
Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt: Veranschaulichung des Rahmenmodells am Beispiel einer Unterrichtseinheit aus der Biologie

Core competencies of teachers for teaching in a digitalised world: Illustration of the framework model using the example of a teaching unit from biology

Lena von Kotzebue¹, Ulrike Franke², Florian Schultz-Pernice³, Monika Aufleger⁴,
Birgit J. Neuhaus⁴ und Frank Fischer³

¹Universität Salzburg, Didaktik der Bio- und Geowissenschaften, School of Education

²Universität Tübingen, Tübingen School of Education

³Ludwig-Maximilians-Universität München,

Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie

⁴Ludwig-Maximilians-Universität München, Didaktik der Biologie

ZUSAMMENFASSUNG

Will man Lehrkräfte systematisch dabei unterstützen, digitale Medien lernförderlich im Unterricht einzusetzen, benötigt man ein Modell medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften. Der vorliegende Beitrag stellt das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) vor, welches sich im Vergleich zu anderen Ansätzen zur Systematisierung und Operationalisierung medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften dadurch auszeichnet, dass es besonders klar auf die konkreten medienbezogenen Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften im schulischen Unterricht Bezug nimmt und auf die Anregung von qualitativollen schülerseitigen Lernaktivitäten mit digitalen Medien eingeht. Am Beispiel eines konkreten Szenarios aus dem Biologieunterricht zum Thema „Die Honigbiene im Kontext des Klimawandels und der Temperaturregulation“ wird aufgezeigt, wie das Modell der Kernkompetenzen produktiv dazu verwendet werden kann, die für einen erfolgreichen medienbasierten Unterricht erforderlichen Wissensbereiche und Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften zu identifizieren. Damit wird ein Beitrag geleistet zur systematischen Beschreibung medienbasierter Unterrichtsszenarien unter dem Gesichtspunkt der Qualität des Einsatzes digitaler Medien sowie der hierfür erforderlichen medienbezogenen Wissensarten und Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften.

Schlüsselwörter: Digitale Medien, Kompetenzmodell, Lehren und Lernen mit digitalen Medien, Biologieunterricht

ABSTRACT

In order to systematically support teachers in using digital media in the classroom in a way that promotes learning, a model of media-related competencies of teachers is needed. This article presents the framework “Core competencies of teachers for teaching in a digitised world” (DCB, 2017), which, compared to other approaches to systematise and operationalise media-related competencies of teachers, is characterised by the fact that it refers particularly clearly to the concrete media-related action competencies of (prospective) teachers in school lessons and considers the stimulation of high-quality, student-based learning activities with digital media. Using the example of a concrete scenario from biology lessons on the topic of “The Honeybee in the context of climate change and temperature regulation” it is shown how the model of core competencies can be productively used to identify the knowledge areas and action competencies of (prospective) teachers that are necessary for successful media-based teaching. Thus, a contribution is made to the systematic description of media-based teaching scenarios from the perspective of the quality of the use of digital media as well as the necessary media-related knowledge types and action competencies of (prospective) teachers.

Key words: Digital media, competence model, teaching and learning with digital media, biology teaching

1. Einleitung

Ein gelungener Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht ist nicht allein durch die Ausstattung der Schulen mit entsprechender Hard- und Software zu bewerkstelligen. Es bedarf vielmehr konkreter Konzepte und Programme zur systematischen Förderung der medienbezogenen Kompetenzen, die (angehende) Lehrkräfte dazu befähigen, das Potential digitaler Medien zur Förderung von Lernprozessen bei Schülerinnen und Schülern gezielt auszuschöpfen (LKM, 2015; KMK, 2016; Knaus, 2016; Nerdel & von Kotzebue, 2020). Aktuelle Studien weisen jedoch darauf hin, dass Lehramtsstudierende bisher wenige und unsystematische Lerngelegenheiten zum Umgang mit digitalen Medien in ihrem Studium erhalten und die medienbezogenen Kompetenzen meist nicht explizit thematisiert werden (Breiter, Aufenanger, Averbeck, Welling & Wedjelek, 2013; Herzig & Martin, 2018; Vogelsang, Finger, Laumann & Thyssen, 2019). Es konnte gezeigt werden, dass angehende Lehrkräfte über eher gering ausgeprägte medienbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten verfügen (u. a. Eickelmann et al., 2019; Herzig, Martin, Schaper & Ossenschmidt, 2015; Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2018; Sailer, Schultz-Pernice, Chernikova, Sailer & Fischer, 2018). Mit Blick auf aktuelle akademische Curricula wird darüber hinaus deutlich, dass die Diskrepanz zwischen den in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung vermittelten Kompetenzen und den benötigten medienbezogenen Kompetenzen Lehramtsstudierender nach wie vor zu groß ist (Sailer et al., 2018). Angehende Lehrkräfte geben unter anderem an, dass sie während der akademischen Ausbildungsphase eher selten Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Medien oder mit studienbegleitenden digitalen Materialien machen (Lund, Furberg, Bakken & Engelen, 2014; Sailer et al., 2018). Für naturwissenschaftliche Fächer konnte in einer aktuellen Befragung von Lehramtsstudierenden des siebten Semesters gezeigt werden, dass gerade fachspezifische Einsatzmöglichkeiten wie Tabellenkalkulation, digitale Messwerterfassung oder Smartphone-Experimente noch so gut wie unbekannt sind (Vogelsang et al., 2019). Somit bleibt die gezielte Förderung medienbezogener Kompetenzen bei angehenden Lehrkräften im Rahmen akademischer Curricula und Veranstaltungen größtenteils unberücksichtigt (vgl. Kammerl & Ostermann, 2010; Lund et al., 2014).

Richtet man den Blick auf den digitalen Medieneinsatz in der Schule, zeigt sich ein ähnliches Bild. In einer systematischen Videoanalyse von 85 Biologiestunden (9. Klasse, Neurobiologie) wurden digitale Medien fast ausschließlich von der Lehrkraft zur Präsentation von Fachinhalten verwendet. Die Schülerinnen und Schüler waren hierbei meist passiv und bedienten digitale Medien während des Unterrichts kaum selbst (Kramer, Förtsch, Aufleger & Neuhaus, 2019). Zudem stellte sich heraus, dass der digitale Medieneinsatz in dem videografierten Unterricht keinen spezifischen Vorteil im Vergleich zu einem Einsatz analoger Medien darstellte, sondern diese lediglich ersetzte (Fischer, Wecker & Stegmann, 2015).

In Hinblick auf die zunehmende Digitalisierung von Unterricht und Schule sowie die damit verbundenen veränderten Anforderungen an Lehrkräfte wird das Fehlen an gezielten Förderansätzen für deren medienbezogene Kompetenzen jedoch zunehmend als problematisch gesehen. Die Qualität des Einsatzes digitaler Medien und insbesondere die sich daraus ergebenden Effekte auf Lernprozesse und Lernerfolge bei Schülerinnen und Schülern fordern angemessene mediendidaktische Konzepte und entsprechend adaptierte unterrichtsmethodische Handlungsweisen. Es erscheint daher nötig ein systematisches Lehrangebot für (angehende) Lehrkräfte anzubieten, das auf die Vermittlung medienbezogener Kompetenzen ausgerichtet ist und (angehende) Lehrkräfte befähigt einen Unterricht mit digitalen Medien zu gestalten und durchzuführen. Bisher fehlt ein konzeptuell plausibler und empirisch validierter Vorschlag zur Vermittlung und Förderung medienbezogener Kompetenzen bei (angehenden) Lehrkräften. Darüber hinaus scheint offenkundig, dass die häufig anzutreffende Gleichsetzung der medienbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften und von Schülerinnen und Schülern nicht tragfähig ist: Lehrkräfte benötigen zur Organisation eines qualitätsvollen Unterrichts mit digitalen Medien zweifellos mehr als nur diejenige *Medienkompetenz*, die von allen jungen Menschen erwartet wird (KMK, 2016).

Ziel dieses Beitrags ist es zu beschreiben, was Lehrkräfte können sollen, um einen digitalen Medieneinsatz im Unterricht zu planen, durchzuführen, zu evaluieren und zu teilen. Dies soll anhand eines Unterrichtsbeispiels aus der Biologie aufgezeigt werden.

Hierzu werden zunächst knapp gängige Modelle medienbezogener Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften gegenübergestellt. Das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) zeichnet sich im Vergleich dadurch aus, dass es besonders klar auf die konkreten medienbezogenen Handlungskompetenzen von (angehenden) Lehrkräften im schulischen Unterricht Bezug nimmt. Um dies noch weiter zu verdeutlichen wird das Modell exemplarisch an einer Unterrichtssequenz zum Thema „Die Honigbiene im Kontext des Klimawandels und der Temperaturregulation“ illustriert, indem genau jene über die eigenen Medienkompetenzen hinausgehenden mediendidaktischen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften detaillierter beschrieben werden. Das Modell zur Beschreibung der Qualität von Lernprozessen (ICAP-Modell: Chi, 2009; Chi & Wylie, 2014) wird hierfür als theoretischer Rahmen herangezogen, um die Qualitätsunterschiede von Lernaktivitäten in einem mediengestützten Unterricht aufzuzeigen.

