

Alex Engelhardt und Jürgen Roth

Agiles Lernen im Lehr-Lern-Labor

Abstract

Agile Lernmethoden bieten das Potential, eine heterogene Studierendenschaft individuell zu fördern – insbesondere auch im Bereich digitaler Kompetenzen. Im Beitrag wird ein agiles Lehr-Lern-Labor-Seminar-Konzept vorgestellt, das im BMBF-geförderten Projekt WeLT (Webbasierte Lern-Tools für die Lehrerbildung) weiterentwickelt wurde. In diesem Seminar entwickeln, erproben und reflektieren Studierende in Kleingruppen digital angereicherte Lernumgebungen. Mit Hilfe der Methode des Just-in-Time-Teachings wird den Studierenden dazu über ein Learning-Management-System (LMS) individuelle Förderung und Schwerpunktsetzung ermöglicht. Im Rahmen des Beitrags werden das Seminarkonzept evaluiert und dabei folgenden Fragen beantwortet: (1) Inwiefern gehen Studierende bei der Evaluation des Seminars auf Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode ein? (2) Inwiefern verändert sich die digitale Kompetenz der Studierenden bezüglich des Einsatzes interaktiver Arbeitsblätter auf Basis von GeoGebra im Laufe des Seminars? (3) Worauf führen Studierenden ihren potentiellen Lernzuwachs zurück? Insgesamt zeigen Lernende einen Lernzuwachs bezüglich der Beurteilung von interaktiven Arbeitsblättern und geben an, dass sie dafür verschiedene Potentiale der agilen Methode und des Lehr-Lern-Labors-Settings verantwortlich machen. Sie führen insbesondere das im Rahmen des Lehr-Lern-Labor-Seminars umgesetzte formative Assessment als essentiell für den Lernerfolg an.

1. Einleitung

Agile Lehr- und Lernmethoden sind Methoden, die für die Hochschullehre entwickelt wurden und auf Praktiken aus der Softwareentwicklung zurückgehen. Im Zentrum steht die Orientierung an den Bedürfnissen der Lernenden. Dabei können angehende Lehrkräfte von der Befähigung zum lebenslangen Lernen profitieren (Konrad & Traub, 2018). Agile Methoden können Studierende in ihrem zukünftigen Alltag als Lehrkräfte selbst in allen Jahrgangsstufen anwenden (Arn, 2020). Gerade mit Blick auf die Heterogenität von Lernenden und die zu entwickelnden 21st Century Skills ist dies von Bedeutung. Unter dem Begriff 21st Century Skills werden Kompetenzen verstanden, die Lernende benötigen, um in einer global vernetzten Gesellschaft beruflich sowie privat agieren zu können. Eine gängige Reduktion davon ist das 4K-Modell: Kollaboration, Kommunikation, Kreativität und kritisches Denken (Siewert, 2021; Roth et al., 2023). Dementsprechend passt ein derartiger projektbasierter und individueller Ansatz auch für die Schule. So müssen die Lehrkräfte die Lernenden auf eine zukünftige Arbeitswelt vorbereiten, von der wir noch nicht wissen, wie sie aussehen wird.

Ein Aspekt, der für angehende Lehrkräfte mit Blick auf die Zukunft immer wichtiger wird, ist das Unterrichten von und mit digitalen Technologien. Aus diesem Grund widmet sich dieser Beitrag der Schnittstelle von agilem Lehren und Lernen

und dem Vermitteln von digitalen Kompetenzen. Dazu wird ein Lehr-Lern-Labor-Seminar untersucht, in dem Studierende digitale Lernumgebungen in Kleingruppen entwickeln, in denen interaktive Arbeitsblätter (Applets mit dazugehörigen Aufgabenstellungen) auf Basis des dynamischen Mathematik-Systems GeoGebra genutzt werden. Dabei lassen wir uns von folgenden Fragen leiten: (1) Inwiefern gehen die Studierenden bei der Evaluation des Seminars auf die Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode ein? (2) Welcher Lerneffekt wird bei Studierenden in Bezug auf das Beurteilen von interaktiven Arbeitsblättern auf Basis von GeoGebra sichtbar? (3) Inwiefern führen Studierende ihren potentiellen Lernfortschritt auf die Potentiale der agilen Methode zurück?

2. Agiles Lehren und Lernen

Beim agilen Lernen werden agile Prozesse aus der Softwareentwicklung für Lehr-Lern-Prozesse adaptiert. Bei der Softwareentwicklung handelt es sich um einen komplexen Prozess, der ein strukturiertes Vorgehen erfordert. Häufig müssen dabei Anpassungen durchgeführt werden, um (neue) Kund:innenerwartungen zu berücksichtigen oder unerwartet auftretenden Problemen zu begegnen. Im Vordergrund steht also die regelmäßige Anpassung an die Bedürfnisse der Kund:innen (Beck et al., 2001). Umgesetzt wird dies durch Kommunikation und das regelmäßige Einholen von Feedback in einem iterativen Prozess. Unter anderem diese Aspekte wurden 2001 von Beck und Kolleg:innen zum Agilen Manifest zusammengetragen, das als Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung von Softwareentwicklungsprojekten gilt.

2.1 Was ist agiles Lehren und Lernen?

Agiles Lehren und Lernen überträgt viele Aspekte aus dem Agilen Manifest der agilen Softwareentwicklung in Lehr-Lern-Prozesse (Chun, 2004). Diese können für Lehr-Lern-Prozesse fruchtbar gemacht werden, weil diese viele Parallelen zu Softwareentwicklungsprozessen aufweisen. In beiden Prozessen stehen sich zwei Lager gegenüber, die a) teilweise widersprüchliche Interessen haben und b) mit einer zeitlichen Begrenzung für die Umsetzung ihrer Prozesse umgehen müssen. Deshalb müssen die Prozesse c) gut strukturiert und geplant werden. Um auf die Bedürfnisse und die Individualisierung einzugehen werden die Prozesse d) mit kontinuierlichem Feedback von beiden Parteien angereichert (Chun, 2004).

Im Lehr-Lern-Prozess nehmen die Studierenden in dieser Sichtweise also die Rolle der Kund:innen ein und Lehrende fungieren als Entwickler:innen. In iterativen Zyklen kommen den beiden Parteien unterschiedliche Aufgaben zu (vgl. Abb. 1).

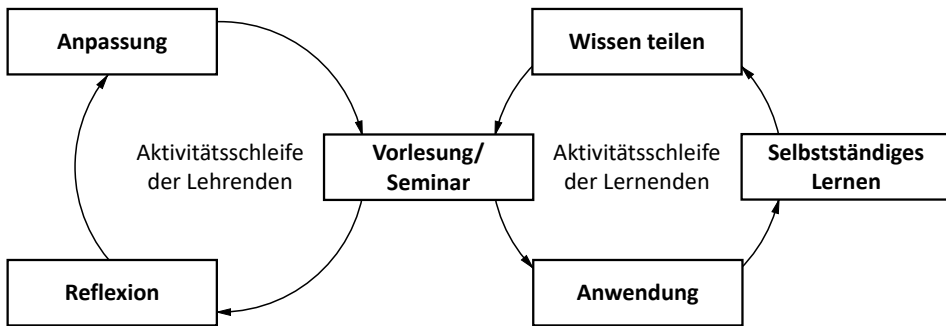


Abbildung 1: Aktivitätsschleifen von Lehrenden und Lernenden im agilen Lehr-Lern-Prozess (in Anlehnung an Chun, 2004, S. 14)

Im Zentrum des Modells steht die *Kontaktzeit (Vorlesung/Seminar)* von Lehrenden und Studierenden. Die einzelnen Iterationen finden zwischen diesen Terminen statt. Nach einer Kontaktzeit *reflektiert* die Lehrperson ihre eigene Leistung während der letzten Sitzung sowie die Lernbedürfnisse und -fortschritte der Studierenden. Ziel dieser Phase ist die Reflexion der eigenen Lehrpraxis und die zum Lernstand der Studierenden passgenaue Vorbereitung der nächsten Sitzung. Die spontane und adressatengerechte *Anpassung* des Inhalts bildet die nächste Phase der Aktivitätsschleife der Lehrperson.

