

Entwicklung von Aufgaben zur Bewertung des TPACK von Lehramtsstudierenden der Biologie

-Projektskizze-

Anna-Lisa Max, Sarah Lukas & Holger Weitzel

anna.max@ph-weingarten.de - lukas@ph-weingarten.de - weitzel@ph-weingarten.de

Pädagogische Hochschule Weingarten,
Kirchplatz 2, 88250 Weingarten

Zusammenfassung

Das Projekt TPACK4.0 zielt auf die Vermittlung von medienfachdidaktischen Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden der Biologie durch die Kombination aus einem mediendidaktischen Input und einer Projektphase in einem pädagogischen Makerspace. Zur Ermittlung der für Lehrkräfte relevanten medienbezogenen Kompetenzen wird auf das TPACK-Modell von MISHRA und KOEHLER (2006) zurückgegriffen. In diesem Kontext werden Inhalte definiert und zwei Messinstrumente entwickelt, die TPACK einerseits über Selbstauskünfte und andererseits über einen vignettenbasierten Leistungstest erheben sollen. Im Artikel vorgestellt wird der Prozess der Entwicklung und Validierung des Leistungstests. Die Nutzung zweier unterschiedlicher Erhebungsverfahren zielt auf eine Triangulation der Ergebnisse und damit auf eine differenziertere Beschreibung des technologiebezogenen Wissens der Studierenden.

Abstract

The project TPACK 4.0 aims at teaching technological pedagogical knowledge to pre-service teachers of biology through the combination of a media pedagogical input and work in a pedagogical makerspace. The TPACK model of MISHRA and KOEHLER (2006) is used to determine the relevant media-related competencies for teachers. In this context, topics will be defined and two assessment tools are developed. TPACK will be assessed by means of self-assessment and a vignette-based performance test. The article presents the process of development and validation of the performance test. The use of two different survey methods aims at a triangulation of the results and thus at a detailed description of the technology-related knowledge of the students.

1 Einleitung

National wie international wird seit einigen Jahren der Nutzung digitaler Medien im Unterricht, der medienbezogenen Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern und der medienpädagogischen wie mediendidaktischen Qualifizierung von Lehrkräften zunehmend Bedeutung beigemessen (KMK 2016, 2019; REDECKER, 2017). Für einen erfolgreichen Einsatz digitaler Technologien im Unterricht müssen Lehrkräfte über die notwendigen Kompetenzen verfügen. Diese sollten bereits im Rahmen der Lehrerbildung systematisch gefördert werden. Jedoch weisen sowohl Lehramtsstudierende als auch Lehrkräfte im Dienst teilweise noch unzureichend medienfachdidaktische Kompetenzen auf (vgl. DROSSEL, EICKELMANN, SCHAUMBURG, & LAUBUSCH, 2019). Der Bedarf einer zielgerichteten und umfassenden Förderung dieser Kompetenzen ist aufgrund der aktuellen Corona-Pandemie höher als je zuvor und stellt eine zentrale Aufgabe der hochschulischen Lehrerbildung dar (KMK 2016, 2019). Grundlage für die Qualifizierung von Lehrkräften ist eine theoretisch fundierte und empirisch überprüfte Rahmenkonzeption, die sowohl für die Entwicklung und Evaluation von Lernangeboten für die universitäre Lehrerbildung wie für die Fortbildung von Lehrkräften genutzt werden kann. International weit akzeptiert ist in dieser Hinsicht das TPACK-Modell von MISHRA und KOEHLER (2006) (siehe auch KOEHLER & MISHRA, 2009).

2 Theorie

Mit dem TPACK-Modell tragen MISHRA und KOEHLER (2006, 2008) der zunehmenden Bedeutung digitaler Technologien in der Gesellschaft und in der Folge auch in der schulischen Bildung Rechnung, indem sie technologisches Wissen als eigene Wissensdomäne Shulmans Modell zur Beschreibung der für Lehrkräfte konstitutiven Wissensdomänen hinzufügen (SHULMAN, 1986). Daraus entsteht ein Modell aus den Domänen Fachwissen (CK), pädagogisches Wissen (PK) und technologisches Wissen (TK) und den Schnittmengen zwischen den grundlegenden Wissensdomänen, die als fachtechnologisches Wissen (TCK), mediendidaktisches Wissen (TPK) und medienfachdidaktisches Wissen (Technological Pedagogical Content Knowledge, ursprünglich als TPCK, heute zumeist als TPACK abgekürzt, Abb. 1) bezeichnet werden. Technologisches Wissen beschreibt Kenntnisse und Fähigkeiten aktueller digitaler Technologien. Mediendidaktisches Wissen schließt die Kenntnisse ein, die nötig sind, um digitale Technologien didaktisch angemessen in das Unterrichtsgeschehen einzubinden. Fachtechnologisches Wissen bildet Kenntnisse der Technologien ab, die für die jeweilige Fachwissenschaft bedeutsam sind. In der Biologie sind

dies beispielsweise Kenntnisse von Gendatenbanken zur Analyse von DNA-Sequenzen oder Werkzeuge zur quantitativen Bestimmung des Beitrags multipler Allele zur Ausprägung von Merkmalen. Medienfachdidaktisches Wissen schließlich ist das Konglomerat aller Aspekte und bezeichnet die Kenntnisse und Fähigkeiten, Inhalte eines Faches durch und anhand digitaler Technologien didaktisch sinnvoll aufbereitet und pädagogisch angemessen zu unterrichten. Somit stellt TPACK eine kontextbezogene Synthese des Professionswissens von Lehrkräften zur Vermittlung domänenspezifischer Inhalte durch den Einsatz von digitalen Technologien dar (ANGELI, VALANIDES & CHRISTODOULOU, 2016).