2. Lernen mit Digitalen Medien

Digitale Medien bieten zahlreiche Vorteile in der Schule. Sie können bei gegebener Netzanbindung beispielsweise einen ständigen Zugriff auf Materialien, Informationen und Netzwerke ermöglichen sowie Text-, Bild- und Tonkombinationen liefern, die individuell steuerbar sind und somit vielfältige Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten bieten (Herzig & Martin, 2018). Dennoch zeigen metanalytische Befunde insgesamt einen eher kleinen Effekt auf den Lernerfolg (u. a. Hillmayr, Reinhold, Ziernwald & Reiss, 2017; Tamim, Bernhard, Borokhovski, Abrami & Schmid, 2011). In unterschiedlichen Studien konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Effekte insbesondere für Präsentationsmedien deutlich kleiner sind, wohingegen für spielbasiertes Lernen mit digitalen Medien sowie für das Lernen in interaktiven Lernumgebungen (z. B. automatisches, adaptives Feedback beim selbstgesteuerten Lernen; H5P-Applikationen bei Videopräsentation) mittelgroße Effekte auf fachliches Wissen und Kompetenzen gefunden werden konnten (Höffler & Leutner, 2007; Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp & van der Spek, 2013). Bei angeleiteten, anspruchsvollen Lernaktivitäten mit digitalen Medien, wie etwa dem gemeinsamen Problemlösen oder Argumentieren, konnten mittlere bis große Effekte festgestellt werden (u. a. Clark,

Tanner-Smith, & Killingsworth, 2016; Fischer et al., 2015; Wouters et al., 2013). Zudem konnten mehrere Studien zeigen, dass ein pädagogisch nicht durchdachter Unterrichtseinsatz von digitalen Medien zu einer Verschlechterung der Lehr-Lernsituation führen kann (z. B. OECD, 2015). Ausschlaggebend für den Lernerfolg ist demnach nicht der bloße Einsatz digitaler Medien, sondern die Qualität des Medieneinsatzes im Unterricht. Der entscheidende Faktor ist hierbei die *Qualität der Lernaktivitäten* von Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit digitalen Medien (DCB, 2017; Kollar & Fischer, 2019). Nach dem von Chi (2009) vorgeschlagenen „ICAP“-Modell lassen sich vier Qualitätsstufen von (sichtbaren) Lernaktivitäten voneinander abgrenzen: *passive*, *aktive*, *konstruktive* und *interaktive* Lernaktivitäten. Es wird angenommen, dass die Lernaktivitäten jeweils mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu graduell unterschiedlichen kognitiven Aktivierungen führen und insofern mit unsichtbaren Lernprozessen verknüpft sind (Chi & Wylie, 2014). Unter Berücksichtigung des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht werden unter *passiven* Lernaktivitäten Handlungsweisen von Schülerinnen und Schülern verstanden, die etwa das Zuhören oder Zusehen bei der Präsentation von Lerninhalten ohne weitere sichtbare Aktivität beinhalten (z. B. Zeigen eines Erklärvideos). Werden während der Präsentation von Inhalten einfache Tätigkeiten ausgeführt, z. B. Unterstreichen oder Faktenfragen beantworten, so finden sichtbare *aktive* Lernaktivitäten statt. Passive und aktive Lernaktivitäten unterstützen den deklarativen Wissenserwerb (Chi & Wylie, 2014) – sie sind aber zumeist nicht ausreichend, um Problemlösefähigkeiten zu erwerben. Das Lesen eines Textes und das Beantworten von Faktenfragen zum Text stellt beispielweise noch keinen ausreichend problemorientierten Lernkontext dar. Sobald die Schülerinnen und Schüler über den in den Lernmaterialien gegebenen Informationsstand hinaus eigene Überlegungen anstellen und Konzepte generieren, spricht man von *konstruktiven* und *interaktiven* Lernaktivitäten, bei

denen Lernende ihr Wissen in neuen Kontexten anwenden und erweitern. Dass mit konstruktiven Aktivitäten über das gegebene Material hinausgegangen wird, gilt als eine Voraussetzung für den Erwerb von Problemlösekompetenz. Ein Beispiel für konstruktive Lernaktivitäten ist das Verfassen eines eigenen Textes, in dem Faktenwissen zur Erörterung oder Diskussion eines gesellschaftlich relevanten Themas herangezogen wird (z. B. einen Zeitungsartikel zum Thema

Klimawandel schreiben). Die gemeinsame Entwicklung eines Storyboards für ein Erklärvideo (Lachner, Backfisch, Hoogerheide, van Gog & Renkl, 2019), die Bearbeitung eines gemeinsamen Wikis (Cress & Kimmerle, 2008; Kimmerle, Moskaliuk, & Cress, 2011) oder der argumentative Austausch in einem Online-Forum sind Beispiele für *interaktive* Lernaktivitäten (Chi & Wylie, 2014; Chi et al., 2017; Chi et al., 2018). Um eine der vier Qualitätsstufen von Lernaktivitäten nach Chi (2009) unter Zuhilfenahme von digitalen Medien bei Schülerinnen und Schülern anzuregen, bedarf es aufseiten der Lehrkraft zumeist gezielter unterrichtlicher Handlungen: In einer mediengestützten Lernumgebung, in der *passive* Lernaktivitäten (Chi, 2009) angeregt werden sollen, ist die Lehrkraft dahingehend tätig, dass sie die Lerninhalte medial aufbereitet, diese präsentiert, demonstriert oder modelliert. Lerninhalte sollten dabei unter Berücksichtigung von Designprinzipien multimedialen Lernens (Mayer, 2001, 2014) adaptiv gestaltet sein, so dass die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen während der Präsentation begünstigt wird (u. a. Sweller, 2005). Sollen *aktive* Lernaktivitäten (Chi, 2009) bei den Schülerinnen und Schülern angeregt werden, dann wären typische unterrichtliche Handlungen der Lehrkraft das Formulieren von Leitfragen oder das Gestalten von inhaltlichen Impulsen über digitale audience-response-Systeme, um etwa Faktenwissen zu sammeln, zu ordnen oder zu strukturieren. Bei *konstruktiven* und *interaktiven* Lernaktivitäten (Chi, 2009) schließlich sind unterrichtliche Handlungen nötig wie beispielweise die Entwicklung von komplexen, kontrastiven Aufgaben- und Problemstellungen oder das Moderieren eines (Online-)Diskurses zwischen Schülerinnen und Schülern. Abhängig vom intendierten Lernziel (z. B. Erwerb von deklarativem oder prozeduralem Wissen) entscheidet die Lehrkraft darüber, welche Lernaktivitäten sie bei den Schülerinnen und Schülern anregen möchte. Dies hat somit maßgeblichen Einfluss darauf, welche Handlungen die Lehrkraft vor und während des Unterrichts vollzieht, und welche digitalen Medien zum Einsatz kommen, um die jeweiligen Lernaktivitäten zu unterstützen. Damit dies gelingen kann, benötigen Lehrkräfte medienbezogene Kompetenzen, die sie dazu befähigen qualitätsvolle von weniger qualitätsvollen Einsatz-Szenarien digitaler Medien im Unterricht zu unterscheiden und digitale Medien so zu nutzen, dass im Sinne des I-CAP-Modells kognitiv hochwertig aktivierende Lern- und Problemlöseprozesse angeregt werden (Chi, 2009; Maier, Kleinknecht, Metz & Bohl, 2010; Reinmann, 2015; Stegmann, 2020).

3. Das Rahmenmodell der Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt

In den vergangenen Jahren sind sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene Kompetenzmodelle konzipiert und teilweise validiert worden, die sich im Kern auf die systematische Beschreibung von medienbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften konzentrieren. Beispiele hierfür sind der Europäische Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden (DigCompEdu; Redecker, 2017), das Kompetenz-Standard-Modell (Tulodziecki, 2012), das Modell Digital Bildung (Krumsvik, 2012) oder das Modell digi.kompP (Brandhofer, Kohl, Miglbauer, & Nárosy, 2016). Auffällig ist, dass in diesen Modellen die medienbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften auf recht unterschiedliche Art und Weise beschrieben sind und nicht immer theoriegeleitet entwickelt wurden. Im Fokus steht meist eher die Erfassung von Unterschieden in der Kompetenzausprägung bzw. im Kompetenzniveau zwischen (angehenden) Lehrkräften, weniger die Modellierung von intraindividuellen Kompetenzen, also die differentielle Erfassung der Struktur und der stufenweisen Entwicklung von konkreten medienbezogenen Kompetenzen auf Individualebene (siehe hierzu: Klieme et al., 2003; Klieme & Leutner, 2006; Renkl, 1993, 2012). So dienen einige Modelle, wie das Kompetenz-Standard-Modell (Tulodziecki, 2012) und das digi.kompP-Modell (Brandhofer et al., 2016) eher der Erfassung der Ausprägung von Kompetenzniveaus am Ende eines Ausbildungsabschnitts bzw. der Selbsteinschätzung (DIGIcheck, <https://education.at/>) und kontinuierlichen Professionsentwicklung von Lehrkräften. Darüber hinaus wird in den oben genannten Modellen zu den medienbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften nur selten auf die Initiierung von qualitätsvollen Lernaktivitäten in Zusammenhang mit digitalen Medien eingegangen (vgl. KMK, 2016), wie beispielsweise die Planung einer mediengestützten Lernumgebung, in der die Schülerinnen und Schüler konstruktiv oder interaktiv lernen können. Die Beschreibungen etwaiger unterrichtlicher Handlungen oder gar schülerseitiger Lernaktivitäten bleiben bei den bisherigen Modellen eher abstrakt.

Ein Modell, das an unterrichtlichen Handlungsphasen orientiert ist, ist das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017). Es zeichnet sich im Vergleich zu den vorgenannten dadurch aus,

dass es konkrete Ausführungen und Hinweise auf tatsächliche unterrichtliche Handlungen, bezogen auf die modellierten medienbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften, liefert. Dieses Rahmenmodell ist in Zusammenarbeit von Vertreterinnen und Vertretern der Fachdidaktiken für Biologie, Deutsch und Informatik sowie der Bildungswissenschaften mit dem Ziel entwickelt worden, „medienbezogene Kernkompetenzen“ von (angehenden) Lehrkräften für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung sowie die empirischen Bildungswissenschaften vor-

zuschlagen. Diese umfassen medienbezogene Kompetenzen, welche Lehrkräfte benötigen, um den Erwerb medienbezogener sowie fachlicher Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in einem mediengestützten Unterricht optimal zu fördern. Die hier benannten medienbezogenen Kompetenzen der Lehrkräfte beziehen sich stets auf technische bzw. digitale Medien. Das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ besteht aus zwei Bereichen (siehe Abb. 1):