Die erste Phase der Aktivitätsschleife der Lernenden nach der Kontaktzeit ist die *Anwendung* des neu erworbenen Wissens (am besten in Rahmen möglichst offener Aufgaben). Neben diesen Aufgaben stellt die Lehrperson weitere Aufgaben für das *selbstständige und individuelle Lernen*, die Studierende schrittweise dazu befähigen sollen, ihre eigenen Lernprozesse selbstständig zu steuern sowie eigenständig Ressourcen zu identifizieren, die ihr Lernen unterstützen können. Chun (2004) erachtet diese Vorbereitung zum lebenslangen Lernen als einen der wichtigsten Bestandteile des agilen Lehrens und Lernens. In der Phase *Wissen teilen* wird den Lernenden dann Zeit eingeräumt, um sich mit den anderen Lernenden über ihr selbstständig erworbenes Wissen auszutauschen. Ein Beispiel für die Umsetzung dieser Zyklen (Aktivitätsschleifen) findet sich in Kapitel 3.2.

2.2 Just-in-Time-Teaching

Das Just-in-Time-Teaching (JiTT) ist eine Umsetzungsvariante von agilen Lehr-Lern-Methoden und setzt insbesondere auf intensives Feedback in der Lehre (Novak, 2011). Dazu werden den Studierenden vor jeder Sitzung vorbereitende Aufgaben oder Materialien zur Verfügung gestellt. Die Lehrperson hat dann die Möglichkeit sich die Ergebnisse oder aufgekommene Fragen der Studierenden in Vorbereitung auf die Präsenzveranstaltung „just-in-time“ anzuschauen, um auf dieser Grundlage die kommende Präsenzsitzung auszugestalten. Bei Chun (2004) findet sich dies unter den Punkten *Reflexion* und *Anpassung*. Für die Studierenden hat dies den Vorteil, dass

sie individuell Rückmeldung zu ihrem aktuellen Lernstand bekommen (Meissner & Stenger, 2014) und in der Präsenzzeit effektiv an für sie relevanten Themen arbeiten können. Die Besonderheit bei JiTT ist, dass die Aktivitätsschleifen nach Chun (2004) aufgebrochen werden. Dadurch kann die Lehrperson bereits vor dem Präsenztermin reagieren, da sie Einblick in Teile des Bearbeitungszyklusses der Lernenden bekommt (vgl. Abb. 2).

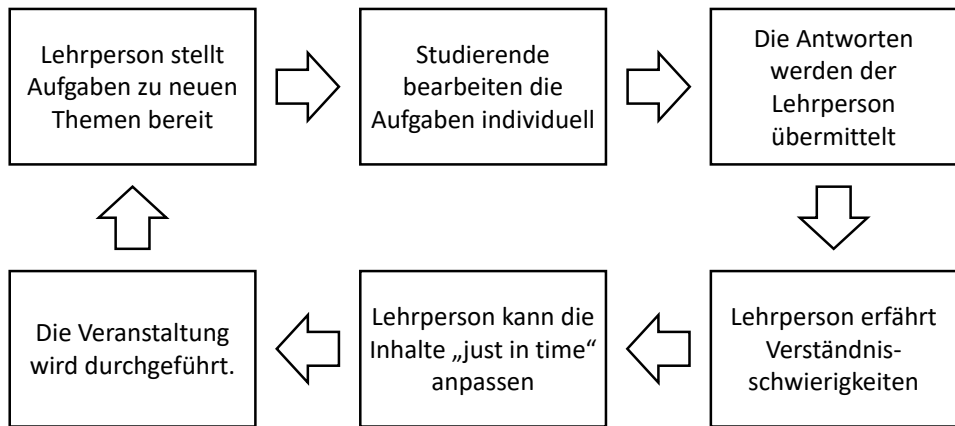


Abbildung 2.: Ablauf von JiTT (in Anlehnung an Meissner & Stenger, 2014, S. 123)

Studierende erleben diese Vorgehensweise als sehr positiv, da sie sich dadurch selbst besser einschätzen können (Stelzer et al., 2009). Andere Studien zu JiTT konnten zeigen, dass durch die Methode die Lernergebnisse der Studierenden verbessert werden konnten (Gavrin et al., 2003; Marrs & Novak, 2004; Formica et al., 2010). Allerdings ist dazu kritisch anzumerken, dass diese Ergebnisse größtenteils durch Auswertungen von Prüfungen bzw. Tests und nicht prozessbegleitend erfolgt sind. Darüber hinaus ist bei dieser Ausgestaltung von Lehrveranstaltungen mit einem erhöhten Arbeitsaufwand für Lehrpersonen und Studierende zu rechnen (Gavrin, 2006). Tab. 1 fasst die in diesem Kapitel dargestellten Potentiale und Herausforderung von JiTT zusammen.

Tabelle 1: Potentiale und Herausforderungen von JiTT

Potentiale	Herausforderungen
Formatives Assessment	Hohes Engagement der Studierenden notwendig
Individualisierung	Mehraufwand für Studierende
Lernendenzentrierung	Mehraufwand für Dozierende
Befähigung zum lebenslangen Lernen	
Lernwirksam	
Kollaboration	

3. Agiles Lernen im Lehr-Lern-Labor an der RPTU in Landau

3.1 Das Lehr-Lern-Labor-Seminar an der RPTU in Landau

Im Lehr-Lern-Labor-Seminar an der RPTU in Landau entwickeln, erproben und reflektieren Studierende des Lehramts Mathematik für die Sekundarstufen digital angereicherte Lernumgebungen. Somit bietet das Seminar den Studierenden in einem geschützten und komplexitätsreduzierten Setting Praxiserfahrung. Die Vorgaben für die zu entwickelnde Lernumgebung orientieren sich dabei an der Definition einer Lernumgebung nach Roth (2022):

Lernumgebungen

- Bilden den Rahmen für das selbstständige Arbeiten (bei uns in Vierer-Lerngruppen),
- Regen Lernende zu Prozessen aktiver Wissenskonstruktion an,
- Orientieren sich am Aufbauen von Grundvorstellungen,
- Organisieren und regulieren den Lernprozess über ein Netzwerk von Aufgabenstellungen, die
 - durch Leitgedanken inhaltlich aufeinander bezogen sind,
 - hinreichend offen sind, um differenzierend zu wirken,
 - bzgl. des zu erarbeitenden Inhalts sowie der intendierten Lernprozesse sinnvoll strukturiert sind, sowie
 - Aufforderungen zur Dokumentation der Vorgehensweisen und Ergebnisse enthalten,
- umfassen geeignete Medien und Materialien für die aktive und vielfältige Auseinandersetzung mit einem inhaltlichen Phänomen,
- fordern zur Kommunikation und Reflexion über das Erarbeitete heraus,
- bieten bei Bedarf individuell abrufbare Hilfestellungen sowie die Möglichkeit der Ergebniskontrolle.

Eine derartige Lernumgebung wird als digital angereichert bezeichnet,

- wenn digitale Medien einen entscheidenden Einfluss auf die Wissenskonstruktion haben (z. B. über interaktive nutzbare Applets).

Daraus leiten sich die Vorgaben an die Studierenden ab: a) ein Arbeitsheft zu erstellen, das die Lernende durch Aufgabenstellungen durch die Lernumgebung führt; b) ein Hilfeheft zu gestalten, in dem Lernende bei Bedarf Hilfestellungen einsehen können; c) mindestens ein interaktiv nutzbares Arbeitsblatt auf Basis von GeoGebra in die Lernumgebung zu integrieren.

