für MINT-Lehrkräfte zu überlegen, wo eine oder mehrere in dem jeweiligen Bereich genannten DigCompEdu-Kompetenzen benötigt werden würden. Zudem haben alle Personen zu Beginn der Umfrage angegeben, für welche MINT-Fächer sie Expert*innen sind, ob sie sich der Forschung oder Schulpraxis zuordnen würden und welchen Forschungsschwerpunkt sie gegebenenfalls haben.

Die Umfrage richtete sich an Expert*innen, die mindestens ein MINT-Fach an Schulen unterrichten, an Hochschulen lehren oder dazu forschen sowie einen (Forschungs-) Bezug zur Digitalisierung haben. Befragt wurden Expert*innen aus fünf Hochschulen (Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Kaiserslautern, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Universität Koblenz-Landau und Universität Würzburg), welche im Rahmen des Projekts *Zukunft des MINT-Lernens* der Deutschen Telekom Stiftung seit Herbst 2018 in einem Entwicklungsverbund gemeinsam an didaktischen Konzepten für MINT-Unterricht in der digitalen Welt arbeiten. Zusätzlich wurden Lehrkräfte, Medendidaktiker*innen, Lehr-Lern-Forscher*innen und MINT-Fachdidaktiker*innen aus Deutschland, Estland, den Niederlanden und Österreich, welche im Rahmen des Projekts den Entwicklungsverbund beratend unterstützen, befragt, sodass insgesamt 74 Personen zur anonymen Teilnahme an der Umfrage über eine gemeinsame Online-Kommunikationsplattform gebeten wurden.

Der Online-Fragebogen wurde im Zeitraum vom 21.10.2019 bis zum 28.11.2019 von 24 Expert*innen vollständig ausgefüllt. Davon sind 20 Personen aus der Forschung,

drei aus der Schulpraxis und eine Person, die sich beiden Feldern zuordnet. Zehn der Wissenschaftler*innen haben ihren Forschungsschwerpunkt im Bereich des *Einsatzes digitaler Medien im MINT-Unterricht*. Die Forschungsschwerpunkte *Digitale Kompetenzen der Lehrkräfte oder der Schüler*innen*, *Lehr-Lern-Labore* sowie die *Diagnostik im MINT-Fach* sind jeweils Schwerpunkte von drei Wissenschaftler*innen. Zwei verorten ihre Forschung zudem im Bereich der *Digitalisierung in der Lehrkräftefortbildung* und jeweils eine oder einer im Bereich *Computational Thinking* und *Digitale Problemlösekompetenz*. Die nachfolgende Abbildung stellt die Anzahl der von den Befragten vertretenen MINT-Fachbereiche dar (Abb. 2).

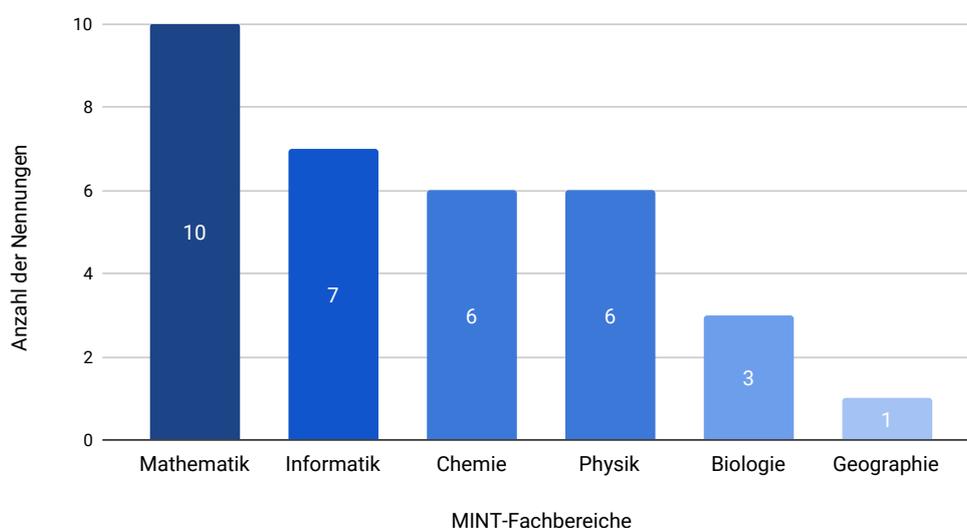


Abb. 2: MINT-Fachbereiche der befragten Expert*innen (Mehrfachnennungen möglich)

3.2 Datenauswertung

Für die geschlossenen (ja/nein) Fragen wurden deskriptive Statistiken erstellt. Erst auf Basis einer einfachen Häufigkeitsanalyse (Häufigkeiten der Zustimmungen zur Anpassung und Häufigkeiten der vorgeschlagene Anpassungen pro Kompetenz) wurde entschieden, welche Items des DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstruments im Rahmen dieser Arbeit angepasst werden sollen (Mayring, 2010).

Nach der Identifizierung der für MINT-Lehrkräfte zu spezifizierenden Kompetenzen, wurden die Freitextantworten zur Begründung einer Anpassung und zu Beispielen für mögliche Konkretisierungen sowie die Freitextantworten zur Beschreibung eines konkreten Beispiels für den jeweiligen Kompetenzbereich mit Hilfe der zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) ausgewertet (Mayring, 2010; Döring & Bortz, 2016: S. 542). Dafür wurden induktiv Kategorien gebildet, indem die inhalts-tragenden Freitextantworten identifiziert, paraphrasiert und auf ihre wesentlichen Bestandteile reduziert und zusammengefasst wurden (Bücker, 2020; Döring & Bortz, 2016; Mayring, 2010).

Basierend auf einem Pretest sowie der Diskussion des Kategoriensystems mit zwei Expert*innen (aus der Mathematik- und Informatikdidaktik mit Forschungsschwerpunkt auf der digitalen Kompetenz von Schüler*innen), wurde das Kategoriensystem hinsichtlich der Validität geprüft und überarbeitet (z. B. wurde eine Kategorie entfernt, da sie Teilmenge einer vorhandenen Kategorie war).