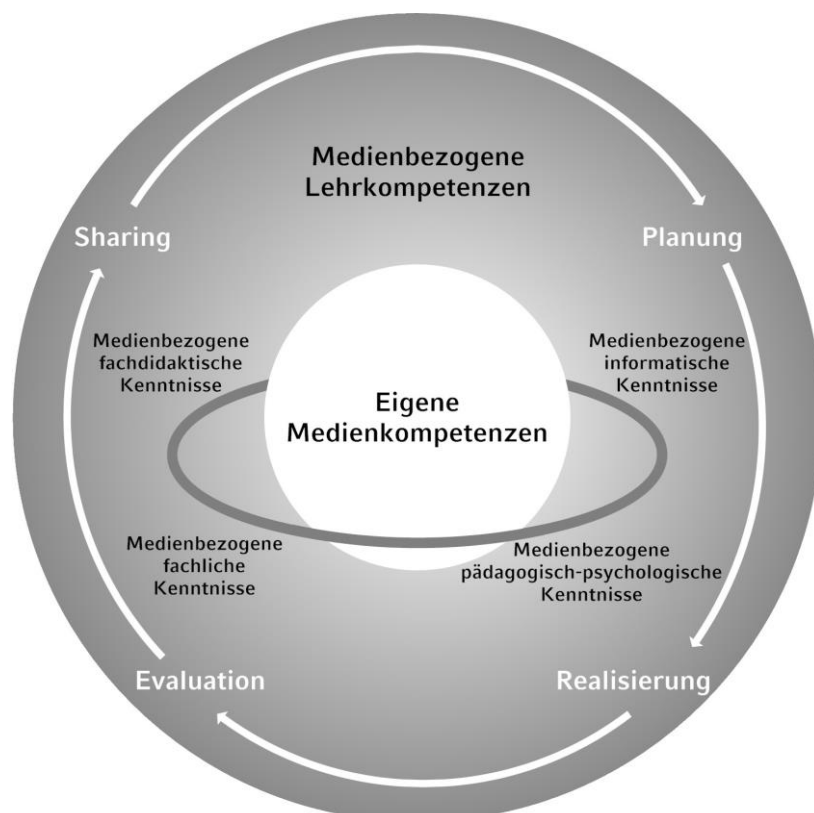


Abbildung 1: Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (angelehnt an DCB, 2017)

(1) *Eigene Medienkompetenzen* der (angehenden) Lehrkräfte: Die von der KMK (2016) geforderten Medienkompetenzen von Schülerinnen und Schüler in einer digitalen Welt sollten den (angehenden) Lehrkräften zum einen bekannt sein, zum anderen sollten sie diese auch selbst im Zuge von Problemlöseprozessen anwenden können. Diese umfassen: das Bedienen und Anwenden digitaler Medien, das Suchen und Verarbeiten von Informationen mithilfe digitaler Medien, das Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen Medien sowie das Produzieren und Präsentieren mit digitalen Medien. Zudem sollen Lernpotenziale erkannt und Lernstrategien mit

digitalen Medien entwickelt werden, Wissen über digitale Medien sowie ein selbstreguliertes und verantwortungsbewusstes Handeln mit digitalen Medien erworben und angewendet werden (DCB, 2017).

(2) *Medienbezogene Lehrkompetenzen*: Diese spielen über die eigenen Medienkompetenzen hinaus bei (angehenden) Lehrkräften eine entscheidende Rolle. Sie dienen dazu, Schülerinnen und Schülern Medienkompetenzen (z. B. KMK, 2016) zu vermitteln sowie einen qualitativ hochwertigen durch digitale Medien gestützten Unterricht zu planen, durchzuführen, zu evaluieren und zu teilen.

Bei den medienbezogenen Lehrkompetenzen wird nochmals zwischen einer Wissens- und einer Handlungskomponente unterschieden, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

A) Das medienbezogene Wissen wird auf Grundlage der Wissens- und Fähigkeitsbereiche des TPACK-Modells (Koehler & Mishra, 2009) modelliert (siehe Abb. 2).

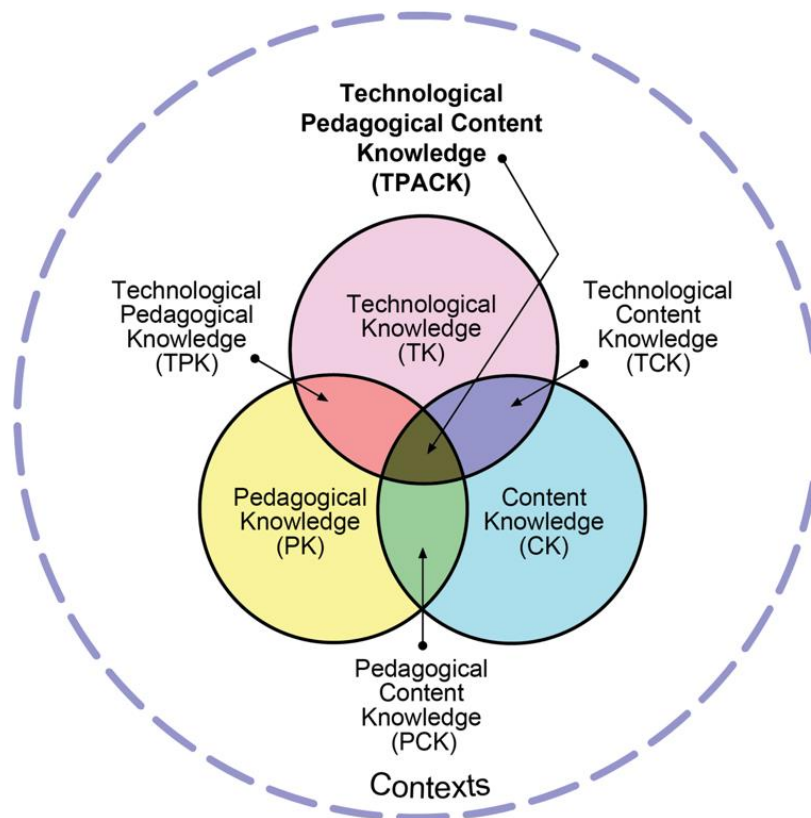


Abbildung 2: TPACK-Modell

(Wiedergabe mit Genehmigung des Herausgebers, © 2012 by tpack.org)

Das TPACK-Modell, das als eines der bisher am meisten zitierten sowie empirisch untersuchten Modelle gilt, beschreibt medienbezogenes Wissen, das (angehende) Lehrkräfte benötigen, um lerneffektive mediengestützte Aktivitäten bei Schülerinnen und Schülern anzuregen (Koehler & Mishra, 2009). Durch die Zusammenführung der drei ursprünglich von Shulman (1986) postulierten Wissens- und Fähigkeitsbereiche *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)* und *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* mit einem neuen, vierten Bereich, dem *Technological Knowledge (TK)*, entstanden drei weitere Überschneidungs- bzw. Wissensbereiche. Das *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)* umfasst dabei Kenntnisse zum Einsatz von Technologien in Lehr- und Lernkontexten, zu deren Potenzial sowie zu deren Grenzen. Der zweite Überschneidungsbereich, *Technological Content Knowledge (TCK)*, beschreibt die Wissens- und Fähigkeitsbereiche hinsichtlich der Frage, in welcher

Form sich Technik und Inhalte einer fachlichen Domäne beeinflussen. Schließlich stellt das *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* den alle beteiligten Wissens- und Fähigkeitsbereiche vereinigenden Überschneidungsbereich dar. Er bezeichnet die Kenntnisse darüber, wie durch Technologie geprägte Fachinhalte im Hinblick auf allgemeindidaktische, technikbasierte Vermittlungsszenarien für den fachlichen Kompetenzerwerb fruchtbar gemacht werden können (DCB, 2017). Die vier modellierten technikbezogenen Wissens- und Fähigkeitsbereiche verbleiben, insgesamt betrachtet, weitgehend auf der Ebene einer Beschreibung von Kenntnissen. Medienbezogene Kompetenzen im Sinne wissensbasierter, übertragbarer Fähigkeiten bzw. Leistungsdispositionen (DCB, 2017; Klieme et al., 2003; Weinert, 2001) werden nicht formuliert. Mishra und Koehler (2009) argumentieren zudem, dass das TPACK-Modell lediglich „analytischen

Charakter“ hat und sich weniger gut als eine Anleitung für die Praxis eignet. Dennoch lassen sich Hinweise finden, die von dem medienbezogenen Wissen der Lehrkräfte auf mögliche unterrichtliche Handlungen schließen lassen. Insgesamt betrachtet eignet sich das TPACK-Modell gut zur Bestimmung von ausgewählten medienbezogenen Wissens-elementen, die als Grundvoraussetzung für unterrichtliche Handlungen von Lehrkräften verstanden werden können. Im Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) werden nur die medien- bzw. technikbezogenen Bereiche fokussiert (TK, TCK, TPK, TPACK), wobei die nicht-digital-/technikbezogenen Bereiche (CK, PK, PCK) als Voraussetzung für einen qualitativ hochwertigen Unterricht angesehen werden.

B) Die *Handlungskomponente* medienbezogener Lehrkompetenzen wird im Modell der Kernkompetenzen nach Phasen typischer unterrichtlicher Handlungen von Lehrkräften – hier „Planung“, „Realisierung“, „Evaluation“ und „Sharing“ – systematisiert

(siehe DCB, 2017). Bei der Planung benötigt die Lehrkraft Kompetenzen, um einen durch digitale Medien gestützten Unterricht entweder alleine oder auch in Kooperation zu konzipieren oder ein bereits vorhandenes Unterrichtskonzept für die eigenen Zwecke zu verändern. Im Rahmen der Realisierung des Unterrichts zählen Fertigkeiten zur Durchführung, zur Organisation und zur Diagnose von (qualitätsvollen) Lernaktivitäten mit digitalen Medien sowie ggf. zur Intervention. Während und/oder nach dem Unterricht sollte der Einsatz digitaler Medien bzgl. der Lernaktivitäten und des Lernerfolgs evaluiert werden. Schließlich benötigen Lehrkräfte Kompetenzen, um die digitalen Unterrichtsszenarien und -materialien ihren Kolleginnen und Kollegen angemessen aufbereitet zur Verfügung zu stellen. Aus dem Zusammenspiel der Wissens- und Handlungskomponente werden schließlich 19 *medienbezogene Lehrkompetenzen* abgeleitet, die sowohl medienerzieherische wie auch mediendidaktische Bereiche abdecken (siehe Tab. 1).