An dieser Stelle sei uns eine Anmerkung gestattet: Uns ist bewusst, dass der Einsatz von digitalen Medien kein Selbstzweck sein darf. Damit jedoch alle Studierenden damit konfrontiert werden, mit digitalen Medien zu unterrichten, haben wir uns dennoch zu obiger Vorgabe entschieden. Unsere Erfahrungen aus vorherigen Semestern haben gezeigt, dass andernfalls nur die Studierenden GeoGebra nutzen, die

bereits vor dem Seminar eine hohe Affinität dazu hatten. Außerdem bieten Applets auf Basis von GeoGebra häufig das Potential Grundvorstellungen aufzubauen (Barzel & Greefrath, 2015), weshalb sie gut ins Setting des Mathematik-Labors passen. Der Einsatz anderer digitalen Medien ist optional, wird aber häufig genutzt.

Das Lehr-Lern-Labor-Seminar ist Teil der Masterstudiengänge im Lehramt Mathematik für Sekundarstufen, sodass die Studierenden die benötigten fachdidaktischen Inhalte bereits aus anderen fachdidaktischen Veranstaltungen kennen. Es erstreckt sich über zwei Semester. Im ersten Semester werden digital angereicherte Lernumgebungen entwickelt und im zweiten Semester werden diese mit Schulklassen oder Oberstufenkursen erprobt, reflektiert und auf dieser Basis werden die Materialien der Lernumgebungen weiterentwickelt. Das Konzept des Lehr-Lern-Labor-Seminars wird im Folgenden detaillierter beschrieben.

Zu Beginn des ersten Semesters werden für alle Studierende gemeinsame Grundlagen erarbeitet. Aus diesem Grund finden agile Methoden hier noch keine Anwendung. In dieser ersten Phase

- machen sich die Studierenden mit der Arbeitsweise des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ vertraut, in dem sie wie Schüler:innen eine existierende Lernumgebung durcharbeiten und danach Videos von Schüler:innenbearbeitungen dazu ansehen,
- wiederholen sie das zur Entwicklung der intendierten Lernumgebung notwendige inhaltliche fachdidaktische Wissen und Fachwissens, bzw. frischen ihre entsprechenden Kenntnisse auch mit Hilfe von Literatur auf und vertiefen sie,
- erhalten die Studierenden grundlegenden Input zu Potential, Nutzen, Einsatzszenarien und Bedienung von GeoGebra.

3.2 Das agile am Seminar

Nachdem die gemeinsame Basis gelegt wurde, beginnt die Arbeit an der eigenen digital angereicherten Lernumgebung. Diese besteht aus mehreren Teiletappen, im agilen Terminus auch „Sprints“ genannt. Die Arbeit in Sprints kann die Studierende auf das hohe Maß an Selbstorganisation vorbereiten, indem sie eine frühzeitige und transparente Orientierung des zeitlichen Rahmens geben (Arn, 2020). Am Ende des ersten Sprints sollen die Studierenden eine Aufgabensequenz abgeben und erhalten dazu Feedback. Auf Basis dieser Abgaben gibt es in der nächsten Präsenzsitzung passgenauen Input. Wie das aussehen kann, zeigen folgende Beispiele.

3.2.1 Umsetzungsbeispiel: Hilfeheft und gestufte Hilfestellungen

Nach dem ersten Sprint gibt eine Gruppe die erste Aufgabe ihrer digitalen Lernumgebung inklusive Hilfeheft ab. Während der *Reflexion* erkennt die Lehrperson, dass die Hilfestellungen im Sinne von Zech (1998) nur aus inhaltlichen Hilfen besteht oder sogar direkt (Teil-)Lösungen durch sie vorgegeben werden. Eine sinnvolle gestufte

Hilfestellung hingegen sollte sich zunächst an allgemein-strategischen oder dann inhaltsorientierten-strategischen Hilfen (Zech, 1998) orientieren und danach erst inhaltliche Hilfestellungen anbieten, damit die Lernenden sich die Inhalte möglichst selbstständig erarbeiten. Aus diesem Grund *passt* die Lehrperson die nächste Präsenzsitzung ihre Veranstaltung an den erkannten Bedarf *an*. Dementsprechend gibt es in der folgenden *Kontaktzeit* (für diese Gruppe) einen Input zum Thema Hilfestellung und formatives Assessment. Bis zur nächsten *Kontaktzeit* sollen die Studierenden auf dieser Basis in der Anwendung an den eigenen Hilfestellungen arbeiten. Parallel dazu findet das *selbstständige und individuelle Lernen* statt. Anders als im Modell vorgesehen finden diese Phasen nicht nacheinander statt. Die Studierenden sollen vielmehr im Wechselspiel mit der *Anwendung* weiterführende Texte zur Gestaltung von Hilfestellungen recherchieren, lesen und auf die von ihnen gerade entwickelte Lernumgebung anwenden. Das *Wissen teilen* findet dann im Rahmen der nächsten *Kontaktzeit* statt, in der die Gruppe ihre neuen Hilfestellungen präsentieren und deren Konzeption erläutern.

3.2.2 Umsetzungsbeispiel: Software H5P

Eine Gruppe äußert, dass sie zum Einstieg ihrer digitalen Lernumgebung ein Video nutzen wollen. Das Video sollte im besten Fall interaktiv sein, aber die Studierenden wissen nicht, wie sie das technisch umsetzen könnten (der JiTT-Kreislauf startet so gesehen im Punkt „Lehrkraft erfährt Verständnisschwierigkeiten“). Nun hat die Lehrperson die Möglichkeit die Inhalte der nächsten Sitzung so just-in-time anzupassen, dass diese Gruppe hierzu Input bekommt. In diesem Beispiel könnte das ein kurzer Input zu Folgendem sein:

- Wie kann man Videos und Bildschirmaufnahmen erstellen?
- Mit welchen OER-Videoschneidetools kann wie gearbeitet werden?
- Welche Länge sollte ein Video nicht überschreiten?
- Welche Funktionen kann ein interaktives Video innerhalb einer Lernumgebung haben und an welchen Stellen bietet sich die Einbettung eines Videos in einer Lernumgebung an?
- Welche Möglichkeiten bietet H5P?
- Wie können H5P-Inhalte mit Hilfe der Open-Source-Software Lumi H5P Editor erstellt werden?

Die Videoaufzeichnungen zu diesen JiTT-Angeboten werden zusammen mit dem zugehörigen Folienskript anschließend im Kursbereich des Learning-Management-System (LMS), in unserem Fall OLAT, für alle Kursteilnehmer:innen zur individuellen, asynchronen Nutzung bereitgestellt. So können die Studierenden im weiteren Verlauf der Arbeit an ihren Lernumgebungen darauf zurückgreifen. Davon können auch andere Gruppen profitieren, falls diese später zu einem ähnlichen Aspekt Fragen haben. Über das Semester hinweg entsteht so eine Vielzahl an Kurzinputs, die im LMS-Kursbereich nach Bedarf individuell abgerufen werden können.

3.3 Das LMS zum Seminar

Das LMS spielt im Konzept des Lehr-Lern-Labor-Seminars eine wichtige Rolle. Die Struktur von JiTT ähnelt anderen aufkommenden Konzepten wie flipped bzw. inverted Classroom, in denen die Studierenden sich die Inhalte selbst vor der Präsenzveranstaltung erarbeiten. Die Kontaktzeit dient dann der vertieften Auseinandersetzung mit den und der Reflexion der Inhalte (Meissner & Stegner, 2014). Somit ist der Kurs immer die erste Anlaufstation für die Studierenden. Darüber hinaus dient ein Terminkalender-Element durch eine transparente Darstellung der Erwartungen und der Deadlines dazu, die Studierenden bei ihrem Zeitmanagement zu unterstützen (Arn, 2020).