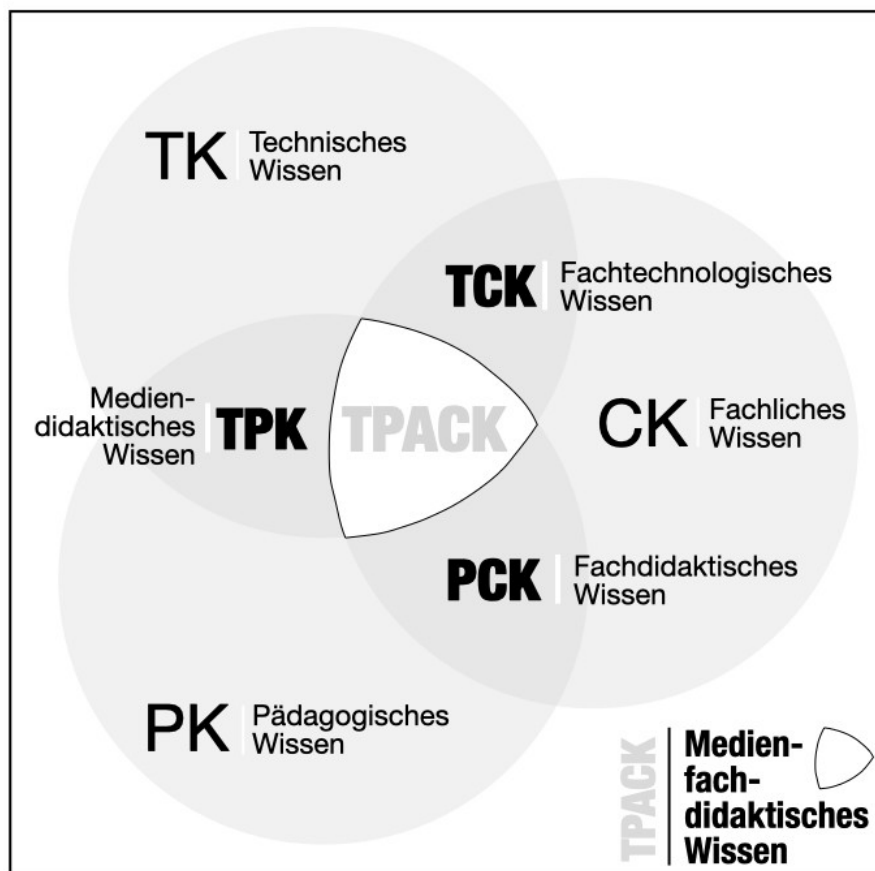


Abb. 1: Das TPACK-Modell von Koehler und Mishra (eigene Darstellung)

2.1 Instrumente zur Messung von TPACK

Ausgehend von KOEHLERS und MISHRAS (2006, 2008) Definition wurden zahlreiche qualitative und quantitative Instrumente zur Messung von TPACK entwickelt. Dazu zählen Interviewverfahren, Fragebögen auf der Grundlage von Selbsteinschätzungen, Leistungsmessungen über kontextbasierte Aufgaben sowie Analysen von Unterrichtsskizzen und Unterrichtsbeobachtungen (MOUZA, 2016).

Quantitative Zugänge zu TPACK basieren häufig auf Selbsteinschätzungen und beziehen sich in ihrer Mehrzahl auf Lehramtsstudierende (CHAI, KOH & TSAI, 2016; AKYUZ, 2018). Die Probanden sind darin jeweils gefordert, ihr Wissen zu den unterschiedlichen Teilaspekten von TPACK zu bewerten. Ein erster Fragebogen hierzu wurde von SCHMIDT ET AL. (2009) entwickelt und seitdem als Ausgangspunkt für zahlreiche Arbeiten herangezogen und erweitert (MOUZA, KARCHMER-KLEIN, NANDAKUMAR, YOYILMAZ OZDEN & HU, 2014; LEE & TSAI, 2010; WILLERMARK, 2017). In der Summe kommen die unterschiedlichen Studien zu dem Ergebnis, dass auf Selbsteinschätzungen basierende Fragebögen TPACK in seinen sieben Facetten recht gut abzubilden in der Lage ist, wobei einige Studien von Schwierigkeiten berichten, alle sieben Teilaspekte in Faktorenanalysen zu reproduzieren. Als Gründe werden Items von unzureichender Trennschärfe angeführt (KOH, CHAI & TSAI, 2010) und Schwierigkeiten bei den Probanden, die sieben Teilaspekte von TPACK adäquat zu unterscheiden (SHINAS, YILMAZ-OZDEN, MOUZA, KARCHMER-KLEIN & GLUTTING, 2013). Zudem wird darauf hingewiesen, dass durch die wenig fachspezifische Ausrichtung der Fragebögen die Erhebung des eigentlich kontext- und fachspezifischen TPACK erschwert werden könne (CHAI ET AL. 2016). Als Reaktion sind in den letzten Jahren mehrere Fragebogenvarianten mit unterschiedlichen Schwerpunkten auf der Basis des Fragebogens von SCHMIDT ET AL. (2009) entstanden. Sie widmen sich spezifischen digitalen Technologien, wie etwa die auf Online-Unterricht und webbasierte Technologien ausgerichtete Fragebögen von ARCHAMBAULT und BARNETT (2010) und LEE und TSAI (2010) oder auf den Einsatz von Videos im Unterricht (KRAUSKOPF, ZAHN & HESSE, 2012). Andere Varianten erweitern das Original um Fragen zu pädagogischen Ansätzen wie jener von CHAI, KOH und TSAI (2013) zu kooperativen Lernsettings oder um fachspezifische Elemente wie BILICI, YAMAK, KAVAK und GUZEY (2013) für die Naturwissenschaften.