Tabelle 1:
Medienbezogene Lehrkompetenzen (angelehnt an DCB, 2017)

Planung (P)		Realisierung (R)	Evaluation (E)	Sharing (S)
P1. Planung des Einsatzes digitaler Medien	P2. Gestaltung mediengestützter Lehr-Lernszenarien	R1. Diagnose des aktuellen Kompetenz-niveaus der Schülerinnen und Schüler	E1. Sammlung und Auswertung von Informationen zu Lernprozessen und Lernerfolg	S1. Strukturierte Beschreibung digitaler Lehr-Lern-Arrangements
P3. Identifikation und Einbindung von Software und medientechnischen Optionen	P4. Ermöglichung von selbstbestimmter, kreativer und eigenaktiver Mediennutzung	R2. Feststellung der Effizienz und Effektivität digitaler Lehr-Lern-Arrangements	E2. Reflexion des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht	S2. Kommunikation und Weitergabe digitaler Unterrichtsszenarien
P5. Berücksichtigung medialer Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler	P6. Berücksichtigung medienrechtlicher und -ethischer Konzepte	R3. Förderung von Lernprozessen durch adaptive Unterstützung		S3. Recherche, Beurteilung und Adaption fremder digitaler Unterrichtsszenarien
P7. Berücksichtigung motivationaler und emotionaler Faktoren	P8. Entwicklung von Lehr-Lern-Arrangements zur Förderung von Reflexionsfähigkeit	R4. Strategien zur Lösung typischer medientechnischer Probleme		
P9. Entwicklung von Lehr-Lern-Arrangements zur Förderung von Selbststeuerungskompetenz		R5. Strategien zum Umgang mit medienbezogenen Verhaltensproblemen		

Bei der Planung werden die Handlungsschritte von der Grobplanung bis hin zur Gestaltung des durch digitale Medien gestützten Unterrichts verstanden.

Dazu gehören u. a. die didaktische Einbindung von ausgewählter Software, die Ermöglichung von autonomer Mediennutzung sowie die Berücksichtigung

medienrechtlicher, aber auch motivationaler Aspekte. Zur Realisierung zählen die Diagnose der entsprechenden technisch-medialen Kompetenzen der Lernenden und die Diagnose der Effizienz der durchgeführten digitalen Lehr-Lern-Arrangements sowie der Umgang mit technischen Problemen und medienbezogenen Verhaltensproblemen. Zu den Lehrkompetenzen im Bereich der Evaluation zählen die Sammlung und Auswertung von Daten zum Medieneinsatz und die anschließende Reflexion hierzu (DCB, 2017).

Das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ ist als Kreislauf dargestellt (s. Abb.1). Dies rührt daher, dass die (angehenden) Lehrkräfte zum einen ihre Unterrichtskonzeptionen und -materialien strukturiert beschreiben und bereitstellen sollen, damit auch ihre Kolleginnen und Kollegen davon profitieren können. Auf der anderen Seite können sie bei der nächsten Planung eines durch digitale Medien gestützten Unterrichts auch auf eine Auswahl an fertigen Konzepten und Materialien zugreifen und ihren Arbeitsaufwand reduzieren.

Das Rahmenmodell der Kernkompetenzen (DCB, 2017) stellt in erster Linie eine Heuristik zur Ausdifferenzierung unterschiedlicher Aspekte von medienbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften dar. Dennoch liegt ein wichtiger Fortschritt des Modells gegenüber bisherigen Ansätzen darin, dass die modellierten medienbezogenen Kompetenzen auf konkrete Unterrichtsphasen und somit auch auf unterrichtliche Handlungen von Lehrkräften bezogen sind. Hierdurch kann ein gezielterer Bezug zur Unterrichtspraxis hergestellt werden. Zudem stehen nicht die Kompetenzunterschiede zwischen Lehrkräften, die am Ende einer bestimmten Ausbildungsphase gemessen werden, im Vordergrund, sondern die medienbezogenen Fähigkeiten einer einzelnen Lehrkraft im Kontext der Planung und Durchführung sowie der Evaluation und der Weitergabe eines qualitativ hochwertigen, mediengestützten Unterrichts. Darüber hinaus lassen sich in den Kompetenzformulierungen Hinweise darauf finden, dass die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern sowie die Anforderungen an eine qualitativ hochwertige, mediengestützte Lernumgebung berücksichtigt werden, die sowohl den Erwerb fachlicher als auch auf digitale Medien bezogener Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern fokussiert. So werden zum einen Aspekte der Medienwelt der Schülerinnen und Schüler bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt (Lehrkompetenz P5; Tab. 1), zum anderen sollen die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt werden,

ihre Emotionen und Handlungen in der medialen Lebenswelt selbst zu steuern (P9). Eine qualitativ hochwertige, mediengestützte Lernumgebung soll u. a. mithilfe der Lehrkompetenz P3 ermöglicht werden, indem qualitativ hochwertige medientechnische Angebote (z. B. Software) didaktisch sinnvoll im Unterricht eingebunden werden. Des Weiteren zielt die Lehrkompetenz P4 darauf ab, dass die Schülerinnen und Schüler möglichst kreativ und eigenaktiv mit digitalen Medien umgehen sollen, so dass nach dem ICAP-Modell konstruktive oder gar interaktive Lernaktivitäten ermöglicht werden (u. a. Chi, 2009).

Um die enorme Bedeutung einer praxistauglichen „Schnittstelle“ von der modellhaften Formulierung medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften und einer tatsächlichen Unterrichtspraxis nochmals hervorzuheben, soll im Folgenden anhand des Rahmenmodells „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) an einem Unterrichtsbeispiel aus dem Fach Biologie illustriert werden, wie die Kompetenzformulierungen dieses Rahmenmodells im Kontext realer Unterrichtspraxis zu verstehen sind und wie diese für das eigene unterrichtliche Handeln nutzbar gemacht werden können. Bisher ist noch an keinem umfassenden Beispiel dargelegt worden, wie mithilfe dieses Modells ein durch digitale Medien gestützter Unterricht geplant werden kann. Dies soll im Folgenden dargestellt werden. Des Weiteren wird die Qualität der Lernaktivitäten, die bei den Lernenden angeregt werden, bei der Beschreibung des Unterrichtsbeispiels berücksichtigt. Hierbei wird auf das ICAP-Modell zurückgegriffen (Chi, 2009), zu dessen Begründung empirische Studien mit nennenswerten positiven Effekten auf den Lernerfolg in konstruktiven und interaktiven Lernsettings herangezogen wurden (siehe 2.; Chi et al., 2018; Chi, Kang & Yaghmourian, 2017; Chi & Wylie, 2014; Clark et al., 2016; Wouters et al., 2013).

4. Anwendung des Rahmenmodells der Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt

Anhand einer Unterrichtssequenz zum Thema „Die Honigbiene im Kontext des Klimawandels und der Temperaturregulation“ soll das Rahmenmodell der Kernkompetenzen (DCB, 2017) beispielhaft angewendet werden.

Zunächst wird die Unterrichtssequenz überblicks-haft dargestellt (siehe 4.1). Bei den einzelnen Abschnitten der Unterrichtssequenz wird zum einen auf die Wissenskomponente des Modells eingegangen und beschrieben, welche der vier technologiebezogenen Wissens- und Fähigkeitsbereiche des TPACK-Modells (TK, TCK, TPK, TPACK) von der Lehrkraft benötigt werden. Des Weiteren wird bei jedem Abschnitt die geplante Art der Lernaktivität auf Schülerseite gemäß dem ICAP-Modell beschrieben. Die Wissenskomponente stellt eine wichtige Voraussetzung für die medienbezogenen Lehrkompetenzen dar, die anschließend (siehe 4.2) an Beispielen aus der Unterrichtssequenz dargestellt werden. Hierbei liegt der Fokus auf der ersten Handlungsphase „Planung“ und einer Erläuterung der neun zugehörigen medienbezogenen Lehrkompetenzen. In der Phase der Planung können die entsprechenden Kompetenzen besonders klar dargelegt und beschrieben werden. Zudem werden hier bereits weitgehend die weiteren Handlungsschritte (Realisierung, Evaluation, Sharing) mitgedacht bzw. mitgeplant.

4.1 Unterrichtssequenz, Wissenskomponente der Lehrkraft und Lernaktivität der Lernenden

Die Unterrichtssequenz aus dem Fach Biologie der gymnasialen Oberstufe besteht aus drei Doppelstunden zur Thematik „Die Honigbiene im Kontext des Klimawandels und der Temperaturregulation“ und gliedert sich in vier Abschnitte: (1) Einführung in die fachliche Thematik und in die Moodle-Lerneinheit; (2) Kooperative Informationssuche in Partnerarbeit; (3) Vertiefende digitale Lernaktivität als Hausaufgabe; (4) Erarbeitung von Fragestellungen anhand online abzurufender Originaldaten eines eHives und der zugehörigen Plattform. Bei diesem Unterrichtsbeispiel ist zu beachten, dass es sich um ein Beispiel handelt, welches konstruiert wurde, um die Anwendung aller medienbezogenen Lehrkompetenzen der Phase der Unterrichtsplanung abzudecken. In der Praxis können zumeist nicht bei jeder Unterrichtssequenz alle Lehrkompetenzen abgedeckt werden, so dass je nach inhaltlichem Schwerpunkt und fachdidaktischem Ziel einzelne Kompetenzen im Fokus stehen.

(1) *Einführung in die fachliche Thematik und in die Moodle-Lerneinheit.* Der Einstieg in die Unterrichtssequenz gelingt mit einem Quiz zur Honigbiene, in dem die Besonderheiten und herausragenden Fähigkeiten der Honigbienen

aufgegriffen werden. Dazu werden Multiple-Choice-Aufgaben zu interessanten Fakten der Honigbiene gestellt, wie: Wie verläuft die Entwicklung der Honigbiene? Welche Temperatur hat es im Bienenstock? Wie hoch wäre der Ertrag bei der Apfelernte ohne Bienenbestäubung? Hierfür wird die Software „Plickers“ verwendet (<https://www.plickers.com/>). Dabei benötigt lediglich die Lehrkraft einen Account und ein Smartphone sowie einen am Internet angeschlossenen Computer mit Beamer bzw. ein interaktives Whiteboard. Die Schülerinnen und Schüler geben ihre Antwort mit zur Verfügung gestellten, ausgedruckten QR-Codes ab, an deren Seiten die Buchstaben A, B, C und D stehen. Je nach der Seite, die die Schülerinnen und Schüler nach oben zeigen, bedeutet dies eine andere Antwort. Die Lehrkraft präsentiert die Multiple-Choice-Aufgaben per Beamer über Plickers und scannt mit dem Smartphone die hochgehaltenen QR-Codes ein. Die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler können direkt angezeigt werden.