4. Digitale Kompetenzen

Um digitale Lernumgebungen zu entwickeln und mit diesen zielführend zu unterrichten, benötigen die Studierenden fachbezogene, digitale Kompetenzen. Analog zu anderen Bereichen der Lehrkräfteprofessionalisierung wird auch im Bereich des Unterrichtens mit und von digitalen Technologien von Kompetenzen gesprochen (Scheiter, 2021). Damit einher geht die Einsicht, dass ein reiner Fokus auf das benötigte Professionswissen seitens der Lehrkräfte nicht für das Unterrichten mit digitalen Technologien ausreicht, obgleich sie ein Hauptgrund für den Erfolg im Unterrichten mit digitalen Technologien bildet (Angeli & Valanides, 2009). So zeigen diverse Studien, dass die persönliche Einstellung und Überzeugung der Lehrkräfte den Einsatz ebenfalls beeinflussen (Ertmer et al., 2015).

Die Kompetenzforschung geht davon aus, dass fachbezogene digitale Kompetenzen sowie persönliche Einstellungen und Überzeugungen der Lehrkräfte die benötigten kognitiven und affektiv-motivationalen Dispositionen im (digitalitätsbezogenen) Kompetenzmodell abbilden (Blömeke et al., 2015). Blömeke und Kollegen (2015) modellieren die Kompetenz als Kontinuum, ausgehend von den kognitiven und affektiv-motivationalen Fähigkeiten über situationsspezifische Fertigkeiten bis hin zur unterrichtlichen Performanz. Die situationsspezifischen Fertigkeiten sind dabei ein vermittelnder Prozess, der aus eng mit dem Lehrberuf verbundenen Tätigkeiten besteht und in dem die kognitiven und affektiv-motivationalen Fähigkeiten angewandt werden. Dabei handelt es sich um die Fähigkeiten zur Wahrnehmung und Interpretation von Unterrichtssituationen sowie zur dazu passgenauen professionellen Handlungsplanung für den und im Unterricht. Das kompetente Handeln äußert sich letztlich in der Performanz der Lehrkräfte. Neuere Adaptionen des Modells integrieren die Perspektive der Lernenden. So zeigt sich der Kompetenzzuwachs der Lehrenden in der Unterrichtsqualität und demzufolge auch in den Lernerfolgen von Schüler:innen (Kaiser & König, 2020).

Eine derartige Erweiterung des Modells von Blömeke und Kollegen (2015) stellt auch das *Kompetenzmodell für Lehrende mit Blick auf die Zukunft des MINT-Lernens* von Roth und Kolleg:innen (2023) dar (vgl. Abb. 3). Das Besondere daran ist

neben der Inkludierung der Lernenden auch, dass die kognitiven Dispositionen mit Blick auf den Einsatz digitaler Technologien nicht nur aus dem auf Shulman (1986) zurückgehende Professionswissen besteht. So finden sich neben dem pädagogischen Wissen (PK), dem Fachwissen (CK) und deren Schnittmenge das fachdidaktische Wissen (PCK) weitere benötigte Wissensfacetten aus dem TPACK-Modell.

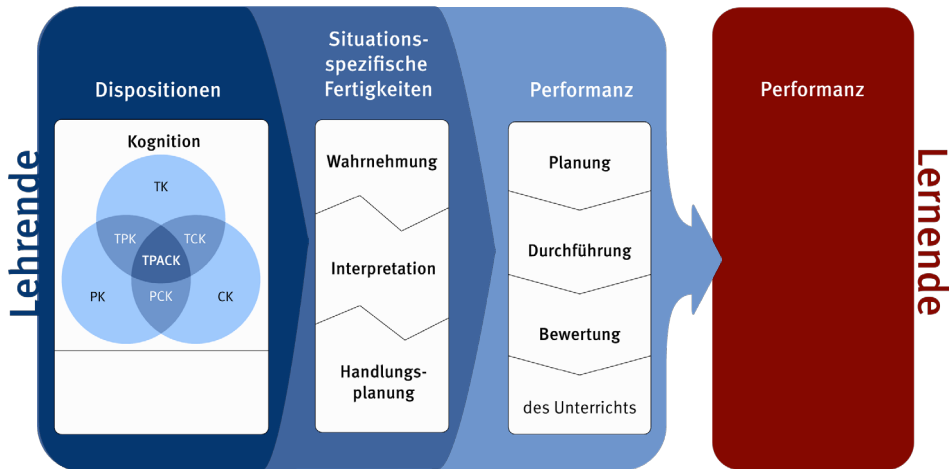


Abbildung 3: Kompetenzmodell für Lehrende mit Blick auf die Zukunft des MINT-Lernens (vgl. Roth et al., 2023)

Mishra und Koehler (2006) erweitern mit Blick auf den Einsatz digitaler Technologien Shulmans (1986) Konzeptualisierung um das technologische Wissen (TK) sowie den neu resultierenden Schnittmengen technologisch-pädagogisches Wissen (TPK), technologiebezogenes Fachwissen (TCK) und dem aus fachdidaktischer Sicht besonders interessanten technologisch-pädagogischen Inhaltswissen (TPACK). Damit schaffen Roth und Kolleg:innen (2023) einen umfassenden Rahmen der digitalen Kompetenz. Im Kontrast dazu beschränken sich viele Studien bezüglich Digitalisierung auf die kognitive Dimension bzw. setzen diese mit der digitalen Kompetenz gleich. Insbesondere das TPACK-Rahmenmodell wird in der Forschung am häufigsten rezipiert und bisweilen mit digitalen Kompetenzen gleichgesetzt (Petko, 2020). Umso erstaunlicher ist es, dass dieses Modell theoretisch und empirisch Probleme aufweist. Mishra und Koehler (2009) gehen selbst darauf ein, dass es sich bei TK um eine fließende Komponente handelt und die Wissensdomänen deshalb bisweilen nicht trennscharf sind. Auf empirischer Seite dominieren Selbstauskünfte als Erhebungsinstrumente (Schmidt et al., 2009), denen häufig eine inhaltliche Anbindung fehlt (Drummond & Sweeney, 2017). Dadurch wird anstelle von Wissen oft eher die Selbstwirksamkeitsüberzeugung erhoben (Bandura, 1977). Aus diesen Gründen entwickelten sich in der Literatur insbesondere zwei Lesarten des TPACK-Modells, nämlich (1) transformativ als ein eigenständiges und separat erwerbbares Wissenskonstrukt sowie (2) integrativ als Zusammenspiel der drei Wissenskomponenten (Voogt et al., 2013).

Mit Blick auf die Lehrkräftebildung ist von besonderem Interesse, wie TPACK entwickelt wird. Bis heute orientiert sich die universitäre Lehramtsbildung in Deutschland größtenteils an Shulmans (1986) Konzeptualisierung des Professionswissens von Lehrkräften, bestehend aus pädagogischem Wissen (PK), Fachwissen (CK) und fachdidaktischen Wissen (PCK). Aus der integrativen Sichtweise wäre es ausreichend, in der Lehrkräftebildung die Komponente TK zum bestehenden Curriculum hinzuzufügen, während aus der transformativen Sichtweise TPACK explizit vermittelt werden müsste (Petko, 2020). Im Rahmen des Lehr-Lern-Labor-Seminars orientieren wir uns an der transformativen Sichtweise, denn wir gehen davon aus, dass die Digitalisierung vom Fach ausgehen sollten. Dementsprechend beeinflusst der fachliche Inhalt, inwiefern und ob digitale Technologien genutzt werden können. Dieses Wissen muss unseres Erachtens explizit vermittelt werden und zwar für jeden fachlichen Inhalt und jedes digitale Medium gesondert.