Mehrere Autoren weisen darauf hin, dass die Qualität von Selbsteinschätzungen abhängig ist von der Fähigkeit der Probanden, ihr Wissen angemessen zu bewerten. Sie empfehlen zur Triangulation der durch Selbsteinschätzungen gewonnenen Daten jene aus Leistungsmessungen an die Seite zu stellen (GRAHAM ET AL., 2009; VOOGT, FISSER, PAREJA ROBLIN, TONDEUR & VAN BRAAK, 2013). Hierbei lassen sich mindestens drei Typen von Performanzmessungen mit zunehmender Nähe zur Unterrichtspraxis unterscheiden: Studierende wenden ihr TPACK auf Aufgaben zu vorgegebenen Unterrichtskontexten (Unterrichtsvignetten) an (KRAMARSKI & MICHALSKY 2009; YEH, HSU, WU, HWANG & LIN, 2014; AKUYZ, 2018). Studierende planen Unterrichtsaktivitäten und halten diese schriftlich etwa in Form von Unterrichtsskizzen, Portfolio-Einträgen oder Blogs fest und begründen ihre Auswahl in begleitenden Texten (GRAHAM, BORUP & SMITH, 2012).

Studierende planen Unterricht mit Technologieeinsatz und führen diesen anschließend durch (HARRIS, GRANDGENETT & HOFER, 2010). Die Auswertung erfolgt in allen Fällen über Ratings in der Regel über mehrstufige Skalen. Im Vergleich zur Vielfalt der Werkzeuge, die TPACK über Selbsteinschätzungen erheben, ist die Zahl der Leistungstests noch überschaubar und wird in Reviews zur TPACK-Messung als notwendiges Forschungsdesiderat für die weitere und differenziertere Erfassung von TPACK benannt (CHAI ET AL., 2016; MOUZA, 2016).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Messung des situierten und facettenreichen TPACK forschungsmethodisch herausfordernd ist und aufgrund der hohen technischen Entwicklungsdynamik immer wieder neu angepasst werden muss. Daher ist ein einziges Instrument zur Erfassung von TPACK nicht hinreichend (MOUZA, 2016). Unterschiedliche forschungsmethodische Zugänge haben dabei ihre jeweiligen Stärken und Schwächen. Beispielsweise stehen sich Generalisierbarkeit der Ergebnisse und notwendige Spezifität des Instrumentariums gegenüber, wenn es um die Entwicklung von TPACK in spezifischen Domänen (wie Biologie) oder mit unterschiedlichen technologischen, pädagogischen oder didaktischen Schwerpunkten geht. Als Konsequenz wird empfohlen, auf den jeweiligen Forschungsschwerpunkt adaptierte Erhebungsinstrumente zu entwickeln sowie unterschiedliche Erhebungsverfahren und Formen der Datenanalyse parallel einzusetzen, um die gewonnenen Daten zu triangulieren (MOUZA 2016; WILLERMARK, 2017).

3 Ziel- und Fragestellung

3.1 Das Projekt TPACK 4.0

Ziel des Projekts “TPACK 4.0 - interdisziplinäre, praxisorientierte und forschungsbasierte Förderung mediendidaktischer Kompetenzen von Lehrkräften” ist es, angehenden Lehrkräften Mittel und Lerngelegenheiten an die Hand zu geben, um ihre Fähigkeit zu stärken, im Fachunterricht digitale Technologien einzusetzen. Die Zielgruppe besteht aus Lehramtsstudierenden für das Sekundarstufenlehramt und hier vorwiegend aus Studierenden der MINT-Fächer. Im Rahmen des Projekts erhalten die Studierenden einen mediendidaktischen Input, der die eigenständige Bearbeitung von Materialien in einem Onlinekurs im Umfang von ca. 270 Minuten umfasst. Die Anwendung des erworbenen Wissens erfolgt gleichzeitig in einem frei wählbaren Seminarprojekt. Das Projekt kann in einem im Rahmen von TPACK 4.0 eingerichteten Lehr-Lernlabor durchgeführt werden, dem pädagogischen Makerspace *CoLiLab* (LUKAS ET AL., 2019; MAX ET AL., 2020). Das Akronym *CoLiLab* steht für *cooperative liberal laboratory* und bezeichnet für Studierende offen zugängliche

Räumlichkeiten mit frei verfügbaren traditionellen wie modernen Medien zur gemeinschaftlichen Nutzung (FRAUENHOFER, 2018). Diese können im Seminarprojekt unter anderem für eine innovative, kreative und nachhaltige Entwicklung, Modifikation und Produktion von Lehr-Lernmaterialien eigenständig genutzt werden. Selbstlernmaterialien und personelle Anlaufstellen stehen den Studierenden im selbstorganisierten Arbeitsprozess unterstützend zur Verfügung. Der Mediendidaktische Input und eine Einführung in die Vorgehensweise im Projekt sind in das reguläre Biologiestudium eingebunden und in diesem Sinne ökologisch valide. Ein wesentliches Ziel von TPACK 4.0 ist die Untersuchung der Wirksamkeit des mediendidaktischen Inputs und der Arbeit im Makerspace auf die TPACK-Entwicklung bei den Studierenden.