Die Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtsphase lässt sich nach dem ICAP-Modell als *aktiv* bewerten. Um diese Aktivität zu planen und durchzuführen benötigt die Lehrkraft TK, um mit der Software Plickers umzugehen. Zudem wird TPK über den Einsatz von dieser Methode von der Lehrkraft benötigt, um bspw. den Zeitaufwand sowie den Bedarf abzuschätzen zu können.

Nach dieser Aktivierung des Vorwissens und der Einstimmung auf die Thematik Honigbienen stellt die Lehrkraft die wichtigsten Fachinhalte zur Thematik dar. Dabei wird auf die Honigbiene als besonderes Beispiel aus der Gruppe der Insekten eingegangen. Es wird zunächst der Körperbau einer Arbeiterin, einer Drohne und einer Königin anhand von 3D-Modellen betrachtet und verglichen (z. B. unter www.planet-schule.de), anschließend werden kurze Animationen zum Thema „Arbeitsteilung und Fortpflanzung im Bienenstaat“ gezeigt und besprochen (z. B. unter www.planet-schule.de). Hierbei wird auf die Entwicklung der Bienen im Stock in Abhängigkeit von der Stocktemperatur sowie auf die Möglichkeiten der Temperaturregulation dieses Insekts eingegangen. Diese weitgehend durch die Lehrkraft gesteuerte Phase erscheint besonders vielversprechend, wenn die verschiedenen Darstellungen/Repräsentationen am interaktiven Whiteboard bzw. Touchboard anschaulich,

aber zügig präsentiert werden. Anschließend stellt die Lehrkraft eine Moodle-Lerneinheit vor, die den weiteren Verlauf der Unterrichtssequenz strukturiert und die Materialien sowie die Aufgaben enthält.

Die Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtsphase lässt sich nach dem ICAP-Modell als weitgehend *passiv* bis maximal *aktiv* bewerten, da die Aktivität kaum über das Zuhören und Zusehen der von der Lehrkraft präsentierten Lerninhalte hinausgeht. Für diese Unterrichtsphase erstellt die Lehrkraft eine digitale Präsentation mit verschiedenen digitalen Repräsentationen, wie 3D-Modelle, und setzt diese im Unterricht ein. Hierfür ist zum einen *TK* erforderlich, um die Präsentation sowie um den online-Kurs auf der Lernplattform zu erstellen, Teilnehmerinnen und Teilnehmer zuzulassen und Aktivitäten wie ein Webquest einzurichten, die im weiteren Unterrichtsverlauf bedeutsam werden. Zum anderen ist *TPACK* für die Konzeption des fachlichen Inhalts erforderlich, um die digitalen Repräsentationen, wie die im Internet (z. B. auf Lehrplattformen) recherchierten 3D-Modelle oder Videos, passend für das verfolgte Lernziel und die Schülerinnen und Schüler auszuwählen (bspw. passender Abstraktionsgrad).

(2) *Kooperative Informationssuche in Partnerarbeit*. Eine konkrete Problemstellung leitet durch die folgende Doppelstunde: „Welche Auswirkung könnte eine Klimaerwärmung auf die Honigbienen haben?“ Die Schülerinnen und Schüler recherchieren dazu in Partnerarbeit im Rahmen eines in der Moodle-Lerneinheit zur Verfügung gestellten kurzen Webquests (Moser, 2000). So sollen Aspekte der Lebensweise von Honigbienen und mögliche Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf dieses Insekt zusammengetragen werden, etwa die verfrühte Flugaktivität der Bienen oder die geringere Sammel- und Bestäubungsaktivität in heißen Monaten. Die Schülerinnen und Schüler sollen die beobachtbaren Veränderungen im Verhalten und in der Lebensweise der Honigbiene als Beleg für die Klimaveränderungen wahrnehmen, um den ebenfalls zu recherchierenden Argumenten der Klimawandelleugnerinnen und Klimawandelleugner mit naturwissenschaftlicher Evidenz begegnen zu können. Im Rahmen des Webquests wird den Schülerinnen und Schülern eine kurze Einleitung in die Thematik gegeben, sie finden dort Aufgaben sowie eine Vorauswahl an Links, die

aber lediglich als Orientierungshilfe dienen, die ergänzt werden sollen. Zudem wird ihnen neben einem Bewertungsschema zur Einschätzung von Internetquellen ein Skript an die Hand gegeben, das die Informationsrecherche anleitet, um die Zweiergruppen zu einer intensiveren Auseinandersetzung und Diskussion anzuregen (angelehnt an Langer, 2014). So soll sich bspw. Schülerin A einen Suchbegriff überlegen und vorschlagen, Schüler B soll sich vergegenwärtigen, nach welchen Informationen überhaupt gesucht wird, um dann den vorgeschlagenen Suchbegriff zu beurteilen. Erachtet Schüler B den Begriff als ungeeignet, soll Schülerin A diesen verbessern. Angeleitet werden die Schülerinnen und Schüler bei dieser Arbeit durch das auf Moodle zur Verfügung gestellte Skript. Die Informationsrecherche in Partnerarbeit wird mehrere Male für eine Plenumsphase unterbrochen, in der die Rechschritte besprochen werden. Die Ergebnisse sollen in einem gemeinsamen Online-Dokument, z. B. in einem Etherpad, festgehalten werden, an dem die Schülerinnen und Schüler auch nach dem Biologieunterricht weiterarbeiten können. Wenn die Umsetzung wie vorgesehen gelingt, lässt sich die Lernaktivität in dieser Unterrichtsphase zumindest als *konstruktiv* bewerten, da die Schülerinnen und Schüler neue, über das bestehende Material hinausgehende Inhalte erarbeiten. Sie kann sogar die Stufe einer *interaktiven* Lernaktivität erreichen, wenn die Schülerinnen und Schüler die Beiträge und Rückmeldungen ihrer jeweiligen Arbeitspartnerin oder Arbeitspartner berücksichtigen und sie in ihre eigene Recherchearbeit und Argumentation gezielt integrieren.

Zur Planung dieser Unterrichtsphase benötigt die Lehrkraft zum einen *TPK*, um ein Kooperationskript zu erstellen. Kooperationskripts zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass eine bestimmte Reihenfolge der Lernaktivitäten sowie die Rollenverteilungen innerhalb der Lerngruppen vorstrukturiert werden (Wecker & Fischer, 2014; siehe auch: Script Theory of Guidance, SToG; Fischer, Kollar, Stegmann & Wecker, 2013). Die Lehrkraft stellt im vorliegenden Unterrichtsbeispiel demnach einen „Ablaufplan“ für die Partnerarbeit zur Verfügung, der Teilaufgaben und Lernschritte (z. B. Recherchieren, Bewerten) vorgibt und auch die Rollen der Schülerinnen und Schüler bestimmt – hier: Schülerin A führt Recherche durch, Schüler B bewertet die recherchierte Information und gibt Feedback an

Schülerin A. Ebenfalls stellt *TPK* eine Voraussetzung dar für das angemessene Vorstellen und Anleiten bei der Arbeit mit Online-Dokument-Elementen und das damit verbundene Herausfiltern der relevanten Funktionen und Informationen für Schülerinnen und Schüler. Um die Bewertungskriterien für Internetquellen kontextspezifisch anzupassen, muss die Lehrkraft über ein gewisses Maß an *TCK* verfügen und somit Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit (fachspezifischen) Literaturdatenbanken oder -suchmaschinen besitzen. *TPACK* tritt während der Plenumsphasen in den Vordergrund, um die Schritte der digitalen Informationssuche am Beispiel der möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Honigbienen optimal zu moderieren. Des Weiteren wird *TPK* über die Schritte einer erfolgreichen Internetrecherche sowie über häufig vorkommende Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler dabei benötigt, um diese frühzeitig zu erkennen und passende Hilfestellungen zu geben (u. a. Brand-Gruwel, Wopereis, & Walraven, 2009).

(3) *Vertiefende digitale Lernaktivität als Hausaufgabe*. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Aufgaben rund um die Recherche zu der möglichen Auswirkung einer Klimaerwärmung auf die Honigbienen auf dem Online-Dokument, z. B. Etherpad, außerhalb der Unterrichtsstunde vervollständigen. Zudem sollen sie ein etwa 4-minütiges interaktives Video zum Thema „Was machen Honigbienen an besonders heißen Tagen?“ bearbeiten, welches die Lehrkraft vorbereitet und auf Moodle zur Verfügung gestellt hat. Thematisch wird auf die Fähigkeit der Honigbienen eingegangen den Bienenstock kühlen zu können. Zudem wird aber auch behandelt, dass Bienen an heißen Tagen mittags häufig nicht ausfliegen, da hier die Pflanzen aufgrund des Wassermangels über weniger Nektar verfügen. Hierfür hat die Lehrkraft ein YouTube-Video mithilfe der Software H5P mit zahlreichen Anwendungen, wie weiterführenden Links, Hinweisen und Multiple-Choice-Aufgaben, versehen. So wird bspw. bei dem abschließend Drag-and-Drop Quiz erfragt, mit welchen Strategien die „Fächlerinnen“ es schaffen den Bienenstock zu kühlen. Diese Lerneinheit kann von jedem internetfähigen Endgerät aus (z. B. Smartphone oder Tablet) bearbeitet werden. Die Lernaktivität der Schülerinnen und Schüler kann bei der Fertigstellung der Rechercheaufgaben als *konstruktiv* bis *interaktiv* eingestuft werden und bei der Bearbeitung des interaktiven H5P-Videos als *aktiv*. Zur Erstellung der Lerneinheit mit H5P muss die Lehrkraft

über *TK* verfügen, bspw. um das Video zu bearbeiten, hochzuladen, Voreinstellungen anzupassen und in Moodle zur Verfügung zu stellen. Das *TPACK* der Lehrkraft wird bedeutsam, wenn es darum geht, ein für die Thematik und Zielgruppe passendes Video zu finden sowie zu entscheiden, an welchen Stellen eine Unterbrechung der Darstellung stattfinden soll, um bspw. eine Drag-and-Drop-Aufgabe zu stellen oder weiterführende Links zu setzen.