5. Forschungsfragen

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Weiterentwicklung des Lehr-Lern-Labor-Seminars. Vor diesem Hintergrund werden hier drei Forschungsfragen bearbeitet.

Da die Studierenden die Kund:innen im agilen Lehr-Lern-Prozess sind, ergibt sich die erste Forschungsfrage aus unserem Interesse an deren Wahrnehmung der agilen Umsetzung.

- 1) Inwiefern gehen die Studierenden bei der Evaluation des Seminars auf die Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode ein?

Während es bereits einige Studien gibt, die theoretische Potentiale mit der Wahrnehmung der Studierenden abgleichen, soll die vorliegende Studie neben einem konfirmatorischen auch einen explorativen Anteil haben. Aus dem Ziel den Lerneffekt der Studierenden bezüglich ihrer digitalen Kompetenz im Umgang mit interaktiven Arbeitsblättern auf Basis von GeoGebra zu untersuchen, folgt die zweite Forschungsfrage.

- 2) Welcher Lerneffekt wird bei Studierenden in Bezug auf das Beurteilen von interaktiven Arbeitsblättern auf Basis von GeoGebra sichtbar?

Die dritte Forschungsfrage knüpft an die beiden ersten Forschungsfragen an:

- 3) Inwiefern führen die Studierenden ihren potentiellen Lernfortschritt auf die Potentiale der agilen Methode zurück?

6. Methodik

Das oben dargestellte Lehr-Lern-Labor-Seminar wurde im Wintersemester 21/22 evaluiert. Dabei wurden alle Teilnehmenden des Seminars ($n = 12$) untersucht. Wir haben uns auf den ersten Teil des Seminars beschränkt, da eine Erprobung der digitalen Lernumgebungen aufgrund von Schulschließungen und Home-Schooling im Zuge der Corona-Pandemie nicht planbar gewährleistet werden konnte.

6.1 Datenerhebung

Zur Beantwortung der ersten und dritten Forschungsfrage wurden die Studierenden in schriftlichen Evaluationen des Seminars in offen Antwortformaten gefragt, 1) was sie besonders gut am Seminar fanden, 2) was sie schlecht bzw. verbesserungswürdig am Seminar fanden und 3) welche Aspekte des Seminars ihren Lernzuwachs am meisten beeinflusst haben. Darüber hinaus gab es geschlossene Items die z. B. den zeitlichen Arbeitsaufwand der Studierenden adressierten. Um den Lerneffekt der Studierenden bezüglich des Einsatzes von interaktiven Arbeitsblättern sichtbar zu machen, wurde den Studierenden zu jeweils drei Zeitpunkten ein interaktives Arbeitsblatt (zu funktionalen Zusammenhängen) auf Basis von GeoGebra vorgelegt, das sie mittels lauten Denkens im Hinblick auf den Einsatz im Unterricht beurteilen sollten. Zwar resultieren beim lauten Denken nicht immer logische und gut strukturierte Äußerungen, aber das Gesprochene spiegelt Ausschnitte von Denkhandlungen wider, die Aufschluss über kognitive Prozesse geben (Sandmann, 2014). An die Phase des lauten Denkens schloss sich jeweils ein halbstrukturiertes Interview an, in dem auf unklare Äußerungen der Studierenden eingegangen wurde. Da *alle* Studierenden im Rahmen des Seminars mit GeoGebra konfrontiert wurden, bezogen sich die Fragen nur auf dieses Medium. Beurteilungen unterschiedlicher, gruppenspezifischer Medien hätten einen Vergleich zwischen den Studierenden erschwert oder sogar unmöglich gemacht.

6.2 Datenauswertung

Alle entstandenen Daten werden mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Zur Beantwortung der ersten und dritten Forschungsfrage werden die im Kapitel 1.2 vorgestellten Potentiale und Herausforderungen als Auswertungskategorien deduktiv angelegt. Diese wurden um die Kategorien LMS und Lernatmosphäre ergänzt. Auch wenn es sich beim LMS nicht um ein Potential oder eine Herausforderung handelt, wurde es als ein tragender Umsetzungsfaktor der agilen Methode berücksichtigt. Für Forschungsfrage drei wurden ebenfalls die Potentiale aus Kapitel 1.2 deduktiv angelegt. Ergänzt wurden sie induktiv durch alle nicht auf die agile Methode zurückführbaren Gründe für den Lernzuwachs. Dadurch kann der Effekt der agilen Methode im Kontrast zum Gesamtsetting besser eingeschätzt werden.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage werden alle Aussagen der Studierenden bei der Beurteilung der interaktiven Arbeitsblätter zu funktionalen Zusammenhängen mit zwei Codes kodiert. Zum einen wird das nach der transformativen Sichtweise des TPACK-Modells dominante Wissen in einer Aussage kodiert. Zum anderen wird kodiert in welcher situationsspezifischen Fertigkeit nach dem Kompetenzmodell von Blömeke und Kollegen (2015) dieses Wissen angewandt wird. Daraus resultiert folgendes Kategoriensystem (vgl. Tab. 2).

Die Anpassung des Kategoriensystems situationsspezifische Fertigkeiten ergab sich aufgrund der Problematik, dass im Kontext Interpretieren und Handlungsalternative formulieren nicht möglich ist, ohne vorher etwas wahrzunehmen. Aus diesem Grund hat sich induktiv gezeigt, dass die Kategorie „Beschreibung“ treffend ist. Statt der Interpretation hat sich in den Daten gezeigt, dass eine feinere Unterscheidung notwendig ist.

Tabelle 2: Vereinfachte Darstellung der Kategoriensysteme

Dominantes Wissen	
Hauptkategorie	Unterkategorie
PCK	Lernzieldienlichkeit
	Lernendenvorstellung
	Darstellungsformen
	Aufgabenstellungen
	Hilfestellungen
TPACK	Potential des Medieneinsatzes
	Interaktivität
TPK	Multimediale Gestaltungsprinzipien
Situationsspezifische Fertigkeiten	
Beschreibung	
Wertung	
Begründung	
Handlungsalternative	

Wie bei Sherin und van Es (2009) konnte die Interpretation unterschieden werden in eine Bewertung bzw. subjektive Beschreibung sowie eine (umfassende) Begründung einer Einschätzung. Da diese beiden Stufen eine unterschiedliche kognitive Qualität aufzeigen, wurde die Hauptkategorie Interpretation in die beiden Kategorien Wertung und Begründung aufgeteilt.

7. Ergebnisse

7.1 Ergebnisse bezüglich der wahrgenommenen Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode

In Tab. 3 wird deutlich, dass die Studierende von sich aus wenig auf die Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode eingehen. Lediglich das formative Assessment wurde von mehr als einer Person genannt.

Tabelle 3: Anzahl kodierter Einheiten bezüglich der Potentiale und Herausforderungen

	Kategorie	Unterkategorie	Nennungen
Potentiale der agilen Methoden	Formatives Assessment	Expert:innen	3
		Peer	1
	Selbstständiges Arbeiten (in Gruppen)		1
	JiTT-Angebote		0
	LMS		2
Herausforderungen der agilen Methode	Erhöhter zeitlicher Aufwand		0

Negativ angebracht wurde stattdessen von einem Studierenden die Übersichtlichkeit des OLAT-Kurses. Es wurde geäußert:

„Teilweise (...) war dieser Kurs etwas unübersichtlich, sodass es zu Beginn etwas schwer fiel sich zurechtzufinden, aber mit etwas Übung war dies dann problemlos möglich“ (anonym)

Im Gegensatz äußert sich eine andere Person besonders positiv über den OLAT-Kurs und lobt die Reichhaltigkeit und die Übersichtlichkeit. Der erhöhte Zeitaufwand wurde in dem offenen Format von keinem Studierenden negativ angeführt. In den geschlossenen Items sieht das für vereinzelte Studierende anders aus (vgl. Tab. 4). Sieben Studierende schätzen den Arbeitsaufwand als (eher) angemessen. Drei Studierende lehnen diese Aussage eher ab. Im Verhältnis zum Lernerfolg schätzen jedoch alle zehn Studierende den Arbeitsaufwand als (etwas) zu hoch ein.