Ausgehend von den Erfahrungen in bisherigen Studien zur Messung von TPACK bei Lehramtsstudierenden sollen in TPACK 4.0 unterschiedliche Methoden der Datenerhebung kombiniert werden. Über den Einsatz eines Prä-Post-Fragebogens wird die Selbsteinschätzung zu TPACK unter Verwendung standardisierter Skalen gemessen (SCHMIDT ET AL. 2009; HANDAL, CAMPBELL, CAVANAGH, PETOCZ & KELLY, 2013). Ergänzend dazu werden die Intentionen zum Einsatz digitaler Medien (BLESCHE, EHMKE & SENKBEIL, 2001), die Einstellung zur Nützlichkeit dieser (VAN BRAAK, TONDEUR & VALCKE, 2004), die Technologieakzeptanz (TAM2) (HOLDEN & RADA, 2011), das durch die Arbeit im pädagogischen Makerspace *CoLiLab* geprägte konstruktivistische Lehr-Lernverständnis (SEIDEL, PRENZEL, DUIT & LEHRKE, 2003), die intrinsische Motivation (KIM) (WILDE, BÄTZ, KOVALEVA, & URHAHNE, 2009) in der Arbeit mit digitalen Medien sowie die dabei wahrgenommene Selbstwirksamkeit (HOLDEN & RADA, 2011) erhoben.

Mit dem Ziel der Triangulation der Daten sollte zusätzlich ein Leistungstest entwickelt werden, der Elemente des mediendidaktischen Inputs aufnimmt und auf die Besonderheiten der Arbeit im Makerspace *CoLiLab* eingeht. Zugleich bestand das Ziel der Testentwicklung darin, TPACK auf zwei Ebenen zu erheben, als deklaratives Wissen über und als Anwendung von TPACK auf eine Unterrichtssituation (YEH ET AL. 2014). Für die Aufgabenentwicklung ergaben sich zwei Herausforderungen:

1. Zur Erhebung des TPACK der Studierenden musste die Komplexität der zu bearbeitenden Unterrichtssituation reduziert werden, um eine Kodierung der Antworten der Studierenden zu ermöglichen und zugleich den thematischen Bezug zur Arbeit im *CoLiLab* hinreichend sicherzustellen.
2. Zudem sollte eine weitgehende Triangulation mit den Selbsteinschätzungen ermöglicht werden. Hierzu sollte deklaratives Wissen erhoben werden, um Bezüge zu Selbsteinschätzungen auch auf der Ebene des Faktenwissens herstellen zu können.

Zum Umgang mit der ersten Herausforderung wurde entschieden, die Zielsetzung des Einsatzes der digitalen Technologie im Aufgabenkontext explizit zu benennen (s. Aufgabenbeispiel in Tabelle 3). Zudem wurde auf die Entwicklung von geschlossenen Items zugunsten offener Aufgaben verzichtet, um eine alleinige Beantwortung durch logische Schlussfolgerungen zu vermeiden. Zusätzlich sollte eine thematische Eingrenzung auf noch zu spezifizierende digitale Technologien erfolgen, um die Studierenden nicht über eine zu große Vielfalt im Rahmen des mediendidaktischen Inputs zu überfordern.

3.2 Entwicklung der Aufgaben

Die Entwicklung der Aufgaben folgte einem iterativen Prozess, in dem zunächst Einsatzszenarien für digitale Technologien im naturwissenschaftlichen und im Besonderen im Biologieunterricht identifiziert und hinsichtlich der Teilaspekte des TPACK-Modells zugeordnet wurden. Da in diesem Zusammenhang vor allem Unterrichtsideen, Unterrichtsmodelle und methodische Empfehlungen im Vordergrund standen und die Ergebnisse auch für angehende Lehrkräfte leicht auffindbar und zugänglich sein sollten, wurde die Quellensuche auf das für Lehrkräfte zugängliche “Fachportal Pädagogik” begrenzt. Mit den Stichworten “Biologie” ODER “Biologieunterricht” UND “Digitale Medien” konnten insgesamt 62 Quellen identifiziert werden, die anschließend mit Blick auf Angebote im *CoLiLab* eingegrenzt wurden. Der Makerspace ermöglicht unter anderem die Arbeit mit Messwerterfassungssystemen, die Erstellung und Bearbeitung von Videos sowie die Nutzung und Erstellung von Animationen und Simulationen. Auf weitergehende Möglichkeiten, etwa die Erstellung von AR- und VR-Anwendungen (Augmented Reality und Virtual Reality), wurde aufgrund der Notwendigkeit zur Komplexitätsreduktion und der zeitlichen Begrenzung des mediendidaktischen Inputs verzichtet. Zudem werden erweiterte Formen der Arbeit mit digitalen Medien im Masterstudiengang des Lehramts Biologie gesondert vermittelt. Im nächsten Schritt wurden aus fach- und mediendidaktischer Perspektive Kriterien zur Bewertung der Qualität digitaler Technologien zusammengestellt. Da die Kriterien länderspezifisch unterschiedlich ausfallen können, erfolgte eine Begrenzung auf deutschsprachige Quellen der letzten fünf Jahre, um der Dynamik der Entwicklung in diesem Feld Rechnung zu tragen. Alle Quellen wurden in die Daten- und Textanalysesoftware MAXQDA eingefügt und computergestützt deduktiv-induktiv ausgewertet. Die Entscheidung für die zum Rating zu berücksichtigenden Kriterien wurde konsensuell in der Arbeitsgruppe getroffen. Aus fachdidaktischer Perspektive wurden Qualitätskriterien für den naturwissenschaftlichen Unterricht aufgenommen (STEFFENSKY & NEUHAUS, 2018). Von der Vielzahl der kognitionspsychologischen Ansätze wurde die Cognitive Load Theory von CHANDLER und SWELLER (1991) berücksichtigt sowie das SAMR-Modell