Das Kategoriensystem besteht aus fünf Kategorien („MINT-spezifische Beispiele“, „fachunspezifische Beispiele“, „Ergänzung des Inhalts“, „Fachbezug“ und „Allgemeingültig“), mit jeweils einer Definition und einem Ankerbeispiel. Die Einheiten bestehen aus Sätzen bzw. Satzteilen, falls kein vollständiger Satz geantwortet wurde. Kodiert und ausgewertet wurde mit Hilfe der Software MAXQDA2018. Zwei unabhängige Kodierer*innen haben im Rahmen der Reliabilitätsüberprüfung (Inter-Kodierer-Reliabilität) das gesamte Datenmaterial für die ausgewählten sieben Kompetenzen, die Beispielszenarien sowie die Begründungen für keine Anpassungen kodiert. Dabei wurde als Reliabilitätskoeffizient κ (nach Brennan & Prediger, 1981) mit Hilfe der Software MAXQDA 2018 berechnet, da es sich um nominalskalierte Kategorien handelt (Döring & Bortz, 2016: S. 567). Mit $a = 131$ Übereinstimmungen, $b = 10$ und $c = 15$ Nicht-Übereinstimmungen und insgesamt fünf Kategorien ergibt dies für κ einen Wert von $(a/(a+b+c) - 1/5) / (1 - 1/5) = 0.80$, was gemäß Döring & Bortz (2016: S. 569) als sehr gut eingestuft werden kann.

Zur Konkretisierung der Items vom DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument wurden zum einen die Ergebnisse der Inhaltsanalyse und zum anderen von den Autor*innen vorgeschlagene Anpassungen herangezogen, da teilweise von den Befragten zu wenig Vorschläge für Anpassungen gemacht wurden und zudem die Autor*innen eine umfassendere Änderung (über die MINT-Spezifizierung hinaus) für notwendig hielten, um eine trennscharfe Abstufung der Aussagen zu ermöglichen. Die Umformulierungen der Items wurden dabei angelehnt an die ursprünglichen Definitionen und Beschreibungen des englischsprachigen DigCompEdu-Rahmens von Redecker (2017) vorgenommen. Aufgrund der weiteren Anpassungen wurden im Anschluss die umformulierten Items fünf MINT-Expert*innen aus den Fachbereichen Mathematik, Informatik, Chemie und Biologie, welche ebenfalls im Projekt der Deutschen Telekom Stiftung involviert sind, vorgelegt und auf Basis ihrer Kommentare diskutiert.

4. Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse gegliedert nach den Fragestellungen dargelegt, bevor abschließend ein Vorschlag für sieben MINT-spezifische Items des DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstruments präsentiert wird.

4.1 Welche DigCompEdu-Kompetenzen sollten MINT-spezifisch angepasst werden?

Betrachtet man in Abbildung 3 die Anzahl der Zustimmungen zur MINT-spezifischen Anpassung pro Expert*in, so lässt sich feststellen, dass 16 von 24 Befragten mindestens eine Kompetenz für anpassungswürdig halten. Drei Befragte schlagen sogar bei mindestens

der Hälfte aller DigCompEdu-Kompetenzen eine Anpassung vor (Abb. 3). Kein*e Expert*in hält die Anpassung aller 22 DigCompEdu-Kompetenzen für notwendig. Zudem vertreten sieben Wissenschaftler*innen und eine Person aus der Schulpraxis (der Fachbereiche Mathematik: 3; Informatik: 3; Chemie: 2; Physik: 2; Biologie: 1) die Meinung, dass es bei keiner der 22 Kompetenzbeschreibungen überhaupt einer Anpassung bedarf. Ihre Begründungen werden im nachfolgenden Kapitel 4.2 dargelegt.

Häufigkeit der Zustimmung zur folgenden Frage:
Bedarf die nachfolgende Beschreibung der Kompetenz einer Anpassung
speziell für MINT-Lehrkräfte?

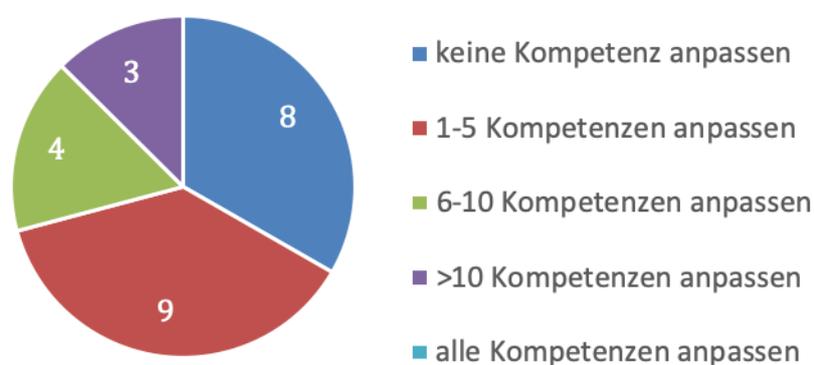


Abb. 3: Anzahl der Expert*innen, die keine, 1-5, 6-10, 10-21 oder alle DigCompEdu-Kompetenz MINT-spezifisch anpassen würden.

Um zu entscheiden, welche Kompetenzen MINT-spezifisch angepasst werden sollen, wurde eine einfache Häufigkeitsanalyse gemacht. Tabelle 2 stellt die Anzahl der Zustimmungen der Expert*innen zur Anpassung der jeweiligen DigCompEdu-Kompetenz sowie die Anzahl der Begründungen, wieso eine Anpassung notwendig sei, dar. Eine Anpassung der Kompetenzen **2.1 Auswählen digitaler Ressourcen** und **3.1 Lehren** sowie **4.1 Lernstand erheben** (mit einer Stimme weniger) wurden am häufigsten gefordert und begründet. Die Autor*innen einigten sich in Anbetracht der Häufigkeiten darauf, die sieben in Tabelle 2 fett markierten Kompetenzen mit mindestens fünf Zustimmungen und mindestens vier Begründungen MINT-spezifisch anzupassen.