Tabelle 4: Geschlossene Items bezüglich des zeitlichen Arbeitsaufwands

Item und Skalierung (n=10)	0	1	2	3	4	5
Ich empfinde den von mir in dieser Lehrveranstaltung zu erbringenden Arbeitsaufwand als angemessen (von 0 trifft gar nicht zu bis 5 trifft voll zu).	0	2	1	0	4	3
Aufwand an Zeit und Arbeit waren im Verhältnis zum Lernerfolg bzw. zu den inhaltlichen Zielen meines Erachtens ... (von 0 zu niedrig bis 5 zu hoch)	0	0	0	6	4	0

Ein weiteres Item gibt Aufschluss über den Arbeitsaufwand für das Seminar. Das Seminar ist vierstündig angesetzt. In Tab. 5 findet sich die Angabe der wöchentlichen Arbeitszeit der Studierenden laut eigenen Angaben. Während der Großteil der Studierenden vier bis fünf Stunden in der Woche in das Seminar investiert haben, gibt es auch jeweils eine Person, die sechs, sieben oder acht Stunden die Woche Arbeitsaufwand für das Seminar hatten. Wozu es keine Daten gibt, ist der zeitliche Aufwand seitens der Dozierenden.

Tabelle 5: Zeitlicher Arbeitsaufwand der Studierenden für das Seminar

Zeitstunden pro Woche	4	5	6	7	8
Anzahl Nennungen	2	4	1	1	1

7.2 Ergebnisse bezüglich des Lerneffekts im Beurteilen von interaktiven Arbeitsblättern auf Basis von GeoGebra

Tab. 6 zeigt die Anzahl der Kodierungen des dominanten Wissens sowie der situationsspezifischen Fertigkeit, in der sie angewandt werden zu allen drei Messzeitpunkten. Während das Vorkommen der Wissensdomäne PCK quantitativ leicht rückläufig ist, zeigt sich für TPK eine enorme Steigerung nach dem ersten Messzeitpunkt (ZP1). So konnten unter zwölf Studierenden nur sieben Aussagen gefunden werden, die zum ersten Messzeitpunkt der Kategorie TPK zugeordnet werden konnten. Für TPACK ist eine leichte Steigerung von Messzeitpunkt eins zum dritten Messzeitpunkt (ZP3) wahrzunehmen mit einem kleinen Einbruch zum zweiten Messzeitpunkt (ZP2). Dies zeichnet sich über alle drei Messzeitpunkte auch in der allgemeinen Summe der Kodierungen ab. Auch qualitativ zeigt sich eine Veränderung über die verschiedenen Zeitpunkte. Während die absolute Anzahl an Beschreibungen, Wertungen und Begründungen von ZP1 zu ZP2 abnimmt, zeigt sich ein anderes Bild bei den formulierten Handlungsalternativen. Zum ZP1 ist es den Studierenden zu großen Teilen nicht möglich Handlungsalternativen zu formulieren. Bereits zu ZP2 ist hier eine große Steigerung zu sehen, die zu ZP3 weiter zunimmt. Über alle drei Zeitpunkte hinweg betrachtet, findet bei allen vier Fertigkeiten eine quantitative Zunahme statt.

Tabelle 6: Anzahl der Kodierungen über die Messzeitpunkte

	ZP1	ZP2	ZP3
Dominantes Wissen			
PCK	217	183	209
TPK	7	39	65
TPACK	62	48	77
Summe	286	270	351
Situationsspezifische Fertigkeiten			
Beschreibung	130	116	138
Wertung	96	80	105
Begründung	52	44	66
Handlungsalternative	8	30	42

Abb. 4 verdeutlicht die Entwicklungen in den einzelnen Wissensdomänen in Verknüpfung mit den situationsspezifischen Fertigkeiten über die Zeitpunkte hinweg.

Es zeigt sich, dass auch beim PCK nach ZP1 eine Entwicklung zugunsten der Handlungsalternative eintritt. Beim TPK zeigt sich auf allen Ebenen eine große Entwicklung. Bezüglich des TPACK wird deutlich, dass die Studierenden zwar bereits zu Zeitpunkt eins viel beschreiben und werten können, aber ihre Wertungen häufig unbegründet lassen sowie kaum Handlungsalternativen formulieren können. Hier findet ein Zuwachs über alle drei Zeitpunkte hinweg statt.

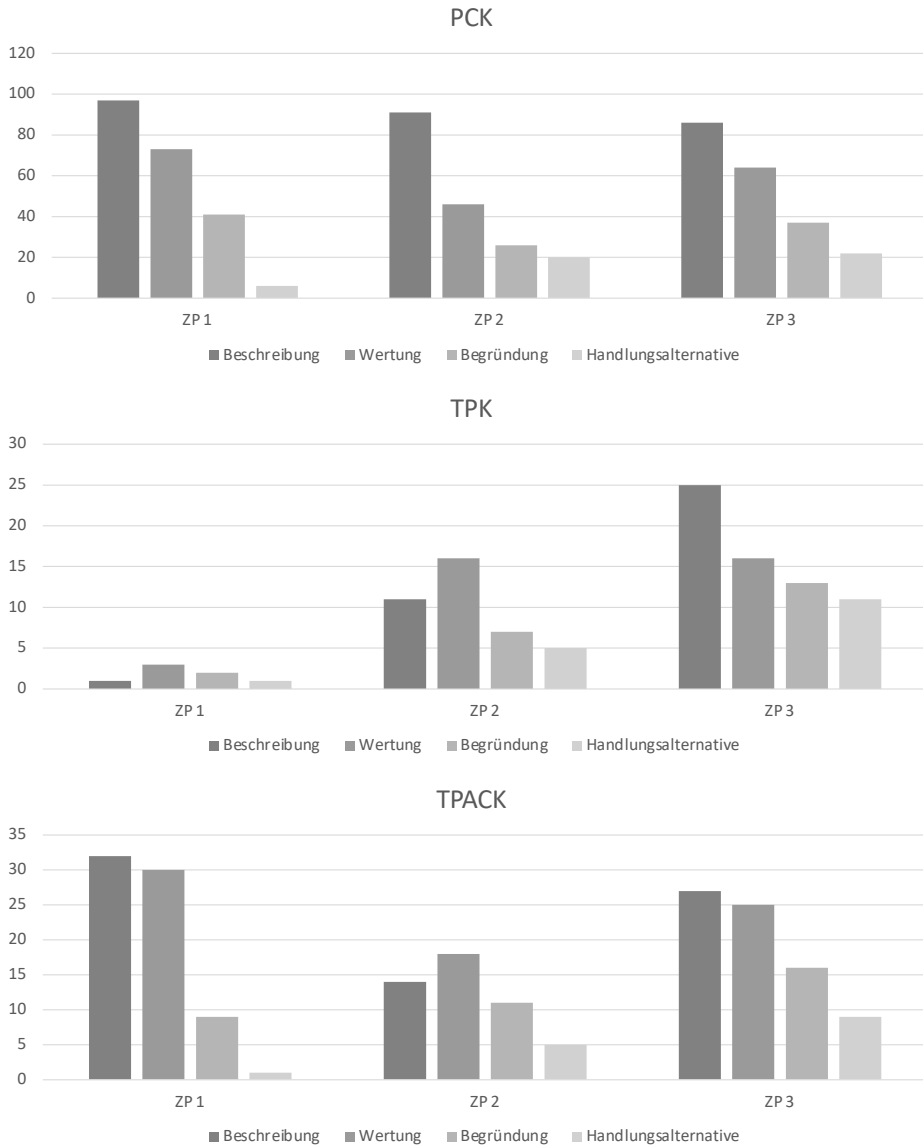


Abbildung 4: Entwicklungen in den einzelnen Wissensdomänen

7.3 Ergebnisse bezüglich der Gründe für den potentiellen Lernzuwachs

Tab. 7 zeigt die seitens der Studierenden angegebenen Gründe, die für sie am meisten den potentiellen Lernzuwachs beeinflussen.