(4) *Erarbeitung von Fragestellungen mithilfe eines eHives und der zugehörigen Plattform*. In der nun folgenden dritten Doppelstunde arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit Live-Daten aus einem Bienenstock. Dabei steht die Frage im Fokus, welche Folgen hohe Außentemperaturen auf den Bienenstock haben können. Bevor diese Frage näher betrachtet werden kann, führt die Lehrkraft zunächst in die digitale Messwerterfassung in der Biologie ein und stellt dabei sogenannte eHives (mit diversen Mess-Sensoren versehene Bienenstöcke, deren gesammelte Daten in einer Datenbank zur Verfügung stehen) und die zugehörigen Plattformen von BeeBIT oder HOBOS (HoneyBee Online Studies) bzw. we4bee vor. Anschließend machen sich die Schülerinnen und Schüler in Partnerarbeit mit der Plattform vertraut und bearbeiten die auf Moodle vorgegebenen Fragestellungen. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei bspw. die Veränderung des Stockgewichts im Laufe eines Jahres analysieren. Sie erkennen dabei u. a., dass in besonders warmen Perioden das Stockgewicht sinkt, da die Bienen an heißen Tagen weniger sammeln (Bauer, Fauser & Ottersen, 2015) und zudem den Stock kühlen. Analysieren die Schülerinnen und Schüler außerdem die Brutnesttemperatur an besonders heißen Tagen, so wird deutlich, dass der Stock offenbar aktiv gekühlt wird, um diese konstant zu halten (in Anlehnung an Aufleger & Möller, 2020) (Abb. 3).

Des Weiteren können auch Bilder einer Infrarotkamera sowie Videos aus dem Inneren des Bienenstocks in die Analysen miteinbezogen werden. So können die unterschiedlichen Folgen von erhöhtem Hitzestress zusammengetragen und im Online-Dokument festgehalten werden. Abschließend soll dieses Dokument heruntergeladen und als Word-Datei gespeichert werden, um dieses dann auf Moodle der Lehrkraft zur Verfügung zu stellen. So kann die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern ein individuelles Feedback im Dokument geben. In dieser Phase lernen die Schülerinnen und Schüler neben den biologiespezifischen Fachinhalten, wie in den

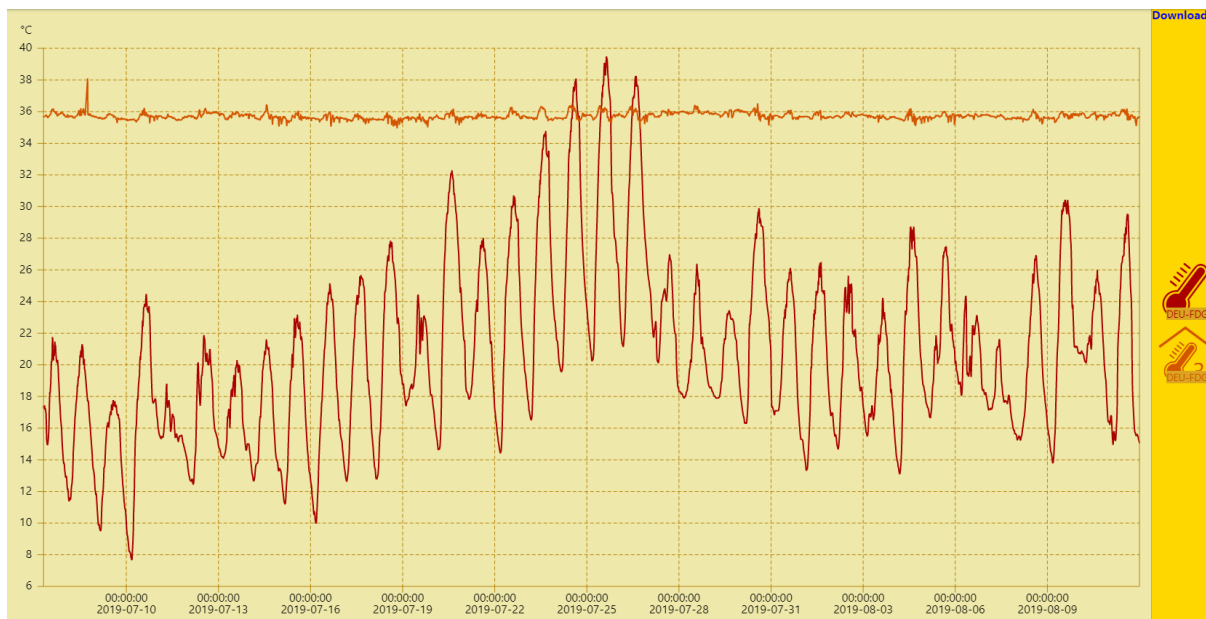


Abbildung 3: Temperaturdiagramm aus dem BeeBIT-Bienenstock DEU-FDG-1 (Legende: rot: Außentemperatur; orange: Temperatur im Brutnest)

Naturwissenschaften durch exakte Messung Evidenz generiert werden kann.

Nach dem ICAP-Modell lässt sich die Lernaktivität zu Beginn der Unterrichtsstunde als eher *passiv* einschätzen und bei der Arbeit an der Plattform als *konstruktiv* bis *interaktiv*. Die Lehrkraft benötigt zum einen *TPACK*, um den Schülerinnen und Schülern den Aufbau, die Funktionsweise sowie die Handhabung der eHives und der zugehörigen Online-Plattformen an ausgewählten Beispielen vorzustellen. Des Weiteren ist *TPACK* erforderlich, um sach- und adressatengerechte Fragestellungen für die Bearbeitung in Partnerarbeit zu entwickeln. Überdies ist *TCK* erforderlich, um die Messwerte richtig aus den Diagrammen oder (Excel-)Tabellen zu entnehmen und fachlich korrekt einzuschätzen.

4.2 Medienbezogene Lehrkompetenzen für die Planung der Unterrichtssequenz

Im Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) werden 19 medienbezogene Lehrkompetenzen postuliert (siehe Tab. 1). Um die Vielschichtigkeit des Modells zu verdeutlichen, werden mit Blick auf das Unterrichtsbeispiel die für die Handlungsphase „Planung“ benannten neun Lehrkompetenzen ausführlicher betrachtet.

Die erste medienbezogene Lehrkompetenz des Kernkompetenzenmodells (P1) beinhaltet die Fähigkeit „digitale Medien im Unterricht gemäß ihrem didaktischen

Mehr- bzw. Eigenwert in spezifischen unterrichtlichen Szenarien [einsetzen] und unter Berücksichtigung spezifischer fachlicher und fächerübergreifender Lehrziele selbständig und in Kooperation mit anderen Lehrkräften planen“ (DCB, 2017, S.70) zu können. Für das oben beschriebene Unterrichtsszenario bedeutet dies, dass die Lehrkraft sich dazu entscheidet einen Unterricht zu planen, in dem z. B. eHives und deren Plattformen und Websites zum Einsatz kommen, da so Inhalte erarbeitet werden können, die ohne den Einsatz von digitalen

Medien nur eingeschränkt möglich wären. Hierzu zählen bspw. Videos bzw. Aufnahmen der Infrarotkamera aus dem Inneren des Bienenstocks oder die Temperaturwerte in den verschiedenen Wabengassen. Diese digitale Messwerterfassung ermöglicht des Weiteren das Forschende Lernen an live abrufbaren Originaldaten.

Unter der zweiten Lehrkompetenz (P2) ist die Ausarbeitung und Gestaltung der zuvor grob geplanten Unterrichtsstunde zu verstehen, also die Fähigkeit „mediengestützte Lehr-Lern-Szenarien für den Einsatz im Unterricht selbständig wie auch in Kooperation mit anderen Lehrkräften vor[zu]bereiten und [zu] gestalten“ (DCB, 2017, S.70). Diese Kompetenz befähigt Lehrkräfte u. a. dazu, die Moodle-Lerneinheit zur Temperaturregulation der Honigbienen zu erstellen, also die Rechercheaufgaben und das Kooperationskript in einer geeigneten medialen Aufbereitung zu generieren und zu implementieren.

Die dritte Lehrkompetenz (P3) zur Planung lautet: „Lehrkräfte kennen Software bzw. medientechnische Optionen zur Gestaltung digitaler Lehr-Lern-Arrangements und sind in der Lage, qualitativ hochwertige Angebote zu identifizieren und didaktisch sinnvoll in ihre Unterrichtsplanung einzubinden“ (DCB, 2017, S.70). Im Rahmen der beschriebenen Unterrichtssequenz zählt hierzu, dass die Lehrkraft eine geeignete Software zur Gestaltung von kollaborativen Arbeiten (Etherpad), zum Erstellen von interaktiven Videos (H5P) oder auch eine Plattform von digitalen Messwerten (BeeBIT/HOBOS/we4bee) kennt und an geeigneter Stelle in den Biologieunterricht integrieren kann.

Mit der Lehrkompetenz P4 ist gemeint, dass Lehrkräfte „technische, medienpädagogische und fachdidaktische Optionen [kennen und diese in die Unterrichtsplanung mit einbeziehen], die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, selbstbestimmt, kreativ und eigenaktiv digitale Medien für das eigene Lernen und den eigenen Bildungsprozess zu nutzen“ (DCB, 2017, S.70). Im obigen Unterrichtsszenario wird mit den Schülerinnen und Schülern die Erstellung gemeinsamer Online-Dokumente sowie die systematische Informationsrecherche geübt. Diese Fähigkeiten können den Schülerinnen und Schülern auch in anderen Kontexten, bspw. bei der Erarbeitung von zukünftigen Projekten, immer dann eine Hilfe sein, wenn orts- und zeitunabhängig gelernt und gearbeitet wird.

Lehrkräfte sollten zudem über die Lehrkompetenz (P5) verfügen, „wichtige Aspekte der Medienwelt der Schülerinnen und Schüler [zu kennen] und [...] Unterricht unter Berücksichtigung dieser medialen Erfahrungen sowie unter Verwendung aktueller Medientechnik konzipieren [zu können]“ (DCB, 2017, S.70f.). Im oben dargestellten Unterrichtsbeispiel würde eine Lehrkraft durch diese Kompetenz dazu befähigt werden, medientechnische Optionen in die Unterrichtsplanungen einzubeziehen. Da Schülerinnen und Schüler sehr häufig eigene Endgeräte in ihrem Alltag verwenden (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, 2018), können Hausaufgaben so gestaltet sein, dass diese auf dem Tablet oder dem Smartphone bearbeitet werden können. Mittels Software-Anwendungen wie etwa „H5P“ oder „Interaktive Videos“ (ILIAS) können beispielweise Lernvideos durch zusätzliche Fragen oder Aufgaben, die an bestimmten Stellen des Videos auftauchen, angereichert werden. Mit „Learning Apps“ können gezielt Aufgabenstellungen und Übungen nach einem bestimmten Muster (z. B. Lückentext) erstellt werden, so dass diese am Smartphone oder Tablet bearbeitet werden können.

Die sechste Lehrkompetenz (P6) im Bereich der Planung von Unterricht – „Lehrkräfte kennen medienrechtliche und medienethische Konzepte und berücksichtigen diese in der Unterrichtsplanung“ (DCB, 2017, S.71) – spielt bei der Informationsrecherche im Internet eine entscheidende Rolle. So ist beispielsweise beim Verschriftlichen der Rechercheergebnisse zu den möglichen Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Honigbienen die Beachtung der Urheberrechte und das Zitieren von Quellen eine zentrale Fähigkeit. Die Lehrkraft muss sie nicht nur selbst beherrschen, sondern auch in die Planung der Unterrichtsstunde miteinbeziehen, damit sie diese den Schülerinnen und Schülern im Unterricht adressatengerecht vermitteln kann. Auch wenn die Lehrkraft ihren Schülerinnen und Schülern das interaktive H5P-Video zur Verfügung stellt, muss sie Urheberrechte beachten. Dies gilt in besonderem Maße, wenn das Video auch außerhalb der Lernplattform Moodle abrufbar ist.

Eine weitere bei der Unterrichtsplanung relevante Lehrkompetenz (P7) ist die Kenntnis von „motivationale[n] und emotionale[n] Konzepte[n] zum Erleben und Verhalten von Kindern und Jugendlichen beim Umgang mit digitalen Medien“ und die Fähigkeit, diese „bei der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen“ (DCB, 2017, S.71). Der Einsatz von digitalen Medien ist für Schülerinnen und Schüler zunächst meist spannend und motivierend (Hillmayr et al., 2017). Die Herausforderung liegt nun aber darin, über diesen „Neuheitseffekt“ hinaus langfristig individuelles Interesse an der Thematik aufzubauen (Hillmayr et al., 2017). Ein wichtiger Aspekt ist hierbei auch, dass der Umgang mit digitalen Medien und Medieninhalten im schulischen Kontext neu definiert wird. Insbesondere der Effekt, dass digitale Medien über den reinen „Entertainment-Effekt“ hinaus auch zum Lernen und in der Schule genutzt werden können, dürfte für Schülerinnen und Schüler zunächst bisweilen eine neue Erfahrung sein. Im oben angeführten Unterrichtsbeispiel kann die Bearbeitung des Webquests bzw. das Recherchieren auf den vorgegebenen Internetseiten mit den eigenen Devices erfolgen. Die Schülerinnen und Schüler erfahren dadurch neue Möglichkeiten, sich Lerninhalte anzueignen und diese sogleich wiederum in den gewohnten und ggf. neu entdeckten Netzwerken (z. B. „Wiki“) zu teilen. Gleichzeitig werden metakognitive Fähigkeiten (z. B. „Monitoring“) und Selbstregulationsprozesse gefördert bzw. geschult (u. a. Bannert, 2007; Bannert & Mengelkamp, 2013).

Zudem sollen (P8) „Lehrkräfte [...] Lehr-Lern-Arrangements planen und vorbereiten [können], die es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, über die

eigenen Erfahrungen mit digitalen Medien, deren Potenziale und Gefahren für sich selbst und für andere zu reflektieren“ (DCB, 2017, S.71). Dies kann im dargestellten Beispiel u. a. durch die Thematisierung der unterschiedlichen Qualität der Internetseiten und der dabei jeweils verfolgten Interessen geschehen. Hierbei können bei der Recherche die Argumente der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit denen der Klimawandelleugnerinnen und Klimawandelleugner verglichen werden. Einzelne Beispiele können herausgegriffen und die Professionalität der Websites analysiert sowie die damit verbundenen Gefahren diskutiert werden.

Die neunte medienbezogene Lehrkompetenz (P9) in der Planungsphase bezieht sich darauf, dass „Lehrkräfte [...] Lehr-Lern-Arrangements planen und vorbereiten [können sollen], in denen Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt werden, ihre Aufmerksamkeit, Emotionen, Impulse und Handlungen in der medialen Lebenswelt zunehmend selbst zu steuern“ (DCB, 2017, S.71). Um dies zu ermöglichen, wird im oben beschriebenen Unterrichtsszenario den Schülerinnen und Schülern bei der Internetrecherche ein Skript zur Verfügung gestellt, welches eine Art Anleitung ist, um selbstständig die Fragestellungen zu beantworten. Dieses Vorgehen können die Lernenden auch in Zukunft auf andere Themen adaptieren. Dabei können die Bewertungskriterien von Quellen helfen, erste Impulse bzw. Emotionen bzgl. der Internetseiten zu reflektieren.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Um (angehende) Lehrkräfte systematisch darauf vorzubereiten, digitale Medien qualitativ hochwertig im Fachunterricht einzusetzen, braucht es einen geeigneten konzeptionellen Rahmen, in dem medienbezogene Lehrkompetenzen erworben werden können. Gängige Modelle medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften setzen dabei unterschiedliche Schwerpunkte, besonders dahingehend, wie Unterschiede in der Kompetenzausprägung zwischen (angehenden) Lehrkräften erfasst werden können (u. a. Tulodziecki, 2012; Brandhofer et al., 2016). Die Modelle weisen keinen oder einen nur marginalen Bezug zur expliziten Unterrichtsplanung auf. Anders stellt sich dies bei dem aus einem Brückenschlag von Theorie und Praxis heraus entwickelten Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ (DCB, 2017) dar. In dem vorliegenden Beitrag wurde aufgezeigt, wie modellhaft formulierte Kompetenzen für eine tatsächliche Unterrichtspraxis bzw. für beispielhafte reale unterrichtsmethodische Handlungen von Lehrkräften nutzbar gemacht werden können. Um

die Leistungsfähigkeit und Produktivität dieses Modells zur Systematisierung medienbezogener Lehrkompetenzen von (angehenden) Lehrkräften zu beschreiben, wurde dieses sodann auf eine durch digitale Medien gestützte Unterrichtssequenz aus dem Biologieunterricht angewendet. Durch die an der Praxis typischer Lehrerhandlungen orientierte Ausrichtung des Modells zeigte sich, dass dieses eine systematische und differenzierte Beschreibung medienbezogener Kompetenzen ermöglicht, die für die Umsetzung von mediengestütztem Unterricht erforderlich sind. Bisherige Modelle blieben demgegenüber auf einem abstrakteren bzw. breiterem Niveau. Als zusätzlicher Aspekt wurde in das Rahmenmodell der Kernkompetenzen der Aspekt der Initiierung von qualitätsvollen, kognitiv aktivierenden Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler mit digitalen Medien mit aufgenommen, welcher bisher eher implizit in den Beschreibungen der Lehrkompetenzen vorhanden war. Das Rahmenmodell „Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt“ wird aktuell empirisch untersucht und validiert. Interessant für die weiterführenden Forschung wären zudem Forschungsprogramme, die das hier vorgestellte Modell in unterschiedlichen fachlichen bzw. fachdidaktischen Kontexten empirisch untersuchen und weiterentwickeln.

Die Differenzierung des Wissensaspekts medienbezogener Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften gemäß dem TPACK-Modell, die in dem Modell mitaufgenommen wurde, kann produktiv zur Optimierung der Lehrerinnen- und Lehrerbildung eingesetzt werden. Das bedeutet, dass über den Bereich des TPK hinaus auch die anderen Wissens- und Fähigkeitsbereiche systematisch in den Fokus der Lehrerinnen- und Lehrerbildung gerückt und gestärkt werden sollten. So sollten auch durch die Digitalisierung erst neu generierte Inhalte im Fach (TCK) behandelt und die Beiträge der Informatik systematischer einbezogen werden (TK) – etwa neben dem Bedienen von Geräten auch der Erwerb von Methoden und Prinzipien der Informatik (DCB, 2017). Eine besondere Rolle kommt hierbei den Fachdidaktiken zu, welche u. a. fachspezifische Konzepte für geeignete Instruktionen für den Unterricht wie auch für den angemessenen Umgang mit Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schüler beim Lernen mit digitalen Medien bereitstellen sollten (TPACK). Eine gezielte fächerübergreifende Verzahnung erscheint mit Hilfe des zugrunde gelegten Rahmenmodells der Kernkompetenzen ebenso möglich und besonders vielversprechend, da das Modell in allen Fächern eingesetzt und durch die fachlichen Wissen- und Fähigkeitsbereiche (TCK, TPACK) für das jeweilige Fach ausdifferenziert werden kann.

In Zukunft sollten die von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften benötigten fachspezifischen digitalen Kompetenzen explizit beschrieben und für die curriculare Verankerung der Digitalisierung im Fach operationalisiert werden. Ein aktuell in diesem Kontext hervor-

stechendes Projekt ist das der Arbeitsgruppe DiKoLAN (Digitale Kompetenzen für das Lehramt der Naturwissenschaften), welches dies aktuell für die naturwissenschaftlichen Fächer erarbeitet (Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen, 2020).

Literatur

- Arbeitsgruppe Digitale Basiskompetenzen: Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M., Thoms, L.-T., Thyssen, C. & von Kotzebue, L. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen Lehramtsstudierender der Naturwissenschaften. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.). *Digitale Basiskompetenzen - eine Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die naturwissenschaftliche Lehramtsausbildung*. (im Druck)
- Aufleger, M. & Möller, A. (2020). *Faszination Honigbien(en)*. Unterricht Biologie, 453.
- Bannert, M. (2007). Metakognition beim Lernen mit Hypermedia. Erfassung, Beschreibung und Vermittlung wirksamer metakognitiver Lernstrategien und Regulationsaktivitäten. Münster: Waxmann.
- Bannert, M. & Mengelkamp, C. (2013). Scaffolding hypermedia learning through metacognitive prompts. In R. Azevedo & V. Aleven (Hrsg.). *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies* (S.171-186). Springer Science.
- Bauer, C., Fauser, C. & Otersen, M. (2015). *Bienenforschung für den MINT-Unterricht*. Stuttgart: Klett MINT.
- Brand-Gruwel, S., Wopereis, I. & Walraven, A. (2009). A descriptive model of information problem solving while using internet. *Computers & Education*, 53 (4), 1207–1217.
- Brandhofer, G., Kohl, A., Miglbauer, M. & Nárosy, T. (2016). digikompP - Digitale Kompetenzen für Lehrende. *Open Online Journal for Research and Education*, 6, 38-51.
- Breiter, A., Aufenanger, S., Averbeck, I., Welling, S. & Wedjelek, M. (2013): *Medienintegration in Grundschulen*. Berlin: VISTAS.
- Chi, M.T.H. (2009). Active-Constructive-Interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1 (1), 73-105.
- Chi, M.T.H. & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49, 219–243.
- Chi, M.T.H., Adams, J., Bogusch, E.B., Bruchok, C., Kang, S., Lancaster, M. ... Yaghmourian, D.L. (2018). Translating the ICAP Theory of Cognitive Engagement In to Practice. *Cognitive Science* 42, 1777–1832.
- Chi, M.T.H., Kang, S. & Yaghmourian, D.L. (2017). Why Students Learn More From Dialogue- Than Monologue-Videos: Analyses of Peer Interactions. *Journal of the Learning Sciences*, 26, 10–50.
- Clark, D.B., Tanner-Smith, E.E. & Killingsworth, S.S. (2016). Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 86, (1), 79 –122.
- Cress, U. & Kimmerle, J. (2008). A systemic and cognitive view on collaborative knowledge building with wikis. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 3, 105–122
- DCB (Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern: Schultz-Pernice, F., von Kotzebue, L., Franke, U., Ascherl, C., Hirner, C., Neuhaus, B. J., Ballis, A., Hauck-Thum, U., Aufleger, M., Romeike, R., Frederking, V., Krommer, A., Haider, M., Schworm, S., Kuhbandner, C. & Fischer, F.) (2017). Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. *Merz Medien + Erziehung: Zeitschrift für Medienpädagogik*, 4, 65–74.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.) (2019). *ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann.
- Fischer, F. Kollar, I. Stegmann, K. & Wecker, C. (2013). Toward a Script Theory of Guidance in Computer-Supported Collaborative Learning. *Educational Psychologist*, 48(1), 56-66. DOI: 10.1080/00461520.2012.748005
- Fischer, F., Wecker, C. & Stegmann, K. (2015). *Auswirkungen digitaler Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule*. München: Ludwig-Maximilians-Universität München. Zugriff am 6.3.20 von https://epub.ub.uni-muenchen.de/38343/1/Fischer_Wecker_Stegmann_Medienwirkung_in_der_Schule.pdf
- Herzig, B. & Martin, A. (2018): *Lehrerbildung in der digitalen Welt – konzeptionelle und empirische Aspekte*. In: J. Knopf, S. Ladel & A. Weinberger (Hrsg.), *Digitalisierung und Bildung* (S. 89-113). Wiesbaden: Springer VS Verlag.

- Herzig, B., Martin, A., Schaper, N. & Ossenschmidt, D. (2015). Modellierung und Messung medienpädagogischer Kompetenz - Grundlagen und erste Ergebnisse. In B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried & E. Wuttke (Hrsg.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung. Zur Professionalisierung angehender Lehrerinnen und Lehrer sowie frühpädagogischer Fachkräfte* (S. 153–176). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- Höffler, T.N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17, 722-738.
- Kammerl, R., & Ostermann, S. (2010). *Medienbildung – (k)ein Unterrichtsfach. Eine Expertise zum Stellenwert der Medienkompetenzförderung in Schulen*. Zugriff am 1.3.19, von <https://www.ew.uni-hamburg.de/einrichtungen/ew1/medienpaedagogik-aesthetische-bildung/medienpaedagogik/dokumente/medienbildung-k-ein-unterrichtsthema.pdf>.
- Kimmerle, J., Moskaliuk, J. & Cress, U. (2011). Using wikis for learning and knowledge building: Results of an experimental study. *Educational Technology & Society*, 14(4), 138–148.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik* 52, 876-904.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H.J. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- KMK - Kultusministerkonferenz (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Zugriff am 28.2.19, von https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf.
- Knaus, T. (2016). Potentiale des Digitalen. Theoretisch-konzeptionelle Betrachtungen pädagogischer und didaktischer Potentiale des schulischen Einsatzes von Tablets. *merz – medien + erziehung, Zeitschrift für Medienpädagogik*, 60 (1), 33-39.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge?. *Contemporary Issues in Technology & Teacher Education*, 9 (1), 60–70.
- Kollar, I. & Fischer, F. (2019). *Lehren und Unterrichten*. In: D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer (Hrsg.). *Psychologie für den Lehrberuf* (S. 333-353). Berlin & Heidelberg: Springer.
- Kramer, M., Förtsch, C., Aufleger, M. & Neuhaus, B.J. (2019). Der Einsatz digitaler Medien im gymnasialen Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00096-5>
- Krumsvik, R. J. (2012). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research* 58, (3), 269-280.
- Lachner, A., Backfisch, I., Hoogerheide, V., van Gog, T. & Renkl, A. (2019). Timing Matters! Explaining between study phases enhances students' learning. *Journal of Educational Psychology*. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000396>
- Langer, S. (2014). *Orchestrierung von Lehr-Lernprozessen beim webbasierten forschenden Lernen im gymnasialen Biologieunterricht: Effekte von Kleingruppenkooperationskripts und Unterrichtskripts auf Lernprozesse sowie den Erwerb naturwissenschaftlicher Grundbildung*. Dissertation, LMU München: Fakultät für Psychologie und Pädagogik. Zugriff am 6.3.20 von <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/16960/>
- LKM (Länderkonferenz MedienBildung). (2015). *Kompetenzorientiertes Konzept für die schulische Medienbildung. LKM-Positionspapier*. Zugriff am 7.3.19, von http://www.laenderkonferenz-medienbildung.de/files/Dateien_lkm/Dokumente/LKM-Positionspapier_2015.pdf.
- Lund, A., Furberg, A., Bakken, J. & Engeli, K. L. (2014). What Does Professional Digital Competence Mean in Teacher Education?. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9 (4), 281–299.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K. & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 28 (1), 84-96.

- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 43–71). New York: Cambridge University Press.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2018). JIM-Studie 2018: Jugend, Information, (Multi-) Media. Zugriff am 29.1.20, von https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2018/Studie/JIM2018_Gesamt.pdf
- Moser, H. (2000). *Abenteuer Internet Lernen mit WebQuests*. Zürich: Auer Verlag
- Nerdel, C. & von Kotzebue, L. (2020). Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht – Aufgaben für die Lehrerbildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66 (2), 159-173.
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu (No. JRC107466). Joint Research Centre (Seville site).
- Reinmann, G. (2015). *Studientext Didaktisches Design*. Hamburg. Zugriff am 29.01.2020 von http://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studientext_DD_Sept2015.pdf
- Renkl, A. (1993). Korrelation und Kausalität: Ein ausreichend durchdachtes Problem in der pädagogisch-psychologischen Forschung? In: C. Tarnai (Hrsg.), *Beiträge zur empirischen Forschung* (S.115-123). Münster/ New York: Waxmann.
- Renkl, A. (2012). Modellierung von Kompetenzen oder von interindividuellen Kompetenzunterschieden. Ein unterschätzter Unterschied. *Psychologische Rundschau*, 63 (1), 50-53
- Sailer, M., Schultz-Pernice, F., Chernikova, O., Sailer, M. & Fischer, F. (2018). Digitale Bildung an bayerischen Hochschulen – Ausstattung, Strategie, Qualifizierung und Medieneinsatz. Zugriff am 6.3.20, von https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2018/Downloads/FINAL_Digitale_Bildung_an_bayerischen_Hochschulen_2.pdf
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Stegmann, K. (2020). Effekte digitalen Lernens auf den Wissens-und Kompetenzerwerb in der Schule. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66 (2), 174-190.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load theory for Multimedia Learning. In: R.E. Mayer (Hrsg.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S.19-30). New York: Cambridge University Press.
- Tamim, R. M., Bernhard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C. & Schmid, R.F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: a second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 8 (1), 4-28.
- Tulodziecki, G. (2012). Medienpädagogische Kompetenz und Standards in der Lehrerbildung. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (S. 271-298). Wiesbaden: Springer VS Verlag.
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *ZfDN*. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>
- Wecker, C. & Fischer, F. (2014). Lernen in Gruppen. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 277-296). Weinheim: Beltz.
- Weinert, F.E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F.E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Weinheim: Beltz.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. & van der Spek, E.D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105 (2), 249-265.
- Zimmerman, C. & Cuddington, K. (2007). Ambiguous, circular and polysemous: students' definitions of the “balance of nature” metaphor. *Public Understanding of Science*, 16(4), 393-406.

Kontakt

Frau Ass.-Prof. Dr. Lena von Kotzebue
Universität Salzburg
Didaktik der Bio- und Geowissenschaften
School of Education
Hellbrunner Straße 34
5020 Salzburg
Österreich
Phone: +43-662-8044-7317
Email: lena.vonkotzebue@sbg.ac.at

Zitationshinweis:

Von Kotzebue, L., Franke, U., Schultz-Pernice, F., Aufleger, M., Neuhaus, B. J., & Fischer, F. (2020). Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt: Veranschaulichung des Rahmenmodells am Beispiel einer Unterrichtseinheit aus der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 24, 29-47. doi: 10.4119/zdb-1735

Veröffentlicht: 06.04.2020



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich (CC BY 4.0 de). URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>