DigCompEdu-Kompetenz	# Zustimmungen zur Anpassung	# Begründungen
2.1 Auswählen digitaler Ressourcen	9	7
3.1 Lehren	9	6
4.1 Lernstand erheben	8	6
3.2 Lernbegleitung	7	4
6.5 Digitales Problemlösen	6	5
2.2 Erstellen und Anpassen dig. Ressourcen	6	4
6.3 Erstellung digitaler Inhalte	5	4

6.2 Kommunikation und Kollaboration	4	3
1.4 Digitale Weiterbildung	4	2
4.3 Feedback und Planung	4	1
5.2 Differenzierung und Individualisierung	4	1
5.3 Aktive Einbindung der Lernenden	4	0
1.3 Reflektierte Praxis	3	3
1.2 Berufliche Zusammenarbeit	3	2
6.4 Verantwortungsvoller Umgang	3	2
2.3 Organisieren, Schützen und Teilen dig. Res.	3	1
6.1 Informations- und Medienkompetenz	3	1
5.1 Digitale Teilhabe	3	1
3.4 Selbstgesteuertes Lernen	3	0
4.2 Lern-Evidenz analysieren	3	0
1.1 Berufliche Kommunikation	2	1
3.3 Kollaboratives Lernen	2	0

Tab. 2: Anzahl der Zustimmungen und Begründungen zu Anpassung pro Kompetenz

4.2 Wieso und wie sollten die DigCompEdu-Kompetenzen (nicht) MINT-spezifisch angepasst werden?

Ein Drittel der befragten Expert*innen ist der Meinung, dass es keiner MINT-spezifischen Anpassung bedarf. Begründet wurde dies mit den ausreichend allgemein formulierten Kompetenzbeschreibungen und der geringen Unterschiede in den Handlungsfeldern (z. B. kommunizieren, recherchieren, auswerten) der MINT- und Nicht-MINT-Fächer. Beispielsweise hat ein*e Expert*in der Informatikdidaktik folgendermaßen argumentiert:

„Das DigCompEdu-Modell ist sehr generisch formuliert und trifft daher, meiner Meinung nach, auf alle Fächer zu. Die Kompetenzen beschreiben die grundsätzlichen Wissensvoraussetzungen der Lehrkräfte im digitalen Zeitalter, unabhängig vom Fach. Wenn man diese besitzt, kann man sie sowohl auf die MINT-Themen als auch auf alle anderen Themenbereiche anwenden.“

Ebenso betont ein*e Mathematik- und Informatik-Expert*in, dass keine Konkretisierung notwendig sei, man jedoch durch fachspezifische Beispiele differenzieren kann:

„Die Kompetenzbeschreibungen treffen auch auf MINT-Lehrkräfte zu. Man kann durch die fachspezifischen Beispiele zur Umsetzung differenzieren.“

Allerdings führt ein*e Expert*in der Mathematikdidaktik an, dass eine Konkretisierung durch die Nennung spezifischer Werkzeuge vermieden werden sollte und begründet dies folgendermaßen:

„Das Modell ist hinreichend allgemein. Jede Anpassung würde dazu führen, dass spezifische Werkzeuge genannt werden. Dies würde zu einer sehr und ggf. zu schnellen Veraltung der Inhalte des Modells führen.“

Spezifische Werkzeuge wurden vor allem bei der Beantwortung der Frage genannt, wie ein konkretes Szenario für eine MINT-Lehrkraft aussehen könnte, wo sie eine oder mehrere der in dem jeweiligen Kompetenzbereich genannten Kompetenzen benötigen würde. Ein*e Physik-Expert*in beschreibt folgendes Szenario:

„Eine Physiklehrkraft nutzt die Homepage LEIFIphysik zur Vorbereitung ihres Unterrichts. Sie möchte eine Abbildung daraus verwenden und muss sich im Vorfeld informieren, ob sie das darf. Sie verweist ihre SuS zur Erstellung einer Präsentation auf Wikipedia und LEIFI. Sie weist sie dabei auch auf die verschiedenen Lizenzen hin, unter denen z. B. Abbildungen für die Präsentation genutzt werden. Ob die SuS darauf geachtet haben oder nicht, fließt in die Bewertung ein.“

Neben LEIFIphysik (Internetseite der Joachim Herz Stiftung mit Simulationen, Aufgaben, Videos, Bildern, interaktiven Materialien für den Physikunterricht) wurden als MINT-spezifische Beispiele insgesamt noch folgende Anwendungen genannt: Simulationen (z. B. für Such- und Sortieralgorithmen), digitale Labore für Chemie und Physik, virtuelle Experimente, digitale Messinstrumente, Geogebra-Anwendungen (auch als Augmented Reality-Anwendung) und Learning Analytics. Neben Wikipedia wurden noch folgende fachunspezifische digitale Anwendungen und Plattformen genannt: Etherpads, Kahoot, Mentimeter, H5P, LearningApps, Pingo, Learning Management Systeme, digitale Arbeitsblätter, Office-Anwendungen und Videoproduktion. Die Nennung konkreter (Marken-)Namen wurde beim DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument vermieden. Stattdessen wurden allgemeine Werkzeuge wie Blogs, MOOCs, Webinare, Wikis, Suchmaschinen, Bildungsplattformen, Präsentationen, Online-Lernumgebungen, Quizze, Videos und Animationen verwendet (vgl. Kapsalis, 2019). Daher wurde auch in dieser Arbeit bei der Anpassung der Items auf die Verwendung spezifischer (Marken-)Namen verzichtet.

Insgesamt 13 Mal wird die Ergänzung der sieben DigCompEdu-Kompetenzen um Wörter wie „fachspezifisch“ gefordert. Beispielsweise zu den Kompetenzen 2.1 und 2.2 äußert ein*e Biologie-Expert*in:

„Ziele sind auf Standards aus RLP bezogen und damit fachbezogen.“

Ebenso begründet ein*e Mathematik-Expert*in ihre Zustimmung zur Konkretisierung von 2.1 und 2.2:

„Punkte 2.1. und 2.2. gelten genauso für MINT, aber müssen konkretisiert werden, wenn man sie wirklich anwenden (i. e. lehren, prüfen) möchte. Dies gilt zwar auch für alle anderen Kompetenzen, aber hier müssen dann entsprechend fachliche und fachdidaktische Referenzrahmen zur Anwendung kommen.“

Insgesamt gaben für die Kompetenzen 2.1 *Auswählen digitaler Ressourcen* neun und für die Kompetenz 2.2 *Erstellen und Anpassen digitaler Ressourcen* sechs der 24 Befragten an, dass es einer Anpassung für MINT-Lehrkräfte bedarf (Tab. 2). Ein*e Expert*in der Chemie- und Biologiedidaktik antwortete auf die Frage, wieso und wie die Kompetenz 2.1 konkretisiert werden sollte, folgendermaßen:

„Die Lehrkräfte können unter Berücksichtigung von fachspezifischen digitalen Anwendungen, Lernzielen, Kontext, Lerngruppe und didaktischem Konzept geeignete digitale Ressourcen identifizieren, auswählen und bewerten.“

Dabei fügt die Person der bisherigen Kompetenzbeschreibung explizit die Formulierung der fachspezifischen digitalen Anwendungen hinzu. Trotz der Zustimmung zur MINT-spezifischen Anpassungen wurden dennoch auch Vorschläge genannt, die nicht zwangsläufig MINT-spezifisch, sondern für Lehrkräfte aller Fächer zutreffend sein könnten. Beispielsweise schlägt ein*e Mathematik- und Informatik-Expert*in zur Kompetenz 2.1 vor:

„Für Informatiker: Berücksichtigung von Datenschutz bei der Auswahl; Eignung (und Einbettung) der digitalen Ressourcen für Geräte der Schule.“

Ebenso schreibt ein*e Physik-Expert*in zu 2.1 und anschließend zu 2.2:

„Die Lehrkräfte sollten in der Lage sein, den Einsatz der digitalen Ressourcen zielgerichtet in das Gesamtkonzept ihres Unterrichts zu integrieren. Übergänge zwischen digitalen und analogen Arbeitsweisen sollten fließend gestaltet sein. Die digitalen Werkzeuge sollten die analogen Arbeitsweisen dabei nicht ersetzen, sondern unterstützen und erweitern.“

„Die Lehrkräfte können den zeitlichen Aufwand der Erstellung, Anpassung oder Mitgestaltung neuer digitaler Bildungsressourcen gut einschätzen.“

Die Items dieser beiden Kompetenzen wurden in Tabelle 3 und 4 auf Basis der von den Expert*innen vorgeschlagenen MINT-spezifischen und auch unspezifischen Beispiele, Ergänzungen und Ersetzungen (kursiv) sowie weiteren Ergänzungen durch die Autor*innen (unterstrichen) angepasst.

2.1 Auswählen: Ich nutze verschiedene Internetseiten und Suchstrategien, um verschiedene digitale Ressourcen <i>für meinen MINT-Fachunterricht</i> zu finden und auszuwählen.	
0	Ich nutze nur selten das Internet, um <u>digitale</u> Ressourcen für den Unterricht zu finden.
1	Ich benutze Suchmaschinen und Bildungsplattformen, um relevante <u>digitale</u> Ressourcen (<i>z.B. fachspezifische digitale Anwendungen, digitale Arbeitsblätter, Lern-/Erklärvideos, Animationen, Simulationen, Messprogramme, virtuelle Versuche/Experimente</i>) zu finden.
2	Ich bewerte und wähle <u>digitale</u> Ressourcen (<i>z. B. fachspezifische digitale Anwendungen, usw.</i>) aufgrund ihrer Eignung für <u>meinen Unterricht</u> (<i>unter Berücksichtigung von Lernzielen, Kontext, Lerngruppe, didaktisches Konzept, IT-Infrastruktur der Schule</i>) aus.
3	Ich vergleiche <u>digitale</u> Ressourcen (<i>z.B. fachspezifische digitale Anwendungen, usw.</i>) anhand einer Reihe relevanter Kriterien, z.B. Zuverlässigkeit, Qualität, <i>Eignung</i> , Design, Interaktivität, Attraktivität, <i>Datenschutz, Urheberrecht</i> .
4	Ich <i>reflektiere den Einsatz digitaler Ressourcen (z. B. fachspezifische digitale Anwendungen, usw.) in meinem Unterricht</i> und berate Kolleginnen und Kollegen zu geeigneten digitalen Ressourcen und Suchstrategien.

Tab. 3: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 2.1

2.2 Erstellen und Anpassen: Ich erstelle meine eigenen digitalen Ressourcen und modifiziere bestehende, um sie <u>für meinen MINT-Fachunterricht</u> anzupassen.	
0	Ich erstelle keine eigenen digitalen Ressourcen.
1	Ich erstelle <u>für mein MINT-Fach</u> digitale Arbeitsblätter mit einem Computer, aber dann drucke ich sie aus.
2	Ich erstelle <u>für mein MINT-Fach</u> <i>einfache Texte, Tabellen und Präsentationen mit Office-Anwendungen</i> , aber nicht viel mehr.
3	Ich erstelle verschiedene Arten digitaler Ressourcen (<i>z.B. digitale Präsentationen, digitale Arbeitsblätter, digitale Messwerttabellen, digitale Diagramme, Lernvideos, Animationen</i>) <u>für mein MINT-Fach</u> .
4	Ich erstelle und modifiziere komplexe, interaktive digitale Ressourcen (<i>z.B. interaktive Arbeitsblätter, Simulationen, (Lern-)Programme, Applikationen, interaktive Lernvideos, virtuelle Labore</i>) unter Berücksichtigung von Urheberrechten für mein MINT-Fach.

Tab. 4: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 2.2

Ein*e Expert*in der Biologiedidaktik begründet die Anpassung der Kompetenz 3.1 *Lehren* und 3.2. *Lernbegleitung* wie folgt:

„Lehren ist hier fachbezogen, digitale Interventionen beziehen somit auch auf Fachspezifika, z. B. bei der Erfassung und Analyse von Daten.“ „s. o. [vorheriger Satz zu 3.1] es geht um fachliches Lernen, das zu begleiten ist.“

Ein*e Mathematik- und Informatik-Expert*in schreibt zu 3.1:

„Die Kompetenz passt zwar prinzipiell auch für MINT ‚digitale Medien‘, ist aber sehr allgemein gehalten. Die genaue Art der Wahl der Technologien (z. B. Webseite LEIFIPhysik für Physik) ist aber extrem vom Fach abhängig. Eine Konkretisierung mit Beispielen ist nur fachbezogen möglich.“

Ein*e Informatik-Expert*in äußert sich zu 3.1 und anschließend zu 3.2 folgendermaßen:

„Ganz allgemein fehlt mir hier [3.1] die genaue Problemanalyse, d. h. inwiefern die Effektivität gesteigert wird.“ „Den letzten Satz [3.2] finde ich allgemein schwierig, da das sehr allgemein ist. Im Bereich der Learning Analytics würde ich sagen, dass Lehrkräfte hier keine neuen Formen bzw. Formate entwickeln können müssen, sondern lediglich nutzen können müssen.“

In Tabelle 5 und 6 sind die angepassten Items zu den Kompetenz 3.1 und 3.2 dargestellt, wobei kursive Wörter auf Basis der Ergebnisse und unterstrichene Wörter auf Ermessen der Autor*innen hinzugefügt wurden.

3.1 Lehren: Ich überlege sorgfältig, wie, wann und warum ich digitale Medien <i>in meinem MINT-Fach</i> einsetze, um sicherzustellen, dass sie didaktisch sinnvoll genutzt werden.	
0	Ich verwende digitale Medien nicht oder nur selten im Unterricht.
1	Ich verwende die verfügbare Ausstattung mit den elementaren Funktionen (<i>z.B. digitale Whiteboards, Beamer</i>).
2	Ich verwende eine Vielzahl von digitalen Ressourcen (<i>z.B. digitale Präsentationen, digitale Arbeitsblätter, digitale Messwerttabellen, digitale Diagramme, Erklärvideos</i> ,

	<i>Animationen) und fachspezifische digitale Geräte (z.B. digitale Messinstrumente, CAS-Grafikrechner, Mikroskop-Kamera) in meinem MINT-Unterricht.</i>
3	<i>Ich nutze systematisch bestimmte digitale Ressourcen (z.B. digitale Präsentationen, digitale Arbeitsblätter, digitale Messwerttabellen, digitale Diagramme, Erklärvideos, Animationen) und fachspezifische digitale Geräte (z.B. digitale Messinstrumente, CAS-Grafikrechner, Mikroskop-Kamera), um meinen MINT-Unterricht zu verbessern.</i>
4	<i>Ich setze digitale Medien (digitale Ressourcen und Geräte) ein, um innovative didaktische Strategien und Methoden (z. B. Flipped Classroom, virtuelles Labor zum Experimentieren, digitale Datenerfassung und -auswertung) zu testen, dabei auch stets zu evaluieren und bei Bedarf flexibel anzupassen.</i>

Tab. 5: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 3.1

3.2 Lernbegleitung: Ich beobachte die Aktivitäten und Interaktionen meiner Schülerinnen und Schüler in den von uns verwendeten kollaborativen Online-Umgebungen.	
0	<i>Ich verwende keine digitalen Tools (z. B. E-Mails, Chat-Programme, kollaborativen Online-Umgebungen o. ä.), um mit meinen Schülerinnen und Schülern zu interagieren.</i>
1	<i>Ich verwende digitale Tools (z. B. E-Mails, Chat-Programme, kollaborativen Online-Umgebungen o. ä.), um mit meinen Schülerinnen und Schülern zu interagieren, aber beobachte nicht die Online-Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler.</i>
2	<i>Ich verwende digitale Tools zur Online-Kommunikation oder auch Online-Kollaboration und verschaffe mir gelegentlich ein Bild über die Online-Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler.</i>
3	<i>Ich beobachte und analysiere regelmäßig die Online-Aktivitäten meiner Schülerinnen und Schüler (z.B. in fachspezifischen Lernumgebungen, bei Online-Dokumentationen von Projektarbeiten).</i>
4	<i>Ich wähle digitale Lernumgebungen (z. B. mit integrierter Learning Analytics Funktion) so aus, dass ich die Online-Aktivitäten beobachten kann, und bereite digitale Hilfestellungen und Materialien (z. B. Video-Tutorials) zur Bewältigung möglicher Schwierigkeiten im Voraus vor, um bei Bedarf intervenieren zu können.</i>

Tab. 6: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 3.2

Das Item zur Kompetenz 4.1 *Lernstand erheben* vom Kompetenzbereich *Evaluation* wurde vollständig umformuliert, um den Schwerpunkt des Items wie im DigCompEdu-Rahmen beschrieben stärker auf die Verwendung von Assessment-Tools zur Erhebung des Lernstandes zu legen (Tab. 7). Die von den Expert*innen genannten Tools wie Mentimeter, Kahoot, H5P etc. wurden allgemein als Quizze, Umfragen und Testformate bezeichnet.

4.1 Lernstand erheben: Ich nutze digitale Medien für Lernkontrollen und Leistungsbeurteilungen, um den individuellen Lernstand der Schülerinnen und Schüler zu erheben.	
0	<i>Ich nutze keine digitalen Assessment-Tools (Testformate, Quizze, Umfragen).</i>
1	<i>Ich erstelle mit Hilfe von digitalen Medien Testaufgaben zur Lernstandserhebung und drucke sie dann aus.</i>

2	Ich verwende manchmal digitale <i>Assessment-Tools</i> , wie <i>Quizze und Umfrage-Tools</i> , um z. B. <i>Fachwissen oder auch Konzeptverständnis von beispielsweise naturwissenschaftlichen Modellen oder algorithmischen Strukturen abzufragen</i> .
3	<u>Ich wähle zur Lernstandserhebung zwischen verschiedenen digitalen Assessment-Tools (Testformate, Quizze, Umfragen) oder Lernumgebungen mit integrierten Leistungsbewertungen entsprechend der gegebenen IT-Infrastruktur, der Funktionalitäten der Tools, den curricularen Vorgaben meines MINT-Fachs, den Datenschutzbestimmungen, der Validität und Reliabilität der Tests aus.</u>
4	<u>Ich integriere zur Lernstandserhebung systematisch verschiedene digitale und nicht digitale Assessment-Tools (Testformate, Quizze, Umfragen) in meinem MINT-Fach und reflektiere deren Nutzung kritisch, um meine Strategien gegebenenfalls anzupassen.</u>

Tab. 7: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 4.1

In Kompetenzbereich 6 zur *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* wurden die Items zu 6.3 *Erstellung digitaler Inhalte* und 6.5 *Digitales Problemlösen* konkretisiert und sogar größtenteils basierend auf dem englischsprachigen DigCompEdu-Rahmen umformuliert, um eine differenzierte Unterscheidung der Stufen zu ermöglichen (Tab. 8 und Tab. 9). Bei der Kompetenz 6.5 wurde zudem versucht, die digitale Problemlösekompetenz von der Fähigkeit technische Probleme lösen zu können, deutlicher abzugrenzen. Die Expert*innen äußerten sich hierzu wie folgt:

„Hier sollte eine klare Differenzierung zwischen domänenübergreifenden und domänenspezifischen Problemstellungen vorgenommen werden. Für die domänenspezifischen Problemstellungen sollten zudem konkrete Beispiele verankert werden, die als schulrelevant zu verorten sind. Die strikte Einschränkung auf technische Probleme sollte hier geöffnet werden.“

„Die Lehrkräfte können Aktivitäten integrieren, in denen Lernende allgemeine Probleme (nicht nur technische Probleme, sondern auch Alltagsprobleme) mit Problemlösemethoden (z. B. algorithmisches Denken) lösen können.“

6.3 Erstellung digitaler Inhalte: <u>Ich führe meine Schülerinnen und Schüler an die Herstellung digitaler Produkte heran.</u>	
0	<u>Ich lasse meine Schülerinnen und Schüler keine digitalen Produkte selbst erstellen.</u>
1	<u>Ich ermutige meine Schülerinnen und Schüler zur Erstellung (einfacher) digitaler Produkte (z. B. Texte, Bilder, Präsentationen).</u>
2	<u>Ich biete den Schülerinnen und Schülern gelegentlich im Rahmen meines Unterrichts Lernaktivitäten zur Erstellung digitaler Produkte (z.B. Texte, Bilder, Präsentationen) an und ermutige sie, diese im Unterrichtsrahmen zu teilen.</u>
3	Die Erstellung digitaler Produkte unterschiedlicher Formate (z.B. Texte, Bilder, Videos, Wikis, Blogs, ePortfolios) zu fachspezifischen Themen (z. B. das Filmen von Experimenten, Fotos von Versuchsaufbauten, Wikis zu Softwareprojekten) ist integraler Bestandteil meines Unterrichts <u>und ich ermutige die Schülerinnen und Schüler, diese unter Berücksichtigung von Datenschutz und Urheberrecht zu veröffentlichen.</u>

4	<u>Die umfassende und rechtlich korrekte Erstellung komplexer digitaler Produkte unterschiedlicher Art (z. B. Applikationen zur automatisierten Erstellung einer Kurvendiskussion oder zur Erfassung/Darstellung von Messwerten) ist integraler Bestandteil meines Unterrichts und wird systematisch gefördert.</u>
---	---

Tab. 8: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 6.3

6.5 Digitales Problemlösen: Ich ermutige meine Schülerinnen und Schüler, digitale Medien kreativ zu nutzen, um konkrete Probleme zu lösen.	
0	<u>Ich fördere nur sehr selten oder nie die digitale Problemlösekompetenz (z. B. Programmierung eines Roboters zur Überwindung eines Hindernisses) und lasse Schülerinnen und Schüler keine technischen Probleme (wie z. B. fehlende Bluetooth-Verbindung zum Roboter) lösen.</u>
1	<u>Ich ermutige meine Schülerinnen und Schüler einfache Problemstellungen mit Hilfe von digitalen Medien oder technische Schwierigkeiten selbstständig zu lösen.</u>
2	<u>Ich fördere gelegentlich die digitale Problemlösekompetenz (z. B. Programmierung eines Roboters zur Überwindung eines Hindernisses) oder lasse Schülerinnen und Schüler technische Probleme (wie z. B. Bluetooth-Verbindung zum Roboter herstellen, Objektivkamera einstellen) lösen.</u>
3	<u>Ich setze in meinem Unterricht verschiedene Methoden (z. B. Design Thinking, GPS- oder QR-Code-Ralley, Digitale Pflanzenbestimmung) ein, um die digitale Problemlösekompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern und diese von ihnen selbstständig auf neue Kontexte anwenden zu lassen.</u>
4	<u>Ich integriere systematisch verschiedene Möglichkeiten zum kreativen, digitalen Lösen umfangreicher Problemstellungen (z. B. digitale Modellierung einer Simulation zu biologischen Prozessen wie Populationsdynamiken, Programmieren eines Chat-Bots).</u>

Tab. 9: Für MINT-Lehrkräfte konkretisiertes Item 6.5

5. Diskussion und Fazit

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde mittels einer Expert*innenbefragung von 24 MINT-Expert*innen aus dem Projekt *Zukunft des MINT-Lernens* der Deutschen Telekom Stiftung der Frage nachgegangen, ob und inwiefern der Europäische Referenzrahmen DigCompEdu für MINT-Lehrkräfte spezifiziert und dessen Selbsteinschätzungsinstrument konkretisiert werden sollte. Die Umfrage ergab, dass sich ein Drittel der befragten Expert*innen gegen eine MINT-spezifische Anpassung aussprechen. Als Grund wurden die ausreichend allgemein formulierten Kompetenzbeschreibungen genannt, welche für Lehrkräfte aller Fächer gültig seien. Jedoch wurde auch angeführt, dass durch die Hinzunahme fachspezifischer Beispiele eine weitere Differenzierung möglich sei. Es waren auch konkret solche MINT-spezifischen Beispiele sowie die Ergänzung der Beschreibungen durch Wörter wie „fachspezifisch“, die von den übrigen Expert*innen ge-

fordert wurden, welche der Meinung waren, dass es mindestens bei einer Kompetenz einer Anpassung bedarf. Darüber hinaus wurden vor allem bei den Kompetenzen 4.1, 6.3 und 6.5 inhaltliche Ergänzungen gefordert, die zu einer Umformulierung der Items geführt haben, wie beispielsweise in 6.5 zur Differenzierung zwischen der Lösung technischer Probleme (z. B. Schwierigkeiten bei der Technikbedienung) und der Förderung von Problemlösekompetenz (z. B. algorithmisches Denken). Ein erster Entwurf für MINT-spezifisch angepasste Items wurde für die Kompetenzen 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.1, 6.3 und 6.5 auf Basis der Vorschläge der Expert*innen, sowie auf Basis des DigCompEdu-Rahmens von Redecker (2017) und der Vorschläge der Autor*innen und der im Nachgang befragten fünf MINT-Expert*innen erstellt.

Die Forderung nach einer „fachbezogenen“ Erweiterung unterstützt auch die in Kapitel 2.1 aufgestellte These, dass es DigCompEdu-Kompetenzen gibt, welche sich nicht nur der fachunspezifischen TPK-Schnittmenge, sondern auch der TPACK-Schnittmenge (mit Einbezug der Fachexpertise CK) des TPACK-Modells von Mishra und Koehler (2006) zuordnen lassen. Doch aufgrund der stetigen Weiterentwicklung digitaler Technologien und Möglichkeiten und des Verzichts konkrete (Marken-)Namen für Anwendungen zu verwenden, war vor allem bei den Kompetenzen aus den Bereichen 2 und 3 über das Hinzufügen von Wörtern wie „fachspezifisch“ oder „MINT“ und Beispielen wie „digitales Labor“ oder „digitale Messinstrumente“ hinaus keine fachliche Spezifizierung möglich. Vielmehr wurden auch allgemeingültige Ergänzungen wie in 2.1 – 2 „*fachspezifische digitale Anwendungen*“ und „*unter Berücksichtigung von Lernzielen, Kontext, Lerngruppe, didaktisches Konzept, IT-Infrastruktur der Schule*“ vorgenommen, welche auch im Selbsteinschätzungsinstrument für Lehrkräfte aller Fächer integriert werden könnten.

Die hier durchgeführte Studie unterliegt einigen Einschränkungen. Einerseits handelt es sich mit $N = 24$ um eine kleine Stichprobe, sodass auf Basis der Ergebnisse keine verallgemeinerbaren Schlussfolgerungen getroffen werden können. In Verbindung mit den qualitativen Aussagen der Expert*innen ließ sich aber dennoch ein erster Vorschlag für eine MINT-spezifische Anpassung der ausgewählten Items entwickeln. Für eine Fortsetzung oder Wiederholung der Studie bietet sich die Delphi-Methode an (Döring & Bortz, 2016: S. 420). Dabei werden Expert*innen in mindestens zwei Durchläufen befragt und ab der zweiten Runde auch die aggregierten Antworten der anderen Expert*innen vorgestellt, um die eigene Meinung zu reflektieren und ggf. zu modifizieren (ebd.). Das Gruppenergebnis soll einen höheren prognostischen Wert haben als die Einzelurteile der Expert*innen (vgl. Döring & Bortz, 2016: S. 421). Selbige Methode scheint auch geeignet, um das fachunspezifische DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument weiterzuentwickeln, da im Rahmen dieser Arbeit auch hierfür Bedarf ermittelt wurde. Die neu entwickelten oder überarbeiteten Items sollten in einer weiterführenden Forschungsarbeit auf Reliabilität und Validität geprüft werden.

Eine weitere Einschränkung dieser Studie stellt die geringe Teilnahme von Personen aus der Schulpraxis dar. Da das Selbsteinschätzungsinstrument vor allem Lehrkräften aus der Schulpraxis dazu dienen soll, ihre eigene digitale Kompetenz zu reflektieren, wäre es sinnvoll, verstärkt auch Lehrkräfte bzw. MINT-Lehrkräfte zur Eignung der Items und

Differenzierung der Antwortmöglichkeiten zu befragen. Zudem sollte für nachfolgende Untersuchungen mehr darauf geachtet werden, dass alle MINT-Bereiche ähnlich stark vertreten sind. Was im Rahmen dieser Befragung nicht realisiert werden konnte und dazu führte, dass aus den schwächer repräsentierten Fachbereichen (Biologie, Geographie, Technik) weniger oder gar keine Expertise miteinbezogen wurde.

Ziel des Ganzen ist es, basierend auf dem DigCompEdu-Rahmen und einem MINT-spezifischen DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument, wie von Lorenz und Endberg (2019: S. 70) vorgeschlagen, modulare Lehrkräftefortbildungen und Studienmodule zu entwickeln, um zunächst konkrete Kompetenzbereiche und durch die Verknüpfung der Module die digitale Kompetenz der Lehrkräfte in allen Bereichen umfassend zu fördern. Darüber hinaus können MINT-Lehrkräfte und Lehramtsstudierende der MINT-Fächer das Selbsteinschätzungsinstrument als Indiz zur Ermittlung von Aus- und Fortbildungsbedarf nutzen und darauf basierend entsprechende Module auswählen.

6. Bibliografische Angaben

- Bücker, Nicola (2020). Kodieren-aber wie? Varianten der Grounded-Theory-Methodologie und der qualitativen Inhaltsanalyse im Vergleich. In *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research* 21(1), Art. 2.
- Brennan, Robert L. & Prediger, Dale J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. In *Educational and psychological measurement* 41(3), S. 687-699.
- Caena, Francesca & Redecker, Christine (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). In *European Journal of Education* 54, S. 356-369.
- Döring, Nicola & Bortz, Jürgen (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Wiesbaden: Springer.
- Eickelmann, Birgit; Bos, Wilfried & Labusch, Amelie (2019). Die Studie ICILS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In Eickelmann, Birgit; Bos, Wilfried; Gerick, Julia; Goldhammer, Frank; Schaumburg, Heike; Schwippert, Knut; Senkbeil, Martin & Vahrenhold, Jan (Hg.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann, S. 7-32.
- Eickelmann, Birgit; Drossel, Kerstin & Port, Sonja (2019). Was bedeutet die Digitalisierung für die Lehrerfortbildung?–Ausgangslage und Perspektiven. In Groot-Wilken, Bernd & Koerber, Rolf (Hg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer: Ideen, Entwicklungen, Konzepte*, S. 57-82.
- Eickelmann, Birgit; Lorenz, Ramona & Endberg, Manuela (2017). Lernaktivitäten mit digitalen Medien im Fachunterricht der Sekundarstufe I im Bundesländervergleich mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer. In Lorenz, Ramona; Bos, Wilfried; Endberg, Manuela; Eickelmann, Birgit; Grafe, Silke & Vahrenhold, Jan (Hg.), *Schule digital*

- *der Länderindikator 2017. Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und Trends von 2015 bis 2017*). Münster: Waxmann, S. 231–260.
- Ghomi, Mina & Redecker, Christine (2019a). Digital Competence of Educators (DigCompEdu): Development and Evaluation of a Self-Assessment Instrument for Teachers. In *CSEDU 2019-Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education 1*, S. 541-548.
- ___ (2019b). Digitale Kompetenz von Lehrenden. In *Impulse für Lehrkräftebildung in der digitalen Welt 1*, S. 17-20.
- Haug, Reinhold (2012). *Problemlösen lernen mit digitalen Medien: Förderung grundlegender Problemlösetechniken durch den Einsatz dynamischer Werkzeuge*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, S. 7-54.
- Initiative D21 e. V. (2016). 2016 Sonderstudie »Schule Digital« - Lehrwelt, Lernwelt, Lebenswelt: Digitale Bildung im Dreieck SchülerInnen-Eltern-Lehrkräfte. Eine Studie der Initiative D21, durchgeführt von Kantar TNS. <https://initiatived21.de/app/uploads/2017/01/d21_schule_digital2016.pdf> (zuletzt aufgerufen am 13.02.2020).
- Kapsalis, Georgios (2019). DigCompEdu Self-Assessment. <<https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu/self-assessment>> (zuletzt aufgerufen am 13.02.2020).
- Klieme, Eckhard & Maichle, Ulla (1991). Erprobung eines Systems zur Modellbildung und Simulation im Unterricht. In Gorny, Peter (Hg.), *Informatik und Schule 1991*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 251-258.
- Koehler, Matthew J.; Mishra, Punya & Cain, William (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? In *Journal of Education 193*(3), S. 13-19.
- Lorenz, Ramona & Endberg, Manuela (2019). Welche professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrpersonen im Kontext der Digitalisierung in der Schule?. In *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung, 2019* (Occasional Papers 2019), S. 61-81.
- Lorenz, Ramona; Endberg, Manuela & Eickelmann, Birgit (2017). Unterrichtliche Nutzung digitaler Medien durch Lehrpersonen in der Sekundarstufe I im Bundesländervergleich und im Trend von 2015 bis 2017. In Lorenz, Ramona; Bos, Wilfried; Endberg, Manuela; Eickelmann, Birgit; Grafe, Silke & Vahrenhold, Jan (Hg.), *Schule digital – der Länderindikator 2017*. Münster: Waxmann, S. 84-121.
- Mayring, Philipp (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In Mey, Günter & Muck, Katja (Hg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Wiesbaden: VS Verlag, S. 601-613.
- Meßinger-Koppelt, Jenny & Maxton-Küchenmeister, Jörg (2018). *Naturwissenschaften digital – Toolbox für den Unterricht*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Mishra, Punya & Koehler, Matthew J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. In *Teachers College Record 108*(6), S. 1017-1054.
- Redecker, Christine (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (No. JRC107466). Joint Research Centre (Seville site).

Shulman, Lee S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In *Educational Researcher* 15(2), S. 4-14.

Über die Autor*innen

Mina Ghomi  studierte Mathematik (B. Sc.) an der Beuth-Hochschule für Technik Berlin und anschließend Mathematik und Informatik auf Lehramt (M. Ed.) an der Humboldt-Universität zu Berlin. Seit 2016 promoviert sie an der Humboldt-Universität zu Berlin am Lehrstuhl „Didaktik der Informatik / Informatik und Gesellschaft“ zur digitalen Kompetenz von Lehrkräften, ihrer Messung und Förderung in Fortbildungen. Im Rahmen ihrer Promotion absolvierte sie einen Forschungsaufenthalt am Joint Research Centre der EU-Kommission in Sevilla und arbeitete an der deutschsprachigen Entwicklung und Evaluation vom DigCompEdu-Selbsteinschätzungsinstrument mit. Seit 2017 führt sie im Zentrum für technologiegestütztes Lernen sowie an Schulen Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien im Unterricht durch.
Korrespondenzadresse: mina.ghomi@hu-berlin.de

Christian Dictus  studierte Chemie an der Humboldt-Universität zu Berlin und wechselte anschließend 2013 innerhalb der Universität in das Lehramtsstudium Chemie und Physik, welches er 2016 mit dem Bachelor (B. Sc.) und 2018 mit dem Master (M. Ed.) abschloss. Seit 2018 promoviert er an der Humboldt-Universität zu Berlin am Institut für Chemie in der „Didaktik und Lehr-/Lernforschung Chemie“ zur Erfassung und Förderung komplexer Problemlösekompetenz in der Chemie. Neben seiner Promotion unterrichtete er 2018 kurzzeitig am Käthe-Kollwitz-Gymnasium in Berlin und ist zudem seit 2018 im Rahmen von Seminaren im Arbeitskreis aktiv an der fachdidaktischen Ausbildung der Chemie Lehramtsstudierenden der Humboldt-Universität zu Berlin beteiligt.
Korrespondenzadresse: christian.dictus@hu-berlin.de

Prof. Niels Pinkwart  studierte Informatik und Mathematik an der Universität Duisburg. An der Universität Duisburg-Essen schloss er sein Promotionsstudium 2005 mit einer Dissertation über kollaborative Bildungsmodellierungssysteme ab. Nach einer Postdoc-Stelle am Institut für Mensch-Computer-Interaktion an der Carnegie Mellon University war er an der Technischen Universität Clausthal tätig. Im Jahr 2013 wechselte er an die Humboldt-Universität zu Berlin, wo er die Forschungsgruppe "Didaktik der Informatik / Informatik und Gesellschaft", das ProMINT-Kolleg und das Zentrum für technologieorientiertes Lernen leitet. Neben seiner Tätigkeit an der HU Berlin ist Prof. Pinkwart als Principal Investigator am DFKI, am Einstein Center Digital Future und am Weizenbaum-Institut für die Vernetzte Gesellschaft (Deutsches Internet Institut) aktiv.
Korrespondenzadresse: niels.pinkwart@hu-berlin.de

Prof. Rüdiger Tiemann   studierte Chemie und Physik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und wechselte zur Promotion an die Universität Duisburg-Essen, wo er in der Didaktik der Chemie zur Analyse der mentalen Modellbildung promovierte. Nach dem Referendariat wechselte Prof. Tiemann als PostDoc an die Universität Dortmund, wo er in einem EU Projekt die Evaluation von Technologie gestützten Unterrichtsmaterialien koordinierte. Nach der Miteinwerbung einer DFG Forschergruppe und eines Graduiertenkollegs wechselte er an die Universität Duisburg-Essen, wo er eine Nachwuchsgruppe aufbaute, bevor er 2005 einen Ruf an die Humboldt-Universität zu Berlin annahm. Er ist u.a. Gründungsmitglied verschiedener Initiativen wie dem Interdisziplinärem Zentrum für Bildungsforschung, dem Schleiermacher-Promotionsprogramm oder dem ProMINT-Kolleg, PI der Graduiertenschule SALSA der Exzellenzinitiative und Gutachter für Journale und wissenschaftliche Gesellschaften.
Korrespondenzadresse: ruediger.tiemann@hu-berlin.de