Tabelle 7: Gründe für den Lernzuwachs im Lehr-Lern-Labor-Seminar

Oberkategorie	Kategorie	Unterkategorie	Nennungen
Agile Methode	Formatives Assessment	Expert:innen	5
		Peer	2
	Selbstständiges Arbeiten (in Gruppen)		2
	JiTT-Angebote		1
Lehr-Lern-Setting	Praxisbezug		2
	Erstellung einer digitalen Lernumgebung		2
	Reflexion		2

Die genannten Gründe konnten den übergeordneten Kategorien Agile Methode und Lehr-Lern-Setting zugeschrieben werden. In der Kategorie Formatives Assessment konnte noch unterschieden werden, in Assessment durch Dozierende oder durch Peers. Insgesamt wurde das Assessment mit sieben Nennungen am häufigsten als Grund genannt. Zwei Studierende nannten das selbstständige Arbeiten als Grund und eine Person die JiTT-Angebote.

Jeweils zwei Nennungen entfielen auf den Praxisbezug, das Erstellen von einer eigenen digitalen Lernumgebung und auf die Reflexion der Unterrichtspraxis.

8. Diskussion und Implikation

- 1) Inwiefern gehen die Studierenden bei der Evaluation des Seminars auf die Potentiale und Herausforderungen der agilen Methode ein?

Die Ergebnisse zeigen, dass die in Tab. 1 aufgelisteten Potentiale bis auf das formative Assessment nur eingeschränkt wahrgenommen werden. Bezüglich der Herausforderungen gaben manche Studierende an, dass sie einen erhöhten Arbeitsaufwand hatten und dieser auch nicht im Verhältnis zum Lernzuwachs steht. Seitens der Dozierenden kann keine auf Daten basierende Aussage getroffen werden, jedoch haben wir gerade bei den ersten Durchgängen des Seminars subjektiv einen deutlichen Mehraufwand im Vergleich zu anderen Seminaren wahrgenommen. Insbesondere in den ersten Semestern seit Beginn der agilen Durchführungen mussten alle Inputs neu vorbereitet werden. Mittlerweile existieren, wie in Kapitel 3 angedeutet, einige Mate-

rialien, sodass bereits eine Basis für viele Themen existiert. Der Mehraufwand, der sich durch das regelmäßige Feedback ergibt, bleibt aber durchgängig bestehen.

- 2) Welcher Lerneffekt wird bei Studierenden in Bezug auf das Beurteilen von interaktiven Arbeitsblättern auf Basis von GeoGebra sichtbar?

Insgesamt zeigen sich bezüglich der Entwicklung der situationsspezifischen Fertigkeiten Ergebnisse, die im Einklang mit bisherigen Forschungsergebnissen zur Professionellen Unterrichtswahrnehmung sind: lediglich beschreibende Ereignisse lassen sich nach dem Training häufiger interpretieren – sei es wertend oder begründend (Santagata & Guarino, 2011; Orschulik, 2020). Zusätzlich wurden nach dem Training vermehrt Handlungsalternativen formuliert, auch wenn nicht zu allen als negativ gewerteten Aspekten.

Bezüglich der fachdidaktischen Aussagen kann nur eine Entwicklung innerhalb der situationsspezifischen Fertigkeiten gefunden werden. Dies erscheint jedoch auch nicht verwunderlich, da das Lehr-Lern-Labor-Seminar am Ende des Studiums verortet ist. Interessant erscheint, dass die Studierenden bereits zu ZP1 auch TPACK Wissen nutzen können. Zwar findet dies überwiegend auf der beschreibenden oder wertenden Ebene statt, aber im Kontrast dazu konnten Aussagen zu TPK zum ersten Zeitpunkt kaum getroffen werden. Der Unterschied könnte in der Nähe zum bekannten fachdidaktischen Wissen (PCK) liegen. Außerdem ist die Unterkategorie „Interaktivität“ von TPACK in den interaktiven Arbeitsblättern direkt ersichtlich, weshalb diese häufig beschrieben oder bewertet wird. TPK scheint jedoch für die meisten Studierenden neu zu sein und im Rahmen des Seminars sich fördern zu lassen. Insgesamt scheint die transformative Sichtweise von TPACK im Rahmen dieses Seminars als zielführend.

Der quantitative Einbruch zum ZP2 könnte sich dadurch erklären lassen, dass die genutzten interaktiven Arbeitsblätter nicht vergleichbar waren. So geben die Studierenden selbst an, dass sie das zweite interaktive Arbeitsblatt deutlich „schwerer“ fanden als die anderen. Ein Grund dafür könnte sein, dass Expert:innen sich einig waren, dass das zweite interaktive Arbeitsblatt nicht zielführend für den Unterricht sei, wohingegen die beiden lediglich ein paar Adaptionen brauchen würden.

- 3) Inwiefern führen die Studierenden diesen potentiellen Lernfortschritt auf die Potentiale der agilen Methode zurück?

Ähnliche Potentiale wie bei der Evaluation des Seminars scheinen auch für den Lernzuwachs ausschlaggebend zu sein. Insbesondere das Feedback wird als Grundkonstante guter Lehre angesehen (Hattie & Timperley, 2007; Ulrich, 2016). Vor dem Hintergrund, dass das eine Feedbackkultur ein Mehraufwand für Dozierende voraussetzt und Dozierende am ehesten dort Zeit einsparen, wo sie nicht verpflichtet sind (Irons, 2008), könnte es erforderlich sein, Unterstützungssysteme oder Anreize zu entwickeln, die bei der Implementierung und Aufrechterhaltung von Feedback eingesetzt werden.

Neben den Potentialen der agilen Methode, werden Gründe für den potentiellen Lernerfolg auf das Lehr-Lern-Setting zurückgeführt. Wie bei den Angaben unserer Studierenden ist der Wunsch nach Praxisverknüpfung allgemein für Lehramtsstudierende wichtig (Rehfeldt et al., 2018) und dieser wird als Grund für den Lernzuwachs angeführt. Lehr-Lern-Labore haben das Potential, dass diese Praxis in den drei Phasen Planung, Anwendung und Reflexion theoriegeleitet stattfindet, was eine wichtige Lerngelegenheit für Studierende sein kann (Gudmundsdottir et al., 1995). Rehfeldt und Kolleg:innen (2018) bezeichnen dies als eine „bessere“ Praxis. So ist es positiv einzuschätzen, dass auch zwei Studierende die Reflexion explizit als Grund für ihren Lernzuwachs angeben. Ein Studierender expliziert diesen Theorie-Praxis-Bezug wie folgt: „Erstellung einer digitalen Lernumgebung, mit theoretischem Input und anschließender Reflexion“.

9. Limitation und Ausblick

Dadurch, dass die Befragungen anonym waren, können individuelle Entwicklungen der Studierenden nicht den angegebenen Gründen für den Lernzuwachs zugeordnet werden. Auch wenn ein Lernzuwachs bezüglich GeoGebra aufgezeigt werden konnte, kann keine Aussage über den Einsatz anderer digitaler Technologien getroffen werden. Dadurch, dass agile Methoden eine hohe Individualisierung ermöglichen, wäre es interessant zu sehen, wie sich die Methode auch auf andere digitale Technologien auswirkt.