(PUENTEDURA 2006; GRABNER, 2016). SAMR steht für Substitution, Augmentation, Modifikation und Redefinition und beschreibt die Potentiale digitaler Medien, die von der Ersetzung analoger Medien (Substitution) bis zur Schaffung gänzlich neuer Unterrichtsmöglichkeiten (Redefinition) reichen (KUHNS, ROPOHL & GROß, 2017). Im Projekt wird das Modell aufgrund seiner Popularität eingeführt trotz seiner Schwächen wie der fehlenden Kontextualisierung, des stark vereinfachenden Zugangs zur Nutzung digitaler Technologien über vier Stufen, dem eher technologie-, statt lernprozessorientierten Fokus und fehlender empirischer Fundierung (HAMILTON, ROSENBERG, & AKCAOGLU, 2016). Zur Analyse digitaler Technologien aus mediendidaktischer Perspektive wurde die Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) (MAYER, 2009) herangezogen.

Tabelle 1: Kriterien zur Bewertung des TPACK der Studierenden

Dimension / Kriterium	Qualitätskriterien von naturwissenschaftlichem Unterricht	Kognitionspsychologische Kriterien	Mediendidaktische Kriterien
PCK	Kognitive Aktivierung	Cognitive Load Theory	
	Inhaltliche Strukturierung		
TPK		SAMR-Modell	CTML
TPACK	Kriterienbasierte Begründung auf der Grundlage oben genannter Kriterien		

3.3 Formulierung der Aufgaben

Auf der Basis dieser ausgewählten Kriterien wurden für jede naturwissenschaftliche Domäne drei Aufgaben entwickelt. Alle Aufgaben beziehen sich in ihrem Aufgabenkontext auf ein Fachthema aus dem Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg (BILDUNGSPLAN, 2016). Jede Aufgabe ist aus drei Teilaufgaben zusammengesetzt, wobei Aufgabe 1 und 3 deklaratives TPACK erfordern. Die Inhalte von Aufgabe 1 werden im mediendidaktischen Input vermittelt und sollen in der Aufgabe reproduziert werden. Aufgabe 2 erfordert die Anwendung von TPACK, indem zu einem biologischen Beispielthema mit vorgegebener Zielsetzung Handlungsempfehlungen erarbeitet werden sollen. Aufgabe drei verlangt wiederum deklaratives Wissen zu TPACK, das nicht explizit in den Materialien des mediendidaktischen Inputs enthalten ist, sondern beispielsweise

über die Arbeit im Makerspace erlernt werden kann.

Tabelle 2: Exemplarischer Aufbau einer Aufgabe

<p><u>Aufgabe X - "Thema" im Biologieunterricht</u></p> <p>Aufgabekontext</p> <ol style="list-style-type: none">1. Definition und Nennungen (deklaratives Wissen)2. Begründete Empfehlungen (konkreter Wissenstransfer von TPACK)3. Allgemeine Potenziale und Nachteile (allgemeiner Wissenstransfer von TPACK)
--

Zur Eingrenzung der thematischen Vielfalt erfolgte eine Festlegung auf drei digitale Technologien, die für den Biologieunterricht als bedeutsam identifiziert wurden: die Produktion und Nutzung von Erklär- oder Lernvideos, die Nutzung von Messwerterfassungssystemen und die Nutzung von Animationen und Simulationen im Biologieunterricht, wobei die Definition von Messwerterfassung sowohl digitale Messgeräte und daran angeschlossene mobile digitale Endgeräte wie Tablets ebenso umfasst wie Datenbanken zur Artbestimmung (z.B. ID-Logics).

Tabelle 3: Aufgabenbeispiel

<p><u>Aufgabe A - Erklärvideos im Biologieunterricht</u></p> <p>Eine Biologielehrkraft möchte als nächstes das Thema „Immunbiologie“ in Klasse 9 unterrichten. Sie überlegt, ob sie die Schülerinnen und Schüler Erklärvideos zum Zusammenspiel zwischen Antigenen und Antikörpern erstellen lassen soll.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Erklären Sie zunächst allgemein, was Erklärvideos sind und welche Formen des Einsatzes im Unterricht dabei unterschieden werden können.2. Entwickeln Sie eine begründete Empfehlung für die Lehrkraft zum Einsatz von Erklärvideos für die zu Beginn genannte Zielsetzung. Gehen Sie in Ihrer Begründung auf <i>die für Sie relevanten Bewertungskriterien</i> ein.3. Wo sehen Sie allgemein weitere Potentiale, aber auch Nachteile, des Einsatzes von Erklärvideos im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht.
--

3.4 Entwicklung eines Kodierleitfadens

Tabelle 4: Aufbau des Scoring-Guide zum Raten der Evaluationsaufgaben

Aufg.	Konstrukte	Scoring			
		0	1	2	3
1	Definition & Beispiele	<u>max. 2 Punkte</u> , wenn Definition <u>und</u> Formen von Erklärvideos jeweils sinngemäß genannt werden			-
2	Anzahl genannter relevanter Qualitätskriterien guten Unterrichts	<u>max. 3 Punkte</u> , wenn <u>mindestens drei</u> relevante Qualitätskriterien genannt werden können, die beim Einsatz von Erklärvideos eine Rolle spielen			
	Korrekte Begründung für die Auswahl relevanter Unterrichtsqualitätskriterien	<u>max. 3 Punkte</u> , wenn die Auswahl der <u>drei oder mehr</u> zuvor korrekt genannten Qualitätskriterien guten Unterrichts korrekt begründet werden können			
	Nennung mediendidaktischer Bewertungskriterien	<u>max. 3 Punkte</u> , wenn <u>die drei</u> mediendidaktischen Bewertungskriterien korrekt auf das Aufgabenbeispiel transferiert werden (z.B. Aufg. A für SAMR: R)			
	Korrekte Begründung der kriterienbasierten mediendidaktischen Bewertung	<u>max. 3 Punkte</u> , wenn der Transfer der <u>drei</u> mediendidaktischen Bewertungskriterien auf das Aufgabenbeispiel korrekt begründet werden kann			
	Allgemeine Qualität der Begründungen	<u>max. 3 Punkte</u> , wenn die Begründungen nicht alltagsbasiert oder simplifiziert wissenschaftlich, sondern wissenschaftlich unter korrekter Verwendung des Fachvokabulars erfolgen (z.B. SAMR, Codierung)			
3	Potenziale und Nachteile des digitalen Mediums	<u>Jeweils max. 3 Punkte</u> , wenn weitere nachvollziehbare Potenziale & Nachteile genannt werden können			

Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt durch eine schriftliche Onlinebefragung. Somit liegt am Ende von jedem Studierenden jeweils ein Antwortenset vor, welches anschließend mit einem Kodierleitfaden hochinferent geratet und quantifiziert wird. Eingesetzt wird jeweils ein vierstufiges Kodierschema, das von 0 = keine Nennung eines Kriteriums bis 3 = vollständige Nennung aller relevanten Kriterien reicht.

3.5 Validierung der Aufgaben und des Kodierleitfadens in Experteninterviews

Die Aufgaben und der Kodierleitfaden wurden anschließend mit fünf Expertinnen und Experten aus mehreren Fachdisziplinen (Biologie, Chemie, Mathematik, Informatik, Psychologie) besprochen. Alle beteiligten Personen waren mit dem TPACK-Modell vertraut, verfügen über vielfältige schulische und hochschulische Lehrerfahrung und hatten zur Vorbereitung Einblick in den mediendidaktischen Input, der den Studierenden vorgelegt wird. Die Diskussion wurde entlang eines Interviewleitfadens geführt und war fokussiert auf forschungsmethodische Qualitätskriterien wie die Nachvollziehbarkeit und Vollständigkeit der Aufgaben, die inhaltliche Validität sowie die zugrundeliegende Quellenbasis (DÖRING & BORTZ, 2016). Anmerkungen zur sprachlichen und strukturellen Qualität sowie hinsichtlich der Passung zwischen Aufgabenitems, Analyseinstrument und dem mediendidaktischen Input wurden in der Weiterentwicklung der Aufgaben beachtet. Der multiperspektivische Blick durch die heterogene Auswahl der Fachexperten aus unterschiedlichen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen konnte eine ausreichend medienfachdidaktisch fokussierte Itemauswahl bestätigen. Diese ist vor allem im Hinblick auf den weiteren Forschungsverlauf bedeutsam, denn so sind die Aufgaben an angrenzende mathematisch-naturwissenschaftliche Fachbereiche anschlussfähig und adaptierbar. Im Zuge der Validierung konnten Schwachstellen in der Formulierung der Items lokalisiert und überarbeitet werden.

3.6 Inhaltliche Validierung der Aufgaben mit Peers

Die überarbeiteten Aufgaben wurden anschließend einer kleinen Anzahl (N = 5) an Studierenden vorgelegt. Diese sollten in dem für die Hauptstudie angesetzten Zeitraum von 60 Minuten die Aufgaben bearbeiten. Ziel war dabei die Weiterentwicklung des Analyseinstruments sowie die Optimierung der Aufgaben durch eine ergänzende kommunikative Validierung (DÖRING & BORTZ, 2016).

3.7 Pilotierung des Instrumentes und Triangulation

Im Sommersemester 2020 wurde der mediendidaktische Input, der Fragebogen zur TPACK-Selbsteinschätzung und der Leistungstest an Lehramtsstudierenden der Biologie (N= 45) der PH Weingarten pilotiert. Ergebnisse der Pilotierung werden im Sommer 2020 vorliegen. Erschwert wird die Pilotierung durch die Corona-Pandemie, durch die Angebote des mediendidaktischen Inputs ausschließlich im Online-Format stattfinden und der Zutritt zum Makerspace nur unter strengen Auflagen und in kleinen Gruppen möglich ist. Dies sind beides Faktoren, die eine Auswertung der Daten erschweren könnten.

4 Fazit und Ausblick

Eine der womöglich positiven Konsequenzen der Corona-Pandemie im Jahr 2020 kann darin bestehen, dass die Digitalisierung der Lehr- und Lernmittel in Deutschland, wenn auch unbeabsichtigt, stark beschleunigt worden ist. Dem nachfolgen muss eine beschleunigte Qualifikation der angehenden Lehrkräfte, die sie befähigt, digitale Technologien fach-, inhalts- und lernprozessadäquat einzusetzen. Das TPACK-Modell stellt hierfür ein theoretisches Fundament, das unter Berücksichtigung der aktuellen technologischen Entwicklung adaptiert und spezifiziert werden muss. Im Projekt TPACK 4.0 wird ein pädagogischer Makerspace etabliert und durch die Bearbeitung eines mediendidaktischen Inputs ergänzt, was zum Ziel hat, einen Beitrag für die Entwicklung von TPACK bei Lehramtsstudierende der Biologie zu leisten. Im Rahmen des Projektes wurden zwei Messinstrumente entwickelt, mit deren Hilfe das TPACK von Studierenden im Prä-Post-Design erfasst und eine Entwicklung beschrieben werden soll.

Dieses Projekt wurde vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Baden-Württemberg unter der Förderlinie digital@bw, Az.: 43-6700.-4/2/1/1 gefördert.

Zitierte Literatur

- AKYUZ, D. (2018). Measuring technological pedagogical content knowledge (TPACK) through performance assessment. *Computers & Education*, 125, 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.012>
- ANGELI, C., VALANIDES, N., & CHRISTODOULOU, A. (2016). *Theoretical considerations of Technological Pedagogical Content Knowledge*. In: HERRING, M. C., MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. [Hrsg.]: *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (Second edition). Routledge, 11–30.

- ARCHAMBAULT, L., & BARNETT, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers and Education*, 55(4), 1656-1662. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- BILICI, S.C., YAMAK, H., KAVAK, N., & GUZEY, S.S. (2013). Technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale (TPACK-SeS) for preservice science teachers: Construction, validation, reliability. *Eurasian Journal of Educational Research*, 52, 37-60.
- BLESCHKE, T., EHMKE, M., & SENKBEIL, M. (2001). *Typen von Lehrkräften beim schulischen Einsatz von Neuen Medien*. In: SCHUHMACHER, F. [Hrsg.]: *Innovativer Unterricht mit neuen Medien. Ergebnisse wissenschaftlicher Begleitung von SEMIK-Einzelprojekten* (S. 35-66). Gründwald: Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht.
- VAN BRAAK, J., TONDEUR, J., & VALCKE, M. (2004). Explaining different types of computer use among primary school teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 19, 407-422
- CHAI, C. S., KOH, J. H. L., & TSAI, C.-C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- CHAI, C. S., KOH, J. H. L., & TSAI, C.-C. (2016). *A Review of the Quantitative Measures of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. In: HERRING, M. C., MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. [Hrsg.]: *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (second edition), Routledge, 87-106.
- CHANDLER, P., & SWELLER, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62(2), 233-246.
- DROSSEL, K., EICKELMANN, B., SCHAUMBURG, H. & LABUSCH, A. (2019). *Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich*. In: EICKELMANN, B., BOS, W., GERRIK, J., GOLDHAMMER, F., SCHAUMBURG, H., SCHWIPPERT, K., SENKBEIL, M., VAHRENHOLD, J. [Hrsg.]: *ICILS 2018 #Deutschland. Computer und Informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann.
- DÖRING, N., & BORTZ, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Auflage). Springer.
- FRAUENHOFER IAO (2018). *Bedarf und Anforderungen von KMU in Baden-Württemberg an Makerspaces*. <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-487160.html>
- GRABNER, J. (2016). *5 Minuten für digitale Kompetenzentwicklung mit dem SAMR-Modell*. Zentrum für lernende Schulen, 51.
- GRAHAM, C.R., BORUP, J., & SMITH, N.B. (2012). Using TPACK as a framework to understand teacher candidates' technology integration decisions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 530-546.
- GRAHAM, C. R., BURGOYNE, N., CANTRELL, P., SMITH, L., ST. CLAIR, L., & HARRIS, R. (2009). Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 53(5), 70-79.
- HAMILTON, E. R., ROSENBERG, J. M., & AKCAOGLU, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: A Critical Review and Suggestions for its Use. *TechTrends*, 60(5), 433-441. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>
- HANDAL, B., CAMPBELL, C., CAVANAGH, M., PETOCZ, P., & KELLY, N. (2013): Technological Pedagogical Content Knowledge of Secondary Mathematics Teachers. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 13(1), 22-40.
- HARRIS, J., GRANDGENETT, N., & HOFER, M. (2010). *Testing a TPACK-based technology integration assessment instrument*. IN: MADDUX, C. D., GIBSON, D., & DODGE, B. [Hrsg.]: *Research highlights in technology and teacher education 2010*. Chesapeake, VA: Society for Information Technology and Teacher Education (SITE), 323-331.

- HOLDEN, H., & RADA, R. (2011). Understanding the Influence of Perceived Usability and Technology Self-Efficacy on Teachers' Technology Acceptance. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 343–367. <https://doi.org/10.1080/15391523.2011.10782576>
- KOEHLER, M. J., & MISHRA, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- KOH, J. H. L., CHAI, C. S., & TSAI, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563–573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00372.x>
- KUHN, J., ROPOHL, M., & GROß, J. (2017). *Fachdidaktische Mehrwerte durch Einführung digitaler Werkzeuge*. In: MEßINGER-KOPPELT, J., SCHANZE, S., & GROß, J. (2017) [Hrsg.]: *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen*, Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag, 11-32.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. (2017). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf
- KULTUSMINISTERKONFERENZ. (2019). Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2019/BS_190314_Empfehlungen_Digitalisierung_Hochschullehre.pdf
- KRAMARSKI, B., & MICHALSKY, T. (2009). Three metacognitive approaches to training preservice teachers in different learning phases of technological pedagogical content knowledge. *Educational Research and Evaluation*, 15(5), 465-485.
- KRAUSKOPF, K., ZAHN, C., & HESSE, F.W. (2012). Leveraging the affordance of YouTube: The role of pedagogical knowledge and mental models of technology functions for lesson planning with technology. *Computers & Education*, 58(4), 1194-1206.
- LEE, M.-H., & TSAI, C.-C. (2010). Exploring Teachers' Perceived Self Efficacy and Technological Pedagogical Content Knowledge with Respect to Educational Use of the World Wide Web. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 38(1), 1–21.
- LUKAS, S., MÜLLER, W., HUWER, J., DRÜKE-NOE, C., KOPPEL, I., REBHOLZ, S., STRATMANN, J., THEILMANN, F., & WEITZEL, H. (2019). Improving students' TPACK through learning labs: The implementation of IChemLab and STEAM Makerspace. *Proceedings of EDULEARN 2019, Palma de Mallorca, Spain*, 6718-6726. doi: 10.21125/edulearn.2019.1611. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.1611>
- MAX, A. L., SCHMOLL, I., UHL, P., HUWER, J., LUKAS, S., MUELLER, W., & WEITZEL, H. (2020). Integration of a teaching-learning Lab and a pedagogical Makerspace into a module for media Education for steam teacher students. *Proceedings of the INTED 2020, Valencia, Spain*, 2340-1079. doi 10.21125/inted.2020.0645
- MAYER, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- MOUZA, C., KARCHMER-KLEIN, R., NANDAKUMAR, R., YILMAZ OZDEN, S., & HU, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 71, 206–221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>
- MOUZA, C. (2016). *Developing and Assessing TPACK Among Pre-Service Teachers. A Synthesis of Research*. In: HERRING, M. C., MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. [Hrsg.]: *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (second edition). Routledge, 169– 190.
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG (2016). *Bildungsplan Sekundarstufe I Biologie*. <http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/BIO>

- MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. (2008). *Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge*. Annual Meeting of the American Education Association. 1–16. <https://pdfs.semanticscholar.org/cfc5/783601e9e5c541611fb5cbb20b8cc0d700dc.pdf>
- MISHRA, P., & KOEHLER, M. J. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- PUENTEDURA, R. (2006). *Transformation, technology, and education* [Blog post]. Retrieved from <http://hippasus.com/resources/tte/>.
- REDECKER, C. (2017). *European Framework for the Digital competence of educators*. DigCompEdu. (Policy Report EUR 28775 EN). Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/european-framework-digital-competence-educators-digcompedu>
- SCHMIDT, D. A., BARAN, E., THOMPSON, A., MISHRA, P., KOEHLER, M. J., & SHIN, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *JRTE*, 42(2), 123–149.
- SCHWANNEWEDEL, J. (2017). *Hauptsache digital?!*. *Unterricht Biologie* (427), 46–47.
- SEIDEL, T., PRENZEL, M., DUIT R., & LEHRKE, M. (Hrsg.) (2003). *Technischer Bericht zur Videostudie Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht*. Kiel: IPN
- SHINAS, V. H., YILMAZ-OZDEN, S., MOUZA, C., KARCHMER-KLEIN, R., & GLUTTING, J. J. (2013). Examining Domains of Technological Pedagogical Content Knowledge Using Factor Analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(4), 339–360. <https://doi.org/10.1080/15391523.2013.10782609>
- SHULMAN, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- STEFFENSKY, M., & NEUHAUS, B. J. (2018). *Unterrichtsqualität in der naturwissenschaftlichen Forschung*. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, ILKA., & SCHECKER, H. [Hrsg.]: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer, 299–313.
- VOOGT, J., FISSER, P., PAREJA ROBLIN, N., TONDEUR, J., & VAN BRAAK, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge - a review of the literature: Technological pedagogical content. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- WILDE, M., BÄTZ, K., KOVALEVA, A., & URHAHNE, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 15.
- WILLERMARK, S. (2017). Technological Pedagogical and Content Knowledge: A Review of Empirical Studies Published From 2011 to 2016. *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 315–343. <https://doi.org/10.1177/0735633117713114>
- YEH, Y., HSU, Y., WU, H., HWANG, F. & LIN, T. (2014). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK-practical) through the Delphi survey technique. *British Journal of Educational Technology*, 45, 707–722.