Insgesamt scheint die agile Ausrichtung eines Lehr-Lern-Labor-Seminars gut zu funktionieren. Ein Problem scheint der Arbeitsaufwand für Studierende sowie Dozierende zu sein. In Zukunft braucht es Möglichkeiten, wie beide Parteien zeitlich entlastet oder unterstützt werden können.

Literatur

- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers and Education*, 52(1), 154–168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.006>
- Arn, C. (2020). *Agile Hochschuldidaktik*. Beltz Juventa.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Barzel, B., & Greefrath, G. (2015). Digitale Mathematikwerkzeuge sinnvoll integrieren. In W. Blum, S. Vogel, C. Drüke-Noe, & A. Roppelt (Hrsg.), *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II* (S. 145–157). Diesterweg Schroedel Westermann.
- Beck, K., Beedle, M., & van Bennekum, A. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. Zuletzt abgerufen am 03. September 2024 von <http://agilemanifesto.org/>
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>

- Chun, H. W. (2004). The Agile Teaching/Learning Methodology and its e-Learning Platform. *Lecture Notes in Computer Science – Advances in Web-Based Learning*, 3143, 11–18. https://doi.org/10.1007/978-3-540-27859-7_2
- Drummond, A., & Sweeney, T. (2017). Can an objective measure of technological pedagogical content knowledge (TPACK) supplement existing TPACK measures? TPACK-deep and objective TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 928–939. <https://doi.org/10.1111/bjet.12473>
- Ertmer, P., Anne, O.-L., & Tondeur, J. (2015). Teacher beliefs and uses of technology to support 21st century teaching and learning. In H. Fives & M. Gill (Hrsg.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (S. 403–419). Routledge.
- Formica, S., Easley, J. L., & Spraker, M. C. (2010). Transforming common-sense beliefs into Newtonian thinking through Just-In-Time Teaching. *Physical Review Special Topics – Physics Education Teacher*, 6, 020106, 1–6. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020106>
- Gavrin, A. (2006). Just-in-Time Teaching. *Metropolitan Universities*, 17(4), 9–18.
- Gavrin, A., Watt, J. X., Marrs, K., & Blake, R. E. Jr. (2003). Just-in-Time Teaching (JiTT): Using the Web to Enhance Classroom Learning. *Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual conference and Exposition*.
- Gudmundsdottir, S., Reinhartsen, A., Nordtomme, N. P. (1995). Etwas Kluges, Entscheidend es und Unsichtbares. Über das Wesen des Pädagogischen Wissens über die Unterrichtsinhalte. *Zeitschrift für Pädagogik*, 33 (Beiheft), 163–174.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Irons, A. (2008). Enhancing Learning through Formative Assessment and Feedback. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203934333>
- Kaiser, G., & König, J. (2020). Analyses and validation of central assessment instruments of the research program TEDS-M. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, H. A. Pant, M. Toepfer, & C. Lautenbach (Hrsg.), *Student Learning in German Higher Education. Innovative Measurement Approaches and Research Results* (S. 29–51). Springer.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Konrad, K., & Traub, S. (2018). *Selbstgesteuertes Lernen – Grundwissen und Tipps für die Praxis*. Schneider Verlag.
- Marrs, K. A., & Novak, G. (2004). Just-in-Time Teaching in Biology: Creating an Active Learner Classroom Using the Internet. *Cell Biology Education*, 3, 49–61. <https://doi.org/10.1187/cbe.03-11-0022>
- Meissner, B., & Stenger, H.-J. (2014). Agiles Lernen mit Just-in-Time-Teaching. Adaptive Lehre vor dem Hintergrund von Konstruktivismus und intrinsischer Motivation. In O. Zawacki-Richter, D. Kergel, N. Kleinefeld, P. Muckel, J. Stöter & K. Brinkmann (Hrsg.), *Teaching Trends 2014. Offen für neue Wege: Digitale Medien in der Hochschule* (S. 121–136). Waxmann.
- 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>
- Novak, G. (2011). Just-in-Time Teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 2011(128), 63–73. <https://doi.org/10.1002/tl.469>
- Orschulik, A. B. (2021). *Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung. Eine Studie zur Entwicklung Studierender in universitären Praxisphasen*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33931-9>

- Petko, D. (2020). Quo vadis TPACK? Scouting the road ahead. In *Proceedings of EdMedia + Innovate Learning* (S. 1277–1286). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Rehfeldt, D., Seibert, D., Klempin, C., Lücke, M., Sambanis, M., & Nordmeier, V. (2018). Mythos Praxis um jeden Preis? Die Wurzeln und Modellierung des Lehr-Lern-Labors. *die Hochschullehre: interdisziplinäre Zeitschrift für Hochschule und Lehre*, 4, 90–114. <https://doi.org/10.17169/REFUBIUM-1702>
- Roth, J. (2022). Digitale Lernumgebungen – Konzepte, Forschungsergebnisse und Unterrichtspraxis. In G. Pinkernell, F. Reinhold, F. Schacht & D. Walter (Hrsg.), *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. Aktuelle Forschungsbefunde im Überblick* (S. 109–136). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65281-7_6
- Roth, J., Eilerts, K., Baum, M., Hornung, G., & Trefzger, T. (2023). Die Zukunft des MINT-Lernens – Herausforderungen und Lösungsansätze. In J. Roth, M. Baum, K. Eilerts, G. Hornung, & T. Trefzger (Hrsg.), *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 1. Perspektiven auf (digitalen) MINT-Unterricht und Lehrkräftebildung* (S. 1–42). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66131-4_1
- Sandmann, A. (2014). Lautes Denken – die Analyse von Denk-, Lern- und Problemlöseprozessen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 179–188). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_15
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, 43, 133–145. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0292-3>
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24, 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., 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. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Sherin, M., & van Es, E. A. (2009). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20–37. <https://doi.org/10.1177/0022487108328155>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Siewert, J. (2021). 4K – eine kritische Einführung. *Pädagogik*, 12(2021), 6–8. <https://doi.org/10.3262/PAED2112006>
- Stelzer, T., Gladding, G., Mestre, J. P., & Brookes, D. T. (2009). Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. *American Journal of Physics*, 77(2), 184–190. <https://doi.org/10.1119/1.3028204>
- Ulrich, I. (2016). *Gute Lehre in der Hochschule. Praxistipps zur Planung und Gestaltung von Lehrveranstaltungen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11922-5>
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Zech, F. (1998). *Grundkurs Mathematikdidaktik*. Beltz.

Leo van Waveren
Claudia Gómez Tutor
Norbert Wehn
(Hrsg.)

QLB@RP

Eine Bestandsaufnahme
der Lehrkräftebildung
in Rheinland-Pfalz

Qualitätsoffensive Lehrerbildung konkret: Lehrkräftebildung in den Ländern

herausgegeben von
Christine Sälzer, Leo van Waveren, Norbert Wehn

Band 2

Leo van Waveren, Claudia Gómez Tutor,
Norbert Wehn (Hrsg.)

QLB @RP –
Eine Bestandsaufnahme
der Lehrkräftebildung
in Rheinland-Pfalz



Waxmann 2026
Münster • New York

Diese Publikation ist im Nachgang der Qualitätsoffensive Lehrerbildung entstanden, die aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Sie basiert auf Arbeiten, die in mehreren Projekten der Qualitätsoffensive Lehrerbildung in Rheinland-Pfalz durchgeführt wurden.

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Qualitätsoffensive Lehrerbildung konkret: Lehrkräftebildung in den Ländern, Band 2

Print-ISBN 978-3-8188-0167-0
E-Book-ISBN 978-3-8188-5167-5
<https://doi.org/10.31244/9783818851675>

Waxmann Verlag GmbH, Münster 2026
Steinfurter Straße 555, 48159 Münster

www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Anne Breitenbach, Münster
Satz: Roger Stoddart, Münster

Das E-Book steht open access unter der Lizenz CC BY-SA 4.0 zur Verfügung
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>).



Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen und für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen.